

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia de Alimentos

**Melhoramento da qualidade do café brasileiro:
influência de sistemas de produção e
processamento sobre algumas
características da bebida**

Eng^o Agr^o José Guilherme Cortez

Prof^a Dr^a Hilary Castle de Menezes
Orientadora

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por JOSÉ GUILHERME CORTEZ e é aprovada pela Comissão Julgadora em 17 de julho de 1996.

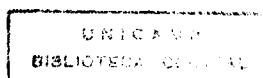
Campinas, 17 de julho de 1996.

Hilary C. de Menezes
Profa. Dra. HILARY C. DE MENEZES

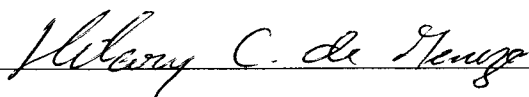
Presidente da Banca

Trabalho apresentado para obtenção de título de Mestre em Tecnologia de Alimentos junto à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas


Campinas - 1996



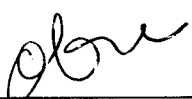
Banca examinadora



Prof^a Dr^a Hilary Castle de Menezes - orientadora



Prof. Dr. Nelson Horácio Pezoa García - membro



Prof^a Dr^a Gláucia Maria Pastore - membro

Prof. Dr. José Luís Pereira - membro

*À Cristina,
Cláudia e
José Octavio
dedico*

Agradecimentos

À Prof^ª Dr^ª Hilary Castle de Menezes, pela orientação, amizade e apoio.

Ao Prof. Dr. Nelson Horácio Pezoa Garcia e à Prof^ª Dr^ª Gláucia Maria Pastore, pelos ensinamentos, orientações e sugestões.

Ao Sr. Manabu Shimosaka, amigo e companheiro, pelas sugestões, financiamento, acompanhamento e fornecimento de locais de ensaios e materiais.

Ao Dr. Angelo Paes de Camargo, da seção de Climatologia do Instituto Agrônomo de Campinas, pelas orientações sobre Climatologia.

Aos colegas Eng^º Agr^º Durval Rocha Fernandes, Eng^º Agr^º Roberto Santinato e Eng^º Agr^º José Braz Matiello, do Ministério da Agricultura - Procafé, pelas orientações e transmissão de seus profundos conhecimentos sobre a cultura do café.

Aos classificadores de café José Luiz Barbosa de Toledo, Nelson Carneiro e Felipe Alvarenga, pelas análises sensoriais e discussões sobre a classificação qualitativa da bebida do café.

Ao Eng^º Agr^º José Geraldo Rodrigues de Oliveira, funcionários e produtores ligados à Cooxupé, pelo auxílio à realização dos experimentos.

À Pinhalense - Máquinas e Equipamentos, pela oportunidade oferecida.

À Prof^ª Dr^ª Débora de Queiroz Tavares, pela lembrança e incentivo ao retorno científico, a minha mais profunda admiração e agradecimento.

A andorinha,
adejando o lago,
traça um risco.

(J. P. Cortez, 1994)

Das cerca de 4.000 substâncias químicas que provocam um impacto sensorial, mais de 20% delas estão presentes na bebida do café.

Por isso, denominar um trabalho como “melhoramento da qualidade do café” pode soar um tanto pretensioso. O autor concorda, mas esclarece também que o considera como o início de uma série de trabalhos.

É, ainda, ...o traçar de um risco...

Ao querido pai,
educador cinqüentenário,
“micro-cafeicultor” e
poeta tardio, a expressão de
reconhecimento.

Índice

1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	3
2.1. Descrições da bebida e origens de compostos organoléticos	3
2.2. Sistemas de processamento e a bebida	6
3. Materiais e métodos experimentais	10
3.1. Materiais	10
3.2. Aplicação de isolados microbianos	11
3.3. Análises sensoriais	14
4. Resultados e discussões	16
4.1. Processamento via cereja descascado	16
4.1.1. Variação no estágio de maturação	16
4.1.2. Variação no período de maturação e no fornecimento de nutrientes	17

4.1.3. Modificação da variedade e época de maturação	19
4.1.4. Comparação entre variedades e técnicas de produção	20
4.1.5. Comparação entre "sistemas climatológicos"	22
4.2. Aplicação de isolados microbianos	25
4.2.1. Seleção de grãos e eliminação de defeitos	26
4.2.2. Modificação no período de maturação	28
4.2.3. Variação na concentração dos produtos	31
4.2.4. Comparação com um produto fungicida	34
4.2.5. Variação na concentração dos produtos e intervalos entre a aplicação e a colheita	35
5. Conclusões e perspectivas	41
6. Bibliografia	44

Resumo

O café arábica brasileiro recebe descrições negativas das suas propriedades organoléticas no mercado internacional do produto, associando-se suas características de "dureza" ou sabores "fenólicos, químicos ou rio" com o sistema de processamento por via seca, produzindo o chamado "café de terreiro". Os chamados "cafés despulpados" ou produzidos por via úmida, são geralmente descritos como possuindo "aromas e gostos agradáveis, doces, suaves e com acidez e corpo desejáveis". Estas diferenças referem-se mais à homogeneidade dos grãos colhidos, sendo exclusivamente maduros neste último sistema de processamento e normalmente contendo grãos em diversos estágios de maturação no sistema de processamento mais utilizado no Brasil.

Um novo sistema de processamento dos grãos crus - o chamado cereja-descascado - vem sendo utilizado cada vez mais nas propriedades cafeeiras do Brasil, combinando o uso de água para a separação dos grãos imaturos e sobremaduros e a retirada da casca dos grãos maduros (como no sistema por via úmida) com o imediato transporte para os locais de secagem, onde a rápida desidratação e a constante movimentação impedem a ocorrência de processos fermentativos prolongados e a conseqüente formação de gostos estranhos.

Este trabalho descreve algumas características sensoriais dos cafés processados por este sistema, em propriedades cafeeiras localizadas sob diferentes influências topoclimáticas. Em relação aos cafés tradicionalmente processados sem separação, foi observada a manutenção das características sensoriais dos cafés maduros e o melhoramento do aspecto dos grãos crus, das descrições de corpo, acidez e aroma e de ausência de gostos estranhos deletérios à qualidade da bebida.

A adoção do sistema cereja-descascado de processamento de grãos traz uma sensível diminuição do volume de café comercializado pelos produtores, pois a fração de grãos maduros deve ser negociada em separado

das frações de grãos verdes e de grãos passa. Com o objetivo de proteger os grãos maduros de fermentações indesejáveis ainda no pé de café e de aumentar a fração de grãos sadios, foi avaliada a aplicação de três produtos derivados de isolados microbianos - denominados FQ/A 1, FQ/A 2 e FQ/T - sendo aplicados em forma de pulverização nos pés de café de diversas regiões cafeeiras. Foram testadas diversas concentrações dos produtos e intervalos entre a aplicação e a colheita do café, determinando-se a época provável da maturação dos grãos pelo cálculo da Somatória de Evapotranspiração Potencial de cada propriedade cafeeira analisada.

Os resultados das aplicações de isolados microbianos mostraram que o controle de fermentações indesejáveis e o aumento da fração processada pelo sistema cereja-descascado trouxeram benefícios para as características de corpo, aroma e acidez da bebida do café e para a expressividade de lotes comercializados pelos produtores localizados em regiões com condições topoclimáticas prejudiciais à qualidade do café. Dependendo do tipo de produto utilizado e de sua concentração, foram observadas a preservação da qualidade até determinado intervalo de tempo e a modificação do ciclo de maturação dos grãos. Entretanto, a eficiência dos processos foi dependente de outros fatores agrônômicos e tecnológicos, como o tipo de fornecimento de nutrientes para a planta, a variedade cultivada e o ciclo correspondente de maturação dos grãos, o controle fitossanitário, o porte e arquitetura das plantas tratadas e as tecnologias de secagem e armazenamento dos grãos de café.

Finalmente, são estabelecidas algumas perspectivas para a evolução de trabalhos científicos e tecnológicos nesse assunto, como a avaliação de novas concentrações e intervalos de aplicação dos produtos, em novas áreas de cultivo com ocorrência de processos fermentativos prolongados, e o desenvolvimento de processos analíticos de determinação de compostos químicos relacionados com o gosto e o aroma do café. Deste modo, seriam ampliados os conhecimentos sobre a atividade de sistema de controle de fermentações, a aplicabilidade de isolados microbianos, o conhecimento da relação entre compostos químicos e as características organolépticas do café, o auxílio às determinações sensoriais, a expressividade do café arábica brasileiro e a modificação de conceitos estabelecidos sobre a qualidade da bebida.

Summary

On the international coffee market, brazilian arabica coffee is described as having unpleasant characteristics of the beverage, normally relating the descriptions of "hardness" or "phenolic, chemical, rio" flavours to the dry method of green coffee bean processing. The so-called "depulped beans" or processed by the wet method are generally recognized as possessing "pleasant aromas and sweet, soft taste, and having desirable acidity and body". These differences are more correlated to the homogeneity of the harvested beans, being exclusively the mature ones in this last method and normally showing different stages in beans maturation in the system usually adopted in Brazil.

A new method for green coffee bean processing - semi-dried coffee - has recently been introduced in Brazil, combining the use of water for the separation of the mature cherries with their rapid transportation to the drying places, where the rapid dehydration of the beans hinders the occurrence of undesirable fermentations and the subsequent formation of unpleasant off-flavours.

In this report, some sensory characteristics of the beans processed by the semi-dried method are described, cultivated in regions susceptible to topoclimatic (and adverse) conditions. The development of favorable characteristics was observed, including green coffee bean appearance and the descriptions of beverage aroma, acidity and body, that could lead to the modification of brazilian arabica coffee misconceptions.

The adoption of the semi-dried processing system results in a notable decrease in the volumes of coffee commercialized, with the various coffee fractions being commercialized separately. With the aim of increasing the mature cherry fraction and of protecting the raw material against prolonged fermentations, three products derived from microbial isolates were tested - called FQ/A 1, FQ/A 2 and FQ/T - being applied before the mature bean phase. Various concentrations and intervals between

the application and the harvesting period were tested, using the Potential Evapotranspiration Somatory to calculate the probable time of maturation in each coffee property analyzed.

The results of the application of the microbial isolate products showed that the control of undesirable fermentations and the increase in the mature cherry fraction were positive for the sensory characteristics of acidity, aroma and body of the beverage and for the size of the coffee lots produced in regions susceptible to topoclimatic and adverse conditions for coffee quality. According to the concentration and type of product, some alterations in the coffee maturation cycle and the preservation of beneficial coffee flavours for a longer period were observed. Nevertheless, the efficiency of applications was also dependant on some technological and agronomic factors, such as the type of fertilization, the plant variety and the corresponding cycle of maturation, the control of pests and diseases, the height and structure of the coffee plants and the drying and storage technologies.

Some perspectives for the evolution of scientific and technological research in this respect are also presented, such as the evaluation of lower concentrations and application intervals in new planting areas susceptible to adverse topoclimatic conditions and the development of analytical processes to determine coffee flavours. In any case, this would increase the knowledge about microbiological assays, the relationship between coffee compounds and their sensory impact, give assistance to professional tasters, increase the importance of brazilian arabica coffee on the international market, and the change of established concepts.

1. Introdução

Uma cafeicultura brasileira moderna deve estar baseada na associação produtividade - qualidade. Até 1994, a produtividade média dos plantios no Brasil (9,0 sacas por mil pés - população de 1.400 pés por hectare) situava-se bem abaixo daquelas conseguidas em países como a Costa Rica, Colômbia ou Quênia, com produtividades médias de 16 - 23 sacas de café beneficiado por hectare. Esta faixa de produtividade, no Brasil, era alcançada por apenas 9% das propriedades cafeeiras, enquanto a grande maioria (66%) situava-se na faixa de 0 - 10 sacas beneficiadas por hectare. (MAARA/PROCAFÉ, 1993)

No aspecto de qualidade da bebida, o café arábica brasileiro apresentava descrições ainda mais restritivas. Desde 1962, quando foi implantado o Acordo Internacional do Café entre produtores e consumidores, estabeleceu-se uma divisão do mercado de cafés arábicas em três blocos: de um lado, os países produtores de cafés "lavados" (também chamados "finos", "suaves" ou "suaves aromáticos"), produzidos pela Colômbia e pelo Quênia; os países produtores de cafés denominados "outros lavados", localizados na América Central; e o Brasil, produzindo cafés descritos como "não-lavados ou duros". Posteriormente, esta classificação pouco se alterou, na nova classificação de "suaves colombianos", "outros suaves" e "Brasil e outros arábicas", respectivamente. Uma terceira classificação, finalmente, separava os cafés arábicas nos blocos dos "processados por via úmida" (ou cafés despulpados) e os "processados por via seca" (ou cafés de terreiro).

Com o estabelecimento do livre mercado, graças à extinção do Acordo Internacional do Café em 1989, surge como necessária e fundamental a melhoria da produtividade dos cafezais no Brasil, firmemente associada a novas práticas de cultivo, colheita, processamento e classificação dos grãos. A adoção destes procedimentos atende, a preços compatíveis, os mercados interno e internacional cada vez mais exigentes em termos de qualidade e modifica conceitos anteriormente estabelecidos.

A recente disponibilidade de um novo sistema de processamento dos grãos crus de café - o sistema cereja descascado - permite a obtenção e comercialização, por parte dos detentores de tal tecnologia, de lotes separados de cafés efetivamente maduros, de tal modo que a expressividade sensorial do café arábica seja percebida, nos seus aspectos mais favoráveis, pelos consumidores. Em regiões de clima adverso para grandes produções de café de qualidade, no entanto, algumas fermentações naturais se iniciam no próprio grão maduro de café e são produzidas substâncias químicas extremamente potentes quanto aos seus efeitos sensoriais na bebida. Para modificar este quadro e aumentar a expressividade física dos lotes de café maduro sadio, foi analisada a aplicação de produtos à base de isolados microbianos, para impedir a ocorrência desses processos fermentativos nos grãos ainda na planta de café.

Este trabalho avalia algumas características sensoriais selecionadas de amostras de cafés processados pelo sistema cereja descascado e após a aplicação de produtos à base de isolados microbianos. Para o estabelecimento de um "desenho" metodológico que norteasse a pesquisa, foram considerados os seguintes efeitos sobre a qualidade da bebida:

1. proceder a uma revisão sobre as descrições da bebida do café e as origens e formação dos componentes do gosto e do aroma da bebida;
2. observar a influência dos sistemas de processamento dos grãos crus, sobre as características da bebida;
3. revisar a formação de gostos estranhos na bebida, originários da presença de grãos imperfeitos e da ocorrência de processos fermentativos prolongados e deletérios à qualidade da bebida;
4. avaliar as características sensoriais na bebida de grãos processados via cereja descascado e após a aplicação de produtos à base de isolados microbianos;
5. colaborar no delineamento de trabalhos científicos e tecnológicos sobre a composição química do café, sobre as características sensoriais e de novos métodos de análise física, química e sensorial.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Descrições da bebida e origens de compostos organoléticos

A classificação comercial do café, no Brasil, compreende duas fases: uma classificação física, determinando-se o índice de defeitos (grãos imperfeitos), aspecto, cor, seca e tamanho (peneiras), entre outros; e a classificação por bebida. Tradicionalmente, as descrições da bebida são as seguintes (MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO/ INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, s. d.; CARVALHO & CHALFOUN, 1985):

- **estritamente mole:** acentuado sabor suave, ácido, adocicado;
- **mole:** sabor ácido, suave, adocicado, sem amargor;
- **apenas mole:** leve sabor suave, ácido, adocicado, sem adstringência ou asperezas;
- **dura:** gosto acre, adstringente ou áspero;
- **riada:** leve sabor típico de iodofórmio;
- **rio:** sabor típico de iodofórmio;
- **rio zona:** acentuado sabor típico de iodofórmio.

