

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

CARACTERIZAÇÃO DE LINHAGENS DO CAFEEIRO
BOURBON AMARELO PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉS
ESPECIAIS

Lucicléia Souza Romano

Engenheira Agrônoma

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

CARACTERIZAÇÃO DE LINHAGENS DO CAFEEIRO
BOURBON AMARELO PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉS
ESPECIAIS

Lucicléia Souza Romano

Orientador: Prof. Dr. Leandro Borges Lemos

Coorientador: Dr. Gerson Silva Giomo

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

2021

R759c

Romano, Lucicléia Souza

Caracterização de linhagens do cafeeiro Bourbon Amarelo para a produção de cafés especiais / Lucicléia Souza Romano. -- Jaboticabal, 2021

65 f. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Leandro Borges Lemos

Coorientador: Gerson Silva Giomo

1. Agricultura. 2. Café. 3. Linhagem (Genética). 4. Produtividade agrícola. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO DE LINHAGENS DO CAFEIEIRO BOURBON AMARELO
PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS

AUTORA: LUCICLÉIA SOUZA ROMANO

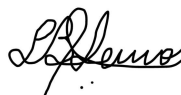
ORIENTADOR: LEANDRO BORGES LEMOS

COORIENTADOR: GERSON SILVA GIOMO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LEANDRO BORGES LEMOS (Participação Virtual)

Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Produção Vegetal) / FCAV / UNESP - Jaboticabal



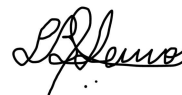
Prof. Dr. FLÁVIO MEIRA BORÉM (Participação Virtual)

Universidade Federal de Lavras-UFLA / Lavras/MG



Prof. Dr. JOSÉ MARCOS ANGÉLICO DE MENDONÇA (Participação Virtual)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho /
Muzambinho/MG



Jaboticabal, 21 de julho de 2021

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Lucicléia Souza Romano, nascida em 26 de março de 1993, em Paranaíba-MS, é Engenheira Agrônoma formada em janeiro de 2017 pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de Ilha Solteira, São Paulo. Pós graduada em Ciência e Economia do Café, em outubro de 2020, no curso de “Master in Coffee Economics and Science” Ernesto Illy, pela “*Università degli Studi di Trieste*”, Itália. Na graduação participou do Centro Acadêmico com o cargo de primeira secretária na gestão de 2014 e como parte dos requerimentos para a graduação, realizou o estágio obrigatório no Instituto Federal do Sul de Minas, câmpus de Muzambinho, Minas Gerais, onde teve a oportunidade de aperfeiçoar conhecimentos em toda a cadeia do café, compreendendo desde a formação de mudas, manejo cultural, planejamento de colheita e pós-colheita, classificação física e sensorial até a industrialização do café. Após formada ingressou no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas, São Paulo, vinculada ao Programa de Cafés Especiais como bolsista do Consórcio Pesquisa Café, onde trabalhou em diversos projetos nos estados de São Paulo e Minas Gerais visando o desenvolvimento da cafeicultura para a produção de cafés especiais. Em março de 2019 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de Jaboticabal, com conclusão prevista para agosto de 2021.

EPÍGRAFE

“Mágico é acreditar em nós mesmos, se você puder fazer isso, você é capaz de realizar qualquer coisa.”

“Pensar é fácil. Agir é difícil. Mas a coisa mais difícil do mundo é agir de acordo com o que pensamos.”

Johann Wolfgang von Goethe

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Luzia e Clério, que sempre me incentivaram e apoiaram incondicionalmente em todos os meus sonhos e sem os quais eu não chegaria aqui. Também ao meu irmão Natan e as queridas Iara e Natália que sempre estiveram presentes para me ouvir e me aconselhar mesmo nos momentos mais difíceis desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e ao seu Programa de Cafés Especiais, representado pelo pesquisador Dr. Gerson Silva Giomo, responsável por este e outros inúmeros projetos, sem o qual este trabalho não teria sido realizado.

Ao Consórcio Pesquisa Café Brasileiro pelo financiamento do projeto e concessão da bolsa de aperfeiçoamento técnico, sem o qual eu não poderia ter participado.

À Fazenda Recreio Estate Coffee e ao Diogo Dias Teixeira de Macedo que sempre disponibilizaram recursos, tempo e equipe técnica especializada para a implantação, condução, colheita e processamento de todo o material em estudo.

A ideia de tornar-se um projeto que eu estava envolvida como bolsista do Consórcio Pesquisa Café em um meio de me qualificar e desenvolver minhas habilidades como profissional não se concretizaria sem a visão, o suporte, compreensão e orientação do professor Dr. Leandro Borges Lemos, a quem eu serei sempre grata.

Aos queridos colegas do grupo SAGRIS, em especial ao Me. Anderson Prates Coelho e ao Me. Vinícius Augusto Filla pelas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

A contribuição dos membros da banca examinadora do exame geral de qualificação foi imprescindível para o aprimoramento deste trabalho, por isso gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Gustavo Vitti Môro e ao Dr. Fábio Tiraboschi Leal.

E por último, deixo aqui a minha gratidão aos membros integrantes da Pós Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da UNESP-Jaboticabal, que foram sempre prestativos e cuidadosos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE TABELAS	iv
RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Origem, importância e características do cafeeiro Bourbon.....	4
2.2 Cafés especiais e fatores que afetam a qualidade.....	7
2.3 Aspectos sensoriais	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Caracterização do local.....	12
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	13
3.3 Implantação e condução do experimento	15
3.4 Avaliações.....	15
3.4.1 Características agronômicas	16
3.4.2 Características qualitativas	21
3.5 Análise estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Características agronômicas.....	24
4.2 Características qualitativas	29
4.3 Análise multivariada e correlação simples	34
5. CONCLUSÕES	39
6. REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICE A.....	45
APÊNDICE B.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados médios de uma série de 30 anos de temperaturas máximas e mínimas e precipitação mensal acumulada do município de São Sebastião da Grama, SP (Clima Tempo, 2021).....	13
Figura 2. (a) frutos maduros dispostos em terreiro suspenso para secagem e (b) frutos em fase final de secagem.....	18
Figura 3. (a) Contagem de 100 grãos para a determinação da massa e (b) grãos distribuídos no contador.....	19
Figura 4. Diferentes estádios de maturação dos frutos em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo, sendo (a) fruto verde, (b) fruto maduro e (c) frutos passas e secos.....	21
Figura 5. Diferentes etapas da avaliação sensorial de café, sendo (a) grãos torrados (b) café moído (c) crosta após infusão e (d) bebida sem a crosta, pronta para avaliação.....	22
Figura 6. Gráfico de dispersão de valores médios de produtividade, em sacas ha ⁻¹ , e pontuação SCA da qualidade de bebida de 14 linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo de São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	34
Figura 7. Gráfico biplot de componentes principais (CP1 x CP2) para avaliação da dispersão das variáveis de crescimento de plantas e rendimento de grãos das linhagens Bourbon Amarelo. CP: componente principal; A1N: altura de inserção do primeiro nó; DCo: diâmetro de copa; CRP: comprimento do ramo plagiotrópico; M100: massa de 100 grãos; RB: rendimento de beneficiamento; AP: altura de plantas; DCa: diâmetro de caule; NRO: número de nós no ramo ortotrópico; NRP: número de ramos produtivos e NNP: número de nós produtivos nos ramos.....	36
Figura 1B. Dia de avaliação da qualidade sensorial de cafés de experimentos do Programa de Cafés Especiais-IAC junto com representantes de empresas exportadoras/importadoras e torrefadoras.....	50

Figura 2B. Dia de avaliação da qualidade sensorial de cafés de experimentos do Programa de Cafés Especiais-IAC junto com o produtor.....	51
Figura 3B. (a) Imagem da área experimental capturada do lado externo do talhão. (b) Cafés maduros dispostos em terreiro suspenso após o processamento pós-colheita.....	51
Figura 4B. Imagens capturadas no mesmo dia, momentos antes da colheita, de plantas aleatórias das parcelas experimentais.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das 14 linhagens de Bourbon Amarelo provenientes do Banco de Germoplasma do Instituto Agronômico de Campinas-IAC que foram utilizadas no experimento localizado na Fazenda Recreio Estate Coffee, São Sebastião da Grama - SP.....	14
Tabela 2. Valores médios de altura de planta (AP), altura de inserção do primeiro par de ramos plagiotrópicos (A1N), diâmetro de caule (DCa), diâmetro de copa (DCo), número de nós no ortotrópico (NRO), número de pares de ramos plagiotrópicos que produziram café na safra (NRP), comprimento de ramos plagiotrópicos (CRP) e número de nós produtivos nos ramos plagiotrópicos (NNP) em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	25
Tabela 3. Cor de broto e vigor vegetativo médio em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	26
Tabela 4. Valores médios de massa de 100 grãos (M100), rendimento de beneficiamento (RB), produtividade (PG) e produtividade relativa (PR) em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	27
Tabela 5. Porcentagem de frutos maduro, verde e seco no momento da colheita em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama, SP, ano 2019.....	29
Tabela 6. Valores médios de retenção de grãos chatos graúdos (peneira 17 acima), grãos chatos médios (peneiras 15 e 16), grãos chatos miúdos (peneiras 12, 13, e 14), grãos moca (peneiras 10, 11 e 12) e grãos peneira 16 acima, em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	30
Tabela 7. Pontuação obtida na avaliação sensorial e descrição do perfil sensorial de linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo, de São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	32

Tabela 8. Compilação de adjetivos que foram utilizados em todas as repetições de uma mesma linhagem de café para caracterizar o perfil sensorial.....	33
Tabela 9. Cargas fatoriais das variáveis dentro de cada componente principal com autovalor acima de 1,0.....	35
Tabela 10. Coeficientes de correlação entre os atributos morfológicos, produtivos e qualitativos das linhagens de Bourbon Amarelo.....	38
Tabela 1A. Dados médios de avaliação sensorial do bloco A de linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo de São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	46
Tabela 2A. Dados médios de avaliação sensorial do bloco B de linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo de São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	47
Tabela 3A. Dados médios de avaliação sensorial do bloco C de linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo de São Sebastião da Grama, SP, 2019.....	48

CARACTERIZAÇÃO DE LINHAGENS DO CAFEEIRO BOURBON AMARELO PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS

RESUMO – A demanda por cafés especiais no mercado nacional e internacional cresce em taxas superiores a 10% ao ano, o que gera uma excelente oportunidade para a criação de novos negócios. Os atributos físicos e sensoriais do café são definidos pela predisposição genética dos variedades juntamente com os efeitos do ambiente de produção e a forma de processamento pós-colheita. Cultivares comerciais do cafeeiro Bourbon Amarelo já demonstraram predisposição para produção de bebidas de excelente qualidade e muito apreciada no mercado de cafés especiais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo e qualitativo de linhagens de Bourbon Amarelo do Banco Ativo de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), visando identificar os genótipos que se destacam em termos de produtividade de grãos e produção de cafés especiais. O experimento foi conduzido em São Sebastião da Gramma, São Paulo, em local com 1100 metros de altitude em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura média, no ano agrícola de 2018/2019. Os tratamentos consistiram em 14 linhagens de Bourbon Amarelo (IAC J3-1, IAC J4-10, IAC J6-9, IAC J8-2, IAC J9-16, IAC J14-20, IAC J15-16-5, IAC J26-8, IAC J19-18-10, IAC J20-17, IAC J24-6, IAC J26-6, IAC J28-8 e IAC J30-20), dispostas em delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Foram realizadas avaliações de campo, de processamento pós-colheita e de laboratório. Destacaram-se as linhagens IAC J3-1, IAC J9-16 e IAC J19-18-10 pelos valores de produtividade de grãos beneficiados e pela qualidade sensorial acima da média do grupo estudado. As linhagens IAC J9-16 e IAC J19-18-10 apresentam predominância de nuances de floral e mel, respectivamente, indicando que podem apresentar alto potencial para expressar tais características na bebida. Os resultados indicam que há linhagens de Bourbon Amarelo com aptidão produtiva e com qualidade de bebida superior, o que ressalta a importância da escolha adequada de genótipos para a produção de cafés especiais diferenciados.

Palavras-chave – *Coffea arabica* L., genótipos, produtividade, qualidade do café

CHARACTERIZATION OF YELLOW BOURBON LINES COFFEE TREE FOR THE PRODUCTION OF SPECIALTY COFFEES

ABSTRACT – The demand for specialty coffees in the national and international market is growing at rates above 10% per year, which creates an excellent opportunity to exploit new markets. The quality of the coffee beverage is defined by the genetic predisposition of the varieties together with the effects of the production environment and the post-harvest processing. Commercial cultivars of Yellow Bourbon coffee tree have already demonstrated predisposition for the production of high-quality beverages, which are highly appreciated in the specialty coffee market. The goal of this study was to evaluate the agronomic and qualitative performance of Yellow Bourbon lines from the Active Germplasm Bank of the Agronomic Institute of Campinas (IAC), aiming to identify the genotypes that stand out for grains yield and specialty quality production. The experimental field was carried out in São Sebastião da Gramma, São Paulo, at 1100 masl in a Red-Yellow Argisol with medium texture, during the 2018/2019 season. The treatments were composed by 14 lines of Yellow Bourbon (IAC J3-1, IAC J4-10, IAC J6-9, IAC J8-2, IAC J9-16, IAC J14-20, IAC J15-16-5, IAC J26-8, IAC J19-18-10, IAC J20-17, IAC J24-6, IAC J26-6, IAC J28-8 e IAC J30-20) in a randomized block design with three replications. It was performed field, post-harvest processing and laboratory evaluations. The lines IAC J3-1, IAC J9-16 and IAC J19-18-10 were standing out for the coffee grains yield and the cup quality above the average of the group. The lines IAC J9-16 and IAC J19-18-10 had shown predominance of floral and honey nuances, respectively, indicating a possible high potential to express these characteristics on the cup. The results reveal that there are lines of Yellow Bourbon with the capacity to produce high yield and cup quality, which emphasizes the importance of the adequate choice of genotypes for the production of specialty and differentiated coffees.

