**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para
processamento industrial nas formas de palha e *chips***

Thaís Helena de Araujo

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2014**

Thaís Helena de Araujo
Bacharel em Agronomia

**Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para
processamento industrial nas formas de palha e *chips***

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **PAULO CÉSAR TAVARES DE MELO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Araujo, Thaís Helena de

Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para processamento industrial nas formas de palha e *chips* / Thaís Helena de Araujo. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.

104 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.
Bibliografia.

1. *Solanum tuberosum* L. 2. Matéria seca 3. Açúcares redutores 4. Fritura 5. Absorção de gordura 6. Cor das fritas 7. Rendimento industrial I. Título

CDD 633.491
A663p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais, Maria Helena e Luiz Carlos e meu futuro marido, Wesley, por me incentivarem e apoiarem na caminhada rumo aos meus objetivos,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Paulo César Tavares de Melo pela orientação e pelos conhecimentos adquiridos que muito contribuíram para meu amadurecimento profissional.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e aos departamentos de Produção Vegetal (LPV) e Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN).

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ) pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Pesquisador Joaquim Gonçalves de Pádua pela amizade, apoio, inúmeras oportunidades de trabalho e por auxiliar na realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Ângelo Pedro Jacomino por apoiar essa pesquisa.

À Professora Dra. Marta Helena Fillet Spoto e Evanilda Próspero pela oportunidade de desenvolver a pesquisa no laboratório de frutas e hortaliças.

À AGRICO U.A. e Margossian Sementes Ltda, em especial o Sr. Abraham Margossian, Priscila Margossian e Júlio Martins, pela cessão de batata-semente das cultivares holandesas e apoio logístico na condução do ensaio na fase de campo.

Ao, Sr. José Augusto Herrerias Margossian e Sr. Gilberto Beckdorff pela cessão da área e pela condução de campo do ensaio implantado na Fazenda Prata, em Nova Resende-MG.

À Empresa Mr. Crisp's, de processamento de batata-palha, em especial o Sr. Antônio Flávio Dias Assis pela cessão dos equipamentos para processamento das batatas e orientações sobre o processo industrial.

Ao Grupo de Estudos em Frutas e Hortaliças (GEFH), em especial à Vanessa Ortiz, Ana Carolina Castelucci, Angélica Iobi, Ana Budin, Carolina Nogueira, Maria Helena Costa, Anaíle Biazotto e Samuel Zanatta.

Aos técnicos de laboratório do departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição José Guilherme Martin, Mariana Baccarim e Carlota dos Anjos.

À responsável pela planta piloto do departamento de Ciências dos Alimentos, Sra. Maria Amábile Stabelin.

Aos laboratórios de Amido e Produtos Amiláceos e de Micotoxinas e Micologia.

À secretária do programa de Fitotecnia, Luciane Aparecida Lopes Toledo, pela paciência e auxílio durante o curso.

Ao Grupo PACES – Projetando Agricultura Compromissada em Sustentabilidade do departamento de Produção Vegetal pela experiência e amadurecimento profissional.

Ao Engº Agr. Rogério Antônio da Silva, pesquisador e chefe da Unidade Regional da EPAMG do Sul de Minas (URESMA), pelo apoio técnico.

Aos funcionários das unidades da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais: Fazenda Experimental de Pouso Alegre (FEPA), Núcleo Tecnológico Batata e Morango (NTBM), Fazenda Experimental de Lambari (FELB) e à Unidade Regional EPAMIG Sul de Minas, pelo apoio recebido na execução dos trabalhos de pesquisas como Bolsista e como acadêmica de pós-graduação.

À Associação dos Bataticultores do Sul do Estado de Minas Gerais (ABASMIG), em especial ao Sr. José Daniel Rodrigues Ribeiro, pelo apoio técnico e logístico.

Ao Pesquisador da EPAMIG, Hugo Adelande Mesquita pela oportunidade de trabalho e orientação como Bolsista do CNPq no período de 2010 a 2011.

À FAPESP pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

Aos técnicos da EMATER Sul de Minas, Raul Maria Cássia e Aparecido Venâncio Martins.

À Divisão de Biblioteca da ESALQ/USP pela revisão e adequação do trabalho às normas.

Às minhas amigas e companheiras de república Ana Paula Damasceno e Vanessa Grah.

Ao doutorando Rafael Campagnol pelo apoio e orientações acerca da administração do projeto.

À Iara E. Dias, pela amizade incondicional.

E à minha família, em especial meus pais, namorado, avó Josefina, irmãs e padrinhos pelo carinho e apoio incondicional durante toda minha vida.

“O sonho representa a realização de um desejo.”
Sigmund Freud

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Batata: origem, aspectos botânicos e cultivo	19
2.2 Importância econômica	21
2.3 Cultivares	22
2.4 Processamento industrial e aptidão culinária	24
2.5 Atributos de qualidade.....	27
2.5.1 Formato e tamanho	27
2.5.2 Aparência	27
2.5.3 Periderme (pele).....	28
2.5.4 Profundidade das gemas.....	28
2.5.5 Peso específico e matéria seca.....	28
2.5.6 Amido e Açúcares	30
2.5.7 Cor.....	32
2.5.7.1 Determinação de cor por métodos instrumentais	34
2.5.7.2 Determinação de cor por métodos visuais	34
2.6 Etapas do processamento na forma de fritura.....	38
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.1 Cultivares testadas	43
3.2 Delineamento experimental.....	46
3.3 Plantio, condução do ensaio e análises de campo.....	47
3.5 Processamento das batatas	49
3.5.1 Análises laboratoriais	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 Avaliações no campo	55
4.2 Ocorrência de pragas e infecção por doenças	58
4.3 Produção	60
4.4 Teor de matéria seca	67
4.5 Cor da polpa dos tubérculos.....	69
4.6 Teor de açúcares	71
4.7 Rendimento do processo de fritura	73
4.8 Absorção de gordura pelas fritas.....	75
4.9 Cor após a fritura.....	77
5 CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICES	93
ANEXOS	99

RESUMO

Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para processamento industrial nas formas de palha e *chips*

O mercado brasileiro de processamento de batata tem mostrado expressivo crescimento nos últimos anos. No entanto, sua expansão é condicionada pelo suprimento de matéria-prima adequada ao processamento industrial. As principais indústrias de batata frita priorizam cultivares aptas para cada forma de processamento, pois a escolha correta da cultivar contribui para a redução do custo de produção e para o aumento do rendimento e da qualidade do produto final. O objetivo dessa pesquisa foi estudar a eficiência produtiva, a aptidão culinária e as características das cultivares de batata quando processadas na forma de palha e *chips*. Avaliou-se nove cultivares de batata: Agata, Almera, Arizona, Caruso, Destiny, Excellence, Fontane, Markies e Saviola. 'Agata' e 'Almera' foram utilizadas como cultivares não aptas para fritura e 'Fontane' e 'Markies' como cultivares recomendadas para fritura. O ensaio foi conduzido no período de janeiro a maio de 2013, nas condições ambientais de Nova Resende, na região Sudoeste de Minas Gerais. As cultivares Arizona, Caruso, Agata e Markies exibiram o maior potencial produtivo e, junto a Saviola, a maior produção de tubérculos comerciáveis. Os teores mais elevados de matéria seca foram exibidos por 'Destiny' e 'Caruso' (superior a 20%), seguidas por 'Excellence', 'Fontane' e 'Markies' (17 a 18%). 'Caruso' proporcionou o maior rendimento de fritura em ambas as formas de processamento. As cultivares Destiny, Excellence (ambas com cor amarela extremamente clara após a fritura), e Caruso (cor dourada) na forma de palha; e Caruso e Destiny (cor amarela clara a dourada) na forma de *chips* apresentaram baixos teores de açúcares redutores. Entre as cultivares avaliadas a maior eficiência produtiva de matéria-prima com aptidão para fritura foi exibida por 'Caruso', 'Destiny' e 'Excellence', sendo que todas são aptas ao processamento na forma de palha. Já na forma de *chips* somente 'Destiny' e 'Caruso' proporcionaram fritas adequadas.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L.; Matéria seca; Açúcares redutores; Fritura; Absorção de gordura; Cor das fritas; Rendimento industrial

ABSTRACT

Yield efficiency and industrial attributes of potatoes cultivars for shoestring and chips

There is an increasing market for potato processing in Brazil, and the expansion of the potato industry can only be sustained if good quality product supplies of raw material are available. To reduce production costs and increase industrial efficiency, the industry must choose appropriated cultivars for each kind of product. This research investigated the tuber yield, frying aptitude, and the potato quality attributes for shoestring and chips. Nine potatoes cultivars were evaluated: Agata, Almera, Arizona, Caruso, Destiny, Excelence, Fontane, Markies and Saviola. 'Agata' and 'Almera' were considered unfit for frying, 'Fontane' and 'Markies' with frying standards. The trial ran from January to May 2013, in the south-west region of Minas Gerais State, Brazil. The cultivars Arizona, Caruso, Agata and Markies exhibited higher yield potential. These cultivars and Saviola obtained the highest marketable tubers. 'Destiny' and 'Caruso' showed the highest dry matter contents (higher than 20%) and were followed by 'Excelence', 'Fontane' and 'Markies' (17-18%). 'Caruso' showed greater industrial efficiency for shoestring and chips. 'Destiny', 'Excelence' (extra light fries) and Caruso (medium light) for shoestring, and Caruso and Destiny (extra light to medium light) for chips showed low contents of reducing sugars. It was concluded that 'Destiny', 'Excelence' and 'Caruso' outperformed all other cultivars in terms of yield. Besides, these varieties also displayed aptitude for shoestring frying. On the other hand, 'Destiny' and 'Caruso' were apt to frying as chips.

Keywords: *Solanum tuberosum* L.; Dry matter content; Reducing sugar; Frying; Fat absorption; Fry color; Industrial efficiency

1 INTRODUÇÃO

A cultura da batata é praticada tradicionalmente por um grande contingente de produtores e, desde o final dos anos 90, vem experimentando mudanças significativas que resultaram no aumento da produtividade. Tais mudanças estão relacionadas com a introdução de cultivares com alto potencial produtivo e com ciclo de maturidade precoce, adoção de novas tecnologias, melhoria na gestão das propriedades e à expansão da atividade em novas fronteiras de produção. Todos estes fatores permitem a oferta de tubérculos recém colhidos durante todo o ano.

A despeito da relevância da cultura da batata para o agronegócio brasileiro, o processamento dessa hortaliça, em nível nacional, ainda é incipiente. Há inúmeras possibilidades de inovação e aperfeiçoamento do processamento de batata e as indústrias brasileiras tem grande potencial de expansão. No entanto, as cultivares com aptidão industrial representam pequena fração de todo o volume produzido, divididos ainda em *chips*, palhas e pré-fritas (*“french fries”*). Assim as indústrias encontram-se na atualidade limitadas, quase que exclusivamente, por falta de matéria prima adequada ao processamento. Porém, acredita-se que em um futuro próximo essa situação possa ser revertida com a introdução de novas cultivares com aptidão para o processamento nas formas de palha e chips.

O consumo de batata processada no Brasil é estimado em aproximadamente 800 mil toneladas ao ano, porém, apenas menos de 1/3 deste volume são oriundas de matéria-prima nacional. Atualmente, com os novos hábitos alimentares, as batatas fritas são consumidas por pessoas de todas as classes, sendo este um dos motivos da expansão do mercado. As batatas *chips* e palha são produzidas em diversos países, mas a forma de palha é inexpressiva. Apenas no Brasil esta forma de processamento é praticada em larga escala. No estado de Minas Gerais estão localizadas cerca de 125 unidades de processamento de batata na forma de palha, sendo que mais de 50% delas estão na região do extremo Sul, fronteira com o estado de São Paulo, e estas empresas vem investindo em tecnologia para aprimoramento de seus produtos. Além disso, outras grandes empresas do ramo alimentício que processavam apenas batatas na forma de *chips*

passaram a processar também na forma de palha devido à demanda crescente do mercado.

Para produzir batata frita de qualidade e com custo de produção viável, é fundamental o emprego de cultivares adequadas à fritura. Os tubérculos destinados ao processamento na forma de fritura devem apresentar alto teor de matéria seca, baixo teor de açúcares redutores, baixa absorção de gordura, alto rendimento e coloração atrativa ao consumidor. Ao adotar cultivares adaptadas às condições ambientais de cultivo, com elevado potencial produtivo, com maior grau de resistência às doenças e com aptidão culinária adequada ao tipo de processamento, pode-se alcançar maior rendimento industrial.

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo de cultivares de batatas recém introduzidas no Brasil e determinar sua aptidão quanto aos seus atributos de qualidade para o processamento na forma de palha e *chips*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Batata: origem, aspectos botânicos e cultivo

Há aproximadamente 8.000 anos iniciou-se a história da batata nos altiplanos centrais da Cordilheira dos Andes, a 3.800 m acima do nível do mar, nas proximidades do Lago Titicaca, incluindo os territórios da Bolívia e do Peru encontra-se o centro de origem e de maior diversidade da batata. Os Incas, conhecidos pelos métodos agrícolas avançados para a época, domesticaram e adotaram a batata, principalmente em sua forma primitiva de processamento, o “chuño”, como segurança alimentícia de seu império (POTATO, 2008).

Em 1567 os conquistadores espanhóis levaram os primeiros tubérculos de batata para a Europa, via Ilhas Canárias. Nova introdução, dessa vez na Espanha continental, ocorreu em 1573. Entretanto, decorrido mais de um século depois de sua introdução no continente europeu, a batata era apenas uma mera curiosidade. A primeira descrição e ilustração da batateira aparece na obra “*História de plantas raras*”, de 1601, do botânico Charles de L’Écluse. Contudo, somente cerca de 200 anos após, a batata tornou-se um alimento básico na Europa. A lacuna entre a introdução e seu consumo amplo deve-se a diversos fatores. Um primeiro empecilho descrito foram as lendas criadas em torno do alimento, como por exemplo, que ela era a causa da hanseníase. Porém o fator mais importante foi a incompatibilidade agroclimática ente as regiões de origem (continente americano) e cultivo (continente europeu). O centro de origem da batata é caracterizado por dias curtos e no continente europeu os dias são longos, com inverno rigoroso. Os agricultores necessitaram de várias décadas para realizar seleção das plantas que se adaptassem às novas condições agroclimáticas. A partir do continente europeu a batata foi disseminada para outras partes do mundo (FAO, 2008; MESSER, 2000). Atualmente, é cultivada nos cinco continentes, sob condições climáticas diversas e nos mais variados agroecossistemas, sistemas de produção e níveis tecnológicos (FAO, 2008).

A batata, *Solanum tuberosum* L., é uma solanácea anual, com sistema radicular fasciculado e superficial e raízes concentradas até 50 cm de profundidade, com origem na base das hastes (FILGUEIRA, 2003). As hastes são herbáceas e

clorofiladas, com altura média variável entre 50 e 70 cm podendo, entretanto, alcançar até 1,5 m na fase adulta. A cor das hastes é normalmente verde, mas algumas cultivares apresentam caules arroxeados ou avermelhados. Apresenta número variável de hastes por tubérculo-semente, sendo essa característica depende, entre vários fatores, do estado fisiológico da semente e da própria cultivar. A altura das hastes também é variável, podendo alcançar 50 cm e apresentam, em geral, cor verde e, quando cortadas na transversal, mostram forma angular ou circular. As folhas são simples, recortadas, com 2 a 4 pares de lóbulos primários laterais e um terminal. A parte subterrânea da planta é formada pelas raízes e estolões (caules subterrâneos), na extremidade dos quais os tubérculos são formados. Os tubérculos são, estruturalmente, caules subterrâneos, considerados como órgãos de reserva sendo o amido o principal produto armazenado (TAVARES et al., 2010).

As folhas são compostas por folíolos arredondados dispostas em espiral, ao redor do eixo central da haste. Apresentam maior concentração de estômatos na superfície inferior da folha e tricomas que impedem danos e ovoposição por insetos-pragas (LORIA, 2001). As flores são hermafroditas e apresentam-se reunidas em inflorescência no topo da planta, sendo predominante a autopolinização. Quando polinizada origina um fruto pequeno, de cor verde, que contém numerosas sementes minúsculas.

O ciclo vegetativo da planta pode ser precoce (< 90 dias), médio (90 – 110 dias) ou longo (> 110 dias), dependendo da cultivar (FORTES; PEREIRA, 2003). Devido a sua plasticidade fenotípica, a batata se adapta facilmente a diferentes climas e sistemas de cultivo, estando difundida na atualidade em todo o mundo.

O cultivo da batata deve ocorrer preferencialmente em solos profundos, bem estruturados e férteis, situados acima de 800 metros de altitude, com declividade suave ou plana e sem obstáculos físicos (pedras e tocos). Devem-se evitar áreas onde foram cultivadas outras solanáceas, pois podem estar contaminados por patógenos que causam doenças como a rizoctoniose (*Rhizoctonia solani*), sarna comum (*Streptomyces scabies*), canela-preta (*Pectobacterium carotovorum*), murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), e por nematoides-degalhas (*Meloidogyne* spp.) que podem prejudicar o desenvolvimento da cultura da batata (MELO et al., 2012).

As condições ambientais afetam o crescimento e o desenvolvimento da parte aérea e dos tubérculos influenciando, diretamente a produção, bem como o teor de açúcares nos tubérculos. A exposição dos tubérculos a temperaturas baixas (abaixo de 10°C), mesmo no solo ou no armazenamento, propicia a conversão do amido em açúcares, provocando um aumento indesejável no conteúdo de açúcares redutores. (DALE; MACKAY, 1994; LYNCH et al., 2003).

2.2 Importância econômica

A batata é considerada o esteio da segurança alimentar de inúmeros países, em especial daqueles em desenvolvimento, sendo um dos três alimentos básicos da humanidade, superada apenas pelo trigo e arroz. Pelas estimativas de crescimento populacional mundial será um desafio garantir a alimentação das gerações atuais e futuras. Nesse sentido, a batata desempenhará função primordial na busca de superação deste desafio, posto que é uma importante fonte de proteínas de alta qualidade biológica, vitaminas, minerais, fibras e carboidratos, que fornecem ao organismo a energia que necessita para desempenhar as suas funções diárias (FAO, 2008). Além disso, a cultura apresenta maior rendimento por área em curto período de tempo.

No ano de 2011 foram produzidos aproximadamente 373 milhões de t de batata no mundo. Os 10 países com maiores produções foram China (88,35 milhões de t), Índia (42,33 milhões de t), Federação Russa (32,68 milhões de t), Estados Unidos da América (19,36 milhões de t), Ucrânia (24,24 milhões de t), Alemanha (11,8 milhões de t), Bangladesh (8,32 milhões de t), Polônia (8,19 milhões de t), França (8,01 milhões de t) e Holanda (7,33 milhões de t). O Brasil participou com 3,91 milhões de t (FAOSTAT, 2013), ocupando o 19º lugar. Na América do Sul o Brasil ocupa o 2º lugar em produção superado apenas pelo Peru.