As denominações foram originárias das descrições *soft*, *hard* e parte de uma denominação de cafés despulpados (“estritamente altura”); as denominações riada, rio e rio zona originaram-se da grande incidência de cafés com “sabor de iodofórmio” do Estado do Rio de Janeiro.

Uma classificação brasileira mais moderna (CHALFOUN; CARVALHO e GUIMARÃES, 1992) introduz, como características sensoriais mais relevantes, as sensações de acidez, doçura e corpo para a bebida estritamente mole; acidez, amargor, doçura e corpo para a bebida mole; amargor, doçura, adstringência e corpo para a bebida apenas mole; amargor e adstringência para a bebida dura; sabor químico, azedo e adstringente para a bebida riada e sabor químico e medicinal, azedo e adstringente para a bebida rio.

Uma descrição baseada em princípios sensoriais de alimentos é utilizada para a bebida do café pela Unidade Sensorial da Organização Internacional do Café, conforme é relatado por FERIA-MORALES (1989). Os aromas da bebida apresentam as descrições de: animal - borracha - caramelo - cereal/malte/torrada - chocolate - cinza - floral - fruta/citrus - grama/mato/ervas - madeira - nozes - alçafrão - queimado/fumaça - químico/medicinal - rançoso/podre - tabaco - terra - vinho.

As características de gosto compreendem: ácido - amargo - azedo - doce - salgado.

E as sensações bucais são descritas como: corpo - adstringência.

As descrições comerciais do café brasileiro não apresentam qualquer base científica e o seu uso em trabalhos de pesquisa e de tecnologia tem levado a interpretações errôneas e inconsistentes. As descrições baseadas nos atributos de aroma, gosto e sensações bucais fundamentam-se em características isoladas e, embora possa haver alguma divergência em relação a alguns atributos sensoriais do café (por exemplo, se existe o gosto salgado no café, ou a adstringência merece ser considerada como gosto ou sensação bucal), observa-se que a análise qualitativa e quantitativa de apenas alguns componentes na bebida corresponderia às descrições comerciais do café brasileiro.

DART & NURSTEN (1985) consideram que a bebida do café apresenta apenas quatro gostos básicos - amargo, salgado, azedo e doce, com talvez a inclusão do gosto adstringente - e a percepção do aroma pode apresentar até 44 modalidades, em concentrações que podem variar de zero a acima de 2 partes em 100 bilhões. Os autores listam, igualmente, até nove mecanismos de formação do gosto e do aroma do café, a saber:

1. **Reação de Maillard:** reações entre aminoácidos e açúcares, com a formação de hidroximetilfurfural, cetosilaminas etc.;
2. **Degradação de aminoácidos Strecker-ativos:** reação de aminoácidos com α - dicarbonilas, com formação de pirazinas ou oxazóis;
3. **Degradação da trigonelina:** variável em função da intensidade do processo de torração, com a formação de ácido nicotínico e N-metilnicotinamida;
4. **Degradação de ácidos fenólicos:** com a formação de pirrogalol, hidroxiquinonas, fenóis simples etc.;
5. **Degradação de lipídios:** formação de aldeídos, cetonas e, a partir de altos terpenóides, de furanos;
6. **Degradação de açúcares:** formação de furanos e furfural;
7. **Degradação de aminoácidos sulfurosos:** com formação de tiofenos e tiazóis;
8. **Degradação de hidroxiaminoácidos:** formação de pirazinas; e
9. **Degradação de prolina e hidroxiprolina:** formação de pirróis, piridinas e pirrolinas.

Os compostos químicos formados podem provocar um impacto sensorial dependendo da concentração, do tipo de composto e da intensidade do processo de torração. Os mecanismos de quebra e de condensação dos compostos também justificam a afirmação de que um teor maior de um determinado precursor, no café cru, não irá necessariamente resultar em um maior impacto sensorial do composto formado, pois no balanço de aromas está envolvido também um mecanismo de sinergismo e antagonismo.

Algumas publicações relacionam os compostos químicos do café com a resposta sensorial que eles provocam. (FLAMENT, 1991; DART & NURSTEN, 1985; CLARKE, 1986; CLIFFORD, 1985; TRESSL, 1989). Em síntese, os trabalhos mostram que as 2-metoxi-3-isobutilpirazinas são responsáveis pelo aroma de café verde, mas no café torrado, as metoxipirazinas respondem pelo aroma de nozes, verde e terra; as isobutilpirazinas, no entanto, apresentam um aroma de alçafrão no café torrado e a 2-metoxi-3-isopropilpirazina é responsável pelo aroma de ervilha, causado por infecções microbianas. Os furanos estão presentes em grandes quantidades no café torrado e o furfuriltiol (furfurilmercaptano) apresenta um aroma de café fresco quando em concentrações de 0,05 ppb, mas em concentrações maiores apresenta um aroma de ranço. Como produto da degradação de açúcares, os furanos estão normalmente associados a aromas doces ou de caramelo; a presença de furfural, segundo BALTES (1975), é a principal responsável pela característica de corpo da bebida. Os aldeídos e cetonas são bastante voláteis e respondem por aromas leves, floral ou de frutas; as piridinas e pirróis aparecem apenas no café torrado e apresentam características aromáticas de torrado, fumaça e adstringente ou amargo, sendo freqüentemente associadas a gostos estranhos. Alguns componentes, como fenóis e aminoácidos contendo enxofre, estão presentes em maiores quantidades em café robusta e parecem estar associados a aromas característicos desta variedade, em particular a nota de borracha.

Em alguns aspectos, as características de gosto e sensação bucal parecem ser menos divergentes, pelo menos em alguns de seus aspectos. O gostos salgado e doce são considerados como ausentes pela maioria dos provadores experimentados, e mesmo os trabalhos científicos não consideram estes gostos. A acidez da bebida é bem distinguida e a sua origem gera pouca discussão: ela diferencia-se perfeitamente do gosto azedo, que é normalmente creditado a infecções microbianas e suas influências provêm de ácidos carboxílicos alifáticos, clorogênicos, fenólicos e do ácido fosfórico. O termo amargor tem sido creditado à cafeína, mas embora ela apresente efetivamente esta característica, seu papel exclusivo ainda é motivo de discussão, pois mesmo os cafés descafeinados apresentam um certo amargor. O aspecto sensorial de corpo é facilmente percebido pelos provadores e fora o crédito de BALTES (1977) para o furfural, os pesquisadores

não conseguiram associar esta característica com algum procedimento analítico, como a viscosidade do extrato, ou à presença de açúcares complexos. A característica sensorial de adstringência será vista com maiores detalhes na discussão sobre a influência dos grãos defeituosos sobre a bebida.

A análise das descrições de bebida, suas origens e o vocabulário utilizado para descrever as características sensoriais sugerem que a classificação do café brasileiro pela qualidade da bebida seja utilizada com severas restrições em trabalhos científicos; as descrições baseadas em atributos sensoriais encontrados em alimentos necessitam de um corpo técnico bastante treinado e capacitado, normalmente envolvendo um extenso número de pessoas com aptidão sensorial nata. Algumas descrições de aroma e sabor não provocam divergências e são mais facilmente reconhecidas pelos provadores de café, como os aromas de doce, nozes e caramelo ou a acidez e o corpo da bebida; sendo possíveis de serem quantificadas através de uma escala de índices, foram, portanto, selecionadas para o planejamento deste trabalho.

2.2. Sistemas de processamento e a bebida

No Brasil, a maioria dos produtores de *Coffea arabica* prepara seus cafés pelo sistema denominado via seca, obtendo o chamado café de terreiro. Por este processo, a qualidade final do produto pode ser afetada por diversos fatores, tais como as zonas ecológicas de produção, condições climáticas, preparo, armazenamento etc. Os cafés preparados pelo sistema denominado via úmida, produzindo o café despulpado, quando bem preparados, apresentam, invariavelmente, bebida suave, mole ou estritamente mole, seja qual for a região de produção. (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1985; BEGAZZO E PAULA, 1985)

Estas descrições sugerem que a adoção do sistema de processamento por via úmida seria a alternativa ideal para a produção de um café de qualidade. Entretanto, algumas regiões cafeeiras do Brasil apresentam condições de clima seco e temperaturas amenas durante a fase de maturação e colheita do café, como acontece nas regiões do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro. Nestes locais, o ciclo de maturação dos grãos é bastante lento e os grãos de café permanecem na fase de maduro por um tempo mais longo; assim, mesmo com a produção de café de terreiro (via seca), a qualidade da bebida do café é bastante reconhecida. (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1987; CAMARGO, SANTINATO & CORTEZ, 1992)

A maior diferença entre os sistemas de processamento refere-se à homogeneidade dos grãos colhidos e processados e não à utilização de água durante o processamento (vias úmida e seca). Como o sistema de produção de café despulpado trabalha exclusivamente com grãos maduros (pela colheita a dedo), a qualidade do produto não é afetada pela presença de grãos imaturos e sobremaduros, como acontece na maioria das regiões de produção de café de terreiro no Brasil. Sobre este aspecto de uniformidade de maturação, diversas publicações assinalam que o grão maduro fornece uma bebida de excelente qualidade, independentemente do local de cultivo, desde que seja processado em separado. (CARVALHO, 1987; CLARKE, 1986; VINCENT, 1987). A presença de grãos imaturos, principalmente, confere a característica de dureza (*hardness*) na bebida e apenas os grãos maduros desenvolvem o nível ideal de açúcares e precursores de aroma que irão ser transformados durante a torração.

Embora seja citado que a fase de fermentação, na produção de café despulpado, consiste apenas na remoção da mucilagem aderente ao grão maduro - uma distinção do processo fermentativo do cacau, por exemplo, onde nesta fase ocorre a formação dos precursores do gosto e do aroma do chocolate -, observa-se uma influência sensorial durante esta etapa do processamento, pois os ácidos acético e láctico produzidos são incorporados ao grão de café e favorecem uma acidez mais acentuada na bebida.

Uma das questões que se coloca, em relação aos sistemas de processamento e à qualidade da bebida, seria a descrição dos atributos sensoriais dos cafés processados pelo sistema cereja-descascado. Este sistema viabiliza a obtenção de uma fração de apenas grãos cerejas, combinando o uso de lavadores (para a separação das impurezas e grãos sobremaduros) e descascadores (para a separação dos grãos verdes e a retirada das cascas dos grãos maduros). Ao contrário da produção de cafés despulpados, cuja etapa seguinte é a condução dos grãos aos tanques de degomagem, os grãos descascados são levados, ainda com a mucilagem aderente, para os locais de secagem, onde a movimentação constante e a rápida perda de umidade não favorecem a ocorrência de um processo fermentativo prolongado e deletério à qualidade da bebida.

A possibilidade de retirada dos defeitos mais importantes, como os grãos imaturos (ou verdes) e os grãos pretos e ardidos (mais frequentemente encontrados na fração de grãos bóia), confere uma melhoria significativa na qualidade da bebida, conforme demonstra a correlação entre o número de defeitos em uma amostra de 300 g e o prejuízo na bebida; entretanto, não se encontrou a mesma correlação entre a presença de defeitos e a classificação da bebida em mole, dura, riada ou rio (MIYA e col., 1973/74). Neste trabalho, observou-se que mesmo a adição de porcentagens tão altas quanto 60% de defeitos conferia uma bebida de

“gosto muito ruim, amarga (acre), suja, fermentada, nauseativa e malcheirosa”, mas sem as descrições de iodofórmio ou farmacêutico, conforme as descrições da bebida riada ou rio.

A constatação de que existiam processos fermentativos durante o processamento do café, e que estes poderiam levar à deterioração da qualidade, foi estabelecida desde a década de 40, conforme descreve BITTANCOURT (1957). Segundo o autor, durante o processamento do café (despolpado) encontra-se uma fase inicial de formação de álcoois e ácido acético, sem prejuízo para a bebida, e uma fase posterior, com o surgimento do ácido butírico; nesta última fase, ocorre a deterioração da qualidade, com a formação do gosto rio e do gosto duro. Este prejuízo para a bebida ocorreria desde a fase de secagem até a fase de armazenamento dos grãos, quando a temperatura e a umidade do ar e a falta de arejamento das pilhas induziriam o desenvolvimento de microorganismos e a queda da qualidade da bebida. Entretanto, FRANCO (1960) demonstrava que a presença de microorganismos já acontecia desde o início do processamento e que as enzimas microbianas eram responsáveis pelo consumo da mucilagem do café despolpado, e não as enzimas do próprio grão. Esta atividade microbiana era dependente da composição da mucilagem e da umidade do grão, tanto durante o processamento como durante o armazenamento. (ROLZ e col., 1971; POISSON e col., 1975)

Esta atividade microbiana seria realizada por fungos filamentosos (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Fusarium spp*), bactérias (especialmente *Klebsiella spp*) ou leveduras (*Saccharomyces marxianus*, *Sac. bayanus*, *Sac. cerevisiae* var. *ellipsoides* e *Schizosac. spp*). A composição química da mucilagem, especialmente o grau de esterificação e o comprimento da cadeia de pectina, determinaria o grupo microbiano predominante; e a seqüência das fases alcoólica e acética (variando o pH da bebida, conforme o grupo microbiano) favoreceria o surgimento das fases propiônica e butírica, com o surgimento de *off-flavours*. (JONES & JONES, 1984; ARUNGA, 1982; AGUARONE, BORZANI & ALMEIDA LIMA, 1975)

Em um trabalho de pesquisadores de diversos países, coordenados pela Organização Internacional do Café, foi observada a origem e ocorrência do gosto rio em café. Os estudos iniciais foram realizados por TCHANA e col. (1985), VANOS (1987) e DENTAN (1987), sendo posteriormente ampliados por LIARDON e col. (1989), DENTAN (1989) e SPADONE, VANOS e LIARDON (1989). Em síntese, os grãos que apresentam o gosto rio são provenientes da ação de um ou mais grupos de fungos, existindo uma sucessão de infecções ao longo do período de grão maduro, durante o processamento, secagem e armazenamento. O ataque pode ocorrer a partir da superfície do grão, causando uma destruição dos componentes pécticos da mucilagem ou da lamela média, ou mesmo diretamente através

das células parenquimatosas, atingindo rapidamente o interior do grão. A penetração pode ser facilitada através do ataque de leveduras ou bactérias, que provocariam a degradação da epiderme externa e facilitariam, em seqüência, o ataque de fungos. Dentre estes, a ação primordial parece ser a do *Aspergillus fumigatus*, que transformaria os triclorofenóis e outros compostos clorados do grão em tricloroanisóis, sendo estas substâncias responsáveis pelo gosto rio.