Keywords – *Coffea arabica*, genotypes, coffee yield, coffee quality

1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento do consumo de cafés especiais no Brasil e no mundo, nota-se um aumento de demanda pelos produtores por variedades diferenciadas de cafeeiro que atendam às exigências deste mercado. Atualmente cafeicultores de diversas regiões de produção estão em busca de variedades antigas e variedades não tradicionais, como Maragogipe e Laurina, ou de variedades importadas, como Geisha, Rume Sudan e Pacamara, dentre outras, que já são reconhecidas internacionalmente por apresentarem perfil sensorial diferenciado na xicara, adquirindo muitas vezes o status de café exótico devido à grande diferenciação do perfil sensorial.

Ainda que exista o cultivo de variedades estrangeiras no Brasil, é importante ressaltar que a legislação brasileira considera qualquer material propagativo de cafeeiro como artigo regulamentado, havendo normas específicas para importação de cultivares (Brasil, 2016; Brasil 2017). Desse modo, infere-se que o uso de material importado sem a devida autorização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e principalmente sem quarentena regulamentar, pode comprometer a sustentabilidade da cafeicultura brasileira perante o risco de introdução de pragas e ou doenças ainda não existentes no País. Neste contexto, é de fundamental importância intensificar as pesquisas científicas e tecnológicas nacionais para fins de identificação de novas variedades ou cultivares de cafeeiro com características desejáveis para atendimento da crescente demanda do setor produtivo de cafés especiais diferenciados no Brasil.

Considerando que vários autores têm demonstrado que a composição genética do varietal é essencial para a produção de cafés especiais diferenciados (Kathurima et al., 2009; Kitila et al., 2011), surge a demanda de estudos detalhados sobre o desempenho agrônômico e qualitativo de cafeeiros nas diferentes regiões de cultivo. A qualidade da bebida do café, juntamente com a produtividade, são dois fatores que interferem na receita obtida pelos produtores, pois o preço pago pelo café é diretamente afetado pela qualidade de bebida. Nesse sentido, estudos que avaliam a produção de café especiais, ou seja, com elevada qualidade de bebida, associado

com altas produtividades, são necessários para embasar a recomendação de cultivares mais apropriadas para cada situação de cultivo.

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021), existem mais de 130 cultivares de cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) registradas para cultivo comercial no Brasil, mas são poucas informações sobre as características sensoriais da bebida de café dessas cultivares. Figueiredo et al. (2013) demonstraram o potencial de linhagens comerciais da cultivar Bourbon Amarelo para produzir bebidas com características sensoriais excelentes. Considerando que quando essas linhagens comerciais foram registradas, os fatores de maior impacto para a recomendação de novos cafeeiros eram relacionados com características agrônômicas, como produtividade, vigor vegetativo e características das sementes.

Frente a necessidade de aumento de produção de cafés especiais no Brasil, a fim de atender à crescente demanda do mercado, há uma oportunidade para a exploração de linhagens de Bourbon Amarelo que já são reconhecidas pela qualidade de bebida e que tenham potencial para proporcionar elevadas produtividades.

Sendo assim, a hipótese do trabalho é que existem diferenças nas características agrônômicas e na qualidade de bebida entre linhagens de Bourbon Amarelo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico e qualitativo de linhagens de Bourbon Amarelo do Banco Ativo de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), visando identificar os genótipos que se destacam em termos de produtividade de grãos e produção de cafés especiais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM, IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS DO CAFEEIRO BOURBON

Quando se refere ao cafeeiro Bourbon, pode-se citar linhagens, variedades e cultivares. Para que não haja confusão, é importante entender as diferenças definidas pelo Art. 3º da Lei Nº 9.456 de 25 de abril de 1997 que considera que uma cultivar

seja uma variedade vegetal que teve a interferência humana para inserção e/ou seleção de características agrônômicas desejáveis e que ainda possa ser descrita e distinguida das demais, possuindo características estáveis e homogêneas e é passível de ser protegida em relação aos direitos à propriedade intelectual. Enquanto linhagens são plantas com constituição genética homogênea, obtidos por algum processo autogâmico contínuo (Brasil, 1997). Já variedade é um termo mais abrangente, usualmente utilizado para se referir a plantas de uma mesma espécie que possuam pequenas variações ocorridas naturalmente.

No Brasil, país que investiu em pesquisas para desenvolver as técnicas de cultivo do cafeeiro desde 1887 com a fundação do Instituto Agrônômico (IAC, 2021), sempre foram preferidas cultivares que apresentem maior desempenho produtivo. O cafeeiro Bourbon Vermelho foi introduzido no Brasil em 1852 por decisão governamental com o intuito de aumentar a produtividade, pois havia informações de que se tratava de um café com excelente qualidade e era mais produtivo que a cultivar Típica (*Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer), introduzida no Brasil em 1727 (Taunay, 1939).

O cafeeiro Bourbon começou a ser estudado no país a partir de 1932 no Instituto Agrônômico (IAC), onde buscaram selecionar plantas mais produtivas e adaptadas a diferentes ambientes de produção (Mendes, 1951). O melhoramento genético do Bourbon foi intensificado a partir de 1945 com a descoberta do Bourbon Amarelo, desde então considerado mais produtivo que o Bourbon Vermelho nas mesmas condições de cultivo (Carvalho et al., 1957).

A variedade Bourbon Amarelo foi encontrada pela primeira vez em Pederneiras, no estado de São Paulo. Existem duas hipóteses sobre o surgimento deste café, sendo originário da mutação do Bourbon Vermelho ou de um cruzamento natural entre o Bourbon Vermelho e o Amarelo de Botucatu. A hibridação natural é mais aceita pelos seguintes motivos: os dois cafeeiros eram os principais genótipos plantados no estado de São Paulo naquele período, era frequente a ocorrência de plantas similares ao Amarelo de Botucatu nas antigas plantações de Bourbon Amarelo e as linhagens de Bourbon Amarelo podem apresentar brotos novos de cor bronze, comum no

Amarelo de Botucatu, enquanto o Bourbon Vermelho possui brotos novos de cor verde (Carvalho et al., 1957).

Ainda de acordo com Carvalho et al. (1957), as principais diferenças entre o Bourbon Vermelho e o Bourbon Amarelo eram a coloração do exocarpo do fruto, o porte um pouco maior, a produtividade mais elevada e a maturação um pouco mais tardia no Bourbon Amarelo. Em 1945 no município de Jaú, um talhão de Bourbon Amarelo se destacou aos olhos do Engenheiro Agrônomo Hélio de Moraes que observou o melhor desempenho do talhão de Bourbon Amarelo em comparação com os demais, o qual apresentava produtividade média três vezes maior do que o restante da propriedade e ainda menor bienalidade. O pesquisador do IAC Dr. Alcides Carvalho visitou a propriedade para selecionar 30 plantas desta nova variedade que receberam a nomenclatura J (Jaú) seguidas por números de 1 a 30.

O melhoramento genético do Bourbon Amarelo permitiu a seleção de linhagens produtivas que foram amplamente distribuídas entre as diversas regiões de produção de café no Brasil, com destaque para as linhagens IAC-J2, IAC-J9, IAC-J10, IAC-J19, IAC-J20, IAC-J22 e IAC-J24, atualmente registradas no Registro Nacional de Cultivares (MAPA, 2021).

Devido à sua excepcional qualidade de bebida, a cultivar Bourbon sempre foi preferida para cultivo nos principais países produtores de cafés especiais, como El Salvador, Guatemala, Honduras, Peru, Quênia e Tanzânia (WCR, 2018), destacando a sua importância para a produção de cafés com qualidade de bebida superior.

Atualmente a cultivar Bourbon Amarelo é considerada uma das que possui elevado potencial genético para a produção de cafés especiais, despertando o interesse de cafeicultores de diversos países. Devido ao gosto adocicado e sabor frutado e ao aroma característico que confere à bebida, muitos cafeicultores brasileiros estão voltando a plantar essa cultivar (Valor Econômico, 2007). O fortalecimento do mercado de cafés especiais tem gerado demanda para o aumento de área cultivada com o cafeeiro Bourbon, o que justifica uma melhor caracterização da qualidade e identificação de genótipos superiores, tendo em vista obter informações que possam contribuir para aprimorar a produção de cafés especiais no Brasil.

O cafeeiro Bourbon Amarelo é altamente suscetível à ferrugem e ao nematoide, possui porte alto, frutos amarelos, maturação precoce, podendo variar de 20 a 30 dias antes do Mundo Novo. A produtividade média de frutos é cerca de 30% a 50% inferior que o Mundo Novo, Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo, sendo de 25 sacas por hectare de café beneficiado. Quando adultas, as plantas podem atingir altura média 2,6 m e o vigor é considerado baixo. As linhagens registradas apresentam folhas novas de coloração verde clara, o florescimento ocorrendo de setembro a outubro e a maturação dos frutos entre março e maio, dependendo da região. A massa de 1000 sementes de grãos chatos é de 118,5 gramas e com peneira média 16. A porcentagem de sementes do tipo chato é em torno de 87,4% (Consórcio Pesquisa Café, 2011).

O Bourbon Amarelo destaca-se pela excelente qualidade de bebida, sendo indicado para a produção de cafés especiais em regiões acima de 1.000 metros (Guerreiro Filho et al., 2006). A precocidade de maturação dos frutos da cultivar Bourbon favorece o seu cultivo em locais de maior altitude, onde apresenta naturalmente um maior potencial para a produção de cafés de melhor qualidade. A qualidade de bebida do Bourbon é mundialmente reconhecida devido à elevada doçura natural do café, sabor achocolatado, aroma frutado intenso e agradável acidez cítrica, sendo por isso bastante utilizada para a produção de cafés especiais em diversas regiões do mundo.

2.2 CAFÉS ESPECIAIS E FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE

O conceito de cafés especiais foi utilizado pela primeira vez por Knutsen (1978 apud Rhinehart, 2009), referindo-se a cafés que apresentam perfil sensorial único, conforme as características micro-climáticas do ambiente de produção. Os cafés especiais diferenciam-se dos comuns principalmente por características relacionadas à qualidade da bebida, ao aspecto físico dos grãos, à forma de cultivo e colheita e ao tipo de processamento pós-colheita, assim como a história e origem das lavouras, variedades/cultivares e quantidades limitadas de produção, dentre outras.

Segundo Paiva (2005), um café especial é sinônimo de café fino ou de qualidade superior que apresente alguma característica que o diferencie dos outros,

como o sabor remanescente floral, cítrico ou achocolatado, o que contribui para agregar valor ao produto. Para Giomo e Borém (2011), mesmo que as características físicas, tais como tamanho e aparência dos grãos, sejam relevantes na determinação da qualidade e do valor do café no mercado, a qualidade de bebida expressa na xicara é certamente o principal diferencial para um café especial, o qual poderá ser tão mais valorizado quanto mais rara e exótica for a sensação de prazer e satisfação sensorial proporcionada ao consumidor.

Samoggia e Riedel (2018) relataram que há um número limitado de estudos que exploram as preferências do consumidor em relação às características intrínsecas de qualidade do café, como torra ou método de preparo. Ainda assim observaram que o consumo de cafés especiais é maior entre os consumidores mais jovens que, usualmente, buscam melhores sabores que aqueles encontrados no café comum. A demanda por cafés especiais no Brasil vem crescendo cerca de 10% ao ano, enquanto a busca pelo café comum aumenta apenas 2% ao ano (Costa, 2020; Ferreira e Diniz, 2018). Consequentemente, de acordo com a Euromonitor Consulting (2017), o consumo de café Premium no ano de 2016 atingiu 10% do total consumido no país, equivalente a 70 mil toneladas de café. No mercado internacional, os cafés especiais representam 12% do total (IEA, 2020), fato que certamente cria uma excelente oportunidade de exploração de novos mercados, uma vez que o Brasil é o maior produtor mundial de café, tendo apresentado uma produção de 63,07 milhões de sacas na safra 2019/2020 (CONAB, 2020).

A qualidade do café é determinada principalmente pelo sabor e aroma formados durante a torra a partir de precursores químicos armazenados no grão cru. No entanto, a formação e a presença destes precursores nos grãos de café dependem de fatores genéticos (espécie/variedade), ambientais (local de cultivo) e tecnológicos (procedimentos de colheita e processamento pós-colheita) (Bertrand et al., 2006; Villarreal et al., 2009; Villela, 2002).

O fator genético, como por exemplo, as diferentes cultivares, tem sido considerado um dos mais importantes e determinantes do perfil sensorial da bebida do café. Embora vários estudos tenham sido feitos para melhor compreender os fatores que determinam a qualidade do café, são poucos aqueles que visam

correlacionar o efeito da constituição genética de cultivares de café arábica com a qualidade de bebida (Giomo et al., 2011b).

O café é um produto cuja qualidade se expressa de diferentes formas em função do local de plantio e do processamento pós-colheita. É essencialmente um produto de “terroir”, ou seja, influenciado diretamente pelos aspectos ambientais, tanto os naturais quanto os antrópicos (Alves et al., 2011). Malta e Chagas (2009) consideram que genótipos de cafeeiro podem apresentar diferenças na qualidade e que o efeito do ambiente também pode interferir na composição química e na qualidade do café.

