

ESPÉCIES TUBEROSAS TROPICAIS COMO MATÉRIAS-PRIMAS AMILÁCEAS

Tropical tubers as starchy raw materials

Magali LEONEL¹

Marcelo Álvares de OLIVEIRA¹

Jaime Duarte Filho²

RESUMO

A busca de novos amidos que atendam as exigências do mercado consumidor faz com que as pesquisas com amidos naturais se intensifiquem. As indústrias alimentícias são as maiores consumidoras de amido; entretanto, este polímero é usado também em grande número de processos industriais, destacando-se seu uso pelas indústrias química e têxtil. Este trabalho teve por objetivo apresentar a importância das espécies tuberosas tropicais como potenciais matérias-primas amiláceas. Foram abordados aspectos do cultivo de diferentes espécies tuberosas no Brasil e no mundo, com análises da composição química das plantas, avaliações agrônomicas e também perspectivas de rendimento.

Palavras-chave: amido, composição, raízes, tubérculos, rizomas.

SUMMARY

The search for new starches to meet the demands of the consumer market means increased research into natural starches. The food industries are the largest starch consumers; however, it is also used in many industrial processes such as chemical and textile industries. This study aims to show the importance of tropical plants as potential sources of starch raw materials. Cultivation aspects were studied for different starch sources from Brazil and around the world, performing tuber and rhizome chemical composition analysis, agronomic evaluations, and yield assessments.

Keywords: starch, composition, roots, tubers, rhizomes.

¹ Pesquisadores Doutores - CERAT/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, 1780, Caixa Postal 237, Botucatu-SP, CEP: 18610 - 307. FAX: (14) 38159050, mleonel@fca.unesp.br, maoliveira@fca.unesp.br.

² Pesquisador Doutor - EPAMIG – Caldas - MG

INTRODUÇÃO

Prospecções futuras para o sistema de alimentação global têm sido foco de diversas publicações nos últimos anos, mostrando que o crescimento contínuo da população, a rápida urbanização, o tipo de vida mais agitado, dentre outros fatores fizeram com que a indústria de alimentos buscasse a diversificação de matérias-primas.

Nos anos de 1995-97, as raízes e tubérculos, principalmente, mandioca, batata, batata-doce e inhame, ocuparam aproximadamente 50 milhões de hectares no mundo, com uma produção anual de 643 milhões de toneladas métricas, sendo que 70% foram colhidas em países em desenvolvimento (FAO, 1998). De acordo com estimativas recentes, o valor econômico anual de raízes e tubérculos produzidos em países em desenvolvimento é de, aproximadamente, US\$ 40 bilhões, ou seja, um quarto do valor dos principais cereais (SCOTT et al., 2000).

Duas características marcantes devem ser consideradas em relação às chamadas oleráceas pesadas: a alta produtividade comparada à produtividade média de grãos e a produção em países na faixa tropical (em desenvolvimento). Estas características apontam para um potencial ainda pouco explorado.

O amido é a principal substância de reserva nas plantas superiores, fornecendo de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem. Os depósitos permanentes do amido nas plantas ocorrem nos órgãos de reserva, como é o caso de cereais (milho, arroz) e de tubérculos e raízes (batata e mandioca, respectivamente).

As indústrias alimentícias são as maiores consumidoras de amido; entretanto, este polímero é usado também em um grande número de processos industriais, destacando-se seu uso pelas indústrias química e têxtil. No setor alimentar o amido é utilizado tanto nativo como modificado, com um crescimento acentuado devido ao seu emprego em alimentos preparados. A evolução do setor faz com que pesquisas que visem à identificação de novos amidos naturais, que apresentem propriedades diferenciadas, obtenham grande interesse por parte do mercado produtivo e consumidor.

As principais fontes de amido comercial são o milho, o trigo, a batata e a mandioca. No mundo são produzidos cerca de 48,5 milhões de toneladas de amido, sendo os EUA responsáveis pela maior produção de amido de milho (24,6 milhões de toneladas, 62,4%) e a União Européia a maior produtora de amido de batata (1,8 milhões de toneladas, 69,2%) e trigo (2,8 milhões de toneladas, 68,3%), sendo a produção mundial de outros amidos na ordem de 2,5 milhões de toneladas, com a mandioca como principal fonte (FRANCO et al., 2001). O setor de amido vem sentindo as dificuldades de comercialização de amidos modificados para uso em alimentos, o que iniciou a busca de amidos naturais com propriedades que atendam as exigências do mercado (BE MILLER, 1997; BERMUDEZ, 1997; MESSENGER, 1997).