O cultivo da batata no Brasil é de grande importância econômica e social, pois gera grande número de empregos e renda em todos os segmentos da cadeia produtiva (GERALDINI; JULIÃO; BORGATO, 2011). No quinquênio 2007-2011, enquanto a produção e a produtividade de batata aumentaram 11% e 12%, respectivamente, a área teve acréscimo de apenas 1%. Na safra 2012, a produção brasileira alcançou 3,50 milhões de t, a área colhida foi de 130,4 mil ha e a produtividade 26,81 tha^{-1} . Em relação à safra anterior, houve um decréscimo de

produção de 11%. As regiões Sudeste e Sul participaram com 56,94% e 35,1%, enquanto as regiões Nordeste e Centro-Oeste com 4,6% e 3,44% da produção nacional, respectivamente. Os estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná detiveram, respectivamente, 33,8%, 22,8% e 21,4% da produção total (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012; 2013). Em 2012, o valor bruto da produção (VBP) de batata alcançou R\$ 2,33 bilhões correspondendo a aproximadamente 1% do VBP total do setor agrícola (FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO, 2013).

O estado de São Paulo ocupa uma posição de destaque na produção nacional, sendo o terceiro maior produtor no ano de 2011 com produção de 665 mil toneladas, superado apenas por Minas Gerais com 1.275 mil toneladas e Paraná com 793 mil toneladas (FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO, 2013).

2.3 Cultivares

Os principais fatores a serem considerados na escolha de uma cultivar são a aceitação pelo consumidor e as vantagens econômicas. Aos produtores interessa a aceitação pelo consumidor e as vantagens econômicas (STARK; et al, 2003). Sabe-se que cada cultivar possui características específicas de uso e por isso é importante identificá-las em relação a sua melhor forma de utilização culinária (FERNANDES et al., 2010). Atualmente o mercado dispõe de cultivares de batata destinadas as mais variadas formas de processamento e, portanto, a escolha correta da cultivar de acordo com a finalidade de uso é o fator que confere melhor qualidade ao produto final (FONTES, 2005).

A maioria das cultivares adotadas para cultivo no Brasil são de origem estrangeira, em grande parte de países europeus. As importações de batata-semente pelo setor produtivo brasileiro no período 2005-2009 alcançaram, em média, de 3.116 t e os maiores volumes de batata-semente procederam da Holanda (52%), do Chile e da Argentina (24%) (FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO, 2011).

De acordo com Filgueira (2003), o comportamento de uma cultivar em determinado ambiente será a resultante do exclusivo efeito genotípico, do efeito ambiental e da interação entre ambos. Ao serem cultivadas nas diferentes regiões agroecológicas do Brasil, as cultivares estrangeiras não repetem o bom desempenho exibido nas condições de cultivo de seu país de origem, especialmente no que diz

respeito ao potencial produtivo e teor de matéria seca. Isso ocorre devido às diferenças climáticas entre o país de origem e o Brasil (PEREIRA; DANIELS, 2003). Portanto o uso de cultivares adaptadas ao ambiente de cultivo é fundamental para a maximização da produtividade. Diante disso, os pesquisadores brasileiros têm priorizado a obtenção de cultivares de maior rusticidade e adaptadas às condições ambientais das principais zonas de cultivo do país, com maior resistência a doenças, menor exigência em fertilizantes e tolerância ao calor (PEREIRA, 2003; NAZARENO, 2003; SOUZA, 2003; MIRANDA FILHO, 2003).

Até o primeiro semestre do ano de 2012, havia no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) 141 registros de cultivares de origem estrangeira contra apenas 25 de cultivares nacionais. Portanto, ainda é bastante reduzido o número de cultivares nacionais disponíveis para a comercialização. Por outro lado, embora seja significativo o número de cultivares introduzidas a cada ano, são poucas aquelas que conseguem ser aceitas no mercado, sendo que atualmente apenas quatro a cinco cultivares respondem pela quase totalidade da produção nacional. O elevado número de cultivares importadas para testes no país está relacionado com a exigência do mercado por tubérculos de boa aparência, o deficiente programa de produção de batata-semente em nível nacional e a desorganização da cadeia produtiva que dificulta o planejamento da produção (PÁDUA et al., 2012a). A grande maioria das cultivares comercializadas no país não possui aptidão para fritura, originando produtos processados com baixíssima qualidade, encharcados de óleo e sem apresentação, gerando insatisfação do consumidor (CARMO et al., 2007).

No sistema produtivo da batateira, além da escolha correta da cultivar, é importante o uso de batata-semente de boa qualidade e a adequação do manejo às propriedades físicas e químicas do solo. Ademais, exercem também relevante importância o suprimento de água e de minerais, o espaçamento e densidade de plantas em função da cultivar, do clima e da batata-semente e o controle de pragas e doenças. O conjunto de todos esses fatores é muito importante para a obtenção de ganhos de produtividade e da produção comercial (PÁDUA, et al., 2009).

2.4 Processamento industrial e aptidão culinária

O processamento de batatas é tão antigo quanto seu cultivo. Historiadores e arqueologistas sugerem que a batata já era cultivada por volta de 200 d.C. nas montanhas do Peru. Os nativos dos altiplanos andinos desenvolveram uma forma primitiva de processamento, o “chuño”, que visava preservá-las através de sua dessecação e congelamento. A prática consistia em deixar as batatas expostas a céu aberto, a fim de congelá-las durante a noite e descongelá-las ao sol. Após o descongelamento amassavam os tubérculos com os pés descalços, extraíndo a fração líquida do tubérculo. Tal processo era repetido até que os tubérculos estivessem secos o suficiente para ser armazenado por longo período (TALBURT; SMITH, 1975; MELO, 2013¹).

Após a introdução da batata na Europa o processamento das batatas foi redescoberto, sobretudo na forma de fritura. A partir de 1960 iniciou-se o processamento na forma de *chips*. Posteriormente, a partir de 1980 surgiu o processamento na forma pré-frita congelada (CARMO; LEONEL; PÁDUA, 2012).

Da Europa, ainda no século XVIII, a batata foi levada para os Estados Unidos da América onde o processamento na forma de fritura iniciou-se entre 1985-1928, originando diversas marcas, algumas das quais são comercializadas até hoje (CARMO; LEONEL; PÁDUA, 2012).

O surgimento da batata palha foi concomitante com a batata *chips*, na Europa e nos EUA, porém, ao contrário do Brasil, sem grande expressão industrial. A diferenciação para a batata palito é, basicamente, a espessura do corte. Segundo a espessura do corte transversal é denominada *alluminttes* (francês) e *matchstick* (inglês) para corte com 4 mm e *pomme paille* (francês) e *shoestring* ou *straw potatoes* (inglês) para corte com 2 mm (CARMO; LEONEL; PÁDUA, 2012).

O processamento nas formas de palha e *chips*, no Brasil, surgiu na década de 1960 (CARMO; LEONEL; PÁDUA, 2012). Com a introdução de variedades mais produtivas e o aumento considerável da área plantada houve grande oferta de batatas, as quais em muitos momentos excediam o volume comercializado. Isto gerou instabilidade no mercado e perdas aos produtores. Como forma de evitar o prejuízo e os problemas sociais que o acompanham, a partir do

¹MELO, PCTM. Aspectos históricos da cultura da batata no altiplano andino. Instituto Agronômico de Campinas - IAC, Campinas, 2013. Palestra apresentada no Aniversário de 126 anos do IAC, ago. 2013, Campinas.

ano 2000 pequenos produtores dos municípios de Ipuiúna e Senador José Bento, Sul de Minas Gerais, iniciaram o processamento da batata na forma de palha. Essas batatas processadas foram apreciadas pelos consumidores e, desde então o segmento segue em amplo crescimento (SANTOS, 2009).

Porém, o processamento industrial brasileiro de batata ainda é pouco explorado. No entanto, os produtores vem se profissionalizando, adotando modernas tecnologias e acompanhando a evolução do mercado de processamento. A indústria de processamento brasileira tem grande potencial de expansão devido ao cenário político-econômico favorável e as condições edafoclimáticas, água e solo que permitem a produção da batata durante o ano todo. Visto isso, o País poderá ser um dos grandes supridores mundiais de batata, tanto ao natural, quanto processada.

Contudo, os maiores segmentos de processamento de batata, que são palha e *chips*, têm como fator limitante a baixa qualidade de matéria-prima e a falta de regularidade de seu fornecimento por parte dos produtores. Além disso, nesse tipo de processamento é necessária a adoção de cultivar com aptidão correta para cada forma de fritura, porém a maioria das cultivares comercializadas no país não possui aptidão para essa finalidade. A utilização de matéria-prima inadequada resulta em produtos encharcados e sem apresentação que, muito provavelmente, serão rejeitados pelos consumidores. Segundo Gould, (1999) o produto final deve ter cor, textura, ausência de defeitos, sabor e aroma desejáveis pelo consumidor, que se tornam cada vez mais exigente.

No processamento de batatas na forma de palha e *chips* a cultivar adotada deve apresentar baixos teores de açúcares redutores, maior rendimento de fritura, com poucas perdas de descascamento, alto teor de matéria seca (ou gravidade específica), ser isenta de manchas e defeitos, injúrias mecânicas e desordens fisiológicas. Essas são as características básicas exigidas das cultivares destinadas ao processamento (GRIZOTTO, 2005).

Como se trata de um produto de alto valor agregado, qualquer que seja a forma de processamento, o custo da matéria-prima é um fator fundamental. É necessário atender ao mesmo tempo os interesses dos produtores (preço) e dos processadores (preço e qualidade), pois não é viável adquirir matéria-prima com preço baixo, porém de qualidade inadequada, que não atingirá os cultivares padrões mínimos após o processamento. O Brasil é um país com pouca tradição e

importância na industrialização de batatas e muitas vezes a relação preço X qualidade não é considerada (POPP, 2005).

Muitas empresas de menor porte e sem capital financeiro para maiores investimentos optam por adquirir matéria-prima de classe inferior e de cultivares destinadas ao mercado do tubérculo in natura diretamente de beneficiadoras ou no mercado atacadista, na tentativa de reduzir ou baratear o custo do processamento. Porém, na maioria das vezes, as batatas que são adquiridas pertencem ao grupo de batatas descartadas para o mercado do tubérculo in natura, as quais tem baixíssimo custo e geram a falsa impressão de que a indústria terá maior lucro. Essa situação é comprovada por Santos (2009) que descreve um comparativo econômico de todo o processo de produção de batata palha entre a cultivar Agata, a mais cultivada no Brasil, e a cultivar Markies, cultivar adequada ao processamento na forma de fritura, porém cultivada em menor escala. Embora a cultivar Agata seja mais produtiva, de ciclo precoce e tubérculos mais uniformes, o conteúdo de matéria seca dos seus tubérculos é bem inferior quando comparado ao da cultivar Markies. Portanto, a cultivar Markies mesmo apresentando ciclo mais tardio e produção um pouco inferior ao da cultivar Agata, torna-se mais atrativa ao processamento de batata palha por apresentar maior rendimento industrial. O autor conclui que optar pelo material adequado ao processamento, mesmo que a matéria-prima tenha um custo pouco mais elevado, o rendimento do produto final será maior, além de poder ofertar um produto de melhor qualidade inferior ao consumidor. Portanto, a adequação da batata para processamento, além da produtividade, tamanho e uniformidade dos tubérculos, é dependente de vários fatores como teores adequados de matéria seca e açúcares redutores, que são características determinantes da aptidão culinária de cada cultivar.

Aptidão culinária de um alimento vegetal é a determinação de suas características naturais em cada tipo de preparo específico. O estudo da aptidão culinária é de extrema importância para a educação da população quanto à escolha correta das cultivares para cada receita e uso, além de contribuir para a introdução e/ou divulgação de novas cultivares no mercado nacional. Os testes de aptidão culinária são determinados a partir da caracterização físico-química de cada cultivar, seguido da avaliação do processamento dos tubérculos na forma frita, cozida ou assada, e da avaliação sensorial dos produtos processados. Os resultados destes testes irão determinar qual a aptidão de uso de cada cultivar (PÁDUA et al., 2012a).

2.5 Atributos de qualidade

Segundo Zorzella et al. (2003) a composição química e bioquímica dos tubérculos é importante para determinar a qualidade da batata e também a qualidade do produto final.

2.5.1 Formato e tamanho

No processamento na forma de fritas o formato e o tamanho do tubérculo, a princípio, são os atributos que irão determinar sua finalidade de uso. A forma pode ser redonda, oval, oval alongada, elíptica ou alongada.

Tubérculos alongados e grandes podem ser empregados na indústria de fritura, desde que não gerem muitas perdas no descascamento. Para palitos preferem-se tubérculos alongados a ovais alongados e, se possível, sem extremidades delgadas para proporcionarem palitos longos e uniformes.

Para *chips*, dá-se preferência a tubérculos ovais a arredondados que originarão fatias circulares e uniformes.

No processamento na forma de palha o formato, a princípio é indiferente devido ao tamanho e espessura dos filetes, mas deve-se dar preferência aos alongados e de tamanho uniforme para padronização do produto. Mas, independentemente do formato e tamanho, a preferência é por tubérculos uniformes.

No entanto, grande variação no tamanho exige maior número de operações na industrialização para uniformização, evitar perdas ou mesmo a rejeição do produto final. A adequação do tamanho é dada em função da relação rendimento e preço, considerando que tubérculos maiores possibilitam maior rendimento no preparo, enquanto que tubérculos menores custam menos na aquisição, mas promovem filetes ou fatias de tamanho pequeno e irregular (GOULD, 1999; PÁDUA et al., 2012a)

2.5.2 Aparência

A aparência é um atributo importante para o mercado de batatas na forma natural destinadas ao processamento doméstico. É dada pela cor, brilho e aspereza de pele. No Brasil a aparência dos tubérculos é um atributo muito

valorizado neste tipo de mercado. Há alguns anos atrás apenas batatas de pele amarela eram aceitas. Atualmente já são aceitos tubérculos com pele de tonalidade e cor variada, desde que seja lisa, com olhos superficiais e preferencialmente, brilhantes.

No mercado de batatas para o processamento industrial a aparência dos tubérculos não é um atributo relevante PÁDUA et al., 2012a; GOULD, 1999).

2.5.3 Periderme (pele)

Outro atributo importante, tanto para a indústria quanto para o mercado de tubérculos na forma natural, é a espessura e aderência da periderme (pele). São muito importantes na determinação da maior ou menor suscetibilidade do tubérculo à esfoladura no processo de colheita e beneficiamento. A pele se desenvolve no último estágio de desenvolvimento dos tubérculos (PÁDUA et al., 2012a; GOULD, 1999) e após a morte da parte aérea demanda em torno de 15 dias para completar a suberização (maturação e aderência da pele).

Quando os tubérculos são colhidos imaturos sofrem, durante a operação de colheita, a esfoladura que consiste no desprendimento parcial da pele. Tubérculos esfolados tem a apresentação depreciada, a conservação reduzida, maior perda de umidade e a qualidade prejudicada, visto que a pele é uma barreira natural contra patógenos (MELO et al., 2012).

2.5.4 Profundidade das gemas

Os tubérculos são caules com gemas de brotação distribuídas por toda sua superfície, porém são mais comuns nas extremidades. Estas gemas são chamadas de “olhos” e originam as hastes da batateira. Tanto para o mercado ao natural, quanto à indústria, os tubérculos devem apresentar superfície regular e lisa, pois facilitam as operações e proporcionam maior rendimento. Para tanto os “olhos” devem ser rasos ou superficiais (PÁDUA et al., 2012a; TAVARES et al., 2010).

2.5.5 Peso específico e matéria seca

O peso específico (PE) ou gravidade específica (GE) é a estimativa do conteúdo de matéria seca (MS) da batata. O tubérculo é composto de água (63-87%) e matéria seca (13-37%). A matéria seca é composta por carboidratos

(aproximadamente 82,4%), proteínas (aproximadamente 12,4%) e minerais (aproximadamente 5,2%). O carboidrato de reserva é o amido (75-95% de amilopectina e 21-25% amilose). O peso específico é uma forma indireta de estimar a quantidade de água da batata (GOULD, 1999).

O PE tem grande influência na textura dos tubérculos destinados tanto ao mercado na forma natural quanto em produtos processados. Esse parâmetro é um identificador ideal de qualidade, pois está relacionado com a textura e consistência do produto final. Para batatas palha, *chips*, palitos e desidratadas o PE tem relação direta com a eficiência do processamento, tempo e temperatura de fritura ou secagem e reconstituição do produto desidratado. Além disso, o alto rendimento de fritura, menor absorção de óleo e maior crocância estão correlacionadas com o PE (GOULD, 1999).

Já que a fritura é um processo de secagem, quanto maior o conteúdo de água menor será o teor de sólidos nos tubérculos, ocasionando grande gasto de energia para retirar essa água, obtendo menor teor de sólidos no produto final, maior absorção de óleo e maior gasto com óleo ao final da operação (GOULD, 1999).

A determinação do conteúdo de matéria seca dos tubérculos é imprescindível para a especificação da aptidão da cultivar e a modalidade de processamento, principalmente na forma de frituras que é a modalidade de consumo preferida pelos brasileiros (LOPES; BUSO, 1997). Maior conteúdo de matéria seca implica em menor absorção de gordura e, conseqüentemente, um produto final mais crocante, com melhor sabor e aparência (MELO, 1999). Alto teor de matéria seca indica menos água, portanto mais batata seca. No caso da batata, o método utilizado para determinação do PE é o hidrostático, quando são determinados o peso de uma amostra de tubérculos no ar e em seguida a determinação do peso dessa mesma amostra imersa na água. Com os valores de PE é possível estimar o teor de matéria seca por cálculos e tabelas. Porém, esse método é de baixa precisão e deve ser utilizado apenas como referência ao teor de sólidos dos tubérculos (GOULD, 1999).

Inúmeros são os fatores que influenciam o PE e, conseqüentemente, a matéria seca. Dentre eles, os principais são os fatores genéticos, ambientais e de manejo. No entanto, sob condições normais de cultivo o máximo de matéria seca acumulada se dá quando 80% das folhas estiverem mortas naturalmente de acordo com o ciclo cultural de cada cultivar enquanto que, o mínimo de teores de açúcares

reduzidores se dá quando as folhas estiverem totalmente mortas. É importante observar que este comportamento sofre alterações para cada cultivar e que nem sempre é possível se obter o ponto ótimo para cada atributo em um mesmo momento (POPP, 2005).

As implicações do teor de matéria seca na indústria têm impacto variado entre as diversas formas de processamento, mas sempre como fator fundamental. A quantidade de matéria-prima que uma indústria necessita comprar para fazer um determinado volume de produto acabado, seja batata frita ou desidratada, está ligada por uma relação diretamente proporcional ao teor de matéria seca. Para a maioria dos processos, principalmente nos casos de fritura e desidratação, é desejável que a batata tenha alto teor de matéria seca (GOULD, 1999). A matéria seca vai influenciar também na quantidade de óleo absorvido na fritura e a textura do produto final (POPP, 2005).