Ao avaliar a qualidade sensorial do cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama-SP, a 1300 m de altitude, Latossolo Amarelo, temperatura média anual de 20°C, precipitação anual de 1560 mm, em Lavras-MG, a 950 m de altitude, Latossolo Argiloso, temperatura média anual de 20,4°C, precipitação anual de 1460 mm e em Santo Antônio do Amparo-MG, a 1050 m de altitude, Latossolo Argiloso, temperatura média anual de 19,9°C e precipitação anual de 1700 mm, Figueiredo et al. (2013) verificaram que o município paulista de São Sebastião da Grama, propiciou um ambiente mais favorável para a produção de cafés especiais, quando comparado com Lavras e Santo Antônio do Amparo.

Para plantas com idade entre 7 a 10 anos Tolessa et al. (2016) concluíram que em ambientes com temperaturas médias anuais entre 19,3 a 22,5 °C, pluviosidade de 1523 mm na região de Oromia na Etiópia, altitudes mais elevadas que variam entre 1950-2100 m aumentam o potencial de produção de cafés com qualidade elevada, tanto em locais abertos quanto com sombreamento de até 55 %. Não encontraram diferenças para sombreamento em altitudes entre 1600-1680 metros, mas o cultivo com sombreamento entre 65 a 85 % prejudicou a qualidade do café em altitudes de 1950-2100 metros (Tolessa et al., 2016).

De acordo com dados obtidos por Marie et al. (2020) ao avaliarem o desempenho agrônômico e qualitativo de cultivares tradicionais e cultivares híbridos F1 em diferentes ambientes na Nicarágua, o genótipo teve uma influência significativa na qualidade final do café, sendo que as cultivares de híbridos F1, Starmaya e

Centroamericano, obtiveram os melhores desempenhos qualitativos e ainda fazem parte do grupo com produtividade significativamente maior que as demais.

Alguns estudos já foram feitos visando correlacionar o efeito genético de cultivares de café arábica com a qualidade de bebida, porém os resultados não foram conclusivos (Giomo et al., 2011a). Comparativamente a outras cultivares, a Bourbon Amarelo tem apresentado maior potencial de qualidade de bebida nas regiões de melhor aptidão climática, sendo por isso altamente valorizada nos mercados de cafés especiais. Temperaturas médias anuais entre 18,0 e 22°C e déficit hídrico anual inferior a 150 mm são fatores determinantes para o sucesso do cultivo (Sediyama et al. 2001 e CIIAGRO, 2009).

Pondera-se que as diferenças no sabor e aroma dos cafés sejam provenientes de diversas alterações físico-químicas, fisiológicas e bioquímicas que ocorrem nos grãos durante as etapas de produção, processamento e secagem, sob influências do efeito do ambiente. Segundo Medina Filho (2007) as principais diferenças de sabor da bebida são devidas à constituição genética da planta, que imprime uma forte interferência na determinação do sabor e aroma (Salla, 2009). Assim, considera-se que quando uma cultivar possui predisposição genética para expressar sabores e aromas distintos na bebida, ainda que ocorram variações de intensidade em determinados atributos sensoriais em cada safra, a cultivar continuará sendo reconhecida pelo seu sabor e aroma característico, inerente à sua própria constituição genética.

De acordo com Leite (1991) a qualidade da bebida do café varia em função das condições climáticas predominantes durante o ciclo de desenvolvimento da planta, colheita e secagem dos frutos, bem como do local de origem, estágio de maturação dos frutos e tipo de processamento pós-colheita utilizado. Segundo Agwanda et al. (2003) o sabor e o aroma do café são características determinadas pelo genótipo, servindo como critério de identificação e seleção de cultivares para melhoria da qualidade da bebida em café arábica.

2.3 ASPECTOS SENSORIAIS

A avaliação sensorial da bebida do café é feita por meio dos órgãos do sentido, especialmente paladar, olfato e tato, sendo o método mais eficaz para a caracterização da qualidade de bebida do café, em vista da complexidade dos fatores que envolvem a manifestação de aromas e sabores na bebida.

Dentre as metodologias disponíveis para a avaliação sensorial de cafés, são comumente utilizadas no Brasil a Instrução Normativa n. 08 de 2003 (Brasil, 2003) e a classificação de cafés especiais da *Specialty Coffee Association-SCA* (Lingle, 2011). A prova de xícara é largamente empregada para a classificação da bebida dos cafés e a Instrução Normativa n. 08 classifica-os em bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado, rio e riozona (Brasil, 2003). Esse tipo de avaliação se baseia em poucos atributos do produto, como acidez, corpo e ausência de defeitos (Feria-Morales, 2002), sendo, por isso, pouco utilizado no mercado de cafés especiais.

Na avaliação de cafés especiais, além da nota global da bebida, são importantes as pontuações obtidas em cada um dos atributos sensoriais que compõem a sua qualidade global, tendo em vista a identificação de características sensoriais distintas entre diferentes amostras e, ao mesmo tempo, a descrição das notas ou nuances específicas de aroma e sabor encontradas em uma determinada amostra. Dentre os métodos disponíveis para análise sensorial do café, o proposto por Lingle (2011) é o mais conhecido internacionalmente, que classifica como especiais os cafés que apresentam nota final de no mínimo 80 pontos. Neste método os atributos sensoriais são agrupados em duas categorias, sendo uma subjetiva, representada pela fragrância/aroma, sabor, sabor residual, acidez, corpo, equilíbrio e impressão global, e uma objetiva, representada pela uniformidade, xícara limpa e doçura (Lingle, 2011).

Para que este método seja aplicado corretamente devem ser seguidas todas as orientações e prescrições estabelecidas nos protocolos e procedimentos, em todas as etapas do preparo e análise do café, destacando aqueles relacionados com o preparo das amostras e com a qualidade da água. Tais características tornam esse

método bastante aceito e utilizado em qualquer lugar do mundo onde se avalie café especial.

Essa avaliação é denominada “cupping” e é realizada por degustadores devidamente treinados e habilitados, denominados “Q Grader” certificados pelo Instituto de Qualidade do Café (tradução livre de “Coffee Quality Institute” - CQI (Costa, 2020) e habilitados pela SCA, os quais são submetidos a treinamentos específicos para a comprovação da percepção sensorial. Periodicamente eles participam de calibrações para aferição e/ou aprimoramento das suas habilidades sensoriais, especialmente as olfativas e as gustativas, aumentando a representatividade da análise sensorial realizada por essa metodologia.

Após as avaliações de qualidade sensorial, a bebida do café ainda pode ser dividida em 4 categorias, de acordo com a nota obtida na classificação da SCA. Cafés com pontuação abaixo de 80 pontos – não especiais; cafés com pontuação entre 80 até 84,99 pontos – muito bons; cafés com pontuação entre 85 até 89,99 – excelentes e por fim, cafés com pontuação entre 90 até 100 – extraordinários (SCA, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido na Fazenda Recreio Estate Coffee no município de São Sebastião da Gramma, SP, Brasil.

A área experimental fica a 1100 metros de altitude, próxima às coordenadas geográficas 21° 41' 54.26" S e 46° 41' 41.56" O.

O solo é Argissolo Vermelho-Amarelo com textura média e os atributos químicos anteriores ao plantio na camada 0,00-0,20 m são descritos a seguir: pH (CaCl₂): 5,4, teor de matéria orgânica: 24 g dm⁻³, P (resina): 21 mg dm⁻³, K: 6,6 mmolc dm⁻³, Ca: 62 mmolc dm⁻³, Mg: 18 mmolc dm⁻³, H+Al: 29 mmolc dm⁻³, soma de bases 86,6: mmolc dm⁻³, capacidade de troca catiônica: 115,6 mmolc dm⁻³ e saturação por bases: 75%.

O clima da região, de acordo com Köppen (1928), é Cwb, tropical de altitude, com temperatura média de 19,5°C e pluviosidade média anual de 1.510 mm.

As condições climáticas médias de temperaturas e precipitações dos últimos 30 anos no município estão descritas na Figura 1.

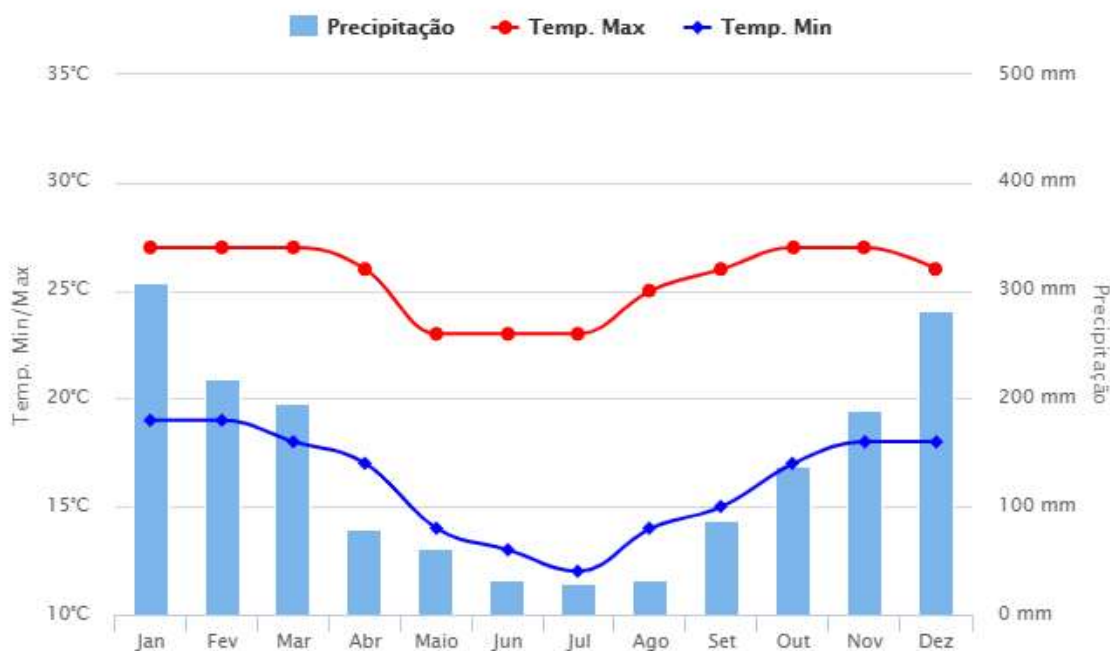


Figura 1. Dados médios de uma série de 30 anos de temperaturas máximas e mínimas e precipitação mensal acumulada do município de São Sebastião da Gramma, SP (Clima Tempo, 2021).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições.

Os tratamentos foram constituídos por 14 linhagens de Bourbon Amarelo (Tabela 1) selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

A linhagem 5, correspondente a J9, foi considerada testemunha, pois refere-se a cultivar registrada no Registro Nacional de Cultivares-RNC, sendo utilizada comercialmente.

As parcelas experimentais foram constituídas por linhas de café com 32 metros de comprimento, contendo 40 plantas espaçadas a 0,8 m entre plantas e 3,5 m entre linhas, sendo as 15 plantas centrais consideradas como área útil.

Tabela 1. Descrição das 14 linhagens de Bourbon Amarelo provenientes do Banco de Germoplasma do Instituto Agronômico de Campinas-IAC que foram utilizadas no experimento localizado na Fazenda Recreio Estate Coffee, São Sebastião da Grama - SP.

Linhagem	Genótipo
1	B.A. IAC J3-1
2	B.A. IAC J4-10
3	B.A. IAC J6-9
4	B.A. IAC J8-2
5	B.A. IAC J9-16
6	B.A. IAC J14-20
7	B.A. IAC J15-16-5
8	B.A. IAC J26-8
9	B.A. IAC J19-18-10
10	B.A. IAC J20-17
11	B.A. IAC J24-6
12	B.A. IAC J26-6
13	B.A. IAC J28-8
14	B.A. IAC J30-20

As linhagens de Bourbon Amarelo utilizadas foram selecionadas entre 30 linhagens existentes no Banco Ativo de Germoplasma do Instituto Agronômico-IAC no Estado de São Paulo pela qualidade sensorial diferenciada. A quantidade de números separados por um traço (-) indica o número de vezes que a linhagem foi selecionada previamente, por exemplo a linhagem 9 que é o J19-18-10, é originada da planta 19 que foi selecionada pelo Dr. Alcides Carvalho em Jaú e em uma nova área experimental desta linhagem, selecionou-se a cova 18 para um novo experimento, e por último, a planta da cova 10 foi a matriz replicada. A qualidade foi identificada em

anos anteriores pelo Programa de Cafés Especiais do IAC, sob coordenação do pesquisador Dr. Gerson Silva Giomo, e confirmada em “cuppings” promovidos em diversos eventos nacionais e internacionais, com a presença de degustadores experientes e que conhecem perfil sensorial de café nos principais países produtores.

3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O preparo do solo foi realizado por meio de descompactação com escarificador, seguido de aração e gradagem. Também foi realizada a prática da calagem, sendo que as correções do solo e adubações para o plantio, bem como nos anos posteriores até o momento da colheita estão descritas a seguir:

- plantio (2016): a aplicação de 4 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 491 kg de P₂O₅ ha⁻¹,
- primeiro ano (2016): 60 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O,
- segundo ano (2017): 228 kg ha⁻¹ de N e 120 kg ha⁻¹ de K₂O,
- terceiro ano (2018): 120 kg ha⁻¹ de N e 180 kg ha⁻¹ de K₂O, 1,5 kg ha⁻¹ de S, 3 kg ha⁻¹ de B e 6 kg ha⁻¹ de Zn,
- quarto ano (2019): 400 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 200 kg ha⁻¹ de K₂O, 0,45 kg ha⁻¹ de S, 0,9 kg ha⁻¹ de B e 1,8 kg ha⁻¹ de Zn.