A análise dessas considerações sugerem que os grãos cerejas, quando bem conduzidos por qualquer dos sistemas de processamento, produziriam a bebida mole; as denominações de estritamente mole e apenas mole surgiriam da maior ou menos intensidade de características da bebida (como acidez, corpo etc.), e a presença de defeitos nas amostras de bebida mole determinaria a classificação da bebida dura, com as denominações de características de suja, fermentada, verde etc em função da quantidade ou tipo de defeito encontrado. Independente da ocorrência de defeitos, o processo fermentativo causado por fungos (ou acelerado pela infecção provocada por bactérias ou leveduras) induziria ao surgimento do gosto e do aroma associados à bebida rio nos grãos. Estes, em pequenas adições, favoreceriam a classificação em bebida riada (ou, a presença de xícaras riadas na prova de xícara); em quantidades maiores, em bebida rio. Estas considerações suportariam a classificação da bebida em uma escala de valores e a percepção sensorial mínima da bebida riada em 10% de mistura de grãos rio com grãos de bebida mole (GARRUTI & CONAGIN, 1961; GARRUTI e col., 1967/68). No trabalho de MIYA e col. (1973/74), as notas mínimas de 11 (correspondendo à bebida dura) nas adições mais altas de defeitos encontrariam uma interpretação satisfatória, assim como a citação de CAMARGO & QUEIRÓZ TELLES (GARRUTI e col., 1967/68), onde os autores afirmavam que um café tipo 2 (quase sem defeitos) mas de bebida rio apresenta o mesmo valor econômico que um café tipo 7, com elevada porcentagem de defeitos, desde que este apresente bebida mole.

3. Materiais e métodos experimentais

3.1. Materiais

Os locais de aplicação da tecnologia de processamento do sistema cereja descascado abrangem praticamente todos os locais de plantio de café arábica no Brasil, especialmente nas regiões consideradas como produtoras de bebida de pior qualidade e apenas com restrições onde a disponibilidade de água seja escassa para a lavagem do café e, principalmente, para o descascamento dos grãos.

Tomando-se como base as condições climáticas de cada região de cultivo de café arábica no Brasil, especialmente as temperaturas médias mensais e o déficit hídrico nas fases cruciais do ciclo fenológico do cafeeiro, foi realizada uma setorização destas áreas por qualidade da bebida. (CAMARGO, SANTINATO & CORTEZ, 1992) As condições topo e oroclimáticas determinariam o número de floradas durante o ano cafeeiro, a homogeneidade de maturação dos grãos na época de colheita e a possibilidade de ocorrência de processos fermentativos deletérios à qualidade da bebida, ainda na planta ou nos locais de secagem.

Com base no processamento dos grãos por via seca, as regiões por qualidade da bebida seriam:

- Estado de Minas Gerais: regiões do Sul de Minas, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Noroeste / Centro (cultura irrigada), Zona da Mata e Alto Rio Doce. As três primeiras com boa qualidade da bebida e as duas últimas com condições propícias para uma fermentação prolongada (bebida rio);
- Estado de São Paulo: regiões da Alta Mogiana, Araraquarense, Média Paulista e Média Sorocabana. A primeira com produção de bebida mole, as duas seguintes com produção de bebida dura e a última com suficiente umidade relativa do ar para favorecer a ocorrência de processos fermentativos prolongados e a ocorrência do gosto rio;

- **Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo:** regiões com aptidão climática para a produção de café robusta e, para o café arábica, caracterizam-se pela produção de bebida rio;
- **Estado do Paraná:** regiões sem déficit hídrico no momento da colheita condicionam a ocorrência de bebida rio, principalmente quando os grãos sobremaduros não são separados.

Entretanto, determinadas condições microclimáticas de plantios localizados em fundo de vales, proximidade de represas e zonas de acúmulo de ar frio, durante as madrugadas, favorecem a ocorrência de processos fermentativos. Estas influências também foram consideradas, determinando-se, assim, os seguintes protocolos de coleta de amostras:

- **Processamento de grãos via cereja descascado:**
 - variação dos grãos em diferentes estágios de maturação, fornecimento de nutrientes e modificação do período de maturação, dentro de uma mesma classificação regional de qualidade da bebida;
 - comparação com o processamento por via seca, dentro de duas classificações regionais de qualidade da bebida.
- **Aplicação de produtos à base de isolados microbianos:**
 - comparação entre amostras com seleção de grãos por tamanho e eliminação de defeitos;
 - modificação do período de maturação dos grãos;
 - variação na concentração dos produtos, dentro da mesma classificação regional por qualidade da bebida;
 - comparação com um produto fungicida;
 - variação na concentração dos produtos e intervalos entre a aplicação dos produtos e a colheita dos grãos.

3.2. Aplicação de isolados microbianos

Para evitar a ocorrência de processos fermentativos nos grãos, ainda na árvore, diversos processos têm sido tentados ou observados, como a aplicação de fungicidas pouco antes da colheita, uso de calcário ou soluções de cal, ou mesmo produtos desinfetantes à base de aminas quaternárias. Embora alguns resultados tivessem sido satisfatórios, em certos casos foram necessárias até quatro aplicações de fungicidas, por exemplo, para que o café apresentasse um elevado padrão de qualidade da bebida. (CHALFOUN e col., 1992)

Um dos processos avaliados envolvia a aplicação de isolados microbianos em café despolpado. Embora os resultados não fossem plenamente satisfatórios, considerou-se que este sistema de controle de fermentações prolongadas permitia sua aplicação nos grãos ainda na árvore e, se necessário, utilizado até a fase de secagem.

Neste estudo, procedeu-se à escolha dos isolados microbianos, dentre os disponíveis, segundo alguns pré-requisitos:

1. seu papel potencial como agentes biocontroladores de doenças em culturas, especialmente aquelas de natureza fúngica;
2. seu uso corrente no preparo de alimentos, como é realizado na culinária oriental, por exemplo;
3. sua classificação como GRAS (Generally Recognized As Safe - normalmente reconhecido como inócuo) para a preparação de alimentos, pela FDA - USDA (Food and Drug Administration - United States Department of Agriculture (BENNETT, 1985); e
4. o custo de aquisição e aplicação do produto deveria ser inferior ao benefício financeiro que a diferença entre qualidades de bebida poderia acarretar.

Dentre os produtos classificados como GRAS e disponíveis para a realização dos experimentos, foram selecionados o *Aspergillus niger* e o *Aspergillus oryzae*. Embora não reconhecido como GRAS, mas com um uso cada vez mais freqüente em alimentos, foi incluído o *Trichoderma reesei*. Estes isolados microbianos foram adquiridos da firma Hayashibara Biochemichals, Okayama (Japão) e preparados para o uso em pulverização em Leme (SP). Eles receberam, respectivamente, as denominações de FQ/A 2; FQ/A 1 e FQ/T.

As considerações sobre a aplicação de produtos à base de isolados microbianos fundamentaram-se, de início, sobre a ação de populações microbianas sobre os grãos de café, ainda na planta e/ou, mais freqüentemente, durante a fase de secagem dos grãos, e a formação de *off-flavours*. Fornecendo-se um mecanismo de proteção contra fermentações indesejáveis, como no caso através de isolados microbianos, seria ampliada a fração de grãos perfeitos (cerejas) para o processamento via cereja descascado ou despolpamento e seria ampliada a expressividade de lotes de café de qualidade da propriedade cafeeira e da região produtora.

Esta ação protetora seria dada pelo crescimento dos isolados microbianos dissolvidos em meio de crescimento próprio e aplicados sobre a superfície dos grãos de café. À medida que os isolados se desenvolvessem, seria dada a proteção através de alteração química do meio, da produção de compostos voláteis (muitos deles de papel antibiótico), de seqüestro de água ou pela simples presença física dos isolados, desestimulando o desenvolvimento de outras populações microbianas. A ati-

vidade principal dos isolados se refletiria sobre o substrato (produção de α - amilase, celulase etc.) e não seria afetada a superfície do grão de café - a classificação do isolado como GRAS assumindo, portanto, o papel mais importante para a aplicação. Quando o substrato fosse consumido, o isolado se extinguiria, a proteção cessaria e nessa altura o café deveria ser colhido.

Uma atenção especial foi dada para possíveis contaminações dos lotes tratados de café. Os procedimentos incluíam a observação periódica dos grãos, para visualização de danos à superfície dos grãos e, antes das análises sensoriais, os provadores eram alertados para observarem previamente o aspecto e o aroma dos grãos crus e da infusão - um procedimento bastante comum neste tipo de análise - e rejeitarem aquelas amostras com visíveis sinais de contaminação. Neste aspecto, ressaltase a dificuldade do café em desenvolver substâncias tóxicas ou a sua ingestão, graças à inibição das metilxantinas e à forma de industrialização e consumo do produto café. (BUCHANAN & FLETCHER, 1978; BUCHANAN, TICE & MARINO, 1981; BUCHANAN, HARRY & GEALT, 1983; LEVI, 1980)

Algumas considerações práticas foram tomadas quanto à aplicação dos produtos. As dosagens a serem aplicadas deveriam ser próximas às aplicações de outros produtos normalmente utilizados pelos cafeicultores, isto é, estabelecendo-se os volumes de produto, veículo (água) e tanques de aplicação (tratorizados ou costais) que se constituíssem na prática dos cafeicultores. Outro fator a ser avaliado seria a época de aplicação dos produtos, pois a proteção exercida deveria iniciar-se quando os grãos atingissem o início da maturação. Calculou-se, assim, a época provável de maturação através do cálculo da Somatória de Evapotranspiração Potencial para cada propriedade cafeeira avaliada, através da fórmula:

$$\Sigma E_p \text{ mensal} = Q_0 / 100 \times T_m \times n, \text{ onde,}$$

$Q_0 / 100$ = radiação solar recebida, em cada latitude estudada e em cada mês

T_m = temperatura média mensal para cada latitude, compensada para a altitude declarada (altitude de plantio / 150 m)

n = número de dias, em cada mês.

A partir das datas declaradas das floradas, foram obtidas as evapotranspirações mensais; quando as somatórias atingiram o valor de 700 mm, era estabelecida a data provável da maturação dos grãos. (CAMARGO & GUIZZI, 1991; SHAW, sem data; ROBERTSON, 1983).

3.3. Análises sensoriais

Para a determinação das características sensoriais dos ensaios, foram utilizados os serviços de três provadores experimentados no mercado de café - Sr. Nelson Coelho (Guaxupé - MG), Sr. Felipe Alvarenga (Varginha - MG) e Sr. José Luiz B. Toledo (São Paulo - SP). Considerou-se que outro sistema de classificação sensorial, como o treinamento de provadores, por exemplo, não conseguiria abranger todos os aspectos sensoriais desejados, principalmente as avaliações de certo modo mais subjetivas, como aspecto de grãos crus, ocorrência e quantificação do gosto ou aroma fermentado e o conceito final da amostra.

Aos provadores, foi solicitado que procedessem a um exame prévio das amostras, evitando e descartando aquelas que, pela sua experiência, pudessem apresentar qualquer sinal de alteração física. Em seguida, os provadores eram convidados a fornecerem notas ou classes para as características de aspecto dos grãos crus, aromas, acidez, corpo e gosto ou aroma de fermentado da bebida. Quando necessário, era solicitada também uma avaliação da bebida segundo a classificação tradicional ou uma outra característica marcante das amostras, que reforçassem o julgamento dos provadores.

A sistemática de prova de xícara seguiu os mesmos procedimentos comuns às análises da bebida do café, tomando-se cerca de 300 g de café beneficiado e analisando-se o aspecto dos grãos crus, para em seguida serem tomados cerca de 100 g e proceder-se à torração em um grau de torração denominado "achocolatada clara". Os grãos torrados eram moídos até uma granulometria especial e comum para a prova comercial e depositados em vasilhas de prova (normalmente em número de três). O provador depositava água pura fervente e estabelecia um exame prévio pelo aroma da infusão, descartando ou selecionando para o fim do exame aquelas com aroma de rio ou fermentado. Após a infusão esfriar, o provador retirava a espuma e aspirava na boca uma pequena quantidade da infusão.

Para cada fator analisado, era dada uma nota (variando de zero para ausência de atributo até dez para o máximo de atributo analisado) ou um conceito, segundo os limites dados a seguir:

- aspecto: mau (um a dois); regular para mau (três a quatro); regular (cinco a seis); regular para bom (sete a oito); e bom (nove a dez).
- aroma: mau (um a dois); regular para mau (três a quatro); regular (cinco a seis); regular para bom (sete a oito); e bom (nove a dez).

- acidez: baixa (um a dois); normal (três a cinco); pouco alta (seis a oito); e alta (nove a dez).
- corpo: fraco (um a dois); pouco fraco (três a cinco); regular (seis a oito); e bom (nove a dez).
- fermentado: ausente (zero a dois); levemente fermentado (três a cinco); moderadamente fermentado (seis a oito) e altamente fermentado (nove a dez)
- bebida: rio e rio zona (zero a um); riada (dois a três); dura (quatro a cinco); apenas mole (seis a sete); e mole e estritamente mole (oito a dez).

Os provadores foram alertados para avaliarem o aspecto segundo a aparência dos grãos crus, antes da torração. As notas mais altas seriam dadas para as amostras mais homogêneas, de coloração mais uniforme e característica dos grãos de café bem processados, sem manchas desagradáveis à visão e demonstrando cuidados com a secagem e o armazenamento dos grãos. Os aromas estariam relacionados com sensações agradáveis no palato nasal e as notas mais altas seriam relacionadas com aromas fortes de café recém-torrado ou de floral, doce, nozes, chocolate etc. As sensações de acidez receberiam notas mais favoráveis para uma acidez agradável, sem gostos acentuados ou avinagrados, freqüentemente descritas como acidez fina. As sensações de corpo da bebida seriam de que uma bebida encorpada apresenta um aspecto sensorial agradável, por ampliar a persistência da ação agradável que a ingestão da bebida provoca, completando a sensação de aroma característico. E o sabor fermentado referia-se às descrições de azedo, avinagrado, sujo, podre, nauseativo ou sempre desagradável.

As notas ou conceitos fornecidas pelos provadores eram comparadas entre si e, apenas em casos muito diferentes, eram repetidas ou reavaliadas. Em alguns casos e com exceção da característica de aspecto, as avaliações eram iniciadas pelo provador mais experiente da região onde era obtida a amostra ou para o aspecto sensorial mais comum ao provador. Não havendo divergências, as médias eram aproximadas para o valor do provador mais experiente naquela característica.