Frente a este fato, as pesquisas em torno de novas matérias-primas amiláceas têm se intensificado nos últimos anos. Neste ponto, os países em regiões tropicais, como o Brasil, apresentam grande vantagem em relação aos principais produtores de amido no mundo, que

estão localizados em regiões temperadas, devido à grande diversidade de espécies tropicais amiláceas.

Tuberosas amiláceas

As espécies tuberosas incluem um grande número de plantas com bulbos, raízes e tubérculos, que são muito disseminadas nas regiões tropicais do globo, como é o caso da mandioca (*Manihot esculenta*), da araruta (*Maranta arundinacea*), da mandioquinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), do taro (*Colocasia esculenta*), da batata (*Solanum tuberosum*), do inhame (*Dioscorea* sp.), da batata-doce (*Ipomoea batatas*), da taioba (*Xanthosoma* sp.), do biri (*Canna edulis*), cará-do-ar ou cará-de-rama (*dioscorea bulbifera*), do jacatupé (*Pachyrrizus* sp.), do gengibre (*Zingiber officinale*), da zedoária (*Curcuma zedoaria*) e do açafrão (*Curcuma longa*), que são cultivadas no Brasil com diferentes finalidades, tais como: culinárias, condimentares, medicinais e como matéria-prima para extração de amidos naturais.

Segundo Cereda (2002), a riqueza em amido é uma característica comum de quase todas as tuberosas. Destas, com exceção da mandioca, e da batata, que são bastante empregadas na extração de amido, apenas a araruta, o inhame e o biri, são usadas como matérias-primas alternativas para extração de amido, principalmente, nos países asiáticos (China e Vietnã) e pela Colômbia, que explora comercialmente o cultivo do biri, existem inúmeras outras espécies que poderiam ser exploradas com esta finalidade, conforme constatação de Leonel & Cereda (2002), que

averiguaram a riqueza em amido de outras tuberosas, como o açafrão (*Curcuma longa*), batata-doce (*Ipomoea batatas*), mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) e ahipa (*Pachyrrizus* sp.).

Originária do continente americano, provavelmente do Brasil Central, segundo Lorenzi (2003), a mandioca é uma espécie plantada em mais de 90 países, alimentando cerca de 500 milhões de pessoas em todo o mundo. No Brasil, o cultivo tem um papel importante, tanto como fonte de energia (suas raízes são ricas em amido) para a alimentação humana e de animais, como matéria-prima para diversas indústrias (alimentícia, química, têxtil, farmacêutica, entre outras).

Em função da sua elevada capacidade de uso do recurso água e da sua adaptação a solos de baixa fertilidade, nos quais algumas espécies não conseguem produzir, a mandioca expandiu-se para todas as unidades da federação, onde são produzidas, tanto para mesa como para indústria, na sua grande maioria, por pequenos produtores com pouco ou nenhum uso de tecnologia moderna, especialmente agroquímicos. Segundo o IBGE (2001), a produção nacional dessa planta, na safra 2001, foi estimada em 23,4 milhões de toneladas, com rendimento médio de 13,8 toneladas de raízes por hectare, que é variável conforme o nível tecnológico empregado, com a cultivar e com as condições climáticas, entre outros fatores.

Segundo Lorenzi (2003), para o Estado de São Paulo, as seguintes cultivares são recomendadas para a indústria: 'Branca de Santa Catarina', 'Roxinha', 'IAC 12', 'IAC 13', 'IAC 14', 'IAC 15', 'Fécua Branca', 'Espeto' e

'IAC Caapora', que são empregadas na obtenção de vários produtos, dos quais as farinhas (e as farofas) e a fécula são os mais importantes. Já para mesa, a cultivar predominante é a IAC 576. Além desta, a Mantiqueira, Verdinha, Jaçanã e Preta são recomendadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas para cultivo no Estado de São Paulo.