2.5.6 Amido e Açúcares

O amido é um dos carboidratos de reserva vegetal mais abundante e está presente sob a forma de grânulos intracelulares. É composto basicamente por amilose e amilopectina e sua estrutura é característica de cada espécie botânica. Suas características combinadas o tornam uma imensurável fonte de biopolímero funcional para a ciência dos alimentos e dos materiais. Por meio do processamento industrial o amido origina aproximadamente mil produtos alimentares e não alimentares (CARMO; LEONEL; PÁDUA, 2012; LIU et al., 2009).

A batata é uma das principais espécies fornecedoras de amido, o qual é considerado muito puro comparado aos outros tipos. O amido de batata apresenta aproximadamente 20% de amilose e 80% de amilopectina, entretanto diversos fatores podem influenciá-lo como cultivares, adubação fosfatada e estágio de desenvolvimento da planta. Amidos com altos teores de amilose são preferidos para a obtenção de produtos fritos, pois apresentam menor absorção de gordura durante e após o processamento (CARMO; LEONEL; PÁDUA, 2012; LIU et al., 2009).

O teor de açúcares é uma característica importante na escolha da cultivar para o mercado da batata, principalmente no Brasil, uma vez que influencia a qualidade da batata frita, sendo que os teores elevados de açúcares redutores

podem, levar ao escurecimento não enzimático ou caramelização, causando sabor amargo e depreciando a apresentação do produto final (PÁDUA, et al., 2012a).

A fotossíntese produz açúcares livres (redutores) que são compostos por frutose e glicose. Esses açúcares são sintetizados e transformados em sacarose que é translocada da parte aérea para os tubérculos e será transformada em amido (tecido de reserva). O processo ocorre até o final do ciclo vegetativo da planta, quando cessa a produção de açúcares. Todo o processo de síntese de compostos (hidrólise) é feita pela respiração. Em tubérculos com alto teor de açúcares redutores, durante a fritura, há uma reação entre esses açúcares e os aminoácidos causando o escurecimento do produto final. Essa reação é chamada de reação de Maillard (GOULD, 1989; MELO, 1999). Os açúcares redutores são importantes, sobretudo nos processos de fritura, pois conferem ao produto final um aspecto pouco atrativo. Em elevadas concentrações esses açúcares queimam no momento da fritura formando manchas escuras no produto acabado. Portanto, o conteúdo de açúcares redutores está diretamente ligado com a cor dos produtos industrializados.

Diversos fatores influenciam o conteúdo de açúcares do tubérculo. Segundo Popp (2005), os fatores que influenciam os teores de açúcares redutores em batata agem interativamente: cultivar, manejo e condições de cultivo, maturação dos tubérculos, manejo na colheita, armazenamento etc.

Caso a batateira seja submetida a algum tipo de estresse durante o ciclo e/ou os tubérculos sejam colhidos imaturos, os açúcares nunca serão totalmente convertidos em amido, e como resultado, tem-se a conversão da sacarose em açúcares redutores. Por isso, é de extrema importância aguardar até que a planta complete seu ciclo natural e atinja a maturidade, para proceder a colheita. A morte da rama impossibilita a planta de produzir e translocar açúcares. Após a maturidade e a suberização da pele os tubérculos estão aptos a serem processados ou armazenados, pois provavelmente todos os açúcares estarão armazenados na forma de amido. Outro fator importante para o conteúdo de açúcares é a temperatura do ambiente em que se encontram. Tubérculos não podem ser expostos a baixas temperaturas (abaixo de 10°C) tanto durante o ciclo de produção quanto no armazenamento, pois há conversão de sacarose a açúcares redutores, especialmente frutose (GOULD, 1999). Além disso, deve-se atentar para o fato que os tubérculos são órgãos vivos e respiram. A respiração depende da

temperatura e umidade de armazenamento, entre outros. Durante a respiração, os açúcares redutores são quebrados em dióxido de carbono e água.

Os altos níveis de açúcares redutores nos tubérculos são os principais responsáveis pelo escurecimento indesejável dos produtos processados. São oxidados durante o processo de fritura provocando o escurecimento das fritas. Esse processo é conhecido como reação de Maillard, ou escurecimento não enzimático, e sofre influência decisiva da temperatura, sendo extremamente rápida a 150°C. Visto que a temperatura do óleo no processo de fritura é normalmente de 180-185°C, tem-se uma alta eficiência de reação nas fritas (COELHO, 1998).

2.5.7 Cor

A colorimetria é a técnica científica que por modelos matemáticos procura descrever, quantificar e simular a percepção da cor pelo homem. A luz é uma forma de energia constituída por ondas eletromagnéticas irradiadas de sua origem. De uma forma geral, o olho humano percebe comprimentos de onda compreendidos entre 380 nm e 760 nm. A luz do sol é composta por radiações de diferentes comprimentos de onda formando o espectro, que é a sequência de radiações monocromáticas. Cada faixa do espectro corresponde a uma cor em um comprimento de onda particular. A distribuição espectral de potência radiante (DEP) é a expressão numérica da potência relativa que esta fonte emite em cada comprimento de onda (SILVA, 2004).

O sol é a mais importante dentre todas as fontes de luz que o sistema visual humano conhece. A distribuição de seus comprimentos de onda variam de acordo com a época do ano, a hora do dia, condições atmosféricas e posição geográfica (SILVA, 2004). Adota-se a padronização dos termos relativos ao sistema de cor o modelo da Comissão Internationale de L'Eclairage - CIE. A CIE padronizou diversas DEP de iluminantes, sendo os principais o A, B, C e o D65. O iluminante A é uma lâmpada de tungstênio que produz uma luz amarelo avermelhada, usada para simular a luz incandescente. Os iluminantes B e C utilizam uma lâmpada de tungstênio que simulam as condições de luz de sol direta (B) e a luz do sol indireta (C) respectivamente. O iluminante D65 é semelhante ao C, simula a luz do dia, mas também contém o componente ultravioleta (UV) para melhor simular a luz do dia (BERNS, 2002; WYSZECKI, 1978)

São em número de três os fatores fundamentais na formação da luz: a fonte de luz (radiação), o objeto e o observador. Atendendo a esses requisitos o sistema numérico (alfanumérico) que é amplamente utilizado para descrever a cor é o sistema criado por Albert Henry Munsell, que desenvolveu uma forma racional de descrever a cor prevendo uma notação que pudesse ser usada internacionalmente, com linguagem lógica, na qual qualquer pessoa pode identificá-la visualmente, descrevê-la e comunicá-la.

O sistema de tonalidade de Munsell consiste em um círculo no qual estão dispostos os componentes *Hue, Saturation and Brightness* (H, S, B), ou Matiz, Saturação e Luminosidade que estão relacionados à percepção humana das cores. *Hue* (h) é baseado no comprimento de onda da luz refletida ou transmitida de um objeto. A saturação, também chamada de cromaticidade (C), relaciona a quantidade que uma cor contém de pureza, sendo que quanto maior a saturação mais intensa é a cor. Já a luminosidade (L) é a medida de intensidade de luz, ou brilho de uma cor (Anexo B) (KUEHNI, 2004).

O ângulo de tonalidade *Hue* (h) é a cor propriamente dita, grandeza que caracteriza a qualidade da cor e está associado ao comprimento de onda do espectro visível. É o atributo qualitativo da cor (MACHADO et al., 1997) e com este valor é possível situar um ponto em um grupo de cor permitindo visualizar as mudanças na cor dos vegetais (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004). Este parâmetro é expresso em graus e dividido em quadrantes, onde 330° a 25° corresponde ao vermelho, 25° a 70° corresponde ao laranja, 70° a 100° corresponde ao amarelo, 100° a 200° corresponde ao verde, 200° a 295° corresponde ao azul e 295° a 330° ao violeta (RAMOS; GOMIDE, 2007).

O croma (C) mede o grau de afastamento do cinza e sua escala varia de zero (região difusa, mistura de todas as cores, caracterizando as variações de cinza) a 60 para uma cor pura. Já a luminosidade (L) permite determinar o quanto uma amostra é mais ou menos brilhante e seus valores variam de 0 a 100. (KONICA MINOLTA, 1998).

Portanto a cor de um objeto ou alimento depende de inúmeros fatores como iluminação ambiente, tamanho da amostra, textura e cores no entorno que podem contaminar a amostra. Por ser um fenômeno subjetivo, sua avaliação também é dependente do observador (SILVA, 2004). Além disso, a cor da batata, tanto ao natural quanto frita, é afetada por diversos fatores como: cultivar; ciclo de

cultivo; fertilização e maturidade na colheita; estresse durante o crescimento; colheita e armazenamento; o método de processamento (temperatura, duração etc.), entre outros. Indubitavelmente, é o atributo de qualidade mais difícil de ser mantido dentro de uma faixa aceitável para o processamento (GOULD, 1999).

A uniformidade de um produto comercial é um direito do consumidor, e gera a necessidade de padronização dos métodos de controle e classificação de atributos. O parâmetro cor é um atributo muito complexo, mas com a evolução da colorimetria pode-se aferir valores numéricos de identificação universal. Hoje, dispõe-se de aparelhos de medição de cores padronizados e precisos na determinação da posição de uma cor no espaço colorimétrico tridimensional (SILVA, 2004).

2.5.7.1 Determinação de cor por métodos instrumentais

Dentre os instrumentos utilizados para a avaliação colorimétrica estão o espectrofotômetro e o colorímetro. O colorímetro separa os componentes vermelho, verde e azul (*red, green, blue* – RGB) da luz, funcionando de forma análoga ao sistema visual humano utilizando filtros que simulam a resposta dos cones do olho gerando resultados numéricos em um dos modelos padronizados de cores CIE. O espectrofotômetro de refletância tem por finalidade fornecer a curva de distribuição de refletância de uma amostra, em cada comprimento de onda da faixa de medição do instrumento (SILVA, 2004).

2.5.7.2 Determinação de cor por métodos visuais

A eficiência e qualidade das medições instrumentais são indiscutíveis. No entanto, o observador humano não pode ser totalmente substituído na avaliação final de imagens complexas e nos limites de aceitabilidade. Para avaliar a cor nas condições em que os clientes as comparam e aprovam é necessário utilizar condições padronizadas baseadas em normas internacionais (SILVA, 2004).

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos desenvolve vários trabalhos de padronização de produtos agrícolas, e dentre eles o “Padrão de Classificação de Batatas Fritas à Francesa” (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 1967, 1969, 1988). A tabela de classificação de batatas

cortadas na forma de palitos aborda aspectos como descrição das etapas de produção, tipos e classificação de cortes, textura, umidade e cor dos produtos. Os critérios adotados pelo departamento americano são descritos em notas de acordo com a cor do palito após a fritura. As notas atribuídas seguem de 0 (extra claro) a 4 (marrom) e as amostras são comparadas com a tabela de cor desenvolvida pelo departamento americano. A análise visual de cor deve ser feita com lâmpadas equivalentes à luz do dia e o observador deve ter visão apurada (GOULD, 1999). Apesar de ser descrita para batata palito, tem sido empregada com sucesso para batatas *chips* (MARIQUE; PENNINCX; KHAROUBI, 2005)

É desejável que as batatas fritas apresentem cor dourada clara, sem chegar ao marrom e ausência de pontos ou traços escuros. A cor do produto final depende principalmente da composição química do tubérculo, que é influenciada pela variedade da batata e suas condições de cultivo e armazenamento. Os principais componentes que afetam a cor da batata frita são os açúcares redutores presentes na polpa da batata. A presença de mais que 1% de açúcares redutores na polpa da batata pode comprometer a cor das fritas, tornando-as escuras (GRIZOTTO, 2005).

2.5.8 Teor residual de óleo

Os óleos e as gorduras são substâncias reconhecidas pela sua importância. Eles concentram a maior quantidade de calorias em vários tipos de alimentos. São transmissores de vitaminas lipossolúveis e têm função de tornar muitos alimentos mais palatáveis. São também conhecidas como triglicerídeos insolúveis em água, mas solúveis na maioria dos solventes orgânicos, têm densidade menor que a água, e em diferentes temperaturas pode manter-se no estado líquido ou sólido. Quando seu estado é sólido são chamados de gorduras, e se no estado líquido são óleos. São amplamente utilizados na composição e cozimento de alimentos (GOULD; GOULD, 1993).

O teor residual de óleo é um fator importante na qualidade das batatas fritas. Um alto teor residual de óleo no produto final aumenta os custos de produção e prejudica o sabor e a crocância do produto. Por outro lado, baixos teores privam o produto do aroma e sabor característicos de alimentos fritos. Os principais fatores que afetam a absorção de óleo pela batata frita são: a temperatura e a duração de

fritura, a quantidade de água presente na batata, o tipo de óleo utilizado e a espessura das fatias ou filetes. Batatas que são fritas em óleo a altas temperaturas (180 a 190°C) por períodos curtos de tempo, contêm menos óleo do que aquelas fritas a temperaturas mais baixas (GRIZOTTO, 2005).

A batata *chips* pode ter de 30 a 45% de conteúdo de gordura, dependendo do tipo de óleo a ser utilizado, da temperatura de fritura, da espessura da fatia, do teor de sólidos da fatia, e da umidade final do *chip*. Geralmente os óleos líquidos serão menos absorvidos que os sólidos. É importante determinar a porcentagem de óleo nos produtos fritos, pois o óleo em excesso eleva o custo de produção e as batatas durante a fritura podem não ser desidratadas da forma correta, tornando-se gordurosas. A extração é feita por meio de solventes orgânicos através de refluxo contínuo e a determinação do teor de óleo residual gravimetricamente (GOULD; GOULD, 1993).

2.5.9 Sabor

Em países europeus, como a França, a aquisição e o consumo de batatas conforme o uso culinário específico é guiado, essencialmente, pela apreciação do sabor da batata processada, independentemente das características físicas como tamanho, formato e cor da casca do tubérculo (CONTAMINE, 2008). Esse hábito impulsionou o desenvolvimento e comércio de diferentes cultivares, com características específicas para distintos preparos culinários. No Brasil, as batatas são adquiridas preferencialmente pela aparência, característica essa que não garante sabor e qualidade dos tubérculos (RIBEIRO et al., 2013).

Zorzella et al. (2003) encontraram correlação positiva entre a cor escura dos *chips* e gosto amargo com o teor de açúcares redutores. Os genótipos que apresentaram teores altos de açúcares redutores produziram *chips* de cor marrom, apresentaram gosto amargo, sabor característico de fraca intensidade e qualidade geral não satisfatória.

O sabor do alimento, aliado à aparência, é um fator fundamental para sua aceitação. Cada óleo utilizado na fritura pode promover um sabor à batata e cada tipo de mercado exige um sabor diferenciado. Nesse sentido, algumas indústrias fazem misturas de óleos para incrementar o sabor. Além do mais, óleos

que são utilizados por longo período na fritura ou não são apropriadamente reaproveitados podem causar alterações no sabor durante a fritura (GOULD, 1999).

Além da matéria-prima e do tipo de óleo a diferenciação no sabor dá-se pela adição de sal e, muitas vezes, também pela adição de temperos ou condimentos. Para diferenciar alguns produtos pode-se adicionar junto ao sal diversos temperos e aromas que conferem característica particulares aos produtos. Geralmente os temperos constituem 6 a 8 % do produto (GOULD, 1999).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a ingestão diária de até 5 g de sal, porém a maioria dos alimentos excede esta recomendação. As batatas fritas estão entre os alimentos industrializados com o maior teor de sódio, contendo em média 472 mg / 100 g de sódio na batata palha e 624 mg / 100 g nas *chips* onduladas (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2012). O Ministério da Saúde e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA) firmaram um acordo que estabelece metas nacionais para a redução do teor de sódio em alimentos processados no Brasil. As batatas fritas terão redução anual de 5% do teor de sódio até 2016 (EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO, 2011).

Além desses atributos, outros fatores como a qualidade dos tubérculos aliada à adequação do processo de fritura segundo a forma de processamento, o tamanho e uniformidade do corte do tubérculo, o tipo da matéria-prima utilizada para fritura (óleo ou gordura vegetal), a manutenção regular da temperatura e o manejo após a fritura podem influenciar diretamente o sabor da batata frita (GRIZOTTO, 2005).

2.5.10 Textura e crocância

A textura é um dos atributos mais importantes em qualidade de alimentos, os quais diferem por sua estrutura e propriedades físicas. Tais diferenças são causadas por características intrínsecas da cultivar, durante a maturidade dos tubérculos, diferenças essas causadas pelo tipo e cuidado na colheita, na manipulação dos tubérculos e métodos de processamento (GOULD; GOULD, 1993).

Aliada à textura está a crocância, que por sua vez está relacionada à umidade da batata, à temperatura e ao tempo de fritura. As batatas com alto teor de umidade absorvem mais óleo durante a fritura e tornam-se murchas. O excesso de

óleo, particularmente a alta temperatura do óleo, confere a aparência e impressão de textura mole e encharcada aos produtos, o que prejudica o valor e a aceitação comercial (GRIZOTTO, 2005).

2.5.11 Rendimento de fritura

É de extrema importância a avaliação da qualidade da batata utilizada como matéria-prima. Uma batata adequada ao processamento deve apresentar, além dos fatores anteriormente citados, ausência de defeitos. As perdas durante o descascamento e acabamento estão normalmente em torno de 15 a 20% e o rendimento final de batatas fritas próximo a 30%. Além disso, o elevado teor de matéria seca no tubérculo destinado ao processamento está diretamente relacionado com o rendimento de fritura e a textura do produto processado, pois diminui a absorção de óleo e garante maior crocância. As principais etapas do processo que afetam o rendimento são: descascamento, acabamento (uniformização do formato), corte e fritura (GRIZOTTO 2005; PEREIRA, 2003; POPP, 2000).

2.6 Etapas do processamento na forma de fritura

Segundo Shimoyama (2004), a forma de preparo de batata mais consumida pelos brasileiros é a fritura, seja em processamento doméstico ou industrial, este último cada vez mais crescente.

O processamento de batatas para a fritura consiste no recebimento da matéria-prima, higienização, descascamento, corte, lavagem, fritura, inspeção, salga e saborização, resfriamento, embalagem e armazenamento (GOULD, 1999).

2.6.1 Colheita, recepção da matéria-prima, lavagem e higienização

As batatas são suscetíveis a injúrias, portanto devem ser colhidas com as ramas secas, já senescentes e prostradas. Após o arranquio, os tubérculos devem permanecer no campo por aproximadamente duas horas para secagem inicial e perda superficial de água. Após a colheita, os tubérculos destinados ao processamento seguem diretamente para a indústria.

Ao chegar à indústria, os tubérculos serão primeiramente selecionados, separando-se eventuais materiais indesejáveis, tubérculos danificados ou com podridão. Faz-se então uma nova classificação por aparência e tamanho visando à uniformização. Caso os tubérculos não sejam imediatamente processados devem ser armazenados sob temperatura amena, acima de 10°C.

Faz-se a primeira lavagem com água tratada, limpa e de boa qualidade para a remoção das impurezas aderidas à periderme. Água com baixa temperatura contribui para a retirada do calor dos tubérculos e conseqüentemente na redução de seu metabolismo (PINELI, 2005).