O experimento foi implantado em janeiro de 2016, no espaçamento de 3,5 x 0,8 m, sendo conduzido em condições de sequeiro.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais, uso de roçadeira e herbicidas de pré e pós-emergência para a cultura do café.

Para o controle de insetos-pragas e de doenças foi feito o monitoramento da lavoura e quando necessário foram utilizados produtos recomendados para a cultura do cafeeiro.

3.4 AVALIAÇÕES

As avaliações referentes às características agronômicas e qualitativas foram realizadas com base no ano agrícola de 2018/2019. A caracterização agronômica das linhagens foi realizada nas duas primeiras semanas de maio de 2019 e as atividades foram divididas da seguinte forma: na primeira semana foram coletados os dados de altura de planta, altura de inserção do primeiro par de ramos plagiotrópicos, diâmetro de caule, diâmetro de copa, número de nós no ortotrópico, número de pares de ramos

plagiotrópicos que produziram café na safra, comprimento de ramos plagiotrópicos, número de nós produtivos nos ramos plagiotrópicos, cor de broto e vigor vegetativo. Já nos três primeiros dias da segunda semana (6, 7 e 8 de maio) realizou-se a colheita e quantificação do estágio de maturação e da produção de cada parcela.

3.4.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Quinze plantas centrais de cada parcela foram definidas como a área útil para avaliação de produtividade e qualidade do café, e destas, três foram utilizadas para a realização das análises de campo. Na fase pré-colheita foi realizada avaliação do desenvolvimento vegetativo das plantas em campo para fins de caracterização do desempenho agrônômico das linhagens. Foram avaliadas as seguintes características:

- Altura de planta (AP) - medida com o auxílio de uma régua de madeira com 2,50 metros de comprimento, graduada de 5 em 5 centímetros, alocada no sentido da linha do cafeeiro, sendo medida em centímetros (cm) do nível do solo até o meristema apical;
- Altura de inserção do primeiro par de ramos plagiotrópicos (A1N) - medida com o auxílio de uma régua de madeira com 2,50 metros de comprimento, graduada de 5 em 5 centímetros, alocada no sentido da linha do cafeeiro, sendo medida em centímetros (cm) do nível do solo até o primeiro par de ramos plagiotrópicos;
- Diâmetro de caule (Dca) - medido com o auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,1 mm, sendo o paquímetro posicionado no sentido da linha, a 15 cm de altura do nível do solo;
- Diâmetro de copa (Dco) - medido com uma régua de 2,50 m de comprimento e graduada de 5 em 5 cm, sendo medida a projeção da copa no solo em centímetros (cm) e realizada no sentido transversal da linha de plantio;
- Número de nós no ortotrópico (NRO) - foram contados o número total de par de ramos plagiotrópicos no caule ortotrópico, considerando até o ramo com um par de folhas no ápice da planta;

- Número de ramos plagiotrópicos com nós que produziram café na safra (NRP) - foram contados o número de nós com ramos plagiotrópicos que produziram café na safra avaliada;
- Comprimento de ramos plagiotrópicos (CRP) - foi medido em centímetros (cm), no terço médio das plantas e com o auxílio de uma régua de 2,50 m de comprimento, graduada de 5 em 5 cm, o comprimento dos dois ramos que compõe um par de ramo plagiotrópicos, de lados opostos da rua;
- Número de nós produtivos nos ramos plagiotrópicos (NNP) - foram contados o número de nós que produziram café na safra avaliada de um par de ramo plagiotrópico do terço médio das plantas avaliadas;
- Cor de broto e vigor vegetativo - foram anotados no momento da avaliação de campo para contribuir com a caracterização de cada linhagem. Para a determinação do vigor vegetativo, foram atribuídas notas de 1 a 10 para cada parcela experimental, de acordo com o desempenho vegetativo das plantas, sendo 1 às linhagens pouco vigorosas e 10 àquelas com ótimo desempenho (Nogueira et al., 2005). Foi calculada a média dos tratamentos e atribuída uma classificação para o vigor, sendo considerado “Baixo” até 4, “Médio” de 4,01 até 7 e “Alto” entre 7,01 até 10.

O café foi colhido em maio de 2019 pelo método de derriça total no pano, realizada manualmente e em toda a área útil de cada parcela. Após a colheita as amostras foram levadas para a unidade de processamento da fazenda onde foi quantificada a massa de frutos colhidos de cada parcela, em quilogramas. Foi retirado um litro de frutos da massa total de café colhido de cada parcela para constituir uma amostra de referência para obtenção de coeficientes técnicos para estimativa de produtividade, e o restante seguiu para o processamento, onde foi realizada a separação hidráulica dos frutos secos e retirada manual de frutos imaturos. Os frutos maduros foram secos em terreiro suspenso até atingirem teor de água de aproximadamente 12% (Figura 2). As amostras de referência foram pesadas e

utilizadas para a quantificação de frutos maduros, imaturos, e secos, e depois foram secas individualmente da mesma forma citada anteriormente.



Figura 2. (a) Frutos maduros dispostos em terreiro suspenso para secagem e (b) frutos em fase final de secagem.

Após a secagem, as amostras de frutos secos (café em coco) foram armazenadas por 30 dias. Em seguida foram pesadas, beneficiadas e utilizadas para as avaliações de massa de 100 grãos, classificação física (porcentagem de grãos chatos graúdos, médios, miúdos, porcentagem de grãos mocas e porcentagem de grãos de peneira 16 acima) e análises sensoriais da bebida. As amostras de referência também foram pesadas e descascadas (beneficiadas) para avaliação do rendimento de beneficiamento e estimativa de produtividade de grãos.

A massa de 100 grãos foi determinada usando-se quatro amostras de 100 grãos (Figura 3) e para padronizar a amostra, utilizou-se cafés de peneira 16 acima de cada parcela experimental, sendo o resultado representado pela média aritmética das quatro determinações, expresso em gramas (g).



Figura 3. (a) Contagem de 100 grãos para a determinação da massa e (b) grãos distribuídos no contador.

O rendimento de grãos beneficiados foi calculado seguindo a Equação 1 descrita a seguir:

$$\text{Rendimento Benefício (\%)} = \left(\frac{\text{Massa grãos1}}{\text{Massa coco1}} \right) \times 100$$

(Equação 1)

em que, “Massa grãos1” é a massa de grãos obtida após o beneficiamento da amostra de referência e “Massa coco1”, é a massa de frutos secos (café em coco) da amostra de referência.

A estimativa de produtividade de grãos, em sacas por hectare, foi feita a partir do rendimento de grãos beneficiados calculado anteriormente, da população de plantas por hectare e da estimativa de massa de grãos total por parcela (Equação 2) de acordo com a Equação 3.

$$\text{Grãos de café (kg)} = \left(\frac{\text{Massa frutos} \times \text{Massa Coco1}}{\text{Massa frutos1}} \right) \times \left(\frac{\text{Rendimento Grãos}}{100} \right)$$

(Equação 2)

$$Produtividade (sc ha^{-1}) = \frac{(Gr\tilde{a}os de Caf\acute{e} \div plantas colhidas) \times (10000 \div 2,8)}{60}$$

(Equa\c{c}\~ao 3)

em que, “Massa frutos”: é a massa total de caf\~e fresco colhido por parcela, em kg e “Massa frutos 1”, é a massa de frutos frescos obtida nas amostras de refer\~encia de cada parcela.

Foi calculada a produtividade relativa das diferentes linhagens de Bourbon Amarelo em rela\c{c}\~ao a cultivar Bourbon Amarelo J9. A produtividade da linhagem J9, considerada refer\~encia, foi 100% e a equa\c{c}\~ao (Equa\c{c}\~ao 4) utilizada para determinar a produtividade comparativa das demais est\~a descrita a seguir:

$$PGR = \frac{PG_{linhagem} \times 100}{PGJ9}$$

(Equa\c{c}\~ao 4)

em que, “PGR” é a produtividade de gr\~aos relativa, em % e “PG_{linhagem}”, é a produtividade de gr\~aos da linhagem que foi calculada a PGR, e “PGJ9” é a produtividade de gr\~aos da linhagem testemunha, J9, que foi de 31,56 sc ha⁻¹.

No momento da colheita realizou-se a quantifica\c{c}\~ao, em porcentagem, dos frutos maduros, verdes e secos para cada unidade experimental (Figura 4). Separou-se os frutos maduros, verde e seco de cada amostra de 1 l e ent\~ao mediu-se o volume de cada fra\c{c}\~ao, valor que representou a porcentagem de frutos em cada um dos est\~adios de matura\c{c}\~ao, sendo este procedimento realizado uma vez com cada amostra das unidades experimentais. Logo em seguida, as fra\c{c}\~oes foram juntadas e as amostras seguiram para a secagem individualmente.



Figura 4. Diferentes estádios de maturação dos frutos em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo, sendo (a) fruto verde, (b) fruto maduro e (c) frutos passas e secos.

3.4.2 CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS

Uma amostra de 100 gramas de grãos de cada parcela foi classificada em jogo de peneiras com perfurações oblongas e circulares, conforme as recomendações da Instrução Normativa n. 8 do Ministério da Agricultura (Brasil, 2003). Os resultados de granulometria correspondem a quantidade de grãos chatos e grãos mocas retidos nas peneiras, expressos em percentagem (%), agrupando-se as classes de tamanho em grãos graúdos (peneira 17 acima), médios (peneiras 15 e 16) e miúdos (peneiras 12, 13 e 14) para grãos chatos, total de grãos mocas (peneiras 10, 11 e 12) e peneira 16 acima (chatos e mocas).

A análise sensorial foi realizada seguindo uma adaptação da metodologia da Specialty Coffee Association (SCA) proposta por Lingle (2011), realizada por três provadores de cafés especiais (QGrader), habilitados e certificados pelo Coffee Quality Institute (CQI) para avaliação sensorial de cafés especiais. Nessa avaliação foram atribuídas notas, no intervalo de 7 a 10 pontos, para cada um dos seguintes atributos: fragrância/aroma, acidez, corpo, sabor, sabor residual, doçura, balanço e impressão global e para uniformidade e xícara limpa foram atribuídas notas máximas, considerando que as amostras já haviam passado por um rigoroso processo de seleção. A torra do café foi correspondente a 58 pontos da escala Agtron para o grão inteiro, e 63 pontos para o grão moído (Figura 5).

Em cada avaliação foram degustadas cinco xícaras de café representativas de cada parcela experimental, realizando-se uma sessão de análise sensorial para cada repetição, totalizando três repetições para cada tratamento. Os resultados da avaliação sensorial foram expressos em uma escala de 80-100 de acordo com a metodologia utilizada.

Uma parte importante da avaliação sensorial do café é a descrição do perfil sensorial, onde são registrados os aromas e sabores predominantes em cada amostra. As linhagens de Bourbon Amarelo que apresentaram pelo menos um aroma e ou sabor predominante em todas as três repetições foram agrupadas e destacadas nos resultados.



Figura 5. Diferentes etapas da avaliação sensorial de café, sendo (a) grãos torrados (b) café moído (c) crosta após infusão e (d) bebida sem a crosta, pronta para avaliação.

Para identificar as linhagens com características específicas para produtividade e qualidade de bebida, foi plotado uma figura entre os valores de produtividade (eixo x) e notas da bebida do café (eixo y). A intersecção entre os eixos foi a média dos

valores de produtividade e notas de bebida das 14 linhagens de Bourbon Amarelo. As linhagens com produtividades acima da média ficaram localizadas nos dois quadrantes acima do eixo x, enquanto as linhagens com qualidade de bebida acima da média ficaram nos dois quadrantes ao lado direito do eixo y. Dessa maneira, as linhagens com qualidade de bebida e produtividade acima da média estão localizadas no quadrante a direita de y e acima de x.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística e de correlação simples com o auxílio do software AgroEstat® (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015). Realizou-se a análise de variância (ANOVA) através do teste F ($p < 0,05$) e, quando significativo, as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Devido à estrutura de dependência das variáveis analisadas, foi aplicada a análise exploratória multivariada por componentes principais (Hair Júnior, 2009) visando plotar a distribuição das variáveis e linhagens de Bourbon Amarelo em duas dimensões e agrupar as variáveis em novas variáveis latentes (componentes principais). Essa análise foi realizada com o objetivo de identificar as linhagens que se diferenciaram das demais para os atributos morfológicos e produtivos. A análise foi realizada utilizando a média das repetições de cada variável para cada linhagem. As variáveis utilizadas nessa análise foram altura de inserção do primeiro nó (A1N), diâmetro de copa (DCo), comprimento do ramo plagiotrópico (CRP), massa de 100 grãos (M100), rendimento de beneficiamento (RB), peneira 16 acima (16, 17 e 18), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DCa), número de nós no ramo ortotrópico (NRO), número de ramos produtivos (NRP) e número de nós produtivos nos ramos (NNP).

Antes da análise, todas as variáveis foram padronizadas, gerando média nula e variância unitária. A escolha do número de componentes principais foi em função do critério de Kaiser, utilizando-se aqueles com autovalores acima de 1,0 (Kaiser, 1958).

Os autovalores foram extraídos da matriz de covariância das variáveis originais. Variáveis com escores superior a 0,600 foram consideradas relevantes para a explicação dentro cada componente principal.