Estimativas recentes calculam que o mercado de amido no Brasil esteja em torno de 1,6 milhão de toneladas/ano, ocupando o amido de mandioca 35 a 40% desse total (VILPOUX, 2004). Devido às características especiais do amido de mandioca, tais como menor temperatura de gelatinização, formação de pastas claras, menor quantidade de substâncias acompanhantes (proteína, matéria graxa) e resistência à retrogradação, este tem apresentado vantagens sobre outros amidos em alguns mercados como o de papel e em embutidos cárneos.

Originária dos Andes, a mandioquinha-salsa é conhecida em diferentes regiões produtoras do Brasil com os nomes de cenoura-amarela, batata-baroa, batata-cenoura, batata-tupinambá, batata-arracacha, batata-jujuba, batata-suíça e, em outros países, com os nomes de apio andino (Porto Rico e Venezuela), zanahoria blanca (Equador), virraca (Peru), arracacha (Colômbia e Bolívia) e Peruvian carrot (Estados Unidos) (CASALI, SEDIYAMA, 1997).

No Brasil, segundo Santos *et al.*, (2000), seu cultivo concentra-se nas áreas de altitude elevada e clima ameno dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina; cultivos bem sucedidos foram observados em áreas com

altitude inferior a 1.000m no Distrito Federal, Goiás e Tocantins.

Seu cultivo é recomendado em locais com temperatura média anual de 17°C, e com precipitação pluviométrica média de 600mm/ano, bem distribuídos ao longo do ciclo, e altitudes acima de 600 metros (SANTOS, 1997).

No Brasil, a produção de mandioquinha-salsa é quase que exclusivamente destinada ao consumo direto, com exceção da pequena produção de purê desidratado usado na fabricação de sopas instantâneas (PEREIRA, SANTOS, 1997).

A mandioquinha-salsa apresenta importância econômica elevada, com volume de comercialização em torno de 90.000 toneladas/ano, e valor ao redor de 50 milhões de dólares (CÂMARA, SANTOS, 2002). No Estado de São Paulo, em 1998, foram cultivados 972 hectares, com produção de 11.000 toneladas (CAMARGO FILHO *et al.*, 2001).

A mandioquinha-salsa é recomendada em dietas para crianças e idosos devido ao seu conteúdo de cálcio e fósforo (65,25 e 55,00 mg/100g material fresco). Outro fator determinante de seu uso em dietas especiais está relacionado às características do seu amido, que contém amilose em torno de 23%, grânulos arredondados variando de 5 a 27µm, difícil retrogradação e sinerese, fatores que concorrem para sua grande digestibilidade (KIBUJKA; MAZZARI, 1981).

A batata (*Solanum tuberosum* L.), apesar de ser originária da América do Sul, segundo Mascarenhas & Resende (2003), sua produção e consumo concentram-se nos países do hemisfério norte, devido à restrição de oferta

nestes países em alimentos ricos em carboidratos (OSAKI, 2003). Segundo estimativas da FAO (2003), a China é o principal produtor dessa olerácea, sendo responsável, em 2002, por aproximadamente 22% da produção mundial (66,6 milhões de toneladas de um total de 307,9 milhões de toneladas), seguida pela Rússia, Índia, Estados Unidos, Polônia e Ucrânia, ocupando o Brasil a 20ª posição.

A batata representa um importante gerador de divisas para o agronegócio brasileiro, com os Estados de Minas Gerais (29%), São Paulo (25%) e Paraná (24%) responsáveis por 78% da produção nacional. O processamento da batata é hoje uma atividade muito forte e competitiva, principalmente na Europa e Estados Unidos, fazendo com que grandes indústrias a processem em diferentes formas como chips, pré-congeladas, fécula, etc. No Brasil o consumo de batata é, essencialmente, *in natura*, com o setor de processamento na forma de chips, *french fries* (palito) e batata palha se instalando nos últimos anos e a fécula sendo importada e empacotada no país. Com o desenvolvimento do setor, necessidades como o uso de cultivares especiais para cada tipo de processamento, ajustes de processos e produtos, e o aproveitamento de resíduos são de grande importância num mercado crescente e de grandes empresas (MASCARENHAS; RESENDE, 2003).