2.6.2 Descascamento

O descascamento, na indústria de fritas, normalmente é feito por equipamentos automatizados que podem ser desde simples máquinas abrasivas para pequenas quantidades até descascadores automáticos para grandes indústrias. Esse tipo de descascamento é feito por discos abrasivos giratórios que também permitem a lavagem dos tubérculos por jatos d'água. Conforme o modelo, o aparelho pode ser capaz de descascar 70 t por hora (TFOUNI et al., 2003).

2.6.3 Corte

Após o descascamento, as batatas devem ser novamente inspecionadas. Essa inspeção consiste na remoção de partes indesejadas e observar se há a necessidade de acabamento nos tubérculos, quando necessário. É a etapa mais importante do processo, pois define o formato e parte da aparência das fritas (GOULD, 1999).

Ao serem processadas na forma de palha as batatas devem ter tamanho padronizado para proporcionar filetes com maior grau de uniformidade. Quando processadas na forma de fritura, as fatias não devem apresentar arestas ou rompimentos. Fatias íntegras absorvem menos óleo, enquanto aquelas com defeitos ficam escurecidas nas bordas. Também deve-se verificar a uniformidade do lote quanto à espessura da fatia (GOULD, 1999).

O corte é feito de acordo com o produto desejado. A espessura é variável e estão disponíveis no mercado equipamentos para os diversos tipos de

corte. Para batatas *chips*, lisa ou ondulada, a lâmina de corte deve ser ajustada para obter finas fatias com espessura entre 1 e 2 mm. No corte de palha, há grande variação na espessura, porém as tiras são cortadas em sessão transversal, predominantemente menor que 9mm (GOULD, 1999).

2.6.4 Lavagem

Esta etapa proporciona algumas controvérsias, mas acredita-se que a batata deve estar isenta do amido livre (devido corte) para evitar que as fritas fiquem aderidas umas às outras. Além disso, a lavagem evita o escurecimento do óleo e pontos escurecidos na superfície da batata frita. No caso de batatas palha a lavagem deve ser delicada, pois a espessura do corte promove maior liberação de amido e os filetes frágeis são suscetíveis à quebra (GOULD, 1999).

Os lavadores podem ser em sistema contínuo ou por batelada. A lavagem é feita por jatos d'água ou imersão. A água de lavagem deve ser dura, com 250-350 ppm de dureza e estar igual ou próximo o pH da batata para maior eficiência (pH ~ 6,2) (GOULD, 1999).

As fatias devem estar praticamente secas ou livres da maior parte da água antes da fritura. Para tanto são adotados diversos métodos como ar aquecido, esteiras vibratórias, centrífugas e ventiladores. Nessa etapa, em alguns casos, fazem-se tratamentos para melhoria e manutenção da cor visando evitar o escurecimento causado por excesso de açúcares redutores (GOULD, 1999; CARMO; LEONEL; PÁDUA, 2012).

2.6.5 Fritura

A fritura é o processo no qual óleos e/ou gorduras aquecidos são utilizados para evaporar parcialmente a água de um alimento. É um método que possui capacidade de criar aromas e textura únicos em alimentos processados e melhoram sua palatabilidade geral (MOYANO; PEDRESCHI, 2006).

Existem dois métodos básicos de fritura, o método por imersão e o contínuo. O método por imersão consiste em imergir alimentos ou pedaços destes em óleo quente. Essa modalidade de fritura promove rápida transferência de calor, rápido cozimento, acastanhamento e desenvolvimento de aroma e textura

(PEDRESCHI et al., 2006). Esse processo necessita de maior tempo de preparação (8 a 10 minutos), temperatura baixa e o conteúdo de óleo deve ser ligeiramente elevado.

Já o método contínuo é mais utilizado em grandes fábricas. Pode ser feito por fritura direta ou por alterações de temperatura. Muitos sistemas trocam a fritura direta por multi zonas de aquecimento ao longo do equipamento. É vantajoso por conter zonas que permitem a monitoração e controle da cor das batatas e demandar menos tempo de fritura. Muitas vezes esse sistema é preferido pelo consumidor por promover produtos com baixo teor de gordura, porém esse processo promove perda das características organolépticas (GRIZOTTO 2005; PEDRESCHI et al., 2006).

Os fatores determinantes na qualidade e redução do teor de óleo nas fritas são o período de fritura e a troca frequente do óleo. O ideal seria que fosse trocado a cada fritura, pois o óleo novo promove melhor sabor e textura aos produtos fritos, porém é inviável em sistemas de fritura por imersão (GOULD, 1999; GRIZOTTO 2005).

2.6.6 Inspeção

Após a fritura, as batatas devem passar por outra inspeção, removendo-se as batatas descoloridas, escuras, queimadas ou com defeitos. Esse processo atualmente é feito de forma eletrônica (GRIZOTTO 2005).

2.6.7 Condimentação

Os processos de salga, saborização e aromatização constituem o último passo do processo de fabricação e confere sabor e aroma ao produto. Geralmente é feita logo após a fritura, pois o óleo quente irá cristalizar e blindar as partículas de sal na batata. Além do sal, pode-se adicionar condimentos e sabores. No entanto, para a padronização e atendimento da legislação esse processo deve ser feito através de salgadores automáticos no formato de tambor (em sua maioria) (GOULD, 1999).

2.6.8 Resfriamento

Após a salga as fritas seguem diretamente para a área de resfriamento. O resfriamento das fritas pode ser feito nas esteiras de transporte, durante o caminho para a área de empacotamento, ou em tambores os quais são reservados até o resfriamento total. O resfriamento elimina a umidade e melhoram a textura do produto (TALBURT; SMITH, 1975).

2.6.9 Embalagem e armazenamento

O tipo de embalagem é particular para cada tipo de produto, porém a embalagem metalizada é a mais utilizada. Além disso, a escolha da embalagem deve ser feita de acordo com o período de armazenamento. Para períodos de armazenamento longos (mais de 10 semanas) deve-se adotar embalagens com filmes à prova de umidade e vapor. Atendendo à normatização, toda embalagem deve ser devidamente rotulada, preenchida e selada, estar com a capacidade máxima de armazenamento e, de acordo com a necessidade, pode-se adicionar gás (nitrogênio) para a preservação. Para tanto, deve-se ter um sistema de controle de qualidade que observe o preenchimento da embalagem, o peso correto, o selamento, etc. As embalagens devem ser devidamente acondicionadas em local protegido (GOULD, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Cultivares testadas

Foram avaliadas nove cultivares de batata: Agata, Almera, Arizona, Caruso, Destiny, Excellence, Fontane, Markies e Saviola. 'Agata' e 'Almera' foram utilizadas como cultivares não aptas para fritura e 'Fontane' e 'Markies' como cultivares recomendadas para fritura.

3.1.1 Agata

A cultivar Agata é a cultivar mais plantada atualmente no Brasil. É de origem holandesa, seu ciclo é precoce a muito precoce. Os tubérculos têm período muito curto de dormência. A batateira apresenta porte baixo, com hábito de crescimento ereto, boa tuberização. É sensível à requeima (*Phytophthora infestans*) e pinta-preta (*Alternaria sp.*). Tem moderada resistência ao vírus Yⁿ, causador do mosaico necrótico. Os tubérculos têm formato oval, com olhos (gemas de brotação) superficiais, a pele amarela clara e predominante lisa e brilhante e polpa amarela. Após a classificação apresenta elevada proporção de tubérculos graúdos e homogêneos, com baixo percentual de tubérculos defeituosos (AGRICO 2013; MARGOSSIAN, 2013).

3.1.2 Almera

A cultivar Almera é de origem holandesa, com ciclo precoce e de alta produtividade. Os tubérculos semente apresentam médio período de dormência e desenvolvimento inicial moderado. A batateira tem porte médio, com hábito de crescimento ereto, boa arquitetura, vigor vegetativo e uniformidade. Apresenta moderada resistência aos vírus do enrolamento das folhas (PLRV), Y^{ntn} e Yⁿ. Também tem moderada resistência à canela preta, à podridão seca (*Fusarium. spp.*) e à sarna comum (*Streptomyces scabies*), porém é muito sensível à requeima (*P. infestans*) e pinta-preta (*Alternaria sp.*) nas folhas. Os tubérculos são de tamanho

uniforme, formato oval alongado, grandes, com pele amarela e polpa amarela-clara. (AGRICO, 2013; MARGOSSIAN, 2013)

3.1.3 Arizona

A cultivar Arizona é de origem holandesa, com ciclo médio e alta produtividade. Os tubérculos semente apresentam médio período de dormência. Apresenta moderada resistência aos vírus Y^{ntn} e Y^n . Também apresenta moderada resistência à requeima (*P. infestans*) e à pinta-preta (*Alternaria sp.*). Pouco resistente à sarna comum (*S.scabies*), e muito sensível a pectobactérias. Os tubérculos são de tamanho grande regular, formato oval alongado, pele amarela e polpa amarela-clara (AGRICO, 2013).

3.1.4 Caruso

A cultivar Caruso é de origem alemã, apresenta plantas com desenvolvimento bastante vigoroso e uniforme, porte alto com hábito de crescimento ereto e ciclo médio de produção. É resistente à requeima (*P. infestans*), e à pinta-preta (*Alternaria sp.*), à rizoctoniose (*R. solani*), à canela-preta (*P. carotovorum*), ao coração negro, e ao vírus Y. Apresenta moderada a alta resistência à sarna comum (*S.scabies*), e ao vírus do enrolamento das folhas (PRLV). Tem alto potencial produtivo. Os tubérculos são ovais, com olhos médios a rasos, pele amarela e película áspera. A polpa é amarela-escura e apresenta alto teor de matéria seca (SOLANA-AVRASYA, 2013).

3.1.5 Destiny

A cultivar Destiny é de origem holandesa, apresenta plantas de porte intermediário com hábito de crescimento ereto, ciclo médio de produção e alta produtividade. São resistentes ao vírus Y^n , e suscetíveis às podridões causadas por pectobactérias, à sarna comum (*S. scabies*) e à requeima (*P. infestans*). Os tubérculos apresentam período médio de dormência, são de formato oval, tamanho médio, olhos superficiais com cor rosada e pele amarela semiáspera. A polpa é de cor amarela, com alto teor de matéria seca (AGRICO, 2013).

3.1.6 Excellence

A cultivar Excellence é de origem holandesa, apresenta plantas com porte intermediário com hábito de crescimento ereto a semiereto, ciclo precoce e produtividade média. As plantas são resistentes aos vírus Y^N e Y^{ntn} , sensíveis às podridões causadas por pectobactérias, e apresentam resistência moderada à requeima (*P. infestans*) e à sarna comum (*S.scabies*). Os tubérculos são ovais alongados, com olhos rasos, pele amarela clara, película lisa e brilhante. A polpa é amarela-clara e apresenta alto teor de matéria seca (AGRICO, 2013).

3.1.7 Fontane

A cultivar Fontane é de origem holandesa, apresenta plantas com desenvolvimento bastante vigoroso e uniforme, porte intermediário com hábito de crescimento ereto a semiereto, ciclo médio e alta produtividade. As plantas apresentam resistência moderada à canela-preta (*P. carotovorum*), à podridão seca (*Fusarium* spp.) e aos vírus do enrolamento das folhas (PRLV), Y^N e Y^{ntn} . São sensíveis à sarna comum (*S.scabies*) e à requeima (*P. infestans*). Os tubérculos são ovais e grandes, com olhos rasos, pele amarela e lisa. A polpa é amarela e apresenta alto teor de matéria seca (NETHERLANDS CONSULTAINE POTATO INSTITUTE - NIVAA, 2013).

3.1.8 Markies

Apresenta maturação tardia a muito tardia com alta produtividade. As plantas são bastante vigorosas e uniformes, com porte alto e hábito de crescimento ereto, o que facilita a realização das práticas culturais. Têm moderada resistência aos vírus Y^N , Y^{ntn} e PLRV, à requeima (*P. infestans*) e à podridão seca (*Fusarium* spp.), e sensibilidade à pinta-preta (*Alternaria* sp.) e às podridões causadas por pectobactérias. Os tubérculos apresentam longo período de dormência. Os tubérculos são graúdos, apresentam formato oval alongado, olhos superficiais, pele amarela clara, lisa e brilhante um bom teor de matéria seca

(NIVAA, 2013; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA - ABBA, 2013; MARGOSSIAN SEMENTES, 2013).

3.1.9 Saviola

A cultivar Saviola é de origem holandesa, apresenta plantas com desenvolvimento vigoroso e uniforme, porte intermediário com hábito de crescimento ereto, altamente produtivas e de ciclo precoce. As plantas são moderadamente resistentes às podridões causadas por pectobactérias, à sarna comum (*S.scabies*), à requeima (*P. infestans*) e aos vírus Yⁿ e Y^{ntn}. Os tubérculos são ovais alongados e grandes, com olhos superficiais, pele amarela e película lisa e brilhante. A polpa é de cor amarela e possui alto teor de matéria seca (NIVAA, 2013).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental tanto em condições de campo, quanto de laboratório, foi em blocos ao acaso, com nove tratamentos (cultivares). Em campo, utilizou-se 4 repetições, sendo a parcela constituída por quatro sulcos com 25 plantas. O espaçamento adotado foi de 0,80 m entre sulcos e 0,30 m entre plantas, perfazendo uma área útil de 24 m² por parcela e um total de 100 plantas úteis.

Na avaliação da massa seca utilizou-se 5 repetições, enquanto na avaliação da cor da polpa e da cor das fritas utilizou-se 15 e 20 amostras, respectivamente, por cultivar. As avaliações de teor açúcares (totais e redutores) foram realizadas em cinco leituras e descartadas as duas extremas (*outliers*) antes da análise estatística,

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) pelo software SISVAR e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Os valores obtidos nas avaliações por notas, contagem e porcentagem foram transformados para atender às pressuposições da ANAVA. Após as análises, visando facilitar a comparação entre os resultados, esses valores foram convertidos à escala original.

3.3 Plantio, condução do ensaio e análises de campo

A fase de campo foi conduzida na Fazenda Prata, município de Nova Resende, MG. O município está localizado no Sul do Estado, a 1.250 metros de altitude, nas coordenadas geográficas 21°07'30" latitude sul e 46°25'15" longitude oeste. O clima é tropical de altitude, temperatura máxima em torno de 25°, mínima 15° e precipitação média anual de 1458 mm (Anexo A). A região é integrante do bioma da Mata Atlântica, com relevo de predominância montanhosa, porém com áreas agricultáveis. (PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA RESENDE, 2013; IBGE, 2010; CLIMATEMPO, 2013).

O experimento foi instalado em campo no dia 18 de janeiro de 2013, durante a safra da seca, em solo argiloso (Tabela 1), sob sucessão à cultura do milho. O preparo do solo para plantio constou de aração, gradagem e sulcamento.

Tabela 1 – Resultado das análises química e física do solo – Piracicaba, SP, 2013

Análise Textural*					
Areias (g/kg)			Silte (g/kg)	Argilas (g/kg)	Classe de Textura
Grossa	Fina	Total		c/ disp.	
126	193	320	84	596	Argilosa
Análise Química**					
mg/dm³			mmolc/dm³		
pH	MO	P	K	Ca	Mg
4,70	43,00	81,00	3,90	35,00	7,00
mmolc/dm³			%	mg/dm³	
H + Al	SB	CTC	V	S	
56,79	45,90	102,69	44,70	5,00	
mg/dm³					
Mn	Zn	Cu	B	Fe	
1,90	3,70	2,60	0,50	71,00	

*Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Departamento de Ciência do Solo. Piracicaba - SP. **Micellium Análises Agrícolas e Biomoleculares de Plantas. Barretos – SP.

MO (Matéria orgânica); P (Fósforo), K (Potássio); Ca (Cálcio); Mg (Magnésio). H (Hidrogênio); Al (Alumínio); H + Al (Acidez Potencial); SB (Soma de Bases); CTC (Capacidade de Troca Catiônica); V

(Porcentagem de Saturação por Bases); S (Enxofre); Mn (Manganês); Zn (Zinco); Cu (Cobre); B (Boro); Fe (Ferro).

Na adubação química de plantio foi empregado o fertilizante com formulação 04-14-08, na dosagem de 4 t ha⁻¹. Foi feito também o condicionamento do solo com composto orgânico e complexo de micronutrientes quelatizados.

Para o controle preventivo de patógenos e pragas do solo, foram feitas pulverizações sobre os tubérculos, no sulco de plantio, com fungicidas à base de Fluaziname Tifluzamida e inseticida à base de Abamectina, e logo em seguida feito o fechamento dos sulcos. O preparo do solo, adubação e tratos fitossanitários foram realizados de forma mecanizada, e o plantio e o fechamento dos sulcos foram realizados de forma manual. A batata-semente empregada no experimento foi de segunda geração (APÊNDICE A)

A irrigação foi feita por aspersão e sempre que necessária.

As operações de adubação de cobertura e de amontoa foram realizadas de forma mecanizada aos 30 dias após o plantio (DAP). A fórmula do fertilizante utilizado foi 20-00-20 na dosagem 400 kg ha⁻¹. Nessa ocasião avaliou-se o número de plantas por parcela.

Os tratos fitossanitários foram realizados de forma preventiva para controle da requeima e de forma curativa para outras doenças e pragas que por ventura atingiram o nível de controle.

Aos 74 DAP foram avaliados o número de hastes, altura da maior haste, determinação do grau de infecção das plantas por requeima (*P. infestans*) e pinta-preta (*A. solani*) bem como o registro a presença de outros patógenos e a ocorrência de larva-minadora (*Liriomyza huidobrensis*) nas batateiras. As avaliações foram feitas pelo mesmo observador, nas 50 plantas centrais das parcelas. A altura da maior haste foi medida em centímetros, da base ao ápice da haste.

A infecção por doenças foi definida por escala de notas, método desenvolvido por Reifschneider, Siqueira e Cordeiro (1983), adaptado por Rossi (2009), que considera a porcentagem de área foliar infectada. As notas variam de 1 a 5, da seguinte forma: 1 - < 2,5%; 2 - 2,5% a 25%; 3 - 26% a 50%; 4 - 51% a 75% e 5 ≥ 76%.

A mesma escala foi adaptada para quantificar a incidência de larva-minadora. Outras doenças e pragas que se manifestaram e mantiveram abaixo do nível de controle foram classificadas como presente (1) ou ausente (2).

Os dados referentes à contagem das hastes, infecção por doenças e danos por larva-minadora foram transformados para $\sqrt{x}$ visando atender às pressuposições ANAVA.

A colheita foi realizada após a morte natural de mais de 80% das plantas da parcela, respeitando o ciclo da cultivar mais tardia. Todas as cultivares foram colhidas no terceiro dia do mês de maio de 2013.