4. Resultados e discussões

4.1. Processamento via cereja descascado

4.1.1. Variação no estágio de maturação

Os ensaios foram iniciados em Ouro Fino, na propriedade "Fazenda Ouro Verde". Os plantios estão localizados a aproximadamente 1.000 m de altitude e a sua localização geográfica determina a classificação regional de bebida como "Sul de Minas". Nesta propriedade, foram obtidas amostras das frações de grãos verdes (imaturos), grãos maduros (cerejas) e grãos bóias (sobremaduros) e simulou-se, através da mistura de porcentagens diferentes dessas frações, uma evolução da qualidade da bebida à medida que o processo de maturação e a colheita se realizassem. Os resultados das análises sensoriais são dados na tabela 1.

Tabela 1

Características sensoriais de amostras de café de Ouro Fino (MG) - Fazenda Ouro Verde - conforme misturas e frações isoladas de grãos normais, imaturos e sobremaduros, processados pelo sistema cereja-descascado

Frações	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
20% verdes	3	4	7	7	4
10% verdes	2	5	6	7	2
5% verdes	1	3	7	7	5
33% mist.	4	4	7	7	1
Cerejas	4	4	6	7	1
5% bóias	3	2	7	7	4
10% bóias	3	7	7	7	5
20% bóias	1	2	7	7	5

Os resultados apresentados quanto ao item aspecto foram sensivelmente baixos, especialmente na fração mais baixa de grãos verdes misturados (5% de verdes) e para a maior fração de grãos bóias misturados (20%). Como a análise sensorial do aspecto revela, especialmente, a homogeneidade dos lotes e os cuidados com a secagem, os conceitos encontrados de mau e regular para mau nas misturas sugeriam que a homogeneidade era diminuída quando os grãos verdes e bóias eram misturados aos grãos normais. Entretanto, os conceitos igualmente baixos (regular para mau) dos grãos maduros faziam perceber que a secagem influenciava de modo mais significativo a análise de aspecto, pois seria de se esperar notas mais altas para esta fração. Retornando ao memorial de coleta de amostras, foi observado que as frações obtidas de grãos verdes e bóias foram beneficiadas e guardadas em sacos plásticos com elevado teor de umidade (em torno de 15%). Este fator parece ter influenciado as notas de fermentação, atingindo os conceitos de levemente fermentado para a maioria das misturas e fermentação ausente para os grãos cereja, a mistura de 33% e, surpreendentemente, para a mistura com 10% de verdes. Um dos provadores chegou a detectar um tipo de fermentação adicional e característica de grãos armazenados com alto teor de umidade, o que estaria de acordo com as observações realizadas por POISSON e col. (1975).

Os valores para a acidez das bebidas foram igualmente baixos, com exceção da mistura de 10% de grãos bóia, cujo valor foi discrepante (pouco alta) em relação à média (baixa a normal). Os valores de corpo foram consistentemente avaliados como regular, assim como os conceitos de aromas foram avaliados como de regular para bom. É importante ressaltar-se que os provadores foram capazes de dissociar os gostos de acidez e corpo da bebida com o gosto de fermentado das amostras, o que demonstrava a adequação de se avaliar as amostras com provadores experimentados. Em nenhum dos casos, o gosto de fermentado foi descrito como de iodofórmio ou químico, que são os descritores da bebida rio.

4.1.2. Variação no período de maturação e no fornecimento de nutrientes

Os ensaios seguintes foram mais cuidadosos na coleta e na conservação das amostras, pois foram respeitadas as práticas de secagem adequada dos cafés nos terreiros e o armazenamento das amostras em recipientes mais apropriados, até o momento das análises. A tabela 2 mostra os resultados das observações sensoriais em uma propriedade - Sítio Leblon - localizada em São Gonçalo do Sapucaí (MG) e sob as mesmas condições de variedade cultivada, região geográfica, altitude de plantio e classificação regional de bebida (Sul de Minas) que a propriedade

anterior. Uma característica diferenciada, neste cultivo de café, é a utilização predominante de adubação orgânica, em lugar da adubação mineral exclusiva na maioria das propriedades cafeeiras do Brasil. A produção de um café denominado natural, com uso predominante de nutrientes de origem orgânica e defensivos naturais afeta a qualidade da bebida, principalmente na porcentagem de peneiras (grãos) maiores e na intensidade de características da bebida (SANTINATO, SHIMOSAKA & SHIMOSAKA, 1992).

Novamente, foram obtidas as amostras com 30% de grãos verdes adicionados aos grãos normais e uma mistura de 33% das frações de grãos verdes, cerejas e bóias, simulando novamente algumas fases da maturação dos grãos, da colheita do café e do processamento por via seca. As mesmas análises foram realizadas em frações isoladas de grãos maduros e de sobremaduros. Entretanto, considerou-se que a formação de diversas porcentagens de misturas dificultava a realização das análises e a interpretação dos resultados, pois os provadores detectavam previamente o escalonamento de misturas e afirmavam que os resultados poderiam ser sugeridos. Observou-se, depois, que os resultados não obedeciam também a uma relação de mudança ou proporcionalidade com o aumento das frações misturadas; por estes motivos, as misturas foram simplificadas.

Tabela 2

Características sensoriais de amostras de café de São Gonçalo do Sapucaí (MG) - Sítio Leblon - conforme misturas e lotes isolados de grãos normais, imaturos e sobremaduros, processados pelo sistema cereja-descascado

Fermentado	Frações	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma
30% verdes	8	2	7	8	2
33% misturado	8	6	8	9	2
Cerejas	8	6	8	9	0
Bóias	8	3	6	8	3

Os valores de aspecto, nas amostras desta propriedade, foram sensivelmente mais altos e de melhor conceito (de regular para bom) que aqueles da propriedade anterior, o que confirmava a necessidade de cuidados mais eficientes para a coleta e armazenamento das amostras. Os valores de aroma atingiam novamente a escala de regular para bom e, em dois casos (33% de mistura e os grãos cerejas), alcançaram a escala de bom. As notas para a acidez da bebida foram de baixa a normal para os cafés verdes misturados e para os cafés bóias, respectivamente, e pouco alta para a mistura das frações e para os grãos cerejas. Os conceitos de corpo foram iguais aos da propriedade anterior, sem no entanto encontrarem os aumentos mais significativos observados no trabalho do

Triângulo Mineiro. Os conceitos de gostos associados a fermentação foram ausentes para os cerejas e para as misturas, com uma ligeira nota superior (e um conceito de levemente fermentado) para a fração de grãos bóias. Este gosto mais acentuado foi descrito também como rançoso ou velho e provavelmente afetou também a nota obtida na fração de grãos misturados em partes iguais. Assim como na propriedade anterior, os valores de acidez foram mais baixos e, nos casos da mistura com grãos verdes e da fração de grãos bóias, sensivelmente menores que os valores de corpo da bebida. Comparados com os valores de um trabalho com cerejas-descascados de várias regiões do Brasil (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 1992), houve uma concordância entre os resultados de acidez da bebida nas frações (mais baixos para os cafés bóias e acidez mais alta para a fração de grãos cerejas), mas houve uma discrepância em relação aos valores de corpo da bebida, mais altos neste estudo e maiores que os valores de acidez, ao contrário do estudo da Organização sediada em Londres.

4.1.3. Modificação da variedade e época de maturação

Uma terceira propriedade - Fazenda São João - em Nova Resende (MG), igualmente sob a mesma altitude, localização geográfica e classificação regional da bebida (Sul de Minas) que as anteriores, teve o mesmo procedimento de coleta e armazenamento adequados. Um fator modificado desta vez - a variedade Bourbon de *Coffea arabica* - foi introduzido, para se avaliar o efeito da época de maturação diferenciada sobre a intensidade das características sensoriais da bebida. Embora não apresente uma produtividade tão alta quanto às variedades Mundo Novo e Catuaí, a variedade Bourbon apresenta uma maturação mais antecipada, o que pode se constituir em uma opção de racionalização de colheita (LEVY e col., 1989). A tabela 3 mostra os resultados das análises sensoriais desta propriedade e da variedade Bourbon, segundo a mesma metodologia da propriedade anterior.

Tabela 3

Características sensoriais de amostras de café Bourbon de Nova Resende (MG) - Fazenda São João - conforme misturas e parcelas isoladas de grãos normais, imaturos e sobremaduros, processados pelo sistema cereja descascado

Frações	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
30% verdes	7	8	5	6	3
33% misturado	7	6	7	8	2
Cerejas	6	4	7	8	0
Bóias	9	4	7	7	2

Os resultados das análises sensoriais mostraram que, pelas notas de aspecto dos grãos, havia um benefício quando se retardava a colheita do café Bourbon: os conceitos passavam de regular ou de regular para bom nas misturas e nos cerejas para o conceito de aspecto bom dos grãos na fração de bóias. A acidez apresentou um comportamento contrário ao do item aspecto: de um conceito de pouco alta na fração de grãos verdes e de 33% de mistura, modificou-se para um conceito de acidez normal nas frações de cerejas e bóias. Os conceitos de aroma apresentaram-se como regulares na fração de grãos verdes e modificaram-se para o conceito de aromas regulares a bons nas frações seguintes; as análises de corpo mostraram que esta característica recebia um conceito de pouco fraco na fração de grãos verdes misturados e conceito de corpo regular nas frações seguintes. Os conceitos de sabor fermentado são de levemente fermentado para a fração de grãos verdes misturados e ausente nas outras frações.

Os resultados observados na propriedade com café Bourbon poderiam sugerir que o retardamento da colheita traria alguns benefícios para as características sensoriais da bebida, como um sensível aumento no aspecto e um melhoramento nas características de corpo e aroma (com uma diminuição concomitante na acidez). O sistema cereja descascado de processamento de grãos torna-se indicado, principalmente por possibilitar a separação dos grãos verdes.

4.1.4. Comparação entre variedades e técnicas de produção

Os resultados seguintes descrevem a coleta de amostras e análises sensoriais de frações de café obtidas de uma propriedade - Fazenda Vitória - localizada ainda na mesma região de bebida (Sul de Minas), mas em uma altitude sensivelmente menor - 760 m - e à beira da represa de Furnas, em Carmo do Rio Claro (MG). Em função das condições topoclimáticas, de manhãs com neblina e altas temperaturas durante o dia, na época de maturação dos frutos, a bebida dos lotes não-separados é extremamente suscetível para a ocorrência de processos fermentativos prolongados nos grãos e a ocorrência de gostos estranhos, tanto durante o processo de secagem dos grãos como ainda enquanto os grãos permanecem nos cafeeiros. Nesta propriedade, foram obtidas amostras de cafés processados pelo sistema cereja-descascado e frações de grãos verdes e bóias, além de amostras de café processado pela via seca. Os resultados das análises sensoriais são mostrados na tabela 4.

Tabela 4

Características sensoriais de amostras de café Catuaí Vermelho e de café Mundo Novo Acaiá sombreado, em frações de grãos cerejas e de grãos bóias, em comparação com grãos de café Catuaí processados por via seca, em Carmo do Rio Claro (MG) - Fazenda Vitória

Frações	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
CV via seca	6	8	8	4	6
CV cerejas	6	6	8	6	0
CV bóias	4	6	6	4	4
MN cerejas	8	6	8	8	0
MN bóias	8	6	6	6	6

Variedades: CV = Catuaí Vermelho e MN = Mundo Novo Acaiá sombreado

Os resultados das análises sensoriais mostram que o sistema de processamento por via seca leva a uma descrição de bebida riada, com incidências moderadas de gosto fermentado na bebida da variedade Catuaí Vermelho. Embora as descrições da bebida sejam de acidez pouco alta, corpo e aspecto regulares e aroma regular para mau, a descrição para gosto fermentado sugere que o sistema de processamento por via seca não seja indicado para esta propriedade, devido à ação favorável do topoclíma sobre a ocorrência de processos fermentativos deletérios à qualidade da bebida.

O mesmo cultivar de café - Catuaí Vermelho - mostra que o gosto fermentado está presente na fração de grãos bóias, pois o conceito desta bebida é de levemente fermentado, enquanto a fração de grãos cerejas apresenta um conceito de ausente para o gosto de fermentado. Esta observação é reforçada pela característica de aspecto dos grãos, passando de regular para as frações de grãos processados por via seca e para a fração de grãos processados pelo sistema cereja descascado, para o conceito de regular para mau na fração de grãos bóias. Esta correlação entre grau de maturação e ocorrência de processos fermentativos é descrita no trabalho de DENTAN (1989), onde a autora sugere que o processo de infecção ocorra quando os grãos estejam na fase de cereja, mas que a sua expressão sensorial seja percebida quando os grãos se apresentem secos no pé (fase de bóia), ou, naturalmente, depois da secagem no terreiro. A acidez da bebida apresenta uma queda nos seus valores quando o café é processado através do sistema cereja-descascado, mas mantêm-se no mesmo conceito (pouco alta); as notas para a característica de corpo da bebida são iguais para o sistema de processamento por via seca e para os grãos cerejas e ligeiramente inferior para a fração de grãos bóias, embora ainda dentro da mesma faixa de conceito (corpo regular) dada pelos provadores. O aroma das bebidas, para

as frações, é maior nos grãos cerejas (classificação: regular) do que nas frações de grãos bóia e naqueles processados por via seca (classificações: regular para mau).

Os grãos da variedade Mundo Novo Acaiá, cultivada nesta propriedade em um sistema de cultivo denominado sombreamento, apresentaram um aspecto de regular para bom, em ambas as frações de grãos (cerejas e bóias) e sensivelmente de melhor conceito que os grãos da variedade Catuaí Vermelho cultivado a pleno sol, independentemente do sistema de processamento utilizado. Os valores de acidez foram de igual conceito em relação à variedade Catuaí e de igual comportamento para os valores de corpo: as notas desta característica foram maiores para os grãos cerejas do que para os grãos bóias, em ambas as variedades e receberam os conceitos de acidez pouco alta e de corpo regular. Os conceitos para aromas no Mundo Novo Acaiá foram maiores para o cereja do que para o bóia, em uma relação igual para o Catuaí Vermelho, com um ponto superior de expressividade de característica (regular para bom) para o Acaiá do que para o Catuaí (regular). Finalmente, o gosto de fermentado foi sensivelmente superior nos grãos bóias do Mundo Novo Acaiá, atingindo uma cotação de moderadamente fermentado e de ausente nos grãos cerejas.

Os resultados das análises sensoriais dos cafés da Fazenda Vitória mostram, inicialmente, que o sistema de processamento dos grãos via cereja-descascado é fundamental para a melhor expressão das características da bebida, independente da variedade cultivada. Todas as descrições foram de bebida mole e de bebida riada. Os valores de gosto fermentado, em ambas as variedades, sugerem que é necessária a separação dos grãos bóias para o melhoramento da qualidade da bebida e os valores mais acentuados nas características da bebida da variedade Mundo Novo sugerem que a adoção deste cultivar com arborização seja mais indicada para amenizar o efeito das condições topoclimáticas encontradas na região.