Para a identificação das linhagens com características específicas, foram plotadas elipses que abrangeram os valores dos eixos X e Y variando entre -1,96 a 1,96. Esses valores se referem ao valor Z da distribuição normal, em que, valores menores do que -1,96 e superiores a 1,96 indicam pontos com características específicas a 5% de probabilidade. Assim, foi possível identificar as linhagens com características específicas para cada componente principal, conforme realizado por Bertasello et al. (2020). As análises estatísticas multivariadas foram realizadas no software Statistica®, versão 7.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Nota-se que as características morfológicas das 14 linhagens de Bourbon Amarelo não apresentaram diferenças médias significativas entre si na safra avaliada (Tabela 2). Em cultivares comerciais de café arábica, Carvalho et al. (2010) e Morello et al. (2020) verificaram diferenças nos atributos morfológicos do café, fato que ocorreu possivelmente devido a expressão genética no ambiente em função da utilização de cultivares com menor proximidade genética, o que possivelmente confere maior variabilidade entre elas. Já neste trabalho, ressalta-se que a similaridade de desenvolvimento morfológico entre os genótipos avaliados possa ter ocorrido devido à estreita relação genética entre as linhagens de Bourbon Amarelo, uma vez que se trata de um único grupo varietal. Para dados mais conclusivos, faz-se necessário a avaliação contínua destas características por até quatro safras.

Tabela 2. Valores médios de altura de planta (AP), altura de inserção do primeiro par de ramos plagiotrópicos (A1N), diâmetro de caule (DCa), diâmetro de copa (DCo), número de nós no ortotrópico (NRO), número de pares de ramos plagiotrópicos que produziram café na safra (NRP), comprimento de ramos plagiotrópicos (CRP) e número de nós produtivos nos ramos plagiotrópicos (NNP) em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Gramma, SP, 2019.

Linhagem	AP	A1N	DCa	DCo	NRO	NRP	CRP	NNP
	cm	cm	cm	cm	nº	nº	cm	nº
1	162,22	25,56	4,49	170,56	32,67	19,44	83,33	12,28
2	150,56	26,67	4,13	176,11	30,67	18,44	87,50	11,17
3	167,22	28,33	4,42	161,67	33,22	19,56	80,83	12,44
4	168,33	32,78	4,01	153,89	32,78	19,11	77,22	11,67
5	163,89	28,89	4,09	155,56	33,56	19,78	75,28	12,11
6	161,67	27,22	4,41	163,89	32,22	19,33	81,11	10,61
7	170,00	28,89	4,32	162,78	33,78	18,11	76,11	10,72
8	158,33	30,00	4,12	162,22	30,78	17,67	75,28	10,00
9	165,00	30,56	3,97	150,56	27,78	15,67	74,72	10,61
10	173,89	31,67	4,41	158,33	34,00	18,22	80,56	10,44
11	157,50	25,83	4,08	156,67	31,67	17,00	75,00	9,25
12	171,11	28,89	4,48	158,89	34,00	18,67	72,22	9,22
13	162,22	31,67	4,04	153,33	31,56	17,67	74,17	10,50
14	165,55	27,77	4,08	159,44	34,22	19,00	71,67	11,33
Valor F	1,51ns	1,97ns	1,12ns	1,57ns	1,86ns	0,96ns	1,94ns	1,01ns
CV (%)	5,24	9,5	7,41	5,89	6,96	10,9	7,26	16,11
Média geral	164,11	28,91	4,22	160,27	32,35	18,40	77,50	10,88

CV: coeficiente de variação; ns: não significativo.

De acordo com a hipótese de origem do Bourbon Amarelo pelo cruzamento natural entre o Bourbon Vermelho e o Amarelo de Botucatu, é possível encontrar linhagens deste genótipo com diferentes cores de brotos e para a caracterização agrônômica das linhagens no experimento esta informação foi anotada. Nove linhagens, a 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10 e 13 apresentaram a cor verde para novos brotos e

outras cinco linhagens, a 6, 8, 11, 12 e 14 apresentaram a cor bronze para esta característica, como indicado na Tabela 3.

O vigor vegetativo das plantas é uma característica auxiliar de identificação da adaptabilidade das plantas ao ambiente de cultivo. Nas condições locais deste experimento, anterior a primeira colheita, as linhagens apresentaram vigor vegetativo médio variando entre 6,78 para a linhagem 4 até 8,56 para a linhagem 2 e sendo classificados como médio ou alto (Tabela 3). Apenas três linhagens (4, 9 e 13) apresentaram vigor médio.

Tabela 3. Cor de broto e vigor vegetativo médio em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama, SP, 2019.

Linhagem	Cor de broto	Vigor vegetativo	Vigor vegetativo
1	Verde	7,67	Alto
2	Verde	8,56	Alto
3	Verde	7,11	Alto
4	Verde	6,78	Médio
5	Verde	7,11	Alto
6	Bronze	8,22	Alto
7	Verde	7,33	Alto
8	Bronze	7,44	Alto
9	Verde	7,00	Médio
10	Verde	7,78	Alto
11	Bronze	6,83	Médio
12	Bronze	7,89	Alto
13	Verde	6,89	Médio
14	Bronze	7,44	Alto

A massa de 100 grãos e o rendimento de benefício (Tabela 4) apresentaram diferenças significativas, separando as linhagens em dois grupos, sendo as linhagens 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 com a massa variando de 13,68 até 14,59 gramas, cujos valores foram superiores aos das linhagens 2 e 3 e todas as linhagens apresentaram M100 acima da média descrita para Bourbon Amarelo que é de 11,85

g. Para o rendimento de benefício, observou-se que as linhagens 2 e 14 apresentaram 47,11 % e 49,77 %, respectivamente, inferior às demais que apresentaram entre 51,59 % e 54,88 %. Estes valores estão dentro da faixa de rendimento de 45 % a 55% citada por Krug et al. (1965) como adequada para o café arábica.

Tabela 4. Valores médios de massa de 100 grãos (M100), rendimento de beneficiamento (RB), produtividade (PG) e produtividade relativa (PR) em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Gramma, SP, 2019.

Linhagem	M100 g	RB %	PG sc ha ⁻¹	PR %
1	13,84 a	51,72 a	41,26 a	130,74
2	12,90 b	47,11 b	26,82 b	84,98
3	13,40 b	53,66 a	21,52 b	68,19
4	13,74 a	54,88 a	43,09 a	136,53
5	13,89 a	51,79 a	31,56 a	100,00
6	13,85 a	52,07 a	26,95 b	85,39
7	13,68 a	53,60 a	24,57 b	77,85
8	14,59 a	51,59 a	31,75 a	100,60
9	14,18 a	52,68 a	33,39 a	105,80
10	14,12 a	51,72 a	21,82 b	69,14
11	13,80 a	53,81 a	25,86 b	81,94
12	14,10 a	53,17 a	24,78 b	78,52
13	14,11 a	53,32 a	24,79 b	78,55
14	14,08 a	49,77 b	22,98 b	72,81
Valor F	4,48**	3,10**	2,21*	-
CV (%)	2,35	3,66	27,61	-
Média geral	13,88	52,21	28,65	-

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \geq 0,05$). *($p < 0,05$), **($p < 0,01$), respectivamente pelo teste F.

As linhagens que apresentaram maior produtividade foram 1, 4, 5, 8 e 9, variando de 31,56 a 43,09 sc ha⁻¹ (Tabela 4). Esses valores são maiores que os encontrados por Ferreira et al. (2013) para Bourbon Amarelo e Vermelho em Campos

Altos-MG, Lavras-MG e Três Pontas-MG, cidades que estão acima de 900 metros de altitude, onde as maiores produtividades médias foram de 34,87, 32,81 e 26,51 sc ha⁻¹, respectivamente, e também maiores que os valores observados por Rodrigues et al. (2012) para Bourbon Amarelo CJ10 de 26,91 sc ha⁻¹. A diferença de produtividade entre os dois grupos separados pelo teste de médias foi de 48%, demonstrando a importância da escolha correta de cultivares e linhagens para cultivo comercial. É importante ressaltar que, a não ser que haja um diferencial qualitativo que permita maior agregação de valor ao café, pode não ser viável o uso de cultivares menos produtivas.

Ao comparar a produtividade da primeira safra destas linhagens com a produtividade da linhagem 5 que é a cultivar comercial de referência ou testemunha, o Bourbon Amarelo J9, pode-se agrupar os genótipos em dois grupos. As linhagens 1, 4, 8 e 9 foram igualmente produtivas à referência e junto com a linhagem 5, são os genótipos que estatisticamente apresentaram maior produtividade (Tabela 4).

A colheita de frutos maduros é essencial para obter o máximo rendimento de grãos e atingir o potencial qualitativo de bebida. Por isso, entender o período de maturação dessas linhagens é extremamente importante. Observa-se na Tabela 5 que as linhagens apresentaram um comportamento de maturação significativamente diferente, podendo ser separadas em dois grupos distintos de maturação. Grupo 1, com maturação precoce, considerando o elevado percentual de frutos secos, abrangendo as linhagens 3 com 93,33%, 10 com 84,17%, 13 com 81,67%, 12 com 80,00%, 7 com 76,67%, 8 com 71,67% e 5 com 70% de frutos secos. Grupo 2, com maturação média, considerando elevado percentual de frutos maduro, abrangendo as linhagens 1 com 46,67% de maduro e 16,67% de verde, 14 com 40,00% de maduro e 10,83% de verde, 6 com 35,00% de maduro e 11,67% de verde, 4 com 34,17% de maduro e 15,00% de verde, 9 com 31,67% de maduro e 11,67% de verde, e 11 com 30,00% de maduro e 10,00% de verde e 2 com 30,00% de maduro e 43,33% de verde. Vale ressaltar que ao considerar-se a porcentagem de frutos verdes, a linhagem L2, com 43,33% de frutos verdes, foi a única com quantidade significativamente maior que as demais, o que indica que esta é uma linhagem mais tardia que as demais.

Tabela 5. Porcentagem de frutos verdes, maduros e secos no momento da colheita, maio de 2019, em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Gramma, SP, ano 2019.

Linhagem	Verde %	Maduro %	Seco %
1	16,67 b	46,67 a	36,67 b
2	43,33 a	30,00 a	26,67 b
3	3,33 b	3,33 b	93,33 a
4	15,00 b	34,17 a	50,83 b
5	6,66 b	23,33 b	70,00 a
6	11,67 b	35,00 a	53,33 b
7	5,83 b	17,50 b	76,67 a
8	8,33 b	20,00 b	71,67 a
9	11,67 b	31,67 a	56,67 b
10	2,50 b	13,33 b	84,17 a
11	10,00 b	30,00 a	60,00 b
12	2,00 b	18,00 b	80,00 a
13	6,67 b	11,67 b	81,67 a
14	10,83 b	40,00 a	49,17 b
Valor F	4,32**	2,26*	4,04**
CV (%)	77,76	54,84	26,02
Média geral	11,03	25,33	63,63

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \geq 0,05$). *($p < 0,05$), **($p < 0,01$), respectivamente pelo teste F.

4.2 CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS

Na Tabela 6 são apresentados os valores da porcentagem de retenção de grãos chatos graúdos, médios, miúdos, grãos mocas e grãos peneira 16 acima obtidos nas linhagens de Bourbon Amarelo. Para os grãos graúdos as linhagens foram divididas em dois grupos e o grupo com maior porcentagem de retenção na peneira 17 ou maior foi constituído por dez linhagens, sendo a 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e

14, com valores entre 59,99 até 66,69 %. Observa-se que as mesmas linhagens apresentaram elevados valores de retenção de grãos em peneiras 16 acima, sendo superiores aos obtidos por Ferreira et al. (2013), chegando até 91,53% para a linhagem 9. Somente a linhagem 2 que apresentou 79,22% de retenção de grãos de peneira 16 acima, obteve valor inferior aos de Ferreira et al. (2013), o que constitui um dado relevante e com possível reflexo na agregação de valor ao produto, uma vez que grãos maiores apresentam maior valor no mercado.

Tabela 6. Valores médios de retenção de grãos chatos graúdos (peneira 17 acima), grãos chatos médios (peneiras 15 e 16), grãos chatos miúdos (peneiras 12, 13, e 14), grãos moca (peneiras 10, 11 e 12) e grãos peneira 16 acima, em linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama, SP, 2019.

Linhagem	Graúdo %	Médio %	Miúdo %	Moca %	16 acima %
1	52,95 b	37,85 a	3,34	5,86 c	85,03 b
2	44,87 b	42,76 a	5,26	7,12 c	79,22 b
3	54,23 b	33,33 a	3,02	9,41 b	86,17 b
4	61,59 a	29,36 b	2,38	6,66 c	89,52 a
5	64,22 a	27,79 b	1,59	6,40 c	90,25 a
6	53,23 b	35,92 a	4,08	6,77 c	84,62 b
7	60,22 a	30,28 b	2,67	6,83 c	88,61 a
8	60,51 a	28,33 b	2,79	8,37 c	89,69 a
9	66,69 a	23,42 b	1,96	7,92 c	91,53 a
10	64,47 a	23,37 b	1,92	10,24 b	90,58 a
11	62,52 a	21,57 b	2,77	13,14 a	89,65 a
12	64,63 a	23,13 b	2,31	9,93 b	91,23 a
13	65,16 a	22,48 b	2,16	10,20 b	90,44 a
14	59,99 a	26,59 b	3,53	9,89 b	87,69 a
Valor F	2,76*	4,63**	1,64ns	7,80**	2,40*
CV (%)	10,79	17,85	46,37	15,04	4,29
Média geral	59,66	29,01	2,84	8,48	88,16

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \geq 0,05$). *($p < 0,05$), **($p < 0,01$) e ns (não significativo), respectivamente pelo teste F.