3.4 Classificação dos tubérculos

Após a colheita, os tubérculos exibindo podridões e distúrbios fisiológicos externos foram isolados e pesados separadamente. Os demais tubérculos foram classificados em quatro classes de acordo com o diâmetro transversal ($\geq 85\text{mm}$ – classe 1, $\geq 45\text{mm}$ e $< 85\text{mm}$ – classe 2; $\geq 33\text{mm}$ e $< 45\text{mm}$ – classe 3 e $< 33\text{mm}$ – classe 4) e pesados separadamente por classe.

Os tubérculos das classes um e dois foram considerados graúdos, os da classe três considerados médios, enquanto os da classe quatro considerados miúdos. Foi considerada produção total o somatório dos dados de pesagem de todas as classes de tubérculos e produção comercial apenas o somatório das pesagens dos tubérculos normais de tamanho graúdo e médio. A partir dos dados obtidos por parcela para produção total, para produção comercial e por classe de tamanho foi feita a estimativa de produção de tubérculos para um hectare. Os valores obtidos com as pesagens de tubérculos para cada tipo de defeito foram transformados em percentagem da produção total.

3.5 Processamento das batatas

A sequência das operações de processamento e avaliações laboratoriais é representada no fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das avaliações laboratoriais e processamento das batatas palha e chips

3.5.1 Análises laboratoriais

As avaliações laboratoriais foram realizadas na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, no Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN).

3.5.2 Cor da polpa dos tubérculos na forma natural

A corda polpa foi aferida de forma instrumental por colorímetro *Croma* Meter CR-400 de 8 mm de diâmetro e iluminante CIE C, da marca Konica Minolta Sensing (Japão). O aparelho foi previamente calibrado em superfície branca de acordo com os parâmetros estabelecidos pela CIE. Os tubérculos na forma natural foram descascados e cortados em fatias grandes e delas foram obtidos 15 pontos de leitura diferenciados por cultivar. Registraram-se mudanças na cor, brilho e

saturação das cores de diferentes regiões do tubérculo através dos valores de L (Luminosidade), valor C (*Croma*), e o ângulo de cor h (graus) (KONICA MINOLTA, 1998).

Esses parâmetros consistem em: L (luminosidade) variando entre claro (zero) a escuro (100), C (saturação ou intensidade da cor) neutras (~ zero) a intensas (~ 60), e o ângulo *hue* ou a tonalidade (330° a 25° vermelho, 25° a 70° laranja, 70° a 100° amarelo, 100° a 200° verde, 200° a 295° azul e 295° a 330° violeta) (Anexo B).

3.5.3 Teor de matéria seca

O teor de matéria seca (TMS) dos tubérculos foi determinado gravimetricamente, em cinco repetições, por secagem em estufa com aeração forçada e temperatura controlada a 65°C por 48 horas, obtendo-se a pré-secagem do material para posterior secagem definitiva em estufa com temperatura controlada a 105°C até peso constante. O percentual de matéria seca foi calculado pela fórmula (2):

$$TMS = (MST / MFT) * 100 \quad (2)$$

Onde:

TMS = teor de matéria seca (%);

MST = a matéria seca dos tubérculos (g);

MFT a matéria fresca dos tubérculos (g).

Os dados foram transformados para arco seno $\sqrt{\frac{P}{100}}$ visando atender às pressuposições da ANAVA.

3.5.4 Teor de açúcares redutores e totais

Os açúcares totais foram extraídos da matéria seca das batatas pelo método de Yoshida (1972) que consiste na extração dos açúcares por via ácida (ácido sulfúrico) aquecido em banho-maria por 10 minutos, em seguida neutralizada até pH alcalino (hidróxido de sódio). Procedeu-se a filtragem da amostra e, em

seguida, os açúcares extraídos foram quantificados colorimetricamente pelo método de Somogy (1945), adaptado por Nelson (1944). As leituras foram realizadas em cinco repetições, descartadas as duas extremas (*outliers*), em espectrofotômetro a 535 nm e convertidas para teores na matéria fresca.

Os açúcares redutores foram extraídos da farinha das batatas, por via alcoólica (etanol 80%), aquecidos em banho-maria por 10 minutos, completados com etanol (80%) e levados à estufa para volatilização do álcool. Após a volatilização procedeu-se a filtragem. Em seguida, os açúcares extraídos da amostra foram quantificados colorimetricamente pelo método de Somogy (1945), adaptado por Nelson (1944). As leituras realizadas em cinco repetições e descartadas as duas extremas, em espectrofotômetro a 535 nm convertidas para teores na matéria fresca.

Os dados foram expressos em porcentagem e transformados para arco

seno $\sqrt{\frac{p}{100}}$ visando atender às pressuposições da ANAVA.

3.5.5 Rendimento de fritura

O rendimento de fritura (R) foi determinado em porcentagem (%), segundo o método citado por Paschoalino, Ferreira e Pompeu (1975) de forma adaptada para processamento na forma de palha e *chips*. Foram utilizados aproximadamente 5 kg de tubérculos de igual calibre e da mesma classe comercial, descascados em descascador abrasivo da empresa Metalúrgica Giemsen LTDA, modelo LSB 28. Posteriormente, foram picados em processador da marca Walita modelo Master acoplado à lâmina para fatiar em filetes para palha e picador manual marca Keita para *chips*.

O volume de batata picada obtido com o processamento foi lavado três vezes em água fria para retirada do excesso de amido, levada à centrífuga da marca Walita com potência de 300 W por 60 segundos para remoção do excesso de água, e pesados em seguida, obtendo o peso inicial (PI), em gramas. A seguir foi realizada a fritura em gordura vegetal hidrogenada marca Brejeiro, em fritadeira elétrica da marca Multifritas Equipamentos Industriais LTDA modelo C2R à temperatura de 180°C por quatro minutos. A proporção de gordura para batatas foi de um litro de gordura para cada 100 gramas de batata. Essa proporção minimiza a queda de

temperatura quando as batatas são imersas no óleo a 180 °C. Após a fritura, o excesso de gordura foi drenado e a amostra é pesada novamente, obtendo o peso final (PF), em gramas. O percentual do rendimento de fritura foi calculado pela fórmula (3):

$$R = (PF / PI) \times 100 \quad (3)$$

Onde:

R = rendimento de fritura (%);

PF = peso final (g);

PI = peso inicial (g).

Os dados foram expressos em porcentagem e transformados para arco

seno $\sqrt{\frac{p}{100}}$ visando atender às pressuposições da ANAVA.

3.5.6 Cor após a fritura

A média de cor após a fritura foi determinada por 20 amostras da batata frita (tanto para palha, quanto para *chips*) por método de comparação visual (Anexo C), por apenas um observador, segundo a escala de cor e interpretação adotada pelas indústrias americanas (USDA, 1967, 1969, 1988).

As notas atribuídas foram transformadas para $\sqrt{x}$ visando atender às pressuposições da ANAVA.

3.5.7 Absorção de gordura

A quantificação de gordura absorvida pelas batatas fritas foi realizada gravimetricamente, em aparelho tipo Soxhlet, seguindo a metodologia da Association of Official Analytical Chemistry (1995) adaptada para o tipo de amostra. Foram utilizadas amostras de aproximadamente duas gramas (PG) de cada cultivar de batata palha e *chips*, em quadruplicata. Os balões de armazenamento do extrato (gordura) foram secos em estufa por uma hora, resfriados em dessecador e pesados em balança de precisão com quatro dígitos obtendo o peso dos balões (PB). Os cartuchos com as amostras ficaram em refluxo no sistema com o solvente hexano para análises químicas (P.A.) por quatro horas. Após esse período o solvente foi

recuperado, ficando no balão apenas a gordura extraída da amostra. Os balões com gordura foram levados à estufa por uma hora, esfriados em dessecador por 30 minutos e pesados novamente (PA). Com os dados foram obtidos a porcentagem de gordura absorvida (EE) pelas batatas através da fórmula (4):

$$EE = \frac{[(PB - PA) - (PB)]}{PG} 100 \quad (4)$$

Onde:

EE = gordura absorvida (%);

PB = peso dos balões (g);

PA = peso dos balões com gordura (g);

PG = peso da amostra (g).

Os dados foram expressos em porcentagem e transformados para arco

seno $\sqrt{\frac{P}{100}}$ visando atender às pressuposições da ANAVA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações no campo

Os resultados obtidos nas avaliações efetuadas no campo foram analisados estatisticamente e o resumo da análise de variância (ANAVA) é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo da análise da variância para estande, número de hastes, altura da maior haste e produtividade média por cova, Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab.}	Sig.
Estande***						
Cultivares	8	0,0018	0,0002	0,2222	3,1600	ns
Blocos	3	0,0030	0,0010			
Erro	24	0,0233	0,0009			
Total	35	0,0282				
CV(%)	0,31					
Média Geral	9,9860					
Número de hastes***						
Cultivares	8	2,1516	0,2689	74,5277	3,1600	**
Blocos	3	0,0105	0,0035			
Erro	24	0,0883	0,0036			
Total	35					
CV(%)	2,82					
Média Geral	2,1542					
Altura da maior haste						
Cultivares	8	3138,9952	392,3744	112,7410	3,1600	**
Blocos	3	1,2536	0,4178			
Erro	24	83,5273	3,4803			
Total	35	3223,7762				
CV(%)	2,4800					
Média Geral	75,2775					
Produtividade por cova						
Cultivares	8	0,3418	0,0427	4,6840	3,1600	**
Blocos	3	0,0617	0,0205			
Erro	24	0,2189	0,0091			
Total	35	0,6225				
CV(%)	13,6100					
Média Geral	0,7016					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significante – ns, * 5%, ** 1%.

***Dados transformados: raiz quadrada

Na avaliação do estande não foi detectada diferença significativa, tendo sido observada uma boa uniformidade na emergência das plantas em todas as parcelas. Nas demais características avaliadas como número de hastes por cova, altura da maior haste e produtividade por cova foram detectadas diferenças significativas entre os genótipos tanto no desenvolvimento da parte aérea como no rendimento produtivo (Tabela 2).

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios observados para número de hastes por cova, altura da maior haste e produtividade média de tubérculos por cova. As cultivares Arizona, 'Almera' e 'Markies' produziram menor número de hastes por cova, com 2,94, 3,19 e 3,07, respectivamente. Em contrapartida, 'Caruso' foi a que exibiu o maior número de hastes, em média, 7,25, diferindo estatisticamente das demais. 'Destiny', 'Saviola', 'Excelence', 'Agata' e 'Fontane' produziram número médio de 4,3 hastes por cova e situaram como intermediárias entre as demais.

Tabela 3 – Número de hastes por cova, altura da maior haste e produtividade média por cova, Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Número de hastes por cova*	Altura da maior haste (cm)	Produtividade por cova (kg)
Arizona	2,94 d	86,75 b	0,82 a
Destiny	4,00 c	65,42 f	0,63 b
Excelence	4,87 b	72,54 d	0,61 b
Saviola	4,07 c	68,17 e	0,64 b
Agata	4,81 b	62,93 f	0,72 a
Almera	3,19 d	68,57 e	0,67 b
Fontane	4,07 c	79,22 c	0,54 b
Markies	3,07 d	84,40 b	0,76 a
Caruso	7,25 a	89,48 a	0,86 a
CV(%)	2,82	2,48	13,61
Média Geral	2,25	75,27	0,70

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%.

*Dados transformados: $\sqrt{x}$

Pode-se observar na Tabela 3 que as cultivares Caruso e Agata exibiram maior número de hastes e maior rendimento de tubérculos por cova enquanto a cultivar Almera exibiu menor número de hastes e menor rendimento de

tubérculos por cova. Por outro lado, foram observados resultados controversos, como pode ser observado nas cultivares Arizona e Markies, que apresentaram menor número de hastes e maior rendimento de tubérculos por cova, enquanto outras cultivares como a Destiny, Excellence, Saviola e Fontane apresentaram maior número de hastes e um menor rendimento de tubérculos por cova. Esse diferencial entre número de hastes e rendimento de tubérculos por cova pode ser explicado pela altura das hastes, que no caso das cultivares Arizona e Markies foram maiores, ou possivelmente ao estado fisiológico mais avançado da batata-semente que pode ter resultado num maior número de hastes e reduzido o rendimento de tubérculos por cova como ocorreu nas cultivares Destiny, Excellence, Saviola e Fontane.

O número de hastes é uma característica inerente a cada cultivar e influencia diretamente o número de tubérculos produzidos o que, por consequência, irá afetar a produtividade por cova (MORENA; GUILLEN; MORAL, 1994; BREGAGNOLI, 2006). Está relacionado com o tamanho (SOUZA, 2003) e idade fisiológica do tubérculo-semente utilizado no plantio, uma vez que, sua idade fisiológica determina o potencial de brotação, influenciando assim o número de hastes por planta (CALDIZ, 1994).

A medição da maior haste no terço final do ciclo permite inferir o porte da planta. A cultivar Caruso foi a mais alta, sendo seguida por 'Arizona' e 'Markies' que não diferiram entre si, sendo todas consideradas de porte alto (Tabela 3). As cultivares Excellence e 'Fontane' exibiram porte intermediário tendendo a alto, porém diferiram entre si. 'Saviola' e 'Almera' foram consideradas de porte médio, enquanto 'Destiny' e 'Agata' exibiram porte baixo.

Deve ser ressaltado que a arquitetura da batateira exerce papel relevante na definição do manejo da cultura. Desse modo, plantas muito altas e com hábito de crescimento prostrado são suscetíveis aos danos mecânicos e devem ser manejadas com cautela afim de minimizar a disseminação de doenças. Plantas de porte médio e de ramas eretas são preferidas e tendem a favorecer o manejo da cultura.

Após a colheita aferiu-se a produtividade por cova. 'Caruso', 'Arizona', 'Markies' e 'Agata' proporcionaram produtividade por cova de 0,86 kg, 0,82 kg, 0,76 kg, 0,72 kg, respectivamente, e mostraram eficiência produtiva superior às demais cultivares testadas, que mantiveram rendimento de tubérculos abaixo de 0,70 kg por cova (Tabela 3).

4.2 Ocorrência de pragas e infecção por doenças

A ocorrência de pragas e infecção por doenças foram aferidas apenas àquelas que atingiram o nível de dano econômico. O resumo da ANAVA é apresentado na Tabela 4. As que não atingiram o nível de dano econômico foram registradas como presentes ou ausentes (Anexo D).

Tabela 4 – Resumo da análise da variância de infecção por doenças e incidência de pragas aos 74 DAP, Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab.}	Sig.
Requeima***						
Cultivares	8	1,7908	0,2238	47,6170	3,3600	**
Blocos	3	0,0173	0,0057			
Erro	24	0,1143	0,0047			
Total	35	1,9225				
CV(%)	3,46					
Média Geral	1,9935					
Pinta-preta***						
Cultivares	8	1,6537	0,2067	12,3772	3,3600	**
Blocos	3	0,1992	0,0664			
Erro	24	0,4019	0,0167			
Total	35	2,2549				
CV(%)	6,79					
Média Geral	1,9057					
Larva-minadora***						
Cultivares	8	1,1525	0,1440	12,1008	3,3600	**
Blocos	3	0,0266	0,0088			
Erro	24	0,2864	0,0119			
Total	35	1,4656				
CV(%)	6,44					
Média Geral	1,6958					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significativa – ns, * 5%, ** 1%.

***Dados transformados:

As cultivares Markies e Caruso exibiram menor nível de danos por requeima (*P. infestans*), e as demais maior sensibilidade a esse patógeno (Tabela 5).

Com relação à pinta-preta (*A. solani*) as cultivares Arizona, Caruso e a 'Almera' exibiram maior nível de tolerância, enquanto 'Destiny', 'Saviola' e 'Fontane' média tolerância. As demais cultivares exibiram baixa tolerância (Tabela 5).

Quanto à ocorrência de larva-minadora (*Liriomyza huidobrensis*) somente as cultivares Caruso e Almera demonstraram considerável repelência. Já 'Excelence' e 'Saviola' foram as mais atrativas às moscas (Tabela 5).

Tabela 5 – Infecção por doenças e ocorrência de pragas, Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Requeima* ***	Pinta-preta* ***	Larva-minadora* ***
Arizona	3,75 b	1,00 a	3,00 b
Destiny	3,75 b	2,50 b	2,75 b
Excelence	4,00 b	3,25 c	3,75 c
Saviola	4,00 b	2,00 b	3,75 c
Agata	4,00 b	3,00 c	3,00 b
Almera	4,00 b	1,00 a	2,00 a
Fontane	4,25 b	2,00 b	3,25 b
Markies	2,00 a	3,00 c	2,75 b
Caruso	2,00 a	1,00 a	2,00 a
CV(%)	3,46	6,79	6,44
Média Geral	1,99	1,90	1,69

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%.

*Escala de notas: 1 - < 2,5%; 2 – 2,5% a 25%; 3 - 26% a 50%; 4 - 51% a 75% e 5 ≥ 76%. ***Dados transformados: $\sqrt{x}$

Ao longo da condução do trabalho no campo, a temperatura média foi de 19,7°C (Anexo D) a qual foi situada entre a faixa considerada ideal para o crescimento e desenvolvimento da batateira. Este fator aliado ao criterioso controle fitossanitário podem ter favorecido a sanidade da cultura, visto que a incidência de pragas e infecção de doenças foram baixas.

Quando há interação positiva entre planta e patógeno, diversos parâmetros morfológicos e fisiológicos podem ser alterados e, conseqüentemente, irão afetar a produção e a qualidade dos tubérculos. Moriondo et al.(2005) citam como consequência alterações na quantidade de massa seca, a fenologia da cultura, crescimento e área foliar das plantas, entre outros.

Além disso, a temperatura durante o ciclo pode afetar negativamente a produção, favorecendo a infecção por doenças e ocorrência de pragas. Portanto, é de suma importância que a batateira seja tolerante, ou mesmo resistente, aos principais patógenos e pragas, visto que esses afetam a superfície foliar, reduzem a área fotossintética e, por consequência, a produção e acúmulo de fotoassimilados nos tubérculos, o que irá influenciar negativamente a produtividade da cultura.

Assim, deve-se preferir cultivares com níveis de resistência às doenças mais elevados, maior rusticidade e adaptadas a cada região de cultivo. Esta prática reduz o número de operações de manejo, pulverizações e, por consequência, o custo de produção. Proporcionando produção sustentável, tubérculos mais saudáveis e preços mais competitivos.

4.3 Produção

Houve diferença estatística significativa entre as cultivares quanto à produção de tubérculos (Tabela 6). As cultivares Arizona, Caruso, Agata e Markies exibiram potencial produtivo, superando 30 t ha^{-1} , e não diferiram entre si. As demais foram menos produtivas e iguais estatisticamente (Tabela 7).

Quanto à produção de tubérculos comerciais 'Arizona', 'Saviola', 'Agata', 'Markies' e 'Caruso' foram as mais produtivas (Tabela 7). A cultivar Arizona foi altamente produtiva e superou a faixa de 30 t ha^{-1} , porém não diferiu estatisticamente das demais no grupo. Deve ser ressaltado que a produtividade de todas as cultivares foi compatível com a média nacional, que é de cerca de 26 t ha^{-1} (IBGE, 2013).