4.1.5. Comparação entre “sistemas climatológicos”

As características sensoriais das bebidas de café processado pelo sistema cereja-descascado foram observadas também em outras regiões de plantio, como Ribeirão Claro e Tomasina, ambas no Estado do Paraná. A análise do clima nestas regiões de plantio mostra que não ocorre um deficit hídrico na época de maturação e colheita do café (CAMARGO, SANTINATO & CORTEZ, 1992), o que repete (de certo modo) as condições para a ocorrência de processos fermentativos deletérios à qualidade e o surgimento do gosto ríto na bebida, como na propriedade em Carmo do Rio Claro (MG). Estes valores podem ser comparados com aqueles de

uma propriedade - Fazenda Paraíso - situada em uma região com elevado deficit hídrico no momento da colheita, localizada em Carmo do Paranaíba (MG), em uma classificação de bebida Café do Triângulo Mineiro, e utilizando o sistema de processamento por via seca. A tabela 5 mostra a análise sensorial de amostras tomadas nas três propriedades, dentro da mesma variedade (Mundo Novo). Na terceira propriedade (café do Triângulo), os grãos foram selecionados através do uso de uma catadora eletrônica, o que garantia a eliminação dos grãos verdes, ardidos e pretos e a equivalência, em termos de tipos de café, aos cerejas-descascados de outros locais de plantio.

Tabela 5

Características sensoriais de amostras de cereja descascado de duas propriedades do Estado do Paraná (Ribeirão Claro e Tomasina), em comparação com uma amostra de café processado por via seca, em plantio localizado em Carmo do Paranaíba (Minas Gerais). Variedade: Mundo Novo

Locais	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
Ribeirão Claro	6	6	8	8	0
Tomasina	8	6	8	10	0
Carmo do Paranaíba	6	4	7	8	0

As notas de aspecto mostram que tanto o cereja descascado como os grãos processados em uma região de clima favorável apresentam uma descrição de regular a regular para bom, com a amostra de Tomasina recebendo o melhor conceito. Isto deve-se à prática do proprietário desta fazenda - Fazenda Jaboticabal - em proceder à secagem do café de forma bastante cuidadosa, utilizando uma fase de descanso quando a umidade do grão atinge cerca de 17%. Depois de um tempo variável, o café retorna ao secador, para completar o processo de secagem. Repete-se que este procedimento é bastante favorável para o aspecto dos grãos e para o impedimento de fermentações posteriores, durante o armazenamento do café.

Os valores para a característica de acidez receberam a classificação de pouco alta para as amostras do Paraná e de normal para a amostra do Triângulo Mineiro; para as classificações de corpo, as amostras receberam uma cotação de regular. A associação desta sensação bucal e de gosto mostrou que o café processado pelo sistema cereja-descascado pode ter uma descrição sensorial tão boa quanto um café produzido em uma região considerada de boa qualidade de bebida. As notas de aroma dadas às bebidas produzidas nas três propriedades - aroma regular a bom para Ribeirão Claro e Carmo do Paranaíba e aroma bom para Tomasina - reforçam este conceito.

Anteriormente, foi observado que o cultivo de uma variedade com ciclo de maturação diferente pode se constituir em uma tecnologia de produção bastante eficiente para melhoria da qualidade do café brasileiro, pois este diferencial de maturação pode racionalizar a colheita e, de certo modo, modificar algumas características da bebida. Nesse sentido, foram obtidas amostras de café da variedade Bourbon cultivado em Carmo do Paranaíba (MG) e, na avaliação de suas propriedades sensoriais, pode-se comparar as características da bebida com aquelas de café Bourbon cultivado em outra região de plantio - Nova Resende - e com outra descrição de bebida - Sul de Minas. A tabela 6 mostra os resultados sensoriais de cafés da variedade Bourbon, processados pelo sistema cereja-descascado (Nova Resende) e pelo sistema via-seca (Carmo do Paranaíba). Esta última amostra - assim como aquela da mesma propriedade, mas da variedade Mundo Novo, anteriormente citada - também foi submetida a um processo de seleção por catadora eletrônica, o que confere uma paridade com as outras amostras no que se refere à ausência de defeitos.

Tabela 6

Características organoléticas de amostras de café da variedade Bourbon, processado pelo sistema cereja-descascado (Nova Resende) e pelo sistema via-seca (Carmo do Paranaíba), em duas classificações de bebida por região (Nova Resende: Sul de Minas; Carmo do Paranaíba: Triângulo Mineiro)

Descrição	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
NR - CD	6	4	7	8	0
NR - BO	9	4	7	7	2
CP - VS	8	10	6	10	0

Descrição: NR - CD = Nova Resende - cereja descascado

NR - BO = Nova Resende - bóia

CP - VS = Carmo do Paranaíba - via seca

Os valores de gosto fermentado na amostra da fração bóia do café Bourbon de Nova Resende sugerem que esta fração seja comercializada em separado, pois esta característica deprecia o seu valor financeiro. Entretanto, na comparação das demais propriedades organoléticas, é observado que o aspecto atinge um conceito (bom) mais alto que a variedade Bourbon cultivada em Carmo do Paranaíba (regular para bom). O conceito para a acidez da bebida em Carmo do Paranaíba atinge o grau de alto e é sensivelmente diferente dos conceitos determinados nas duas outras frações e mesmo para esta característica na amostra de café Mundo Novo cultivado nesta propriedade - todos de acidez normal. Os valores para a sensação de corpo são iguais (regular), enquanto a sensação de aroma é novamente diferente para as três amostras, variando de intensidade regular para boa nas duas amostras de Nova



Resende e intensidade boa para a amostra de café Bourbon de Carmo do Paranaíba. Pode-se estabelecer, em função dos resultados, que a variedade Bourbon apresenta características sensoriais que completam aquelas desejáveis no café Mundo Novo ou Catuaí, principalmente porque a mistura ou *blend* do Bourbon com uma das duas variedades quase que atingiria os valores máximos ou mais desejáveis nas características organolépticas de aroma, acidez, corpo e aspecto, havendo inclusive uma compensação pela menor produtividade da variedade Bourbon em relação às melhores produtividades das variedades Catuaí e Mundo Novo.

4.2. Aplicação de isolados microbianos

Os resultados das análises sensoriais confirmaram alguns conceitos já observados na prática, ou seja:

1. Determinadas regiões de cultivo apresentam condições favoráveis para a qualidade da bebida, mesmo quando o sistema de processamento dos grãos por via seca é utilizado. Isto acontece, por exemplo, nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, onde mesmo os grãos que já ultrapassaram a fase ideal de maturação apresentam uma bebida de boa qualidade, sem gostos associados a fermentações prolongadas.
2. Outras regiões são extremamente suscetíveis à ocorrência destes processos fermentativos prolongados, mesmo enquanto os grãos permanecem nas plantas, antes da colheita. Isto é visível nas amostras analisadas em Carmo do Rio Claro (MG), sob influência da represa de Furnas.
3. Algumas técnicas de cultivo e produção de café, como a escolha de variedades de ciclo de maturação diferenciada, podem racionalizar (até certo ponto) o processo de colheita e melhorar a qualidade de lotes de café, mas a substituição de talhões produtivos representa gastos significativos e perdas temporárias de renda para os produtores.
4. Os sistemas de processamento de grãos que apresentem uma separação das frações de cerejas, bóias e verdes, como a produção de cereja descascado e café despulpado, podem representar uma diminuição sensível do volume de café comercializado em uma região, principalmente quando se atendem mercados exigentes em termos de qualidade da bebida. Frequentemente, são obtidos apenas 30% de grãos maduros aptos a serem descascados ou despulpados, do volume total da safra.
5. A escolha de plantios com variedades diferentes (escolha de Catuaí, Mundo Novo e Bourbon, por exemplo) poderia capacitar o produtor

de café a oferecer bebidas com características sensoriais diferentes, em função da variedade e da época de colheita. Entretanto, um impedimento a este conceito é a ocorrência de gostos estranhos e associados a fermentações na fração de grãos bóias, que diminui o valor monetário destes lotes e a sua comercialização.

Estes fatores sugeriram a aplicação de produtos à base de isolados microbianos, especialmente em regiões com problemas de bebida e para aumentar a fração de grãos com bons potenciais de formação de gosto e aroma da bebida. Embora os locais de aplicação fossem inicialmente os mesmos onde foram obtidas as amostras dos ensaios sobre sistemas de processamento, algumas das propriedades - como no Estado do Paraná, por exemplo - foram atingidas pelas geadas ocorridas em junho de 1994 e tiveram seus ensaios sensivelmente prejudicados. Os resultados seguintes, portanto, referem-se às amostras obtidas segundo o protocolo estabelecido e que não foram afetadas pelo frio intenso observado naquela época.

4.2.1. Seleção de grãos e eliminação de defeitos

Os resultados seguintes referem-se à aplicação dos produtos FQ/A 1, FQ/A 2 e FQ/T na propriedade localizada em Carmo do Rio Claro (MG) - Fazenda Vitória - e sob a influência climática da represa de Furnas. As concentrações testadas foram de 4 kg de produto por hectare e os resultados de análise sensorial são mostrados na tabela 7. Nestas amostras, foi obtida apenas a fração de grãos cerejas e, nesta, foi realizada uma separação por peneiras, sendo enviadas para análise apenas a fração de peneiras acima de 17.

Tabela 7

Características sensoriais de amostras de café Catuaí Vermelho, após a aplicação de isolados microbianos em Carmo do Rio Claro (MG) - Fazenda Vitória - em região sujeita à fermentação de grãos ainda na árvore. Amostras selecionadas quanto ao tamanho dos grãos e ausência de defeitos. Testemunha: café processado por via seca na propriedade

Produto	Concent.	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
FQ/A 1	4 kg/ha	8	10	6	10	0
FQ/A 2	4 kg/ha	8	10	6	10	0
FQ/T	4 kg/ha	8	10	6	10	0
Testemunha		6	6	8	6	4

Os valores de aspecto para as amostras testadas foram melhores que os resultados obtidos para a testemunha, para a fração de grãos cereja da mesma variedade - Catuaí Vermelho (Ver tabela 4) e iguais aos resultados

obtidos para o cultivar Mundo Novo Acaiá, cultivado à sombra e sem as restrições de produtividade que este último sistema de produção apresenta. O conceito de corpo da bebida recebeu as notas correspondentes à classificação de regular, diferentes daquelas para a testemunha e iguais às obtidas para as frações de cereja-descascado das variedades cultivadas na Fazenda Vitória. Os valores de acidez e de aroma atingiram o conceito máximo (alta acidez e aroma bom) e diferentes da testemunha, o que sugere que ocorreu uma formação de ácidos (muitos deles voláteis) que se incorporaram ao grão, numa ação semelhante ao processo de formação de ácidos durante a produção do café despulpado (CLARKE, 1986). O gosto de fermentado foi ausente nos tratamentos, com exceção da testemunha, com os conceitos de ausente e levemente fermentado, respectivamente.

Nesta propriedade, foram obtidas amostras diferenciadas dos tratamentos, onde não se procedeu à separação dos grãos pelo sistema cereja-descascado, o que corresponderia à produção de um café por via seca e sem a classificação posterior por tamanho dos grãos. Os resultados das análises sensoriais nestas frações são apresentados na tabela 8.

Tabela 8

Características sensoriais de amostras de café Catuai Vermelho, sem separação de defeitos e sem classificação por tamanho de grãos (tipo bica-corrída), após a aplicação de isolados microbianos, em Carmo do Rio Claro (MG) - Fazenda Vitória

Produto	Concent.	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
FQ/A 1	4 kg/ha	4	6	8	2	4
FQ/A 2	4 kg/ha	4	6	8	2	4
FQ/T	4 kg/ha	4	6	6	4	4
Testemunha		6	8	8	4	6

Os conceitos de aspecto apresentaram-se consistentemente como de regular para mau, com uma queda de classificação sensivelmente acentuada em relação ao aspecto das amostras separadas e classificadas, como seria de se esperar devido à presença de grãos defeituosos (pretos, ardidos, preto-verdes, quebrados e mal-granados). Esta influência também está presente no aroma das bebidas, sensivelmente influenciado pela má-torrção, com fortes odores de queimado, químico, azedo etc., e justificando o conceito de mau ou regular para mau. Os conceitos do gosto fermentado atingiram o nível de levemente fermentado, que também podem ser creditados à influência dos defeitos e seus gostos peculiares (normalmente descritos como azedo, químico, igual à cebola etc.). O conceito de acidez apresentou-se como pouco alta, mas sensivelmente de pior classificação que as amostras sem defeitos e classificadas

no tamanho dos grãos e iguais à testemunha. Finalmente, as descrições de corpo não se modificaram e foram iguais à testemunha para os produtos FQ/A 1 e FQ/A 2, sendo que as amostras tratadas com o produto FQ/T não mostraram alteração no conceito ou na nota dos provadores, independentemente da separação ou classificação dos grãos.

A explicação para este último fato pode estar associada à classificação das bebidas, pois em todas as amostras em que houve a separação de defeitos e a classificação por tamanho dos grãos, as bebidas receberam a classificação de mole limpa (sem a presença de gostos estranhos), enquanto que as bebidas sem separação foram:

FQ/A 1 = dura, com fundo fermentado

FQ/A 2 = dura, forte fundo verde e fermentado

FQ/T = dura, adstringente, fundo fermentado

Sendo a única amostra onde surgiu a descrição de adstringente, suspeitou-se que esta descrição estaria sendo confundida com o corpo da bebida, pois ambas se classificam como sensações bucais. Outra observação importante relaciona-se com a comparação entre a testemunha do ensaio sobre sistemas de processamento (cereja-descascado e via seca) e aquela do ensaio sobre aplicação de isolados microbianos. Embora os valores de aspecto e de corpo fossem iguais (notas 6 e 8, respectivamente), os valores de acidez e fermentado foram maiores para a testemunha do ensaio sobre sistemas de processamento do que para a testemunha da aplicação de isolados microbianos sem separação de defeitos e classificação de tamanho de grãos (acidez: 8 e 6; fermentado: 6 e 4, respectivamente). Esta situação poderia ser explicada pela incidência de ácidos formados pelo processo de fermentação prolongada, relacionando-se com a formação de defeitos e diferente daquela fermentação responsável pelo gosto rio da bebida; entretanto, estas relações não foram semelhantes para as notas de aroma (nota 4 para a testemunha dos sistemas de processamento e nota 6 para a testemunha da aplicação de isolados microbianos). Posteriormente, observou-se que estas discrepâncias poderiam estar relacionadas com uma modificação do ciclo de maturação dos grãos e com a fração de compostos não-voláteis, especialmente os ácidos clorogênicos (e seus isômeros), encontrados nos grãos que ainda não atingiram o estágio de maturação plena. Não houve possibilidade, no entanto, de confirmar analiticamente esta relação.

4.2.2. Modificação do período de maturação

Durante a realização de experimentos prévios na região de Carmo do Rio Claro, foi observado que havia uma discrepância entre as porcentagens de grãos verdes, grãos cerejas e grãos bóias em função do tipo de produto aplicado e em relação às testemunhas. Nos lotes onde foi aplicado o produto

FQ/T, por exemplo, os grãos pareciam estar em um estágio de maturação mais adiantado do que a testemunha e, mais ainda, do que os lotes tratados com o produto FQ/A 1, que aparentemente apresentavam uma porcentagem de grãos verdes maior do que a testemunha. Para observar se esta tendência se repetia em outros locais, inclusive, foram medidas as porcentagens das diversas frações de maturação dos grãos, em uma propriedade de Carmo do Rio Claro (MG) - Fazenda São Sebastião, em outra propriedade localizada em Carmo do Paranaíba (MG)- Fazenda Paraíso e onde os grãos foram observados e colhidos em um intervalo de tempo de 70 dias após a aplicação de um dos isolados (FQ/T). Finalmente, em uma terceira propriedade - Fazenda Santa Rita, em Franca (SP), foram aplicados dois produtos (FQ/A 2 e FQ/T) e procedeu-se à colheita em cerca de 100 dias após a aplicação dos produtos. Os resultados das porcentagens das diversas frações obtidas na colheita, - expressos em índices variando de 1 a 10, são apresentados na tabela 9.