Os resultados obtidos nas análises sensoriais (Tabela 7) indicam que todas as linhagens de Bourbon Amarelo estudadas pontuaram acima de 80 pontos na escala SCA, indicando que todas produziram cafés especiais. Nota-se que dentre as 14 linhagens, 12 apresentaram nota sensorial média acima de 85 pontos, o que classifica estes cafés como qualidade de bebida ‘excelente’. As linhagens 9 e 12, com notas de bebida de 90,58 e 90,50, respectivamente, se enquadram como cafés de qualidade ‘excepcional’, sendo cafés especiais diferenciados e raríssimos de se encontrar no Brasil. Observa-se ainda que algumas percepções sensoriais de sabores e aromas, com nuances de uvaia na linhagem 1, “tutti-frutti” nas linhagens 3, 9 e 13, frutas vermelhas nas linhagens 6 e 9 e erva cidreira na linhagem 12, são bastante desejadas e consideradas exóticas para a bebida do café brasileiro, o que confirma o elevado potencial do Bourbon Amarelo para produzir cafés de excelente qualidade na região estudada.

A nota sensorial média do experimento, de 87,09 pontos SCA, é muito elevada para os padrões dos cafés brasileiros, sendo inclusive superior à nota máxima de 85,67 pontos citada por Carvalho et al. (2016) quando avaliaram a linhagem comercial LCJ10 de Bourbon Amarelo nos municípios de Lavras-MG e Patrocínio-MG, utilizando metodologia semelhante, indicando que de fato podem existir genótipos de Bourbon Amarelo superiores para qualidade de bebida e mais apropriados para a produção de cafés especiais no ambiente estudado. Ao mesmo tempo pode ser considerado que o experimento foi conduzido de forma adequada e condizente com as boas práticas de processamento pós-colheita, o que permitiu a expressão qualitativa das linhagens de Bourbon Amarelo.

Tabela 7. Pontuação obtida na avaliação sensorial e descrição do perfil sensorial de linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo em São Sebastião da Grama, SP, 2019.

Linhagem	Nota SCA	Descrição sensorial
1	88,50 a	floral, caramelo, frutado, mel, cítrico, uvaia
2	84,83 b	frutado, floral, banana passa, chocolate
3	85,92 b	caramelo, baunilha, “tutti-frutti”, frutas silvestres, mel, cítrico, floral
4	85,58 b	caramelo, cítrico, floral, mel, frutado, herbal
5	87,92 a	frutado, baunilha, floral, cítrico, frutas silvestres, mel, caramelo
6	88,33 a	frutado, baunilha, melado, herbal, floral, chocolate, frutas vermelhas, mel, cítrico
7	87,92 a	frutado, mel, floral, chocolate, caramelo, cítrico, jasmim, baunilha
8	84,25 b	caramelo, frutado, herbal, chocolate
9	90,58 a	mel, frutas vermelhas, baunilha, “tutti-frutti”, cítrico, fruta passa, cidreira, frutado, floral
10	85,67 b	caramelo, frutado, mel, floral, herbal, baunilha, chocolate
11	85,00 b	frutado, mel, caramelo, baunilha, chocolate, cítrico, herbal
12	90,50 a	erva cidreira, frutado, floral, mel, baunilha, caramelo, cítrico, compota de frutas, mel de abelha jatai
13	88,08 a	frutado, caramelo, mel, “tutti-frutti”, floral
14	86,17 b	frutado, baunilha, frutas passas, mel, caramelo, floral
Valor F		2,20*
CV (%)		2,73
Média geral		87,09

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \geq 0,05$). *($p < 0,05$), **($p < 0,01$) e, respectivamente pelo teste F.

Nota-se que houve uma maior repetibilidade de características sensoriais para algumas linhagens de Bourbon Amarelo (Tabela 8), indicando uma provável expressão genética mais forte para essas características no ambiente estudado. Notas sensoriais com nuances de frutas, mel, flores e caramelo foram predominantes em todo o experimento. As linhagens 9, 12 e 13 se destacaram pelas nuances de mel, as 5 e 12 pelo floral, 6 pelo frutado e 4 pelo caramelo em todas as repetições.

Tabela 8. Compilação de descritores que foram utilizados em todas as repetições de uma mesma linhagem de café para caracterizar o perfil sensorial.

Adjetivos	Linhagens
Frutado	6
Mel	9, 12, 13
Floral	5, 12
Caramelo	4

Na Figura 6 é apresentada a dispersão dos valores médios de produtividade e de qualidade sensorial das 14 linhagens de Bourbon Amarelo. A porção do gráfico que representa as melhores características associadas é o quadrante superior do lado direito, por exprimir as linhagens que estão acima da média do experimento para produtividade ($28,65 \text{ sc ha}^{-1}$) e qualidade sensorial (87,09 pontos), onde se enquadram as linhagens 1, 5 e 9. Esses genótipos se sobressaíram igualmente quando se considera que estatisticamente a produtividade e a pontuação para qualidade são iguais, sendo diferentes somente pela porcentagem de grãos graúdos e de peneira 16 acima, quando as linhagens 5 e 9 oferecem maior vantagem. Também ressalta-se que as linhagens 5 e 9 apresentaram notas de floral e mel nos três blocos avaliados, respectivamente. Considerando que essas duas linhagens já se encontram registradas no RNC/MAPA para cultivo comercial no Brasil, respectivamente como IAC J9 e IAC J19, este trabalho confirma o potencial produtivo do material selecionado anteriormente pelo IAC, os quais apresentam também excelente qualidade de bebida.

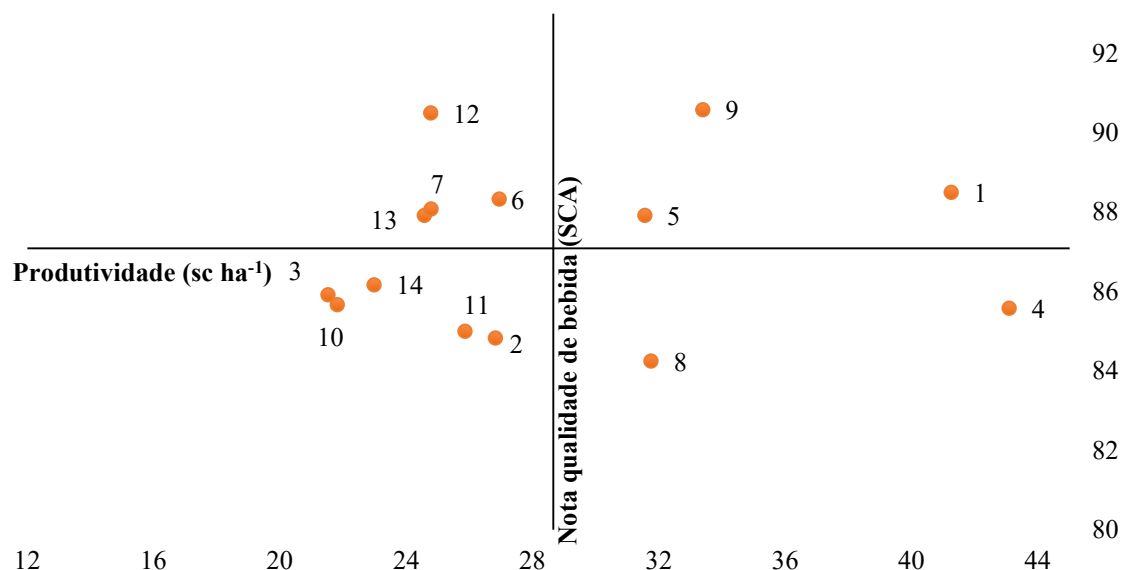


Figura 6. Gráfico de dispersão de valores médios de produtividade, em sacas ha⁻¹, e pontuação SCA da qualidade de bebida de 14 linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo de São Sebastião da Grama, SP, 2019.

É necessário destacar que estes são os resultados do primeiro ano de colheita e avaliação, a continuidade de coleta nos anos seguintes é imprescindível para a validação dos resultados. As linhagens que estão dispostas do lado do gráfico que aponta os valores inferiores aos da média para produtividade ou qualidade ainda apresentam características de perfil sensorial que podem ser atrativas em nichos de mercado. No mercado de cafés especiais, o aroma da bebida contribui em até 24,5% na determinação do preço. Características como acidez, amargor, adstringência, contribuem significativamente na determinação do preço do café especial, sendo os dois últimos negativamente. A combinação de múltiplas características positivas, tais como sabor, aroma e o corpo do café são mais relevantes para a agregação de valor da bebida café do que um fator isolado (Kim e Jung, 2016).

4.3 ANÁLISE MULTIVARIADA E CORRELAÇÃO SIMPLES

Foram verificados dois componentes principais (CPs) relevantes para a explicação da variabilidade das linhagens em função dos atributos de crescimento e rendimento do café. Juntos, os CPs explicaram 67,33% da variabilidade dos dados,

sendo 43,80% para o CP1 e 23,53% para o CP2. As variáveis relevantes dentro do CP1, ou seja, aquelas com autovalores acima de 0,600, foram a A1N, DCo, CRP, M100, RB e peneira 16 (Tabela 9). As variáveis DCo e CRP apresentaram cargas fatoriais positivas, enquanto as demais apresentaram cargas negativas. Isso indica que DCo e CRP são diretamente correlacionadas entre si e inversamente com as demais variáveis. Dessa forma, quanto maior o DCo e CRP, menor A1N, M100, RB e peneira 16 do café e vice-versa. Dentro do CP2, as variáveis relevantes foram a AP, DCa, NRO e NRP. Todas essas variáveis apresentaram cargas fatoriais negativas, ou seja, são variáveis que são correlacionadas diretamente entre si. Destaca-se que os CPs são independentes, ou seja, a existência de um não interfere nos demais.

Tabela 9. Cargas fatoriais das variáveis dentro de cada componente principal com autovalor acima de 1,0.

Variáveis	CP1	CP2
A1N	-0,674	-0,073
DCo	0,923	0,000
CRP	0,839	0,043
M100	-0,757	0,015
RB	-0,657	-0,324
Peneira 16 acima	-0,966	-0,134
AP	-0,535	-0,741
DCa	0,358	-0,686
NRO	0,079	-0,901
NRP	0,498	-0,720
NNP	0,449	-0,304

CP: componente principal; A1N: altura de inserção do primeiro nó; DCo: diâmetro de copa; CRP: comprimento do ramo plagiotrópico; M100: massa de 100 grãos; RB: rendimento de beneficiamento; AP: altura de plantas; DCa: diâmetro de caule; NRO: número de nós no ramo ortotrópico; NRP: número de ramos produtivos e NNP: número de nós produtivos nos ramos.

Mesmo não se observando diferenças na análise de variância entre as linhagens de Bourbon Amarelo para os atributos morfológicos do café (Tabela 2), foi possível identificar, através da análise multivariada de componentes principais, as linhagens acima da média para cada atributo. Pela análise do gráfico biplot entre o

CP1 e o CP2, foi possível identificar divergências genéticas entre as linhagens de café arábica 'Bourbon Amarelo' (Figura 7). As linhagens com características específicas para o CP1, ou seja, àquelas localizadas fora da elipse, foram a 1, 2, 9 e 13. As linhagens 1 e 2 apresentaram os maiores valores de CRP e DCo, enquanto 9 e 13 os maiores valores de M100, peneira 16, A1N e RB. Em relação ao CP2, as linhagens com características específicas foram a 3 e 12, apresentando os maiores valores de AP, NRO, DCa e NRP. Nesse sentido, esses resultados podem ser auxiliares na seleção e ou recomendação cultivares acima da média para algum desses atributos.

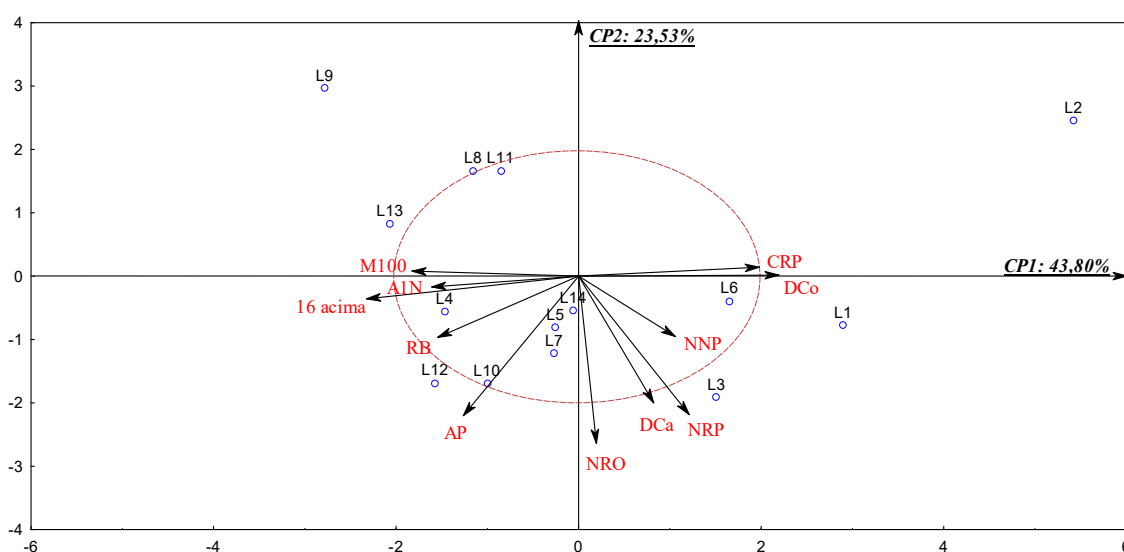


Figura 7. Gráfico biplot de componentes principais (CP1 x CP2) para avaliação da dispersão das variáveis de crescimento de plantas e rendimento de grãos das linhagens Bourbon Amarelo. CP: componente principal; A1N: altura de inserção do primeiro nó; DCo: diâmetro de copa; CRP: comprimento do ramo plagiotrópico; M100: massa de 100 grãos; RB: rendimento de beneficiamento; AP: altura de plantas; DCa: diâmetro de caule; NRO: número de nós no ramo ortotrópico; NRP: número de ramos produtivos e NNP: número de nós produtivos nos ramos.