Ao confrontar a porcentagem de tubérculos comerciáveis com a produção total pode-se observar que a maioria exibiu rendimento acima de 80%. As cultivares Destiny, Excelence e Saviola exibiram potencial produtivo inferior às cultivares Arizona, Agata, Markies e Caruso, porém apresentam rendimento percentual igual ou superior a estas na produção de tubérculos comerciáveis.

Tabela 6 – Resumo da análise da variância de produção total (PT), produção comercial (PC) e estratificação por classe comercial: tubérculos graúdos (G), médios (M) e miúdos (MI), Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab.} **	Sig
Produção total (PT)						
Cultivares	8	593553752,4869	74194219,0608	4,9640	3,36	**
Blocos	3	95528433,6975	31842811,2325			
Erro	24	358688916,9068	14945371,5377			
Total	35	952242669,3937				
CV(%)	13,1000					
Média Geral	31,7700					
Produção comercial (PC)						
Cultivares	8	441436044,1623	55179505,5202	4,4470	3,36	**
Blocos	3	99657866,2306	33219288,7435			
Erro	24	297771165,3144	12407131,8881			
Total	35	739207209,4767				
CV(%)	13,2800					
Média Geral	26,5177					
Graúdos (G)						
Cultivares	8	876374340,3635	109546792,5454	15,9010	3,36	**
Blocos	3	56167155,3777	18722385,1259			
Erro	24	165343558,6505	6889314,9437			
Total	35	1041717899,0140				
CV(%)	17,5800					
Média Geral	14, 9312					
Médios (M)						
Cultivares	8	873.632.210,7708	109.204.026,346	24,4160	3,36	**
Blocos	3	15.985.951,3040	5.328.650,4346			
Erro	24	107.344.304,6614	4.472.679,3608			
Total	35	980976515,4322				
CV(%)	18,2500					
Média Geral	11, 5864					
Miúdos (MI)						
Cultivares	8	88.804.172,6154	11.100.521,5769	18,9540	3,36	**
Blocos	3	48.062,1231	16.020,7077			
Erro	24	14.055.497,9725	585.645,7488			
Total	35	102859670,5879				
CV(%)	26,8400					
Média Geral	2, 8511					

(continuação)

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab.} **	Sig
Porcentagem da produção comercial (% PC) *						
Cultivares	8	353,897192	44,237149	3,479	3,36	**
Blocos	3	29,559941	9,853314			
Erro	24	304,794611	12,699775			
Total	35	688,251744				
CV(%)	4,27					
Média Geral	83,4586					
Porcentagem de Graúdos (% G)*						
Cultivares	8	6964,627977	870,578497	30,689	3,36	**
Blocos	3	119,871629	39,957210			
Erro	24	680,834862	28,368119			
Total	35	7765,334467				
CV(%)	11,25					
Média Geral	47,3251					
Porcentagem de Médios (% M) *						
Cultivares	8	5550,969586	693,871198	34,404	3,36	**
Blocos	3	105,519139	35,173046			
Erro	24	484,045248	20,168552			
Total	35	6140,533973				
CV(%)	12,43					
Média Geral	36,1335					
Porcentagem de Miúdos (% MI) *						
Cultivares	8	670,769514	83,846189	20,465	3,36	**
Blocos	3	7,039538	2,346513			
Erro	24	98,329748	4,097073			
Total	35	776,138799				
CV(%)	22,84					
Média Geral	8,8617					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significativa – ns, ** 1%

A produção total expressa o potencial genético da cultivar no ambiente testado enquanto a produção comercial seu potencial de comercialização, sendo mais importante para produtor.

Na estratificação das classes de tubérculos as cultivares Arizona, Saviola e Markies se destacaram pela produção na classe graúda que é a de maior valor comercial. A cultivares Arizona e Saviola, apesar de não diferirem estatisticamente da Markies, foram mais produtivas nesta classe e superaram as 20 t

ha⁻¹. ‘Excelence’, ‘Agata’ e ‘Almera’ tiveram produção intermediária de tubérculos desta classe (Tabela 8). Quando comparadas à produção total as cultivares Arizona, Excelence, Saviola, Agata, Almera e Markies produziram mais de 50% de tubérculos graúdos (Tabela 8). ‘Caruso’, mesmo sendo a que produziu menor quantidade de tubérculos da classe graúda exibiu alta produção de tubérculos comerciáveis. Esse fato é explicado pela grande produção de tubérculos médios (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 – Produção total, comercial (t ha⁻¹) e porcentagem de tubérculos comerciáveis em relação à produção total. Piracicaba – SP, 2013.

Cultivares	Produção total (PT)	Produção comercial (PC)	% de Comerciáveis (% PC) * **
Arizona	36,34 a	32,31 a	89,03 a
Destiny	28,41 b	24,47 b	85,95 a
Excelence	29,26 b	24,95 b	85,22 a
Saviola	31,72 b	26,56 a	83,52 a
Agata	32,44 a	27,65 a	84,63 a
Almera	30,67 b	24,49 b	79,86 b
Fontane	24,66 b	19,55 b	80,51 b
Markies	34,57 a	29,03 a	83,59 a
Caruso	37,80 a	29,65 a	78,47 b
CV(%)	13,10	13,28	4,27
Média Geral	31,77	26,51	83,45

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%

*Porcentagem em relação à Produção total

**Dados transformados: arco seno $\sqrt{\frac{p}{100}}$

Na classe de tubérculos médios, com exceção de ‘Caruso’, as cultivares exibiram valores abaixo de 13 t ha⁻¹. As cultivares Excelence, Almera e Saviola se destacaram por produzirem menos tubérculos médios, sendo que Saviola produziu menos de 20% de seus tubérculos nesta classe (Tabela 8). A classe de tubérculos médios é contemplada na produção comercial, porém é desejável que a produção de médios seja baixa em relação a de graúdos. ‘Caruso’ foi a que mais produziu tubérculos médios, superando 20t ha⁻¹ e 64% de produção nesta classe (Tabela 8). Cada cultivar apresenta tubérculos de tamanho particular, sendo uma característica controlada pelo genótipo e pouco influenciada pelo ambiente, embora possa ser alterada pelo manejo da lavoura, densidade de plantio e ciclo da planta.

Tabela 8 – Produção estratificada por classe ($t\ ha^{-1}$), porcentagem de grãos, médios e miúdos em relação à produção total. Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Graúdas (G)	% G* **	Médias (M)	% M* **	Miúdas (MI)	% MI* **
Arizona	20,67 a	56,45 a	11,63 b	32,57 c	2,19 b	6,09 b
Destiny	11,25 c	39,42 b	13,22 b	46,53 b	2,03 b	7,16 b
Excelence	16,09 b	54,77 a	8,59 c	30,46 c	0,88 a	3,05 a
Saviola	20,44 a	64,20 a	6,12 c	19,32 d	1,08 a	3,41 a
Agata	16,33 b	50,51 a	11,32 b	34,12 c	3,06 c	9,60 c
Almera	16,18 b	52,80 a	8,31 c	27,06 c	3,71 c	12,08 d
Fontane	9,46 c	39,85 b	10,09 b	40,66 b	3,29 c	12,65 d
Markies	18,68 a	53,97 a	10,35 b	29,92 c	2,94 c	8,60 c
Caruso	5,26 d	13,93 c	24,38 a	64,53 a	6,47 d	17,12 e
CV(%)	17,58	11,25	18,25	12,43	26,84	22,84
Média Geral	14,93	47,32	11,58	36,13	2,85	8,86

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%

*Porcentagem em relação à Produção Total

**Dados transformados: arco seno $\sqrt{\frac{p}{100}}$

As cultivares Excelence e Saviola foram as que apresentaram menor produção de tubérculos miúdos, enquanto ‘Arizona’ e ‘Destiny’ foram intermediárias e as demais exibiram a maior produção nesta classe. Vale ressaltar que ‘Caruso’ exibiu maior produção de tubérculos miúdos, o que pode ter sido influenciada pelo maior número de hastes por cova e a concorrência entre estas no crescimento dos tubérculos (Tabelas 3 e 8). A produção de tubérculos por classe é influenciada pelo número de hastes. De acordo com Finger e Fontes (1999), quanto maior o número de hastes por m^2 , maior o número de tubérculos por planta e, conseqüentemente, maior a produção da cultura. Porém o excesso de hastes pode resultar em alta produção de tubérculos pequenos, já que a demanda por nutrientes e reserva é muito grande e há desgaste da planta. Em geral, quanto maior for o número de hastes por cova maior será o número de tubérculos miúdos.

Observa-se que as cultivares Caruso e Arizona foram promissoras quanto à produção. ‘Caruso’ foi a que originou maior número de hastes (7,25), porém, exibiu maior produtividade por cova (0,86 kg) e maior produção total, produção comercial e de tubérculos médios (Tabelas 3 e 8). Já a cultivar ‘Arizona’, originou poucas hastes (2,94) exibiu alta produtividade por cova (0,82 kg), produção total, produção comercial e de tubérculos grãos (Tabelas 3 e 8). Comparando estas cultivares conclui-se que ambas tiveram desempenho satisfatório quanto à

produtividade por cova, produção total, produção comercial, porém apresentaram resultados extremos e opostos em relação ao número de hastes por cova e produção de tubérculos graúdos. Possivelmente esse fato seja devido ao elevado número de hastes e pequeno tamanho do tubérculo da cultivar Caruso que contrastam com o menor número de hastes e maior tamanho dos tubérculos da 'Arizona'.

O baixo desempenho de 'Fontane' deve-se, provavelmente, ao ataque por requeima, visto que a cultivar é muito sensível a esta doença. A requeima provoca danos na produção e tamanho de tubérculos (DIAS, 1986). Geralmente ocorre na fase inicial do desenvolvimento da cultura, reduz a área foliar e consequentemente a produção de fotoassimilados causando prejuízos na produção, tamanho e qualidade dos tubérculos.

O tamanho dos tubérculos de batata é imprescindível para a indústria e é específico para cada tipo de produto (palha, *chips* etc.). É a forma de processamento que irá determinar o tamanho ideal. Para a produção de *chips* são exigidos tubérculos de tamanho médio (segundo Berbari, 2005, com calibre de aproximadamente 45 mm), sendo aceitos tubérculos graúdos desde que tenham formato arredondado. Tubérculos extremamente grandes não são viáveis para a industrialização, pois proporcionam menor rendimento industrial, e tem maior chance de desenvolver algum tipo de distúrbio interno. Para a produção de batata palha o tamanho e formato dos tubérculos é menos relevante, desde que sejam uniformes. A uniformidade do lote promove a padronização das fritas. Sendo assim, tubérculos da classe graúda podem ser aceitos, com restrições, para *chips* e palha. Já os da classe média são aceitos para ambas as formas de processamento.

Além do tamanho e uniformidade as características bromatológicas dos tubérculos também são interessantes para a indústria. Já ao consumidor o fator mais importante é a aparência, sendo preferidos tubérculos alongados ou ovais alongados, com pele lisa e brilhante. Esses componentes visuais do tubérculo são considerados erroneamente pelos consumidores como atributos de qualidade culinária.

A produção dos tubérculos não comerciáveis foi convertida, segundo o tipo de defeito, para a porcentagem em relação à produção total. Conforme pode ser observado na Tabela 9, a produção de tubérculos podres e embonecados não foi significativa. Já para tubérculos rachados a ANAVA detectou diferenças.

As cultivares Arizona e Caruso não exibiram tubérculos rachados, porém não diferiram de 'Destiny', 'Agata' e 'Markies' com baixa porcentagem. As demais exibiram uma média de 4,16%, sendo iguais estatisticamente (Tabela 10).

Tabela 9 – Resumo da análise da variância da porcentagem de tubérculos embonecados, rachados e podres, Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab.(1%)}	Sig.
Embonecados***						
Cultivares	8	6,8812	0,8601	1,4256	3,3600	ns
Blocos	3	4,6469	1,4882			
Erro	24	14,4809	0,6033			
Total	35	25,8269				
CV(%)	71,24					
Média Geral	1,0904					
Rachados***						
Cultivares	8	147,678269	18,459784	9,805	3,3600	**
Blocos	3	2,584036	0,861345			
Erro	24	45,186082	1,882753			
Total	35	195,448387				
CV(%)	60,38					
Média Geral	2,2725					
Podres***						
Cultivares	8	1,0292	0,1286	0,8134	3,3600	ns
Blocos	3	0,3829	0,1276			
Erro	24	3,7945	0,1581			
Total	35	5,2068				
CV(%)	21,74					
Média Geral	1,82					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.}(F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significante – ns, * 5%, ** 1%.

***Dados transformados: arco seno $\sqrt{\frac{P}{100}}$

Segundo Finger, Fontes (1999) e Melo et al. (2012) a ocorrência de rachaduras é mais comum em cultivares que produzem tubérculos alongados e sua incidência pode ser reduzida e controlada pelo aumento no espaçamento das plantas, adubação equilibrada, suprimento adequado de boro e manejo criterioso da irrigação durante o período de maturação e senescência. Observa-se que as cultivares com maior incidência de rachaduras produzem tubérculos ovais-alongados e grandes.

O alto coeficiente de variação dos parâmetros apresentados na Tabela 9 deve-se, à grande variação na expressão dos parâmetros entre as cultivares. Por exemplo, na produção de tubérculos rachados as cultivares variaram da ausência (0%) até 6,51%.

Tabela 10 – Porcentagem de tubérculos rachados, Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Porcentagem de tubérculos rachados***
Arizona	0,00 a
Destiny	0,79 a
Excelence	4,18 b
Saviola	6,51 b
Agata	0,99 a
Almera	2,86 b
Fontane	3,12 b
Markies	1,99 a
Caruso	0,00 a
CV(%)	60,38
Média Geral	2,27

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a e 1%.

***Dados transformados: arco seno $\sqrt{\frac{P}{100}}$

Tubérculos rachados e embonecados são inadequados ao processamento pela irregularidade na superfície, provocando falhas no processo de descascamento e desuniformidade das fritas. Já os podres são inadequados ao consumo. Estas imperfeições também são indesejadas na comercialização de tubérculos na forma natural. Além disso, o alto índice de tubérculos com imperfeições reduzem o volume de comerciáveis (produção comercial), culminando em prejuízos aos produtores.

4.4 Teor de matéria seca

Foram observadas diferenças significativas entre as cultivares para matéria seca (MS) (Tabela 11). Dentre as cultivares testadas os teores mais elevados de MS foram exibidos por 'Destiny' e 'Caruso' (superior a 20%), sendo seguidas por 'Excelence', 'Fontane' e 'Markies' com teores entre 17 e 18% que não diferiram entre si. Já 'Arizona' (16,19%), 'Saviola' (16,02%) e 'Agata' (15,07) foram superiores à 'Almera' (11,01%) (Tabela 12).

Tabela 11 – Resumo da análise da variância do teor de matéria seca (TMS) dos tubérculos, Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab.}	Sig.
Matéria seca***						
Cultivares	8	504,3472	63,0434	34,4520	3,1340	**
Blocos	4	5,8442	1,4610			
Erro	32	58,5567	1,8298			
Total	44	568,8748				
CV(%)	1,6400					
Média Geral	17,53					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significativa – ns, * 5%, ** 1%.

***Dados transformados: arco seno

Tabela 12 – Teor de matéria seca dos tubérculos (TMS), Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Teor de matéria seca (%)*
Arizona	16,19 c
Destiny	21,61 a
Excelence	17,56 b
Saviola	16,02 c
Agata	15,07 c
Almera	11,01 d
Fontane	18,82 b
Markies	17,39 b
Caruso	23,16 a
CV(%)	1,64
Média Geral	17,53

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%.

*Dados transformados: arco seno

O teor de matéria seca (TMS) é fundamental em batatas destinadas à fritura, pois reduzem a absorção de gordura e melhoram a textura e crocância, além de reduzir o custo de produção (PEREIRA, 2003).

Segundo Vendrusco e Zorzella (2002) as batatas adequadas ao processamento na forma de fritura devem exibir MS acima de 21%, assim como Melo (1999) e Love (2000), recomendam priorizar tubérculos com TMS entre 20,0%

e 24% para a obtenção de fritas de alta qualidade e alto rendimento industrial. O elevado teor de matéria seca proporciona a absorção de menos gordura durante o processo de fritura e melhora a textura e crocância das fritas (PEREIRA, 2003). Porém, mesmo com menor porcentagem, algumas cultivares podem ser empregadas na indústria desde que atendam aos demais atributos de qualidade de fritura que, de acordo com Grizotto (2005), são cor, teor residual de óleo, sabor, crocância e rendimento após o processamento.

No que diz respeito às batatas cultivadas no Brasil a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (UNIVERSIDADE DE CAMPINAS - UNICAMP, 2006) demonstra que essas batatas apresentam, em média, 82,9% de umidade (17,1% MS). A média geral das cultivares na presente pesquisa se igualou à faixa descrita pela TACO. Porém, dentre as cultivares testadas ‘Caruso’ e ‘Destiny’ se sobressaem às demais por exibirem maior teor de MS, acima da média brasileira.

4.5 Corda polpa dos tubérculos

A medição instrumental das cores reproduz a percepção da cor pela visão humana e, segundo Ribeiro et al. (2007), pode ser empregada como parâmetro de qualidade de um produto, esteja ele na forma natural ou processado.

Observa-se na Tabela 13 que houve diferença estatística entre a cor da polpa das cultivares nos parâmetros luminosidade, cromaticidade e ângulo *hue* (L, C, h).

A variável L, que indica luminosidade, diferencia cores claras de escuras. Sua escala varia entre zero (preto) e 100 (branco) (Anexo B). A luminosidade da polpa dos tubérculos variou entre 60,37 e 69,92, indicando polpa com cores mais claras do que escuras, pois estão acima do ponto médio do eixo, que equivale a 50. Ao comparar as cultivares entre si, ‘Markies’ foi a que exibiu polpa mais clara (69,92). ‘Destiny’, ‘Caruso’ e ‘Fontane’ expressaram cores intermediárias (média de 66,48) e as demais foram as mais escuras (média de 62,17) (Tabela 14).

O ângulo *hue* (h), determina o tom de cor do vegetal dentro de uma faixa de cores e permite identificar as variações na cor da polpa dos tubérculos. A cor amarela corresponde à faixa entre 70° e 100°. O ângulo de cor da polpa das batatas variou entre 99,46° e 106,76°. Dentre as cultivares ‘Destiny’ exibiu polpa cor amarela dourada, diferindo das demais. ‘Arizona’ cor amarela clara e as demais

cultivares cor amarela com tons intermediários, sendo que ‘Saviola’, ‘Caruso’ e ‘Fontane’ diferiram dentro do grupo, se aproximando mais da ‘Destiny’ (Tabela 14).