Tabela 9

Frações de grãos cerejas, bóias e verdes após aplicação de isolados microbianos, em tratamento para modificação do índice de maturação, em três propriedades cafeeiras. Índices variando de 0 (zero) a 10 (dez)

		Verdes	Índice Cerejas	Bóias
Carmo do Rio Claro	TEST	3,3	6,3	0,4
	FQ/A 1	4,1	5,2	0,7
	FQ/T	1,2	8,1	0,7
Carmo do Paranaíba	TEST MN	2,5	7,5	0,0
	TEST CV	5,9	4,1	0,0
	FQ/T	0,0	10,0	0,0
Franca	TEST	0,0	4,9	5,1
	FQ/A 2	0,0	6,0	4,0
	FQ/T	0,0	4,6	6,4

Os resultados mostraram que, na propriedade em Carmo do Rio Claro, o índice de verdes foi sensivelmente maior para o tratamento com o produto FQ/A 1, o índice de cerejas foi maior para o produto FQ/T e o índice de bóias foi praticamente igual para os três tratamentos. Na propriedade em Carmo do Paranaíba, a colheita dos frutos após 70 dias mostrou que a porcentagem de cerejas era total no lote onde foi aplicado o produto FQ/T e diferente das testemunhas das variedades Mundo Novo e Catuaí, que variavam as suas porcentagens de grãos cerejas e verdes, em função do diferencial de maturação e sempre diferentes do tratamento com FQ/T. Finalmente, na propriedade em Franca (SP), o intervalo de 100 dias entre a aplicação dos produtos e a colheita já havia

sido suficiente para que todos os grãos verdes já estivessem no estágio de cerejas ou bóias; entretanto, era observada ainda a relação entre o menor índice de cerejas no ensaio com FQ/T e o menor índice de bóias no ensaio com FQ/A 2.

Em todos os experimentos, foi observado que a aplicação do produto FQ/T provocava um aceleração da maturação e, em duas das propriedades estudadas, a aplicação dos produtos FQ/A 1 e FQ/A 2 provocavam um retardamento da maturação dos grãos de café. A explicação para estes comportamentos dos isolados microbianos pode estar relacionada com a atividades dos microorganismos, que poderiam exercer um (ou a associação deles) dos seguintes processos: a) a maior ou menor produção de substâncias voláteis, entre os quais o etileno, que induziria à maturação mais acelerada dos grãos; b) a maior ou menor capacidade de seqüestro de água dos isolados, o que favoreceria ou desestimularia a maturação dos grãos (EVELEIGH, 1985). Em relação à composição química do grão, o retardamento da maturação induziria à modificação natural da relação entre mono e di-isômeros do ácido clorogênico, esta relação sendo menor quando o grão atinge o estágio ideal de maturação. (MENEZES, 1990)

Uma outra característica da ação dos isolados microbianos foi observada, mas não avaliada também em maior profundidade: em uma propriedade (Carmo do Rio Claro), foi medido o grau Brix da mucilagem de amostras de café de diferentes variedades, segundo a aplicação dos produtos. Os resultados foram:

(º Brix)

Variedade	FQ/A1	FQ/T	Testemunha
Mundo Novo Vermelho	6,00	8,00	5,25
Catuaí Amarelo	6,00	6,20	7,00

Embora os valores das testemunhas fossem diferentes, o que se deve à diferença entre as variedades, os valores de graus Brix para o produto FQ/A 1 foram menores que os valores para o produto FQ/T, o que parece sugerir que o produto FQ/T, ao lado daquelas considerações sobre a composição química e a maturação, apresente igualmente uma capacidade secundária de degradar os açúcares da mucilagem dos grãos de café ou os açúcares formados através da ação microbiana sobre o seu substrato sejam incorporados pelos grãos de café. Em qualquer das hipóteses sobre a atividade dos isolados microbianos em modificar a maturação, são necessários maiores estudos; entretanto, a vantagem para os cafeicultores em explorar esta característica é muito grande (conforme discutido nas Conclusões).

4.2.3. Variação na concentração dos produtos

Outro aspecto a ser observado seria o tempo em que os produtos se mostrariam eficientes para o controle de fermentações indesejáveis. Nesse sentido, são observados na tabela 10 os resultados das análises sensoriais de aplicação de isolados microbianos em propriedades ainda sob a influência da represa de Furnas; na Fazenda Espigão, em Alfenas (MG), foram testadas três dosagens do produto FQ/T (4, 6 e 8 kg/ha).

Tabela 10

Resultados de análises sensoriais de amostras de café tratado com o produto FQ/T em três dosagens, na Fazenda Espigão, em Alfenas (MG). Coleta dos frutos cerca de 90 dias após a aplicação

Tratamento	Dosagem	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
Testemunha		7	8	5	6	0
FQ/T	4 kg/ha	7	8	6	6	2
FQ/T	6 kg/ha	7	7	5	4	2
FQ/T	8 kg/ha	7	7	5	4	2

Os resultados mostram que as dosagens do produto FQ/T foram ineficientes para o controle das fermentações indesejáveis no prazo de 90 dias. Entretanto, alguns fatores podem ter contribuído para estes resultados: em primeiro lugar, o estado vegetativo das lavouras da propriedade era precário, pois uma parte das plantas estava em processo de recuperação após uma recepa (corte) e a outra parte (plantas altas, com perda de material vegetativo) estava aguardando a realização desta técnica de recuperação dos cafeeiros. Um retrato desta situação era dada pela produtividade declarada pelo proprietário, em cerca de 11 sacas beneficiadas por hectare, quando uma boa produtividade pode ser estimada em 30 sacas beneficiadas por hectare. A análise dos grãos da propriedade, nesta época, mostrava também que era alta a incidência de grãos pequenos, quebrados e mal-formados, o que demonstrava a baixa capacidade das plantas em sintetizar os nutrientes e transformá-los em compostos de reserva nos grãos. Em segundo lugar, dada a situação precária do estado vegetativo das plantas, seria de se esperar uma antecipação do estado de plena maturação dos grãos, como realmente ocorreu. Um terceiro fator, igualmente como um aspecto que levou ao alto grau de fermentação dos grãos, foi a escolha de uma propriedade com variedade Mundo Novo (de ciclo de maturação mais curto) e o próprio uso do produto FQ/T, que se observou posteriormente como sendo um antecipador do período de maturação. Todos estes fatores podem explicar o conceito de cafés levemente fermentados e podem demonstrar que o tempo de espera de 90 dias entre a aplicação do produto e a colheita foi excessiva. Uma relação interessante nesta

propriedade foram as notas dadas para o aspecto dos grãos: embora fosse alta a incidência de grãos quebrados e mal-formados, a aparência dos grãos era excelente, o que demonstrava os bons cuidados com a secagem (com o uso de tulhas de descanso) e o armazenamento dos grãos. Os baixos valores de fermentação na testemunha também podem ser creditados à boa separação nos tanques de lavagem, ao descasamento dos cerejas e na secagem e armazenamento dos grãos.

Na região sob influência da represa de Furnas, os ensaios sobre o controle de fermentações indesejáveis foram completados na Fazenda Vale Verde, ainda no município de Alfenas (MG) e com a aplicação dos produtos FQ/A 1 (duas concentrações: 4 e 8 kg/ha), FQ/A 2 e FQ/T (ambos na concentração de 8 kg/ha). Os resultados das análises sensoriais nas amostras de café tratado nesta propriedade são mostrados na tabela 11.

Tabela 11

Resultados de análises sensoriais em amostras de café Mundo Novo, tratado com produtos FQ/A 1 (duas concentrações), FQ/A 2 e FQ/T (mesma concentração) na Fazenda Vale Verde - Alfenas (MG), com colheita em cerca de 90 dias após a aplicação dos produtos

Produto	Dosagem	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
Testemunha		6	6	8	6	0
FQ/A 1	4 kg/ha	6	8	8	4	3
FQ/A 1	8 kg/ha	6	8	8	4	3
FQ/A 2	8 kg/ha	6	8	8	4	3
FQ/T	8 kg/ha	6	8	6	6	3

Neste ensaio, os valores para a fermentação receberam o conceito de levemente fermentados, o que demonstrava novamente o excesso de tempo (90 dias) entre a aplicação dos produtos e a colheita dos grãos, para o controle de fermentações indesejáveis. Como no ensaio anterior, a variedade cultivada era o Mundo Novo, mas nessa propriedade não havia a perda de material vegetativo; ao contrário, as plantas mostravam um grande vigor produtivo, o que era demonstrado também pela produtividade declarada - 40 sacas beneficiadas por hectare. Entretanto, as plantas já apresentavam a necessidade de um decote, pois já se observava o início de fechamento das lavouras e a posterior perda de material vegetativo e a queda drástica de produção. No momento da aplicação, foi observado também que, neste caso de lavouras com plantas de porte alto e com alto índice de material vegetativo, a aplicação dos produtos via pulverização tratorizada provocava uma alta movimentação dos ramos e o fechamento das plantas, que impedia que os produtos atingissem os frutos e se depositassem predominantemente

nas folhas dos cafeeiros. Estes fatores combinados podem ter exercido uma influência sensível sobre a efetividade do controle de fermentações e determinado as notas de levemente fermentado das amostras. Os conceitos de aspecto receberam as notas de regular e semelhantes à testemunha, enquanto as notas de acidez receberam a classificação de pouco altas e provavelmente relacionadas com os conceitos de levemente fermentadas. As avaliações de corpo mostraram intensidades classificadas como regulares e os aromas foram classificados como de gradação regular ou regular para mau.

A seqüência de resultados das análises sensoriais mostra agora aqueles obtidos em uma nova região de cultivo - Monte Santo de Minas (MG) - que, embora ainda sob a mesma classificação regional de bebida (Sul de Minas), já não se encontra sob a influência de grandes massas de água, como a represa de Furnas. Na propriedade selecionada - Fazenda São Geraldo - a altitude de 800 m e as condições topoclimáticas determinam uma florada mais uniforme (70% na segunda florada) e um melhor conceito do café em termos de qualidade da bebida. As amostras consistiram de frações de grãos cerejas, de grãos bóias e de café de varrição, que consiste nos grãos que germinaram a partir da primeira florada e que, no momento da colheita, já amadureceram e caíram no chão junto ao pé de café. Estes grãos são suscetíveis a processos fermentativos e à formação de defeitos e são invariavelmente de baixa qualidade de tipo e bebida. A tabela 12 mostra as notas de características sensoriais de amostras desta propriedade, após o tratamento com dois produtos microbianos - FQ/A 2 e FQ/T - nas concentrações de 8 kg/ha e nas frações de grãos cerejas, grãos bóias e café de varrição.

Tabela 12

Análises sensoriais de amostras de café Mundo Novo da Fazenda São Geraldo, em Monte Santo de Minas (MG), nas frações de grãos cerejas, bóias e café de varrição e após a aplicação dos produtos FQ/A 2 e FQ/T, nas concentrações de 8 kg/ha

Produto	Fração	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
FQ/A 2	Cerejas	8	8	6	7	0
	Bóias	8	6	6	7	0
	Varrição	7	6	6	7	1
FQ/T	Cerejas	8	7	6	7	0
	Bóias	8	7	6	7	0
	Varrição	7	7	6	7	1
Testemunha	Cerejas	8	7	6	7	0
	Bóias	8	7	7	7	0
	Varrição	6	6	6	4	4

Os resultados mostram que a aplicação dos produtos, nesta propriedade e sob a influência daquele topoclima (no ano da pesquisa), foram eficientes para o controle das fermentações indesejáveis do café, mesmo na fração de grãos que caíram no chão após a aplicação dos produtos (café de varrição). Os conceitos de fermentação receberam a classificação de ausente para as amostras tratadas e levemente fermentado para a testemunha. As boas condições de clima para a qualidade da bebida refletem-se nas notas de aspecto dos grãos, de conceito regular ou regular para bom, mesmo nas amostras de café de varrição, onde seria de se esperar notas extremamente baixas em outro sistema climatológico mais desfavorável. Os valores de corpo receberam consistentemente a classificação de regular, com um certo destaque para a fração de grãos bóias na testemunha (nota 7). Os conceitos para a acidez das bebidas das amostras foram igualmente consistentes nas avaliações (acidez pouco alta), com pequeno acréscimo dos valores para o tratamento com FQ/A 2 na fração de grãos cerejas. As notas de aroma foram iguais e de conceito regular para bom, com exceção do café de varrição da testemunha, provavelmente associado à nota de fermentação.

4.2.4. Comparação com um produto fungicida

Em outra propriedade, ainda dentro do mesmo sistema topoclimático - Fazenda Itaocô, em Mocóca (SP) - também a 800 m de altitude e com floradas concentradas naquele ano (80% de pegamento entre a primeira e a segunda floradas), foram comparados os resultados das análises sensoriais de amostras de café submetido à aplicação do produto FQ/A 1 (dosagem: 8 kg/ha) e de um composto de amônio quaternário (cloreto de benzalcômio), com propriedades bactericidas, fungicidas, algicidas e anti-virais. A aplicação deste produto (dosagem não-fornecida) reflete uma abordagem de controle de fermentações indesejáveis, que considera a esterilização do ambiente junto ao pé de café e nos locais de secagem e processamento dos grãos. Os resultados das análises sensoriais, nesta propriedade, são mostrados na tabela 13.

Tabela 13

Resultados de análises sensoriais em Mocóca (SP) - Fazenda Itaocô - após tratamento com isolado microbiano (FQ/A 1), na dosagem de 8 kg/ha, e com um produto desinfetante (sem descrição de dosagem), em relação à testemunha

Produto	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
FQ/A 1	8	6	7	8	0
Fungicida	8	4	7	8	0
Testemunha	8	4	7	8	0

Os resultados mostraram que não houve uma diferença significativa entre a aplicação dos produtos e a testemunha, o que parece sugerir que as condições climáticas do local, no período do experimento, não foram favoráveis para o desenvolvimento de um processo fermentativo deletério à qualidade da bebida. Os conceitos para o aspecto dos grãos e as características da bebida foram iguais em todos os tratamentos e para a testemunha, com uma pequena exceção para a característica de acidez da bebida no tratamento com o produto à base de isolado microbiano, com uma nota ligeiramente superior. Os resultados demonstraram também a atividade do produto à base de isolado microbiano, mesmo em região de clima mais favorável para a bebida, que pode reforçar (neste caso) uma característica bastante procurada nos cafés da região.