O estudo de correlação simples (Tabela 10) indicou, com a probabilidade de 1 em 1000 de ser ao acaso, relação positiva e de forte magnitude entre altura de planta (AP), diâmetro de caule (DCa) e o número de nós no ortotrópico (NRO), outras duas correlações positivas e de forte magnitude foram entre o NRO e o número de pares de ramos plagiotrópicos que produziram café na safra (NRP) e o diâmetro da copa (DCo) e o comprimento dos ramos plagiotrópicos (CRP). Estes resultados indicam que

a AP é o principal influente para o DCa e o NRO e ainda que o NRP é dependente do NRO, assim como o DCo depende do CRP.

Pode-se visualizar na Tabela 10 que outra correlação de forte magnitude foi a massa de cem grãos (M100) se relacionando positivamente com a porcentagem de grãos graúdos e de grãos peneira 16 acima e negativamente com a porcentagem de grãos médios, a M100 também se correlacionou positivamente com a porcentagem de grãos miúdos, mas com uma magnitude moderada, indicando que outros fatores podem ter contribuído com a porcentagem de grãos miúdos em cada tratamento. Para grãos graúdos, observa-se que houve correlação muito forte e positiva com a porcentagem de grãos peneira 16 acima, sendo então a quantidade de grãos graúdos o principal determinante para a porcentagem de grãos 16 acima.

Com uma magnitude moderada, a produtividade de grãos (PG) apresentou uma relação negativa com a porcentagem de grãos moca, ou seja, quanto maior a produtividade, menor é a porcentagem deste formato de grão. Para a cultivar Obatã, Silveira et al. (2018) verificaram que lavouras adensadas apresentaram maiores produtividades, com aumento de grãos chatos e redução de grãos moca.

Apresentando 99% de confiabilidade (Tabela 10), outras interações auxiliam na compreensão do comportamento agrônomo das plantas. Com correlação moderada, o NRO e o NRP são positivamente relacionados com o DCa. O CRP também possui uma correlação direta com o número de nós produtivos nos ramos plagiotrópicos (NNP), portanto, quanto maior o comprimento dos ramos, espera-se ter mais números de rosetas com frutos. Pode-se supor que quanto maior o rendimento de beneficiamento maior será a porcentagem de grãos graúdos, grãos de peneira 16 acima e menor será a porcentagem de grãos miúdos.

Tabela 10. Coeficientes de correlação entre os atributos morfológicos, produtivos e qualitativos das linhagens de Bourbon Amarelo.

Atributos	AP	A1N	DCa	DCo	NRO	NRP	CRP	NNP	M100	RB	PG	Maduro	Verde	Seco	Graúdo	Médio	Miúdo	Moca
A1N	0,28 ^{NS}																	
DCa	0,70***	-0,02 ^{NS}																
DCo	0,13 ^{NS}	-0,38*	0,46**															
NRO	0,72***	-0,16 ^{NS}	0,61**	0,34*														
NRP	0,49**	-0,16 ^{NS}	0,57**	0,46**	0,77***													
CRP	0,17 ^{NS}	-0,20 ^{NS}	0,43**	0,78***	0,17 ^{NS}	0,36*												
NNP	0,07 ^{NS}	-0,11 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,39*	0,17 ^{NS}	0,41**	0,53**											
M100	0,03 ^{NS}	0,08 ^{NS}	-0,12 ^{NS}	-0,13 ^{NS}	-0,09 ^{NS}	-0,12 ^{NS}	-0,19 ^{NS}	0,12 ^{NS}										
RB	0,15 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,07 ^{NS}	-0,19 ^{NS}	-0,09 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	-0,02 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,38*									
PG	0,03 ^{NS}	0,26 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,12 ^{NS}	-0,21 ^{NS}	0,15 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,26 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,40**								
Maduro	-0,23 ^{NS}	-0,18 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	0,08 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,19 ^{NS}	-0,06 ^{NS}	0,47**							
Verde	-0,22 ^{NS}	-0,21 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,41**	-0,15 ^{NS}	0,07 ^{NS}	0,49**	0,27 ^{NS}	-0,37*	-0,26 ^{NS}	0,29 ^{NS}	0,30 ^{NS}						
Seco	0,27 ^{NS}	0,19 ^{NS}	0,11 ^{NS}	-0,27 ^{NS}	0,19 ^{NS}	-0,11 ^{NS}	-0,32*	-0,28 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,18 ^{NS}	-0,49**	-0,86***	-0,74**					
Graúdo	0,37*	0,25 ^{NS}	0,03 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	0,10 ^{NS}	-0,02 ^{NS}	-0,12 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,75***	0,56**	0,20 ^{NS}	0,02 ^{NS}	-0,36*	0,18 ^{NS}				
Médio	-0,29 ^{NS}	-0,17 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,22 ^{NS}	-0,10 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,25 ^{NS}	-0,01 ^{NS}	-0,71***	-0,45**	0,02 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,45**	-0,30 ^{NS}	-0,94***			
Miúdo	-0,34*	-0,13 ^{NS}	-0,05 ^{NS}	0,087 ^{NS}	-0,13 ^{NS}	-0,10 ^{NS}	-0,03 ^{NS}	-0,36*	-0,59***	-0,60**	-0,25 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,17 ^{NS}	-0,14 ^{NS}	-0,79***	0,64***		
Moca	-0,09 ^{NS}	-0,22 ^{NS}	-0,17 ^{NS}	-0,24 ^{NS}	0,05 ^{NS}	-0,23 ^{NS}	-0,37*	-0,36*	0,11 ^{NS}	-0,051 ^{NS}	-0,59***	-0,37*	-0,35*	0,45**	0,14 ^{NS}	-0,45**	0,00 ^{NS}	
16 acima	0,35*	0,11 ^{NS}	0,07 ^{NS}	-0,10 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,03 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,74***	0,63**	0,22 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	-0,29 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,93***	-0,84***	-0,91**	0,14 ^{NS}

Valores médios de altura de planta (AP), altura de inserção do primeiro par de ramos plagiotrópicos (A1N), diâmetro de caule (DCa), diâmetro de copa (DCo), número de nós no ortotrópico (NRO), número de pares de ramos plagiotrópicos que produziram café na safra (NRP), comprimento de ramos plagiotrópicos (CRP), número de nós produtivos nos ramos plagiotrópicos (NNP), massa de cem grãos (M100), rendimento de benefício (RB), produtividade de grãos (PG), porcentagem de grãos graúdos (Graúdo), porcentagem de grãos médios (Médio), porcentagem de grãos miúdos (Miúdo) e porcentagem de grãos moca (Moca).

* ($p < 0,05$); ** ($p < 0,01$); *** ($p < 0,001$); ^{NS} (não significativo), pelo teste t.

5. CONCLUSÕES

As linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo apresentaram respostas diferenciadas para desempenho agrônômico e qualitativo no ambiente estudado.

O desenvolvimento vegetativo foi significativamente igual entre as linhagens de Bourbon Amarelo nas condições deste experimento e as diferenças agrônômicas foram para a produtividade e maturação dos frutos.

As linhagens IAC J3-1, IAC J9-16 e IAC J19-18 se sobressaem quando combinados os resultados de produtividade e qualidade física e sensorial dos grãos.

As linhagens IAC J9-16 e IAC J19-18 apresentaram repetibilidade de perfil sensorial, com notas de floral e mel, respectivamente, o que pode ser um indicador da expressão genética do Bourbon Amarelo para a produção de cafés especiais com qualidade de bebida diferenciada.

6. REFERÊNCIAS

Agwanda CO, Baradat P, Eskes AB, Cilas C, Charrier A (2003) Selection for bean and liquor qualities within related hybrids of arabica coffee in multi-local field trials. **Euphytica**, 131(1): 1-14. DOI:10.1023/A:1023071815109

Alves HMR, Volpato MML, Vieira TGC, Borém FM, Barbosa JN (2011) Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. 32 (261): 18-29.

Barbosa JC, Maldonado Júnior W (2015) **Experimentação Agrônômica & AgroEstat: Sistemas para Análises Estatísticas de Ensaio Agronomicos**. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda. 396p.

Bertasello LET, Coelho AP, Môro GV (2020) Divergência genética de genótipos de milho cultivados sob adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Agroecossistemas**. 12 (2): 69-89.

Bertrand B, Vaast P, Alpizar E, Etienne H, Davrieux F, Charmetant P (2006) Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids

involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree Physiology**. 26 (9): 1239-1248.

Brasil. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão cru. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, DF, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25**, de 27 de junho de 2017. Brasília, 27 jun. 2017.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 52, de 1º de dezembro de 2016. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, n. 242, pag. 11-13, 19 dez. 2016.

Brasil, Lei Nº 9.456, de 25 de abril de 1997. **Diário Oficial da União**. Brasília.

Carvalho A, Antunes Filho H, Mendes JET, Lazzarini W, Reis AJ, Aloisi Sobrinho J, Moraes MV, Nogueira PK, Rocha TR (1957) Melhoramento do cafeeiro: XIII. Café Bourbon Amarelo. **Bragantia**. 16: 411-454.

Carvalho AM, Mendes ANG, Carvalho GR, Botelho CE, Gonçalves FMA, Ferreira AD (2010) Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 45 (3): 269-275.

Carvalho AM, Rezende JC, Rezende TT, Ferreira AD, Rezende, RM, Mendes ANG, Carvalho GR (2016). Relationship between sensory attributes and the quality of coffee in different environments. **African Journal of Agricultural Research**. 11(38): 3607-3614.

Carvalho GRC, Rezende JC, Botelho CE, Ferreira AD, Pereira AA, Oliveira ACB (2011) Melhoramento genético do café visando à qualidade de bebida. **Informe Agropecuário**. 32 (261): 30-38.

CIIAGRO – Centro integrado de informações agrometeorológicas (2009) **Zoneamento macro – Aptidão ecológica da cultura do café**. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/znmt_macro_9.html> Acesso em: 23 ago. 2021.

Clima Tempo (2021) **Climatologia e histórico de previsão do tempo em São Sebastião da Gramma, BR**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/2546/saosebastiaodagrama-sp>> Acesso em: 05 mai. 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2020). **Acompanhamento da safra brasileira – Café**. 5: 41p.

Consórcio Pesquisa Café (2011) **Bourbon Amarelo**. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/tecnologias/cultivares/494-bourbon-amarelo>>. Acesso em: jun. 2021.

Costa BDR (2020). Brazilian specialty coffee scenario. **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil**. 51–64. doi:10.1016/b978-0-12-814721-4.00003-2

Euromonitor International (2017) Tendências do mercado de cafés em 2017. **Abic**, p. 1-43. Disponível em: <http://abic.com.br/estatisticas/pesquisas/pesquisa-tendencias-de-consumo/>. Acesso em: 30 mai. 2019.

Feria-Morales AM (2002) Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/experts tasters in sensory evaluation for quality control. **Food Quality and Preference**. 13 (6): 355-367.

Ferreira AD, Carvalho GR, Rezende JC, Botelho CE, Rezende, RM, Carvalho AM (2013) Desempenho agrônomo de seleções de café Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo de diferentes origens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 48(4): 388-394.

Ferreira LT, Diniz A (2018) Consumo dos cafés especiais cresce 12% ao ano em nível mundial. **Consórcio Pesquisa Café**. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/880-2018-08-03-15-41-55>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

Figueiredo LP, Borém FM, Cirillo MA, Ribeiro FC, Giomo GS, Salva TDJG (2013) The Potential for High Quality Bourbon Coffees from Different Environments. **Journal of Agricultural Science**. 5 (10): 87–98.

Giomo GS, Borém FM, Mistro JC, Fazuoli LC, Figueiredo LP, Ribeiro FC, Bernardi MR (2011a) Qualidade física e sensorial de cultivares de *Coffea arabica* para produção de cafés especiais no estado de São Paulo. In: VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, **Coletânea de anais - I a VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Brasília: Embrapa Café. V. VII. P. np – np

Giomo GS, Silvarolla MB, Saath R, Iobbi AC (2011b) Qualidade física de grãos de genótipos, cultivares e híbridos de cafeeiro arábica em seleção no Instituto Agrônomo. In: VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, **Coletânea de anais - I a VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Brasília: Embrapa Café. V. VII. np – np.

Giomo SG, Borém FM (2011) Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**. 32 (261): 7-16.

Guerreiro Filho O, Fazuoli LC, Aguiar ATE (2006) Cultivares de *Coffea arabica* selecionadas pelo IAC: características botânicas, tecnológicas, agrônômicas e descritores mínimos. Campinas: **O Agrônomo**.

Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE, Tatham RL (2009). **Data multivariate analysis**. Bookman Editora. 536 p.

IAC (2021) **Conheça o Instituto Agrônomo (IAC), de Campinas**. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/instituto/#:~:text=Conhe%C3%A7a%20o%20Instituto%20Agron%C3%B4mico%20\(IAC\)%2C%20de%20Campinas&text=Foi%20f](http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/instituto/#:~:text=Conhe%C3%A7a%20o%20Instituto%20Agron%C3%B4mico%20(IAC)%2C%20de%20Campinas&text=Foi%20f)>

undado%20em%201887%20pelo,do%20Estado%20de%20S%C3%A3o%20Paulo>. Acesso em: 24 fev. 2021.