Tabela 13 – Resumo da análise da variância dos parâmetros de cor da polpa das cultivares, por meio instrumental, expressa no espaço de cor L, C, h - luminosidade (L), saturação (C) e tonalidade (h) dos tubérculos, Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab.(1%)}	Sig.
L						
Cultivares	8	1140,5041	142,5630	10,7080	2,5100	**
Blocos	14	139,9493	14,2106			
Erro	112	1491,1250	13,3136			
Total	134	2631,6291				
CV(%)	5,6600					
Média Geral	64,4761					
C						
Cultivares	8	2034,9159	254,3644	33,7860	2,5100	**
Blocos	14	110,2986	7,8784			
Erro	112	843,2237	7,5287			
Total	134	699,8126				
CV(%)	9,4200					
Média Geral	29,1228					
h						
Cultivares	8	533,1385	66,6423	44,7820	2,5100	**
Blocos	14	17,1724	1,2266			
Erro	112	166,6741	1,4881			
Total	134	699,8126				
CV(%)	1,1900					
Média Geral	102,5431					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significativa – ns, * 5%, ** 1%

A cromaticidade (C) indica a pureza de uma cor em relação ao cinza, que expressa a mistura de todas as cores, assumindo valores próximos a zero para cores mistas e 60 para cores puras. Assim, maiores valores de cromaticidade significam cor amarela mais viva (MCGUIRE, 1992). A polpa dos tubérculos exibiu cromaticidade variando de 20,44 a 35,66, sendo caracterizadas com cor amarela e alto grau de pureza. Dentre as cultivares testadas para esse parâmetro, ‘Destiny’ expressou polpa com cor amarela pura ou viva (35,66) e ‘Arizona’ (20,44) cor amarela pastel (com maior influência do cinza). Dentre estes extremos, as cultivares

Caruso, Fontane e Markies exibiram valores intermediários, com média de 30,97, e diferiram das demais cultivares (média de 28,26) (Tabela 14).

Tabela 14 – Cor da polpa dos tubérculos, por meio instrumental, expressa no espaço de cor LCH - luminosidade (L), saturação (C) e tonalidade (h) dos tubérculos, Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	L	h	C
Arizona	60,37 c	106,76 d	20,44 d
Destiny	66,87 b	99,46 a	35,66 a
Excelence	63,50 c	102,93 c	28,83 b
Saviola	63,26 c	100,80 b	29,57 b
Agata	61,59 c	103,77 c	26,95 b
Almera	62,16 c	103,17 c	27,70 b
Fontane	65,52 b	101,28 b	30,84 c
Markies	69,92 a	103,19 c	30,64 c
Caruso	67,05 b	101,49 b	31,43 c
CV(%)	5,66	1,19	9,42
Média Geral	64,47	102,54	29,13

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a e 1%

4.6 Teor de açúcares

A batata é composta principalmente por glicose, frutose e sacarose (açúcares totais). A fração dos redutores é composta somente pela frutose e a sacarose. Durante o processo de fritura os açúcares redutores reagem com proteínas e aminoácidos livres no citoplasma produzindo pigmentos de cor marrom e sabor amargo (reação de Maillard) que depreciam o produto final. Essa reação é lenta a 67°C, rápida a 100°C e extremamente rápida a 150°C (LOW; JIANG; DOKHANT, 1989). Por esse motivo, batatas com baixo teor de açúcares são mais adequadas à fritura.

A ANAVA do teor de açúcares dos tubérculos indicou diferença significativa entre as cultivares (Tabela 15).

As cultivares 'Markies' e 'Fontane' não diferiram estatisticamente e exibiram o menor teor de açúcares totais. Foram seguidas por 'Excelence' e 'Agata'. Já 'Destiny' exibe teor intermediário e as demais elevado (acima de 0,50%), diferindo entre si (Tabela 16).

Tabela 15 – Resumo da análise da variância das médias dos teores de açúcares totais e redutores dos tubérculos (% em base úmida), Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab. (1%)}	Sig.
Açúcares Totais***						
Cultivares	8	0,1555	0,0194	194,0000	3,78	**
Blocos	2	0,0003	0,0001			
Erro	16	0,0025	0,0001			
Total	26	0,1584				
CV(%)	1,27					
Média Geral	0,9889					
Açúcares Redutores***						
Cultivares	8	0,0963	0,0120	1200,0000	3,78	**
Blocos	2	0,00008	0,00004			
Erro	16	0,0002	0,00001			
Total	26	0,0966				
CV(%)	0,45					
Média Geral	0,0756					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (tabelado); Sig. (Significância: não significante – ns, * 5%, ** 1%).

***Dados transformados: arco seno $\sqrt{\frac{p}{100}}$

Tabela 16 – Teores de açúcares totais e redutores dos tubérculos (% em base úmida), Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Açúcares* (%)	
	Totais**	Redutores**
Arizona	0,5263 d	0,2876 e
Destiny	0,4642 c	0,0250 b
Excelence	0,3801 b	0,0224 b
Saviola	0,5888 e	0,0858 c
Agata	0,3774 b	0,0298 b
Almera	0,5497 d	0,2032 d
Fontane	0,3294 a	0,0087 a
Markies	0,3065 a	0,0077 a
Caruso	0,8319 f	0,0198 b
CV(%)	1,27	0,45
Média Geral	0,9889	0,0756

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%.*Base

ao natural. **Dados transformados: arco seno $\sqrt{\frac{p}{100}}$

Os teores de açúcares redutores variaram de 0,077% a 0,2876%. As cultivares Markies e Fontane exibiram teores inferiores e não diferiram entre si. 'Destiny', 'Excelence', 'Caruso' e 'Agata' mostraram teores intermediários e foram inferiores à 'Saviola'. As cultivares Arizona e Almera superam 0,2%, diferindo entre si, sendo inadequadas à fritura (Tabela 16).

Stark et al. (2003) relataram que as batatas indicadas ao processamento devem conter teor de açúcares redutores inferior a 0,035% da massa fresca para processamento na forma de *chips*. Além disso, os teores de açúcares, em especial os redutores, devem ser acompanhados por altos teores de matéria seca, para assegurar a qualidade dos produtos processados (SOWOKINOS, 2001; KUMAR; SINGH; KUMAR, 2004).

Diante do exposto, as cultivares Destiny, Excelence e Caruso são aptas à fritura, considerando-se que os requisitos exigidos para processamento na forma de *chips* são os mesmos exigidos para a forma de palha, exceto o formato do tubérculo.

4.7 Rendimento do processo de fritura

Segundo Grizotto (2005) as etapas do processamento que mais afetam o rendimento são o descascamento, corte e a fritura. O estudo de rendimento permitiu à ANAVA detectar que existem diferenças entre as cultivares (Tabela 17).

As cultivares Destiny, Excelence, Saviola, Caruso e Markies proporcionaram maior rendimento de fritura na forma de palha, com uma média de 25,07%. As demais tiveram rendimento abaixo de 20% (Tabela 18).

A cultivar Caruso proporcionou maior rendimento na forma de *chips*, 29,24% e foi seguida por 'Destiny', 'Excelence', 'Saviola' e 'Markies' apresentaram rendimento intermediário e não diferiram entre si. As demais apresentaram baixo rendimento de fritura (Tabela 18).

Durante o processamento foram constatados tubérculos com coração negro nas amostras da cultivar Fontane, provocando o descarte da parte danificada, o que resultou em baixo rendimento de fritura.

Tabela 17 – Resumo da análise da variância do rendimento de fritura na forma de palha e *chips*, Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab. (1%)}	Sig.
Rendimento do processo de fritura de palha***						
Cultivares	8	10,5429	1,3178	3,4086	3,3600	**
Blocos	3	0,6894	0,2298			
Erro	24	9,2790	0,3866			
Total	35	20,5114				
CV(%)	13,19					
Média Geral	21,299					
Rendimento do processo de fritura de <i>chips</i> *						
Cultivares	8	7,3265	0,9158	15,9825	3,3600	**
Blocos	3	0,4977	0,1659			
Erro	24	1,3758	0,0573			
Total	35	9,2000				
CV(%)	5,03					
Média Geral	21,397					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significativa – ns, *

5%, ** 1%. ***Dados transformados: arco seno $\sqrt{\frac{P}{100}}$

Tabela 18 – Rendimento de fritura de palha e *chips*, Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Rendimento de fritura (%)	
	Palha*	Chips*
Arizona	19,20 b	20,16 c
Destiny	26,63 a	25,36 b
Excelence	23,80 a	23,68 b
Saviola	22,80 a	22,76 b
Agata	13,09 b	13,51 d
Almera	13,48 b	13,76 d
Fontane	18,41 b	19,16 c
Markies	23,10 a	24,94 b
Caruso	31,18 a	29,24 a
CV(%)	13,19	5,03
Média Geral	21,29	21,39

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%.

*Dados transformados: arco seno $\sqrt{\frac{P}{100}}$

O rendimento industrial está condicionado ao teor de MS do tubérculo. Embora ocorram outros tipos de perdas ao longo do processo, o teor de MS pode

ser considerado um dos fatores mais importantes para o processamento (REZENDE, 2007), pois também é determinante na absorção de gordura, textura e aparência do produto final. Durante a fritura a batata *chips* reduz sua umidade de aproximadamente 80% para valores próximos a 2% (PEDRESCHI et al., 2008). Pode-se inferir a mesma proporção de perda de umidade para as batatas palha devido ao seu tipo de corte, muito próximo ao dos *chips*.

Nesse sentido, a cultivar Caruso, que produziu maior teor de MS (Tabela 12) proporcionou o maior rendimento em ambas as formas de processamento. 'Destiny' e 'Excelence', com teor de MS de 21,61% e 17,56%, também proporcionaram o maior rendimento na forma de palha. Na forma de *chips*, 'Destiny' proporcionou rendimento industrial intermediário (25,36%). Devido ao seu formato alongado a cultivar Excelence não deve ser indicada para o processamento na forma de *chips*.

4.8 Absorção de gordura pelas fritas

O processo de fritura promove a absorção de aproximadamente 35% de gordura pela batata. A gordura presente na superfície penetra na batata após o processo de fritura, visto que, durante o processo quase não há absorção (PEDRESCHI et al., 2008). O teor residual de gordura (TRG) é de extrema importância para os produtos fritos. Altos TRG's prejudicam a crocância, o sabor e elevam os custos de produção (GRIZOTTO, 2005).

A ANAVA detectou diferenças estatísticas significativas na absorção de gordura pelas cultivares (Tabela 19).

Quando frita na forma de palha a cultivar Caruso foi a que absorveu menos gordura (42,21%) entre todas as cultivares analisadas. 'Destiny' e 'Fontane' exibiram valores intermediários, 46,32% e 45,88%, respectivamente. As demais expressaram absorção de gordura superior a 47% (Tabela 20).

Já na forma de *chips* 'Destiny' se destacou, com absorção de 34,58% de gordura, sendo superior às demais. 'Caruso' e 'Markies' absorveram 38% de gordura, sendo intermediárias e foram seguidas por 'Excelence' e 'Fontane' que não diferiram estatisticamente. As demais superaram os 43% e diferiram entre si (Tabela 20).

Tabela 19 – Resumo da análise da variância da absorção de gordura pelas batatas fritas, Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab. (1%)}	Sig.
Absorção de gordura palha***						
Cultivares	8	1,6240	0,2030	25,3750	3,3600	**
Blocos	3	0,0085	0,0028			
Erro	24	0,1942	0,0080			
Total	35	1,8268				
CV(%)	1,29					
Média Geral	48,034					
Absorção de gordura chips*						
Cultivares	8	7,3823	0,9227	43,5235	3,3600	**
Blocos	3	0,0782	0,0260			
Erro	24	0,5104	0,0212			
Total	35	7,9711				
CV(%)	2,21					
Média Geral	43,271					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significativa – NS, * 5%, ** 1%.

***Dados transformados: arco seno

$$\sqrt{\frac{p}{100}}$$

Tabela 20 – Porcentagem de absorção de gordura das cultivares fritas na forma de palha e chips, Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Absorção de gordura (%)	
	Palha*	Chips*
Arizona	48,90 c	47,84 e
Destiny	46,32 b	34,58 a
Excelence	49,01 c	42,55 c
Saviola	48,26 c	54,96 f
Agata	51,66 d	48,37 e
Almera	52,22 d	43,96 d
Fontane	45,88 b	40,62 c
Markies	47,85 c	38,17 b
Caruso	42,21 a	38,39 b
CV(%)	1,29	2,21
Média Geral	48,03	43,27

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%.

*Dados transformados: arco seno

$$\sqrt{\frac{p}{100}}$$

No processamento de batata na forma de fritura o elevado teor de MS também está diretamente relacionado com a absorção de gordura e confere a crocância ao produto final (COELHO, 1998; MELO, 1999). As cultivares ‘Destiny’ e ‘Caruso’ apresentaram elevado teor de MS e baixa absorção de gordura (Tabelas 12 e 20).

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (UNICAMP, 2006), o teor médio de absorção de gordura pelas batatas é de 41% para palha e 36% para *chips*. Somente ‘Caruso’ como palha, e ‘Destiny’, ‘Caruso’ e ‘Markies’ como *chips* aproximaram-se desses teores.

4.9 Cora pós a fritura

A aceitação da batata processada depende, em grande parte, da cor do produto final. Esse atributo é considerado o mais importante na qualidade das fritas e é diretamente relacionado com a escolha do consumidor. Segundo Tocchini e Mercadante (2001) na avaliação de um alimento o impacto visual causado pela cor sobrepõe-se a todos os outros atributos, fazendo desse um dos mais importantes em sua comercialização, sendo o primeiro critério de aceitação ou rejeição do produto. Por isso, é um importante critério para o processamento industrial. Cruess (1973) e Grizotto (2005) reportam que a cor ideal das fritas varia de amarela clara a dourado, sem alcançar o marrom e com ausência de pontos ou traços escuros.

A determinação da cor das fritas no presente trabalho variou de extremamente clara à marrom (Anexo C) e a ANAVA detectou diferenças significativas entre as cultivares (Tabela 21).

As cultivares Destiny e Excellence exibiram cor amarela extremamente clara quando fritas na forma de palha, seguidas pelas cultivares padrões ‘Fontane’ e ‘Markies’ com cor amarela clara e ‘Caruso’ cor dourada. As demais diferiram entre si e variaram entre amarela com pontos marrons à totalmente marrons, sendo inaptas a essa forma de processamento (Tabela 22, Figura 2).

Tabela 21 – Resumo da análise da variância da cor das fritas *chips* por método visual, segundo a tabela americana de tonalidade de fritas, Piracicaba – SP, 2013

FV	GL	SQ	QM	F _{calc.}	F _{tab. (1%)}	Sig.
Cor das batatas palha***						
Cultivares	8	27,0525	3,3715	12,4777	2,51	**
Blocos	19	0,4971	0,0261			
Erro	152	1,0539	0,2702			
Total	179	28,6035				
CV(%)	5,42					
Média Geral	1,5373					
Cor das batatas <i>chips</i> ***						
Cultivares	8	245,4111	30,6763	130,7440	2,51	**
Blocos	19	2,0222	0,1064			
Erro	152	3,4777	0,0228			
Total	179	248,8888				
CV(%)	6,0000					
Média Geral	2,5222					

FV (Fontes de Variação); GL (Graus de Liberdade); SQ (Soma de Quadrados); QM (Quadrados Médios), F_{calc.} (F calculado); F_{tab.} (F tabelado); Sig. (Significância): não significativo – NS, * 5%, ** 1%.

***Dados transformados: $\sqrt{x}$

Tabela 22 – Cor das batatas palha e *chips* por método visual, segundo a tabela americana de tonalidade de fritas, Piracicaba – SP, 2013

Cultivares	Cor	
	Palha***	<i>Chips</i> ***
Arizona	3,65 e	4,00 e
Destiny	0,05 a	1,95 b
Excelence	0,10 a	1,90 b
Saviola	4,00 f	3,90 d
Agata	2,80 d	4,00 e
Almera	4,00 f	3,00 c
Fontane	1,00 b	0,95 a
Markies	1,05 b	2,00 b
Caruso	2,00 c	1,00 a
CV(%)	5,42	6,00
Média Geral	1,53	2,52

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%.

***Dados transformados: raiz quadrada

Figura 2 - Fritura na forma de palha, Piracicaba – SP, 2013

Na forma de *chips*, somente as cultivares Caruso e Fontane apresentaram cor amarela clara. ‘Destiny’, ‘Excelence’ e ‘Markies’ não diferiram entre si com cor amarela clara tendendo a dourada. As demais expressaram cor amarela com pontos marrons à totalmente marrom, e, portanto, não são indicadas à fritura na forma de *chips* (Tabela 22, Figura 3).

Durante o processo de fritura a definição da cor inicia-se após a perda de grande parte da umidade e depende do teor de umidade do produto final e do coeficiente de transmissão de calor durante os diferentes estágios da fritura. A cor é resultado da reação de Maillard, por isso a necessidade de baixo teor de açúcares

redutores, e é afetada pela temperatura e tempo de fritura (MÁRQUEZ; AÑÓN, 1986).

Figura 3 - Fritura na forma de *chips*, Piracicaba – SP, 2013

Assim, as cultivares *Destiny*, *Excelence* (ambas com cor amarela extremamente clara), e *Caruso* (cor dourada) na forma de palha, e '*Caruso*' e '*Destiny*' (cor amarela clara a dourada) na forma de *chips* apresentaram teor de açúcares redutores próximos a 0,02% (Tabela 16). Provavelmente o melhor desempenho destas cultivares seja devido ao baixo teor de açúcares combinado ao tempo e temperatura de fritura.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos entre todas as cultivares avaliadas permitem inferir que:

- a) As cultivares Destiny, Excellence e Caruso apresentam maior eficiência produtiva de matéria-prima com aptidão para fritura;
- b) 'Destiny', 'Excellence' e 'Caruso' são aptas ao processamento de fritura na forma de batata palha;
- c) 'Destiny' e 'Caruso' são aptas ao processamento de fritura na forma de *chips*;
- d) A cultivar Excellence, apresenta dupla aptidão de uso, podendo ser utilizada para cozimento e no processamento de fritura na forma de palitos;
- e) 'Arizona' e 'Saviola' não apresentam aptidão para o processamento de fritura, mas apresentam boa eficiência produtiva e tubérculos de boa aparência, podendo ser recomendadas para o processamento doméstico.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Teor de sódio dos alimentos processados**. (Informe Técnico, 50). Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/856c37804d19e24d9d7aff4031a95fac/NFORME+T%C3%89CNICO+2012-+OUTUBRO.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em 22 out. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades**. Itapetininga, 2013. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/abatata_variedades.htm>. Acesso em: 16 ago. 2013.

AGRICO. **Produtos e serviços**: variedades de batata. 2013. Disponível em: <<http://www.agrico.nl/en/products-and-services/potato-varieties/>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

ARAUJO, T.H.; PÁDUA, J.G.; DIAS, M.S.C.; CAPRONI, C.M.; MESQUITA, H.A. Influências do ambiente e manejo sobre cultivares introduzidas em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011, Viçosa. **Anais...** Viçosa: ABH. 2011. p. 2739-2746.