4.2.5. Variação na concentração dos produtos e intervalos entre a aplicação e a colheita

Os resultados seguintes referem-se às análises sensoriais de determinações do tempo de permanência dos isolados microbianos aplicados, em diversas dosagens, na Fazenda Paraíso em Carmo do Paranaíba (MG). Embora as condições de clima e altitude sejam extremamente favoráveis para a qualidade da bebida, fornecendo uma classificação regional de bebida como café do Cerrado ou café do Triângulo Mineiro, as aplicações dos produtos contra as fermentações deletérias à qualidade da bebida foram feitas nesta propriedade devido à maior possibilidade de controle de aplicações e de obtenção de amostras a intervalos regulares. O produto FQ/A 1 foi testado na concentração de 6 kg/ha, o produto FQ/T nas concentrações de 6 e 4 kg/ha e o produto FQ/A 2 foi avaliado nas concentrações de 6, 4 e 3 kg/ha e foram realizadas coletas de amostras de café cereja (com uma exceção: FQ/A 2, 6 kg/ha, 90 dias) nos intervalos de 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos produtos. A tabela 14 mostra os resultados sensoriais da aplicação dos produtos FQ/A 1 e FQ/T em lotes de variedade Mundo Novo, sob diversos espaços de tempo entre a aplicação e a colheita dos frutos cerejas e em comparação com uma testemunha da mesma variedade na Fazenda Paraíso.

Tabela 14

Resultados de análises sensoriais de café Mundo Novo da Fazenda Paraíso, em Carmo do Paranaíba (MG), após aplicação dos produtos FQ/A 1 e FQ/T, sob diversas concentrações e intervalos de tempo entre a aplicação dos produtos e a colheita dos grãos cerejas

Produto	Dosagem	Intervalo	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
FQ/A 1	6 kg/ha	30 dias	7	5	7	7	3
		60 dias	7	7	6	10	5
		90 dias	7	7	6	10	5
FQ/T	6 kg/ha	30 dias	8	5	6	7	2
		60 dias	6	6	7	6	2
		90 dias	7	7	6	8	5
	4 kg/ha	30 dias	7	5	7	7	1
		60 dias	7	5	8	7	1
		90 dias	8	2	10	9	0
Testemunha			6	4	7	8	0

Os resultados de levemente fermentado para as amostras de café tratado com o produto FQ/A 1, na dosagem de 6 kg/ha e em todos os intervalos de tempo entre a aplicação e a coleta das amostras, mostraram que a concentração do produto foi excessiva e provocou mudanças sensíveis nas descrições da bebida. Houve um aumento significativo nas notas de aroma, passando do conceito de regular para bom até atingir o conceito de bom depois do 30º dia após a aplicação do produto. A partir deste intervalo de tempo, ocorreu igualmente um aumento na descrição de acidez, passando do conceito de normal para pouco alta a partir daquele intervalo, e uma ligeira diminuição na nota de corpo das bebidas, conservando no entanto o mesmo conceito (regular). As notas de aspecto foram constantes e atingiram a cotação de regular para bom.

As mesmas considerações do produto FQ/A 1 em relação ao surgimento de um considerável gosto de fermentado podem ser repetidas para o produto FQ/T na concentração de 6 kg/ha. A partir do 60º dia após a aplicação do produto, houve novamente um aumento significativo na descrição do gosto fermentado da bebida, atingindo mais uma vez o conceito de levemente fermentado e sugerindo que, nesta concentração, o intervalo entre a aplicação do produto e a colheita não seja maior que 60 dias. Novamente houve um aumento correspondente no conceito de acidez das bebidas, passando de acidez normal até 30 dias para acidez pouco alta das bebidas a partir do intervalo de tempo de 30 dias. Os conceitos de aroma não seguiram a mesma seqüência que o experimento para o produto FQ/A 1, passando de regular para bom no intervalo

de 30 dias para regular no intervalo de 60 dias e novamente retornando ao valor original (em uma nota um pouco mais alta) depois deste intervalo de tempo. As notas de aspecto foram igualmente inconstantes passando de regular para bom aos 30 dias para regular até 60 dias e novamente atingindo o conceito de regular para bom depois do 60º dia de intervalo entra a aplicação e a colheita do café. Os conceitos de corpo das bebidas não se modificaram, havendo apenas um ligeiro acréscimo após o 30º dia e retornando ao seu valor original depois de 60 dias.

As análises sensoriais das bebidas foram sensivelmente diferentes em alguns aspectos para a avaliação da aplicação do produto FQ/T na dosagem mais baixa (4 kg/ha). Como informação adicional às análises, as classificações de bebida pelo sistema tradicional de descrições em mole, dura etc., atingiram neste experimento o grau de estritamente mole, enquanto os testes anteriores haviam mostrado as descrições de bebida dura para todos os experimentos com o produto FQ/A 1 e para o produto FQ/T aos 90 dias de intervalo e de bebida mole para os outros dois experimentos deste último produto (aos 30 e 60 dias). Esta classificação das bebidas, referente à aplicação do produto FQ/T na dosagem de 4 kg/ha, pode estar relacionada com a descrição de fermentação ausente nas três épocas de colheita dos grãos (30, 60 e 90 dias depois da aplicação) como também com o sensível (e constante) aumento nas características de corpo das bebidas, passando do conceito de corpo regular até 60 dias para o conceito de bom depois deste intervalo. Igualmente, as notas de aroma relacionaram-se com os conceitos de regular para bom até 60 dias e de aroma bom após este espaço de tempo entre a aplicação do produto FQ/T nesta concentração e a colheita dos frutos cerejas. As descrições de aspecto dos grãos recebem o conceito de regular para bom e outro fato marcante foi a sensível queda do conceito de acidez, passando de uma acidez normal até 60 dias para uma acidez baixa depois deste intervalo de tempo.

Em relação à aplicação dos produtos e a testemunha da variedade Mundo Novo, as notas de aspecto dos grãos antes da torração foram consistentemente iguais ou superiores a esta determinação na fração sem tratamento, o que pode demonstrar que a aplicação de isolados microbianos não afetou a estrutura externa dos grãos ou a sua aparência. As modificações na composição química dos grãos (ou nos precursores de aroma e sabor da bebida) referentes às notas de fermentação parecem estar relacionadas com o teor ou tipo de ácidos responsáveis pela acidez da bebida e pelo aroma da infusão do café torrado e moído, sendo plausível de se supor que a fração desses ácidos sejam aqueles descritos como carboxílicos voláteis. De uma maneira geral, os incrementos nas notas de fermentado foram acompanhados de valores mais altos na acidez e no aroma da bebida, principalmente nos espaços de tempo mais prolongados entre a aplicação e a colheita. É visível através

da descrição comercial da bebida que estas modificações não corresponderam à descrição de bebida rio ou rio zona, sendo classificadas as bebidas que apresentaram gosto levemente fermentado como duras ou mesmo mole.

Pode-se considerar, igualmente, que a menor concentração do produto FQ/T modificou também substancialmente o padrão de descrições verificadas no mesmo produto (em dosagem maior) e nas amostras submetidas ao tratamento com o produto FQ/A 1. A ausência de notas relativas a gosto fermentado, mesmo no maior período de tempo, foram acompanhadas de um aumento no conceito de aroma e, mais sensivelmente, em um aumento considerável nas notas de corpo (a partir do 60º dia) e de uma diminuição marcante na nota de acidez. Nestas duas características das bebidas, aparentemente a aplicação do produto FQ/T, na dosagem mais baixa, acompanhou as notas da testemunha e pode-se associar este fato com a propriedade do produto em provocar um aceleramento da maturação dos grãos de café, conforme observado anteriormente. Assim, a aplicação do produto FQ/T em dosagem mais baixa seria mais efetiva na antecipação do ciclo normal de maturação da variedade Mundo Novo nas características de clima da Fazenda Paraíso, em Carmo do Paranaíba, e simultaneamente induziria a modificações no teor e/ou na composição de precursores de corpo e de aroma da bebida; as sugestões parecem dirigir-se à fração de açúcares e furanos ou tiofenos, mas são necessárias pesquisas mais profundas para esta tese.

A tabela 15 mostra os resultados para as análises sensoriais de amostras de café submetido a um tratamento com o produto FQ/A 2, na mesma propriedade e nas dosagens de 6, 4 e 3 kg/ha. Com exceção da parcela de 90 dias do produto na concentração de 6 kg/ha, que foi perdida durante a realização do teste, foram coletadas as amostras de grãos cerejas nos intervalos de 30, 60 e 90 dias depois das aplicações dos produtos. A variedade cultivada nos talhões onde foram realizados estes testes era de Catuaí Vermelho.

Tabela 15

Resultados de análises sensoriais de café Catuaí Vermelho da Fazenda Paraíso, em Carmo do Paranaíba (MG), após aplicação do produto FQ/A 2, sob diversas concentrações e intervalos de tempo entre a aplicação e a colheita dos frutos cerejas

Produto	Dosagem	Intervalo	Aspecto	Acidez	Corpo	Aroma	Fermentado
FQ/A 2	6 kg/ha	30 dias	4	7	7	7	2
		60 dias	7	6	5	6	4
	4 kg/ha	30 dias	5	7	7	7	2
		60 dias	8	5	10	7	0
		90 dias	7	7	6	8	5
	3 kg/ha	30 dias	5	7	9	8	1
		60 dias	8	2	9	7	0
		90 dias	8	6	6	8	4
	Testemunha			6	4	7	8

Assim como nos testes anteriormente descritos para as concentrações mais altas dos produtos, o conceito para o gosto de fermentado do produto FQ/A 2 foi de ausente até 30 dias depois da aplicação para levemente fermentado aos 60 dias, o que sugere novamente que, embora não haja um prejuízo sensível para o item aspecto dos grãos, as modificações surgidas após a aplicação do produto referiam-se à fração de aromas e ácidos dos grãos, com as mesmas considerações descritas anteriormente para aquelas correlações. Novamente como um item acrescido às análises, a bebida variou da classificação mole no menor espaço de tempo (30 dias) para dura no espaço de tempo seguinte (60 dias entre a aplicação do produto e a colheita dos grãos cerejas).

A dosagem de 4 kg/ha mostrou uma série de resultados mais favoráveis de características da bebida para o intervalo de tempo de 60 dias, com os conceitos de gosto fermentado ausente, um aumento no conceito de aspecto (de regular até regular para bom) e um acréscimo mais significativo no corpo da bebida, passando do conceito de regular (aos 30 dias) para bom (até 60 dias). Estes acréscimos foram acompanhados de uma diminuição na acidez da bebida, passando de acidez pouco alta a 30 dias para normal após 60 dias de intervalo entre a aplicação e a colheita, sendo que o conceito de aroma (regular para bom) permaneceu constante. A bebida recebeu uma nova classificação, passando de mole aos 30 dias para estritamente mole e novamente parecendo estar relacionada à alta nota de corpo. Após 60 dias, no entanto, as propriedades sensoriais se modificaram: o conceito de fermentado passou para levemente fermentado, o aspecto diminuiu ligeiramente (mas ainda mantendo a sua cotação de regular para bom), a acidez atingiu sua marca

igual àquela observada há 30 dias, o corpo passou de bom para regular e a classificação da bebida sofreu uma redução brusca, caindo para o conceito de dura. Finalmente, houve um aumento na nota de aroma das bebidas, embora ainda conservando os seus conceitos de regular para bom observados desde o intervalo de 30 dias.

As considerações a serem feitas sobre os resultados das análises sensoriais sobre a aplicação do produto FQ/ A 2 na menor dosagem (3 kg/ha) repetem-se, de certo modo, àquelas sobre o produto FQ/T, igualmente na menor dosagem, e àquelas do produto até 60 dias. Os conceitos de gosto fermentado foram de ausentes até 60 dias e levemente fermentado após este período; concomitantemente, foi observado um novo conceito do aspecto dos grãos, de regular para regular para bom e permanecendo neste nível até 90 dias. As notas de corpo foram altas no início (conceito de corpo bom) e diminuíram depois de 60 dias, até atingirem o conceito de regular no 90º dia. Novamente, houve uma diminuição sensível nos valores de acidez das bebidas, variando do conceito de acidez pouco alta aos 30 dias até o conceito de acidez baixa aos 60 dias; entretanto, o conceito de acidez recuperou seu valor antigo aos 90 dias. Os valores de aroma da bebida permaneceram no conceito de regular para bom durante todo o período de testes e a classificação tradicional da bebida passou de mole até 30 dias para estritamente mole aos 60 dias e novamente caindo até o conceito de bebida dura no período de 90 dias entre a aplicação do produto e a colheita dos grãos.

5. Conclusões e perspectivas

O sistema de processamento de grãos crus denominado cereja descascado mostrou-se bastante eficiente para permitir a expressão das características sensoriais desejáveis do café arábica brasileiro, livre das influências de sabor dos grãos imaturos e sobremaduros, estes últimos freqüentemente apresentando notas ou conceitos relacionados a gostos ou aromas de fermentado e aqueles apresentando gostos adstringentes ou associados a fermentação.

Junto ao uso deste sistema de processamento, são necessários ainda alguns cuidados aos detentores desta tecnologia; o processo de secagem e armazenamento dos grãos, por exemplo, quando mal-realizado pode levar a processos fermentativos ocasionais e igualmente à formação de *off-flavours*. Quando bem cuidadoso, no entanto, melhora sensivelmente a aparência dos grãos e algumas das características sensoriais da bebida.

Alguns sistemas de produção também afetaram a expressão das propriedades organoléticas do café, como o uso de matéria orgânica para complementar a adubação mineral do cafeeiro, a adoção de plantios arborizados ou sombreados para diminuir a incidência solar e as variações de temperatura junto aos plantios e o uso de variedades de ciclo diferenciado de maturação. Estes sistemas permitem a comercialização de lotes de café com características sensoriais distintas ou a formação de *blends*; em qualquer caso, permite-se atender os mercados mais rigorosos em termos de qualidade da bebida do café.

As notas ou conceitos sensoriais de amostras de café processado pelo sistema cereja descascado, em regiões tradicionalmente conhecidas como produtoras de café de pior qualidade, foram tão boas quanto aquelas de amostras originárias de regiões de clima favorável para a qualidade da bebida. A distinção se dá no volume de café de qualidade produzido, pois freqüentemente são produzidos apenas 30% de grãos cerejas durante a safra, naquelas regiões. O uso de plantios adensados

ou a aplicação de controladores de fermentação podem ampliar esta fração, permitindo a maior produção de cafés cerejas por área cultivada ou o aproveitamento do café sobremaduro livre de gostos estranhos.

O sistema aqui avaliado - aplicação de produtos à base de isolados microbianos - mostrou-se em geral eficiente para a expressividade das características sensoriais desejáveis da bebida do café. Observou-se uma ausência de gostos e aromas associados à fermentação em amostras de plantios tradicionalmente conhecidos como sujeitos a um processo microbiano prolongado e, em outras regiões, observou-se inclusive uma modificação do período de maturação dos grãos; em função do produto aplicado, foi verificado um retardamento ou uma antecipação desta fase nos talhões avaliados. Esta propriedade adicional dos produtos à base de isolados microbianos confere um benefício adicional aos cafeicultores, pois permite igualmente um melhor aproveitamento da mão-de-obra ou de máquinas utilizadas na colheita do café, ou uma ampliação do período de colheita dos grãos; em épocas de alto custo de produção de café devido aos gastos com colheita e processamento, os benefícios são altamente significativos.