IEA – Instituto de Economia Agrícola. (2020) **Mercado de café – covid-19**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14803>> Acesso em: 03 mai. 2021.

Kaiser HF (1958) The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**. 23: 187-200.

Kathurima CW, Gichimu BM, Kenji GM, Muhoho SM, Boulanger R (2009) Evaluation of beverage quality and green bean physical characteristics of selected Arabica coffee genotypes in Kenya. **African Journal Food Science**. 3(11): 365-371.

Kim H, Jung OH (2016) Determinants of price in specialty coffee by consumers. **Culinary Science & Hospitality Research**. 22(6): 151-159.

Kitila O, Alamerew S, Kufa T, Garedew W (2011). Organoleptic characterization of some Limu coffee (*Coffea arabica* L.) germplasm at Agaro, Southwestern Ethiopia. **International Journal of Agricultural Research**. 6 (7): 537-549.

Köppen W, Geiger R (1928) **Die Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.

Krug CA, Malavolta E, Moraes FRP, Dias RA, Carvalho A, Monaco LC, Franco CM, Bergamin J, Heinrich WO, Abrahão J, Rigitano A, Souza OF, Fava JFM (1965) **Cultura e adubação do cafeeiro**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa. 277p.

Leite IP (1991) **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 135p. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Lavras.

Lingle TR (2011) **The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor**. 4. ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 66 p.

Malta MR, Chagas SJ (2009) Avaliação de compostos não voláteis em diferentes cultivares de cafeeiro produzidas na região sul de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**. 31(1): 57-61.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cultivares registradas de café arábica**. Disponível em: <<http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/>>. Acesso em abr. 2021.

Marie, L, Abdallah, C, Campa, C, Courtel, P, Bordeaux, M, Navarini, L, Lonzarich, V, Bosselmann, AS, Turreira-García, N, Alpizar, E, Georget, F, Breitler, JC, Etienne, H, Bertrand, B (2020) G x E interactions on yield and quality in *Coffea arabica*: new F1 hybrids outperform American cultivars. **Euphytica**. 216:78.

Medina Filho, HP (2007) A qualidade do café e o melhoramento genético clássico. In: Salva, T.J.G., Guerreiro Filho, O., Thomaziello, R.A., Fazuoli, L.C. (Ed.). **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais**. Campinas: IAC, p.219-236.

Mendes, JET (1951) Ensaio de variedades de cafeeiros. III. **Bragantia**. 11:29-43.

Morello, OF, Mingotte, FLC, Leal, FT, Coelho, AP, Salvador Neto, A e Lemos, LB (2020). Agronomic performance, postharvest and indirect selection of *Coffea arabica* L. cultivars for high-temperature regions. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 15(3): e7722.

Nogueira AM, Carvalho SP, Bartholo GF, Mendes ANG (2005) Avaliação da produtividade e vigor vegetativo de linhagens das cultivares catuaí vermelho e catuaí amarelo (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em diferentes combinações. **Ciência e Agrotecnologia**. 29(1): 27-33.

Paiva, EFF (2005) **Análise sensorial dos cafés especiais do Estado de Minas Gerais**. 55p. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Rhinehart, R. (2009) **Backgrounder: What's Special About Specialty Coffee?** Specialty Coffee Association of America. Disponível em: <<http://scaa.org/pdfs/Press-What-is-Specialty-Coffee.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

Rodrigues, WP, Vieira, HD, Barbosa, DHSG. e Vittorazzi, C. (2012). Growth and yield of *Coffea arabica* L. in Northwest Fluminense: 2nd harvest. **Revista Ceres**. 59(6): 809-815.

Salla, M. H. (2009) **Influence of genotype, location and processing methods on the quality of coffee (*Coffea arabica* L.)**. 105p. Dissertação Mestrado – Hawassa University, Hawassa, Ethiopia.

Samoggia, A. e Riedel, B. (2018). Coffee consumption and purchasing behavior review: Insights for further research. **Appetite**. 129: 70-81.

SCA – Specialty Coffee Association (2003) **Protocols & best practices**. Disponível em: <<https://sca.coffee/research/protocols-best-practices>>. Acesso em jun. 2021.

Sediyama GC, Melo Junior, JCF, Santos, AR, Ribeiro, A, Costa, MH, Hamakawa, PJ, Costa, JMN, Costa, LC (2001) Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. 9(3): 501-509.

Silveira JMC, Nasser MD, Mariano-Nasser FAC, Pagliarini MK, Giomo GS (2018) Population density of arabica coffee cultivars for bean quality and yield. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 48(8): 358-363.

Taunay, AE (1939) **História do café no Brasil: no Brasil Imperial 1822-1972**. Rio de Janeiro, Departamento Nacional do Café. v.3.

Tolessa, K, D'heer, J, Duchateau, L, Boeckx, P (2016) Influence of growing altitude, shade and harvest period on quality and biochemical composition of Ethiopian specialty coffee. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 97(9): 2849-2857.

Valor Econômico (2007) **Produtores saem em busca do café ideal: estão ressuscitando o Bourbon amarelo.** Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br/?mat=11657>>. Acesso em: jun. 2019.

Villarreal, D, Laffarque, A, Posada, H, Bertrand, B, Lashermes, P, Dussert, S (2009) Genotypic and environmental effects on coffee (*Coffea arabica* L.) bean fatty acid profile: impact on variety and origin chemometric determination. **Journal of agricultural and food chemistry**. 57(23): 11321-11327.

Villela, TC (2002) **Qualidade de café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem.** 66p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

WCR - World Coffee Researcher (2018) **Arabica Coffee Varieties.** Disponível em: <https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/Arabica_Coffee_Varieties.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

APENDICE A

Tabela 1A. Dados médios de avaliação sensorial do bloco A de linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo de São Sebastião da Gramma, SP, 2019.

Linhagem	Aroma	Sabor	Finalização	Acidez	Doçura	Corpo	Equilíbrio	Impressão	Uniformidade	Limpeza	Nota SCA	Descrição Sensorial
1	8,50	8,00	7,50	8,50	9,00	8,00	7,50	8,00	10,00	10,00	85,00	floral, caramelo
2	8,50	7,75	7,50	8,50	10,00	8,00	7,50	8,00	10,00	10,00	85,75	frutado, floral, banana passa
3	7,50	7,75	7,50	7,75	8,50	7,50	7,50	7,50	10,00	10,00	81,50	caramelo, baunilha
4	7,50	7,50	7,50	8,00	8,50	7,50	7,25	7,50	10,00	10,00	81,25	Caramelo
5	8,50	8,00	8,00	8,50	10,00	8,50	8,00	8,00	10,00	10,00	87,50	frutado, baunilha, floral e cítrico
6	8,75	8,50	8,00	8,75	10,00	8,00	8,25	8,00	10,00	10,00	88,25	frutado, baunilha, melado e cítrico
7	8,50	8,00	7,75	8,50	9,50	8,00	7,50	7,75	10,00	10,00	85,50	frutado, mel, floral
8	7,50	7,75	7,50	8,50	9,00	7,75	7,25	7,50	10,00	10,00	82,75	caramelo
9	9,50	8,50	8,50	9,00	10,00	8,00	8,00	8,50	10,00	10,00	90,00	mel, frutas vermelhas, baunilha
10	7,50	7,75	7,50	8,00	8,50	8,00	7,50	7,75	10,00	10,00	82,50	caramelo
11	8,50	8,00	7,75	8,50	9,50	8,00	7,75	8,00	10,00	10,00	86,00	frutado, mel, baunilha
12	9,50	9,00	8,50	9,00	10,00	8,50	8,00	8,50	10,00	10,00	91,00	erva cidreira, mel, floral
13	8,25	7,50	7,50	8,00	9,00	8,00	7,75	7,75	10,00	10,00	83,75	frutado, caramelo e mel
14	7,75	7,75	7,50	8,00	9,00	8,00	7,50	7,50	10,00	10,00	83,00	frutado, baunilha

Tabela 2A. Dados médios de avaliação sensorial do bloco B de linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo de São Sebastião da Grama, SP, 2019.

Linhagem	Aroma	Sabor	Finalização	Acidez	Doçura	Corpo	Equilíbrio	Impressão	Uniformidade	Limpeza	Nota SCA	Descrição Sensorial
1	9,00	8,50	8,00	8,50	10,00	8,50	8,00	8,00	10,00	10,00	88,50	frutado, floral, mel, cítrico
2	8,00	7,50	7,50	8,50	9,50	8,00	7,75	7,50	10,00	10,00	84,25	frutado, chocolate
3	9,50	8,50	8,00	8,50	10,00	8,00	8,00	8,50	10,00	10,00	89,00	"tutti-frutti", frutas silvestres, mel, baunilha, cítrico, floral
4	9,00	8,50	8,50	9,00	10,00	8,50	8,00	8,50	10,00	10,00	90,00	cítrico, floral, mel, frutado, caramelo, herbal, cítrico
5	9,00	8,50	8,00	8,50	10,00	8,50	8,00	8,50	10,00	10,00	89,00	frutas silvestres, mel, floral
6	8,00	8,00	7,50	8,50	10,00	8,00	7,75	8,00	10,00	10,00	85,75	frutado, herbal, frutas vermelhas
7	8,50	8,50	8,00	9,50	10,00	8,50	8,00	8,50	10,00	10,00	89,50	frutado, baunilha, chocolate, caramelo, cítrico
8	8,00	8,00	7,50	8,00	10,00	8,00	7,50	7,50	10,00	10,00	84,50	frutado, caramelo, herbal
9	9,00	9,00	8,50	9,00	10,00	8,50	8,50	9,00	10,00	10,00	91,50	"tutti-frutti", baunilha, mel, fruta passa, cítrico, erva cidreira
10	8,50	8,00	7,50	8,00	9,50	8,00	8,00	7,50	10,00	10,00	85,00	frutado, mel, floral, herbal
11	8,50	8,00	7,50	8,00	8,50	8,00	8,00	7,50	10,00	10,00	84,00	caramelo, baunilha, chocolate, cítrico
12	8,50	8,00	8,00	8,50	10,00	8,50	8,00	8,00	10,00	10,00	87,50	mel, frutado, baunilha, floral, caramelo, cítrico
13	9,50	9,00	8,50	9,00	10,00	8,50	8,50	9,00	10,00	10,00	92,00	"tutti-frutti", floral, mel, cítrico
14	8,50	8,00	7,50	8,50	10,00	8,00	8,00	8,00	10,00	10,00	86,50	frutas passas, mel, caramelo, floral

Tabela 3A. Dados médios de avaliação sensorial do bloco C de linhagens de cafeeiro Bourbon Amarelo de São Sebastião da Gramma, SP, 2019.

Linhagem	Aroma	Sabor	Finalização	Acidez	Doçura	Corpo	Equilíbrio	Impressão	Uniformidade	Limpeza	Nota SCA	Descrição Sensorial
1	9,50	9,00	8,50	9,50	10,00	8,50	8,00	9,00	10,00	10,00	92,00	frutado, uvaia, cítrico, mel jatai
2	8,50	7,50	7,50	8,00	10,00	8,00	7,50	7,50	10,00	10,00	84,50	Floral
3	8,50	8,00	7,75	9,00	10,00	8,00	8,00	8,00	10,00	10,00	87,25	mel, floral
4	7,75	8,00	7,50	8,50	10,00	8,00	8,00	7,75	10,00	10,00	85,50	frutado, herbal, mel, caramelo
5	8,75	8,00	8,00	8,50	10,00	8,00	8,00	8,00	10,00	10,00	87,25	frutado, floral, caramelo, cítrico
6	9,00	8,50	8,50	9,50	10,00	8,50	8,50	8,50	10,00	10,00	91,00	baunilha, floral, mel, chocolate, frutado, cítrico
7	8,75	8,50	8,00	9,50	10,00	8,00	8,00	8,00	10,00	10,00	88,75	baunilha, mel, floral, cítrico, jasmim, frutado
8	7,75	8,00	7,75	8,50	9,50	8,00	8,00	8,00	10,00	10,00	85,50	chocolate, frutado, caramelo
9	8,75	8,50	8,00	9,50	10,00	8,50	8,50	8,50	10,00	10,00	90,25	frutado, cítrico, mel, floral
10	9,00	8,50	8,00	9,50	10,00	8,50	8,00	8,00	10,00	10,00	89,50	frutado, baunilha, mel, chocolate
11	7,75	8,00	7,50	8,50	10,00	8,00	7,50	7,75	10,00	10,00	85,00	frutado, caramelo, herbal
12	9,50	9,00	9,00	9,50	10,00	8,50	8,50	9,00	10,00	10,00	93,00	mel, compota de frutas, floral, mel jatai
13	8,50	8,50	8,00	9,00	10,00	8,50	8,00	8,00	10,00	10,00	88,50	frutado, floral, mel
14	8,00	8,50	8,00	9,50	10,00	8,50	8,00	8,50	10,00	10,00	89,00	frutado, caramelo, floral

APENDICE B



Figura 1B. Dia de avaliação da qualidade sensorial de cafés de experimentos do Programa de Cafés Especiais-IAC junto com representantes de empresas exportadoras/importadoras e torrefadoras.



Figura 2B. Dia de avaliação da qualidade sensorial de cafés de experimentos do Programa de Cafés Especiais-IAC junto com o produtor.



Figura 3B. (a) Imagem da área experimental capturada do lado externo do talhão. (b) Cafés maduros dispostos em terreiro suspenso após o processamento pós colheita.



Figura 4B. Imagens capturadas no mesmo dia, momentos antes da colheita, de plantas aleatórias das parcelas experimentais.