ASSIS, M.; PAIVA, M.; SANTOS, E.C.; PÁDUA, J.G. Chipie, cultivar de batata para industrialização. **Batata Show**. Itapetininga, v. 6 n. 16, 2006. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista16_014.htm>. Acesso em: 20 out. 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 16th ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025 p.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade póscolheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

BERBARI, S.A.G. **Processamento e rendimento industrial da batata pré-frita congelada**. In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE PROCESSAMENTO DE BATATAS, 1, 2005, Pouso Alegre. Pouso Alegre: ABASMIG, 2005. 1 CD-ROM.

BERBARI, S.A.G.; AGUIRRE, J.M. Alternativas para o aproveitamento de batata. **Batata Show**. Itapetininga, v. 2 n. 4 p. 11, 2002.

BERNS, R.S. **Billmeyer and Salitzman's principles of color technology**. New York: John Wiley, 2002. 272 p.

BREGAGNOLI M. **Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações**. 2006. 141 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CALDIZ, D.O. Genetic improvement and association with physiological changes in the potato. In: SLAFER, G.A. (Ed.). **Genetic improvement of fields crops**. New York: Marcell Dekker, 1994. p. 361-411.

CARMO, E.L.C.; PÁDUA, J.G.P.; MOTA, R.V.; DUARTE FILHO, J.D.; CAPRONI, C.M. Avaliação da aptidão para fritura de cultivares de batata, obtidas no cultivo de outono, nas regiões Sul e Campos das Vertentes de Minas Gerais. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 13., 2007, Holambra. **Anais...** Holambra: ABBA, 2007. 4 p. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/batatashow4/resumos/resumo_12.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2013.

CARMO, E.L.C.; LEONEL, M.; PÁDUA, J.G. Processamento industrial no Brasil: situação atual e perspectivas. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 33, n. 270, p. 100-113, set./out. 2012.

CLIMATEMPO. **Climatologia**: Nova Resende. 2013. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/climatologia/3492/novaresende-mg>>. Acesso em: 24 out. 2013.

COELHO, A.H.R. **Alterações químicas e qualidade de fritura de duas cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) armazenadas em atmosfera modificada, em temperatura ambiente e sob refrigeração**. 1998. 145 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal Lavras, Lavras, 1998.

CONTAMINE, A.C. Marchés de la pomme de terre dans l'Union européenne. **Cahiers Agricultures**, Cidade, v. 17, n. 4, p. 335-342, 2008,

CRUESS, W.V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. Tradução de H.A.Tavares. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. v. 2, 408 p.

DALE, M.F.B; MACKAY G.R. Inheritance of table and processing quality. In BRADSHAW J.E; MACKAY G.R. (Ed.). **Potato genetics**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 285-315.

DIAS, C. A. C. **Batatinha-uma cultura muito lucrativa para quem planta com cuidado**. São Paulo: Íconeditora, 1986. 101p.

DAMY, P.C.; JORGE, N. Absorção de óleo de soja refinado e gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batata *chips*. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 1, p. 23-26, 2003.

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. **Empresas vão reduzir teor de sódio nos alimentos industrializados**. 2011. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2011-04-07/empresas-va-reduzir-teor-de-sodio-nos-alimentos-industrializados>>. Acesso em: 22 out. 2013.

EVANGELISTA, R.M; MARDINI, I.; FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P. Qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.46, n.8, p.953-960, 2011.

FAO. **International year of the potato**. 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/potato-2008>>. Acesso em: 22 maio 2013.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations: production: crops**. 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

FERNANDES, A.M. **Crescimento, produtividade, acúmulos e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2010. 158 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2010

FILGUEIRA, F.A.R. Bataticultura. In: _____. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: UFLA, 2003. cap. 2, p. 141-284.

FINGER, F.L.; FONTES, P.C.R. Manejo pós-colheita da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 105-111, mar./abr.1999.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Batata. In: _____. **AGRIANUAL 2011: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2011. 482 p.

_____. Batata. In: _____. **AGRIANUAL 2013: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2013. p. 193-196.

FONTES, P.C.R. Cultura da batata. In: _____. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: SUPREMA, 2005. cap. 21, p. 323-343.

FORTES, G.R.; PEREIRA, J.E.S. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, A.S. da; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p. 69-79.

GERALDINI, F.; JULÃO, L.; BORGATO, E. Procuram-se agroindústrias. **Hotifruí Brasil**, Piracicaba, v. 10, n. 104, p. 8-13, ago. 2011.

GOULD, W.A. Specific gravity: its measurement and use. In: ORR, P.H.; PRESTON, D.A.(Ed.). **Chipping potato handbook**. Minnesota: The Snack Food Association, 1989. p. 18-21.

_____. **Potato production, processing and technology**. Baltimore: Maryland: CTI Publ., 1999. 259 p.

GOULD, W.A.; GOULD, R.W. **Total quality assurance for the food industries**. 2nd ed. Baltimore: Maryland, 1993. 452 p.

GRIZOTTO, R.K. Processamento da batata *chips* e palha. In: Seminário Brasileiro Sobre Processamento de Batatas, 2005, Pouso Alegre. Pouso Alegre: **Associação Brasileira da Batata**, 2005. Disponível em:

<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/brasil_eventos_minas2005.htm>. Acesso em: 02 set. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=314510&search=minas-s-gerais|nova-resende>>. Acesso em: 02 ago. 2013.

_____. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201202.pdf>. Acesso em: 21 maio 2013.

_____. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201309.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2013.

KONICA MINOLTA. **Comunicação precisa da cor**: controle de qualidade da percepção à instrumentação. Tokyo, 1998. 59p .

KUEHNI R.G. “**Color: An Introduction to Practice and Principles**”. V.2, Wiley, 216p., 2004.

KUMAR, D.; SINGH, B.P.; KUMAR, P. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. **Annals of Applied Biology**, London, v. 145, p. 247-256, 2004.

LEÃO, A.C., ARAÚJO, A. DE A. E SOUZA, L.A.C. **Implementação de sistema de gerenciamento de cores para imagens digitais**. Poços de Caldas, MG: PUC-Minas, cap. 3, 2005, pp. 61-96.

LIU, Q.; DONNER, E.; TARN, R.; SINGH, J.; CHUNG, H.J. Advanced analytical techniques to evaluate the quality of potato and potato starch. In: SINGH, J.; KAUR, L. (Ed.). **Advances in potato chemistry and technology**. New York: Elviesier, 2009. chap. 8, p. 221-248.

LOPES, C.A.; BUSO, J.A. Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: _____. (Ed.). **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília: EMBRAPA, CNPH, 1997. 35 p. (Instruções Técnicas, 8).

LORIA, R. Development and anatomy of the potato plant. In: STEVENSON, W.R.; LORIA, R.; FRANC, G.D.; WEINGARTNER, D.P. (Ed.). **Compendium of potato diseases**. Minnesota: The American Phytopathological Society, 2001. chap. 1, p. 1-8.

LOVE, S.L. Important quality characteristics in breeding processing potatoes. In: WORLD POTATO CONGRESS, 4., 2000. Wageningen, **Proceedings...**Amsterdam: Wageningen Press, 2000. p.261-266.

LYNCH D.R.; KAWCHUK R.; YADA R.; ARMSTRONG J.D. Inheritance of the response of fry color to low temperature storage. **American Potato Journal**, Idaho, v. 80, p. 341-344, 2003.

LOW, N.; JIANG, B.; DOKHANT, S. Reduction of glucose content in potatoes with glucose oxidase. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 1, p. 118-121, 1989.
MARGOSSIAN SEMENTES. **Sementes**. 2013. Disponível em:
<<http://margossian.com.br/>> Acesso em: 18 out. 2013

MACHADO, P.P.; HOTZA, D.; PETTER, C.; BERGMANN, C.P. Controle de qualidade para revestimentos cerâmicos através da análise colorimétrica de superfície vidrada monocromática. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 2, n. 3/4, p. 1-5, 1997. Disponível em:
http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v02n34/v2n34_7.pdf. Acessado em 02/06/2013.

MARIQUE, T.; PENNINCX, S.; KHAROUBI, A. Image segmentation and bruise identification on potatoes using a Kohonen's selforganizing map. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, p. 415-417, 2005.

MÁRQUEZ, G.; AÑÓN, M.C. Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, p. 157-160, 1986.

MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **Journal Horticultural Science**, Kent, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MELO, P.C.T.; GRANJA, N.P.; MIRANDA FILHO, H.S.; SUGAWARA, A.C.; OLIVEIRA, R.F. Análise do crescimento da cultivar de batata Agata. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003, Recife. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.2, Recife, 2003 (Suplemento CD).

MELO, P.C.T.; ARAÚJO, T.H.; CASSIA, R.M.; RIBEIRO, J.D.R.; PÁDUA, J.G. Manejo cultural da batata: do plantio à comercialização. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 33, n. 270, p. 40-51, set./out. 2012.

MELO, P.E. Cultivares de batata potencialmente úteis para o processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, p. 112-119, 1999.

MESSER, E. Roots, tubers and other starchy staples. Potato (White). In: KIPLE, K.F.; ORNELAS, K.O. **The Cambridge world history of food**. Ohio: Bowling Green State University, 2000. p. 518-560.

MIRANDA FILHO, H.S. Melhoramento da batata no estado de São Paulo. In: **Workshop Brasileiro de Pesquisa em Melhoramento de Batata**, 3., 2003, Pelotas. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2003. cap. 5, p. 31-34.

MORENO, J.D. **Calidad de la papa para usos industriales**. 2000. Disponível em:
<<http://www.redepapa.org/calidadpapa.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2013.

MORENA, I.; GUILLEN, A.; MORAL, L.F.G. Yield development in potatoes as influenced by cultivar and the timing and level of nitrogen fertilization. **American Potato Journal**, Cidade, v. 71, n. 3, p. 165-173, 1994.

MORIONDO, M.; ORLANDINI, S.; GIUNTOLI, A.; BINDI, M. The effect of downy and powdery mildew on grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaf gas exchange. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 153, p. 350–357, 2005.

MOYANO, P.C.; PEDRESCHI, F. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: Effect of pre-treatments. **LWT - Food Science and Technology**. Amsterdam, v. 39, n. 3, p. 285-291, 2006.

NAZARENO, N.R.X. Melhoramento de batata no Instituto Agronômico do Paraná. In: **Workshop Brasileiro de Pesquisa em Melhoramento de Batata**, 3., 2003, Pelotas. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2003. cap. 2, p. 17-21.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 2, p. 375-380, 1944.

NETHERLANDS CONSULTAINE POTATO INSTITUTE - NIVAA. **Catálogo holandês de variedades de batata**. Disponível em: <http://www.nivaa.nl/uk/about_potatoes/variety_catalogue>. Acesso em: 18 out. 2013

PÁDUA, J.G.; ARAÚJO, T.H.; CARMO, E.L.; MARGOSSIAN, P.L.; PEREIRA, S.G. Caracterização de cultivares de batata visando o mercado segmentado. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 8, p. 36-46, 2012a.

PÁDUA, J.G.; MESQUITA, H.A.; CARMO, E.L.; ARAÚJO, T.H.; DUARTE, H.S.S. Cultivares: a escolha correta faz a diferença. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 270, p. 30-39, set./out. 2012b.

PÁDUA, J.G. de; MESQUITA, H.A.M.; CARMO, E.L. do; DIAS, J.P.T.; DUARTE FIHO, J. Potencial produtivo de cultivares francesas de batata para o Estado de Minas Gerais. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Maranhão, v. 3, n. 2, p. 73, 2009.

PASCHOALINO, J.E.; FERREIRA, V.L.P.; POMPEU, R.M. Aptidão das variedades de batatinha Bintje e Radosa para o processamento de fritas à francesa congeladas e purê congelado. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, p. 431-444, dez. 1975.

PEDRESCHI, F.; LEÓN, J.; MERY, D.; MOYANO, P. Development of a computer vision system to measure the color of potato *chips*. **Food Research International**. Amsterdam, v. 39, p. 1092-1098. 2006.

PEDRESCHI, F.; COCIO, C.; MOYANO, P.; TRONCOSO, E. Oil distribution in potato slices during frying. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 87, p. 200–212, 2008.

PEREIRA, A.S. Melhoramento genético da batata. In: PEREIRA A.S.; DANIELS J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2003. p.105-124.

PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2003. 567 p.

PEREIRA, A.S.; SOUZA, Z.; CHOER, E. Principais cultivares. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2003. cap. 2, p.143-153.

PINELI, L.L.O. **Caracterização física, química, sensorial e nutricional de batatas minimamente processadas**. 2005. 218 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) -Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

PINELI, L.L.O.; MORETT, C.L. **Processamento mínimo de batatas**. Brasília: MAPA, 2004 16 p. (Comunicado Técnico, 24).

POPP, P. Industrialização da batata no Brasil. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE PESQUISA EM MELHORAMENTO DE BATATA, .1996, Londrina. **Anais...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. p. 35.

_____. **Batata para processamento: aptidão da matéria-prima para processamento**. Curitiba: Paulo Popp Consultoria Ltda, 2005. 8p

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA RESENDE. **História do município de Nova Resende**. 2013. Disponível em:< <http://www.novaresende.mg.gov.br/>>. Acesso em 02 ago. 2013.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa. Minas Gerais: UFV, 2007, 599 p.

REZENDE, R.L.G. **Efeito da idade fisiológica da batata-semente sobre características produtivas da batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atlantic**. 2007. 43 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

RIBEIRO, J.D.R.; RIBEIRO, G.H.M.R.; PINTO, C.A.B.P. Evolução e desafios da bataticultura em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 270, p. 07-13, set./out. 2012

RIBEIRO, R.C. ; SANTANA, H.M.P. ; PÁDUA, J.G. ; CHAVES, J.B.P. . Opinions and attitudes of consumers related to the purchase of potatoes and repercussion on the offer of french cultivars. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos** (Impresso), v. 31, p. 1-12, 2013

RIBEIRO, S.C.A.; RIBEIRO, C.F.A.; PARK, K.J.; ARAUJO, E.A.F.; TOBINAGA, S. Alteração da cor da carne de mapará (*Hypophthalmus edentatus*) desidratada osmoticamente e seca. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 125-135, 2007.

ROSSI, F. **Cultivares para o sistema orgânico de produção de batata**. 2009. 88p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SANTOS, J.R. A produção de batata palha no município de Ipuiúna- MG. **Batata Show**, Itapetininga, v. 9, n. 24, p. 42-44, ago. 2009.

SHIMOYAMA, N. Batata brasileira: como aumentar o consumo. **Batata Show**, Itapetininga, n. 9, p. 4, set. 2004. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista09_000.htm>. Acesso em: 21 mar. 2013.

SILVA, G.B.D. **Colorimetria**: propagação dos erros e cálculo da incerteza de medição nos resultados espectrofotométricos. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004. 93 p.

SOLANA-AVRASYA. **Solana-Avrasya seeds**. 2013. Disponível em: <<http://www.solanaavrasya.com/en/Our-varieties/Crips-Potatoes/Caruso.html>>. Acesso em: 20 out. 2013.

SOMOGYI, M. Determination of blood sugar. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 160, n. 1, p. 69-73, 1945.

SOUZA, Z.S. Criação e seleção de cultivares de batata em Santa Catarina. In: **Workshop Brasileiro de Pesquisa em Melhoramento de Batata**, 3., 2003, Pelotas. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2003. cap. 5, p. 23-24.

SOWOKINOS, J.R. Biochemical and molecular control of cold induced sweetening in potatoes. **American Journal of Potato Research**, Idaho, v. 78, p. 221-236, 2001.

STARK, J.C.; OLSEN, N.; KLEINKOPF, G.E.; LOVE, S.L. Tuber quality. In: STARK J.C.; LOVE, S.L. (Ed.). **Potato production systems**. Aberdeen: University of Idaho, 2003. p. 329-343.

TAI, G.C.C.; YOUNG, D.A. Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. **American Potato Journal**, Idaho, v. 61, p. 419-434, 1984.

TALBURT, W.; SMITH O. **Potato processing**. 3rd ed. Westport: Connecticut. 1975. 705 p.

TAVARES, S.; CASTRO, P.R.C.; MELO, P.C.T.; MELLO, S.C. **Cultura da batata**. 2^a ed. Piracicaba: ESALQ, Divisão de Biblioteca e Documentação, 2010. 44 p. (Série Produtor Rural, 18).

TFOUNI, S.A.V.; MACHADO, R.M.D.; GARCIA, L.C.; AGUIRRE, J.M.; GASPARINO FILHO, J. **Batata chips e palha**. Campinas: ITAL, 2003. 73 p. (Agronegócio, 3).

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A.Z. Extração e determinação, por CLAE, de Bixina e Norbixina em coloríficos. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 21, p. 310-313, 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **United States standards for grades of frozen french fried potatoes**. Baltimore, 1967. 16 p.

_____. **Grading manual for frozen french fried potatoes**. Baltimore, 1969. 28 p.

_____. **Color standards for frozen french fried potatoes**. Baltimore: Munsell Color Company, 1988. 1 Folder.

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas, 2006. Disponível em:

<<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela&PHPSESSID=8ab54bcd9586d2131bf21fb707820c09>>. Acesso em: 27 out. 2013.

VENDRUSCO, J.L.S.; ZORZELLA, C.A. **Processamento de batata (*Solanum tuberosum* L.): fritura**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2002. 15 p. (EMBRAPA Clima Temperado. Documentos, 104).

YOSHIDA, S. FORNO, D.A., COCK, J.H., GOMES, K.A. Determination of sugar and starch in plant tissue. In: _____. **The glycoside hydrolases: laboratory manual for physiological studies of rice**. 2nd ed. Manila: International Rice Research Institute, 1972. p. 38-41.

WYSZECKI, G. Colorimetry, In: DRISCOLL, G.W. (Ed.). **Handbook of optics**. New York: McGraw-Hill, 1978. p. 2-19.

ZORZELLA, C.A.; VENDRUSCOLO, J.L.S.; TERPTOW, R.O.; ALMEIDA, T.L. de Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de *chips*. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 1 p. 15-24, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Figura 4 - Batateiras e suas respectivas sementes, Piracicaba – SP, 2013

APÊNDICE B

Figura 5 - Tubérculos após a colheita, Piracicaba – SP, 2013

APÊNDICE C

Figura 6 - Análises laboratoriais, Piracicaba – SP, 2013

APÊNDICE D

Figura 7 - Processamento de fritura e extração de gordura, Piracicaba – SP, 2013

ANEXOS

ANEXO A

Figura 8 - Temperatura e precipitação média mensal na região de Nova Resende – MG, 2013

ANEXO B

Figura 9 – Tonalidade, Luminosidade e Saturação (LEÃO; ARAÚJO; SOUZA, 2005).

ANEXO C

Denominação	Critério (Tabela)
Amarela Extremamente clara	Correspondente a 000, 00 e 0
Amarela Clara	Correspondente a 1
Amarela Dourada	Correspondente a 2
Amarela com pontos marrons	Correspondente a 3
Amarela Marrom	Correspondente a 4

Figura 10 - Escala de cor e interpretação – “Potato Chip and Snack Food Association” (USDA, 1967, 1969, 1988).

ANEXO D

Figura 11 – Sinais da ocorrência de pragas e incidência de doenças na parte aérea (Presença / Ausência), Piracicaba – SP, 2013