As aplicações dos produtos FQ/A 1, FQ/A 2 e FQ/T mostraram resultados sensoriais diferentes, em função das concentrações dos produtos e dos locais de plantio. A necessidade de um processo de separação dos grãos mostrou-se ainda indispensável, no mínimo para o isolamento das expressões sensoriais relacionadas aos grãos imaturos. De um modo geral, os produtos FQ/A 1 e FQ/A 2 mostraram resultados negativos (conceitos de levemente fermentado) nas regiões de maior incidência de processos microbianos e nas concentrações mais altas; independentemente dos locais, as concentrações mais baixas forneceram resultados mais satisfatórios. Com exceção de dois casos - ausência de separação dos grãos e concentração mais alta em Alfenas (MG), o produto FQ/T apresentou os melhores resultados, com sensíveis vantagens nas características sensoriais quando as concentrações eram mais baixas.

A atividade dos produtos à base de isolados microbianos refletiu-se sobre as características sensoriais das bebidas de modo quase semelhante para os locais e concentrações dos produtos. De modo geral, a atividade dos produtos provocou um aumento na acidez da bebida, atingindo os conceitos de acidez alta a pouco alta; apenas em Carmo do Paranaíba e nas concentrações mais baixas dos produtos FQ/A 2 e FQ/T, surgiram os conceitos de acidez normal ou baixa. Às características de acidez alta corresponderam os conceitos de aroma bom, com exceção da concentração mais baixa do produto FQ/T em Carmo do Paranaíba; em todos os casos, porém, encontrava-se uma correlação inversa entre as notas ou conceitos de corpo e de acidez: quando as características de corpo recebiam o conceito de bom, as notas de acidez eram de normal ou baixa.

Estas últimas correlações parecem sugerir que a atividade dos isolados microbianos iniciava-se pela quebra das ligações peptídicas do substrato, através da ação de amilases; os produtos FQ/A 2 e FQ/T seriam menos eficazes para proceder ou completar este rompimento peptídico do que o produto FQ/A 1. A presença de glicerídios no meio favoreceria a absorção destes pela semente e a nota mais alta de corpo na bebida; em seqüência, as atividades microbianas favoreceriam a transformação dos glicerídios em ácidos orgânicos que, igualmente incorporados pelo grão de café, modificariam as características da bebida para uma acidez mais elevada.

Sugere-se como perspectivas de trabalhos futuros a aplicação dos produtos em dosagens mais baixas e com menores intervalos de tempo entre a aplicação e a colheita dos grãos, dentro de sistemas climatológicos bem definidos. Sob o ponto de vista agrônômico, necessitam de maiores estudos os efeitos de plantios adensados e de técnicas de sombreamento sobre a qualidade da bebida; as técnicas de processamento dos grãos, principalmente a secagem dos grãos verdes, merecem igualmente pesquisas mais amplas.

As características isoladas da bebida sugerem uma aplicação analítica mais efetiva do que a classificação da bebida hoje em uso; os estudos sobre as atividades de enzimas e sobre as relações entre os isômeros de ácidos clorogênicos e a sensação bucal de adstringência da bebida, a identificação de compostos heterocíclicos aromáticos (como furanos e tiofenos) e a sensação bucal de corpo, ou a relação entre ácidos orgânicos e inorgânicos (como o ácido fosfórico) e a acidez da bebida, todos estes fatores podem ser mais facilmente avaliados quando os grãos de café recebem a classificação de bebida Mole, por exemplo, e estão livres das influências dos gostos e aromas relacionados à fermentação, presença de defeitos etc. Prevê-se, no entanto, algumas dificuldades na fixação do teor de umidade e da densidade aparente ou real dos grãos crus, nas condições padronizadas de tempo e temperatura do processo de torração e na adequação de um processo analítico mais rápido, fácil e eficiente do que aqueles utilizados hoje em dia; as técnicas de identificação e quantificação por Espectrofotometria na faixa do Infravermelho Próximo, utilizando detectores comuns ou por Fotoacústica, parecem ser bastante promissoras (FERIA-MORALES, 1992; CORTEZ, 1988).

6. Bibliografia

- AGUARONE, E.; BORZANI, W.; ALMEIDA LIMA, U. *Tópicos de microbiologia industrial*. São Paulo: Edgard Blücher, 1975. v. II.
- ARUNGA, R. O. Coffee. In: ROSE, A. H., Ed. *Economic microbiology: fermented foods*. New York: Academic Press, 1982, cap. 5, p. 259 - 274.
- BALTES, W. *Vorstufen und Entstehung von Farbe und Geschmack des Kaffees*. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 7. 1975, Hamburg. Paris: ASIC, 1976, p. 91-107.
- BEGAZZO, J. C. E. O.; PAULA J. F. Considerações sobre o preparo do café visando a melhoria da qualidade. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, vol. 11, nº 126, p. 78-79, 1985.
- BENETT, J. W. Taxonomy of fungi and biology of the Aspergilli. In: DEMAIN, A. L.; SOLOMON, N. A. *Biology of industrial microorganisms*. Boston: Benjamin/Cummings Publ. Co. Inc., 1985, p. 359-406.
- BITTANCOURT, A. A. As fermentações e as podridões da cereja do café. *O Biológico*, São Paulo, vol. 22, nº 129, p. 205 - 213, 1956.
- BUCHANAN, R. L.; FLETCHER, A. M. Methylxantine inhibition of aflatoxin production. *Journal of food science*, New York, nº 43, p. 654 - 659, 1978.
- BUCHANAN, R. L.; TICE, G.; MARINO, D. Caffeine inhibition of ochratoxin A production. *Journal of food science*, New York nº 47 - p. 319 - 321, 1981
- BUCHANAN, R. L.; HARRY, M. A.; GEALT, M. A. Caffeine inhibition of sterigmatocystin, citrinin and patulin production. *Journal of food science*, New York, nº 48, p. 1.226-1.228, 1983.
- CAMARGO, A. P.; GHIZZI, S. M. Estimativa de temperaturas médias mensais com base em cartas de temperatura potencial normal ao nível do mar para a região sudeste do Brasil. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo*. Campinas, nº 141, p. 1-17, 1991.

- CAMARGO, A. P.; SANTINATO, R.; CORTEZ, J. G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18. 1992, Araxá. Resumos. Rio de Janeiro: MAARA/Procafé, 1992, p. 70-74.
- CARVALHO, A. Principles and practice of coffee plant breeding for productivity and quality factors: *Coffea arabica* L. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee - vol. IV: Agronomy*. Barking (Essex): Elsevier Publ. Co. 1987.
- CARVALHO, V. D. & CHALFOUN, S. M. Aspectos qualitativos do café. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 11, nº 126, p. 79 - 92, jun. 1985.
- CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L.; AZEVEDO, P. J.; CARVALHO, V. D. Efeito de tratamentos com fungicidas, aplicados na fase de pré-colheita, sobre a qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18. 1992, Araxá. Resumos, Rio de Janeiro, MAARA/Procafé, 1992, p. 63 - 65
- CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Manual de preservação e melhoria da qualidade do café nas fases de pré e pós-colheita. *Programa Nacional de Qualidade Total na Produção de Café*. EPAMIG/COOPARAÍSO, 1992.
- CLARKE, R. J. Green coffee processing. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. *Coffee: Botany, biochemistry and production of beans and beverage*. Beckenham (Kent): Croom Helm, 1985, p. 230 - 250
- CLARKE, R. J. The flavour of coffee. In: MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. *Food Flavours - Part B: The flavours of beverages*. Amsterdam: Elsevier Science Publ., 1986, p. 1 - 48.
- CLIFFORD, M. N.; OHIOKPEHAL, O. Coffee astringency. *Analytical Proceedings*, London, nº 20, p. 83 - 86, 1983
- CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. *Coffee: Botany, biochemistry and production of beans and beverage*. Beckenham (Kent): Croom Helm, 1985, p. 305 - 374.
- CORTEZ, J. G. Aplicação da Espectroscopia Fotoacústica na determinação da qualidade do café. *Revista Cafeicultura Moderna*, Rio de Janeiro, ano 1, nº 2, p. 31 - 33, 1988.
- DART, S. K., NURSTEN, H. E. Volatile components. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee - vol. 1: Chemistry*. Barking (Essex): Elsevier Publ. Co, 1985, p. 223 - 265.

- DENTAN, E. Examen microscopique de grains de café Riotés. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 12. 1987, Montreux. Paris: ASIC, 1988, p. 335 - 352.
- DENTAN, E. Cafés Riotés: Étude microscopique du processus d'infection. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 13. 1989, Paipa. Paris: ASIC, 1989, p. 127 - 144.
- EVELEIGH, D. E. Trichoderma. In: DEMAIN, A. L.; SOLOMON, N. A. *Biology of industrial microorganisms*. Boston: Benjamin/Cummings Pub. Co., Inc., 1985, p. 487 - 509.
- FERIA-MORALES, A. The research and test unit of the International Coffee Organization scientific activities focusing on the quality of coffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 13. 1989, Paipa. Paris: ASIC, 1989, p. 159 - 180.
- FERIA-MORALES, A. Assessment of brazilian coffee quality by Near Infrared Spectroscopy calibrated using sensory evaluation data derived from expert coffee tasters and a trained panel. In: ROSE MARIE PANGBORN MEMORIAL SYMPOSIUM. *Advances in Sensory Food Science*, August 2 - 6, 1992, Järvenpää, Finlândia, 23 pp.
- FLAMENT, I. Coffee, cocoa and tea. In: MAARSE, H. *Volatile compounds in foods and beverages*. New York: Marcel Dekker Inc., 1991, p. 617 - 669.
- FRANCO, C. M. A eliminação da substância péctica do café despolpado é causada por microrganismos. *Bragantia*, Campinas, vol. 19, nº 38, p. 621-626, 1960.
- GARRUTI, R. S.; CONAGIN, A. Escala de valores para a avaliação da qualidade da bebida do café. *Bragantia*, Campinas, vol. 20, nº 18, p. 557 - 582, 1961.
- GARRUTI, R. S.; PUPO, L. M.; TEIXEIRA, A. A.; PEREIRA, L. S. P. Determinação da bebida de café Riada. *Coletânea do ITAL*, Campinas, vol. 2, pp. 243 - 249, 1967/1968.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. *Cultura do café no Brasil - Manual de recomendações*. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1985, 5^a Edição, 580 pp.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. *A moderna cafeicultura dos Cerrados - Instruções técnicas sobre a cultura do café no Brasil*. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1987, 148 pp.
- JONES, K. L.; JONES, S. E. Fermentation involved in the production of cocoa, coffee and tea. In: BUSHELL, M. E. *Progress in industrial microbiology*. Vol. 19: Modern applications of traditional biotechnologies. New York: Elsevier Publ. Co., 1984, p. 433 - 458.

- LEVI, C. P. Investigations of contaminants in coffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 9. 1980, Londres. Paris, ASIC, 1981, p. 125-133
- LEVY, F. A.; BOGDAN, I.; FERRAZ, J. T.; DELLA TORRE, M. A.; CARVALHO, A. Precocidade de maturação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15. 1989, Maringá. Resumos. Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989, p. 155.
- LIARDON, R.; SPADONE, J. C.; BRAENDLIN, N.; DENTAN, E. Multidisciplinary study of Rio flavour in brazilian green coffee beans. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFE, 13. 1989, Paipa. Paris: ASIC, 1989, p. 117 - 126.
- MAARA/PROCAFE. *Recuperação e renovação de cafezais: campanha de melhoramento da produtividade de cafezais*. Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFE, 1993, 24 pp.
- MENEZES, H. C. *Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com a maturação do café*. Campinas, 1990. 120 pp. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO / INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. *Classificação de café: noções gerais*. Rio de Janeiro: Setor de Publicação Gráfica, IBC/GERCA, s. d., 117 p.
- MIYA, E. E.; GARRUTI, R. S.; CHAIB, M. A.; ANGELUCCI, E.; FIGUEIREDO, I.; SHIROSE, I. Defeitos do café e a qualidade da bebida. *Coletânea do ITAL*, Campinas, vol. 5, p. 417 - 432, 1973/1974.
- ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. *El despulpado del café pormedio de despulpadoras mecánicas sin proceso de fermentación y su efecto en la calidad de bebida del café producido en los três estados cafetaleros mas importantes en Brasil: Reporte de evaluación sensorial*. Londres: Unidad Técnica, O. I. C., 1992, 55 pp.
- POISSON, J.; CAHAGNIER, B.; MULTON, J. L.; HAHN, D.; CORTE DOS SANTOS, A. La microflore du café: methode de denombrement et influence sur les qualités organoleptiques. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFE, 7. 1975, Hamburg. Paris: ASIC, 1976, p. 311 - 321.
- ROBERTSON, G. W. Water-based mathematical models for estimating development and ripening of crops. World Meteorological Organization, *Technical Note nº 180*, Geneve, 1983, 85 pp.

- ROLZ, C.; MENCHU, J. F.; ESPINOSA, R.; GARCIA-PRENDES, A. Coffee fermentation studies. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 5. 1971, Lisbonne. Paris: ASIC, 1972, p. 259 - 269.
- SANTINATO, R.; SHIMOSAKA, F. M.; SHIMOSAKA, F. S. Estudo da viabilidade técnico-econômica na produção de café organo-mineral natural, sem agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 18. 1992, Araxá. Resumos. Rio de Janeiro: MAARA/Procafé, 1992, p. 137 - 138.
- SHAW, N. *Manual of Meteorology*. Vol. II: Comparative Meteorology. Cambridge: University Press. 472 pp.
- SMITH, A. W. Processing at the origin. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee - vol. 1: Chemistry*. Barking (Essex): Elsevier Applied Science, 1985, p. 19 - 39.
- SPADONE, J. C.; VANOS, V.; LIARDON, R. Chlorinated compounds of microbiology origin in green coffee beans with Rio defect. 1989, 21 pp. Comunicação pessoal.
- TCHANA, E.; JACQUET, M.; GUYOT, B.; VINCENT, J. -C. Étude de l'influence des conditions de fermentation sur les caractéristiques d'un café arabica. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFE, 11. 1985, Lomé. Paris: ASIC, 1986, p. 309 - 318.
- TRESSL, R. Formation of flavour components in roasted coffee. In: PARLIMENT, T. H.; MCGORRIN, R. J.; HO, T. *Thermal generation of aromas*. ACS Symposium Series, nº 409. Washington: American Chemical Society, 1989, p. 285 - 301.
- VANOS, V. Preliminary microbial ecological studies in "Rio taste" coffee beans. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFE, 12. 1987, Montreux. Paris: ASIC, 1988, p. 353 - 376.
- VINCENT, J. -C. Green coffee bean processing . In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee - vol. II: Technology*. Barking (Essex): Elsevier Pub. Co., 1987, p. 1 - 33.