Segundo Alexander (1995), a batata voltou da Europa para a América do Norte (EUA) em 1719, e já havia indústrias extratoras em New England, em 1811. No século XIX era a principal espécie para extração de amido nos EUA. A situação só começou mudar no final do

século XIX, quando melhorias na tecnologia de extração de amido de milho tornaram-no mais competitivo. Embora depois da Segunda Guerra o consumo alimentar da batata tenha crescido enormemente, a produção de amido de batata na Europa cresceu até um pico de cerca de 91 mil toneladas na década de 60 e permaneceu, desde então, constante. Apesar de ser uma quantidade razoável de amido, é muito pouco se comparado aos 2,51 milhões de toneladas de amido de milho em 1993. Embora tenham permanecido praticamente constantes, as fontes de amido de batata mudaram bastante. Por muito tempo a matéria-prima para extração deste amido foi o descarte do uso culinário, por serem os tubérculos pequenos. Ao mesmo tempo, maiores exigências sobre a qualidade e padronização levaram a uma redução do número de empresas extratoras. Por outro lado, ainda devido a essa maior padronização, muito amido de batata é disponibilizado nas indústrias de produtos alimentícios, tais como de palitos e fritas, onde é co-produto.

A fécula de batata comercializada no Brasil é importada, sendo utilizada nos segmentos de sopas e molhos, snacks e cárnicos (LEONEL, 2003b).

A batata-doce é uma das tuberosas mais populares do Brasil, sendo consumida na forma assada ou cozida, e industrializada na forma de doces. A área cultivada de batata-doce no mundo é de 8.867.000ha aparecendo como a terceira tuberosa mais cultivada (CAMARGO FILHO *et al.*, 2001). No Brasil a área plantada em 2002 foi de 43.959 há, alcançando uma produção de 498.046 t com produtividade média de 11,4t/ha. O Rio Grande do Sul é o maior

produtor nacional (153.631 t) seguido pelo Paraná (66.413t) e São Paulo (52.052 t) (IBGE, 2002).

A espécie apresenta, segundo Silva *et al.*, (2002), as seguintes características: é resistente à seca, é de fácil cultivo; apresenta baixo custo de produção; permite colheita prolongada; apresenta resistência a pragas e doenças; é mecanizável e é protetora do solo, sendo desta forma considerada como uma espécie rústica. Entretanto, quando comparada com arroz, milho, banana e sorgo, a batata-doce, quando cultivada em regiões tropicais, é mais eficiente em termos de quantidade de energia líquida produzida por unidade de área e por unidade de tempo. Isso ocorre porque a batata-doce produz grande volume de raízes em um ciclo relativamente curto (120 a 150 dias) a um custo baixo, durante o ano inteiro (SILVA *et al.*, 2002).

Segundo Soares *et al.*, (2002), a batata-doce pode ser cultivada em qualquer parte do país, mas prefere os locais em que as temperaturas são mais elevadas, pois, além de não tolerar geadas, seu desenvolvimento vegetativo e produtividade são prejudicados em temperaturas inferiores a 10^oC. Ainda segundo os mesmos autores, o melhor solo para o desenvolvimento desta tuberosa é aquele que apresenta boa drenagem, textura arenosa ou areno argilosa, sendo levemente ácido ou neutro.

O principal componente da massa seca das raízes de batata-doce é o amido (66,8-78,5%) seguido pelos açúcares solúveis (8,2 – 15,3%). As fibras dietéticas insolúveis representam 6,17 a 7,69% do total de matéria seca (KOHYAMA, NISHINARI, 1992).

Leonel *et al.* (2004) avaliando cultivares de batata-doce como matérias-primas para extração de amido, observaram rendimentos práticos de processo variando de 9 a 15,8%. O teor de amilose variou de 19,15 a 22,54%. A Análise de distribuição de tamanho de grânulos mostrou uma amplitude de variação de 6 a 52µm, com maior freqüência na faixa de 12-27µm. Os perfis de viscosidade dos amidos das diferentes cultivares apresentaram pastas instáveis em altas temperaturas, e as temperaturas de pasta variaram de 72,4 a 75,6°C. Os autores concluíram que a cultivar Princesa foi a que apresentou melhores resultados como matéria-prima para as indústrias de amido.

A comercialização da batata-doce como hortaliça exige um padrão de tamanho e não aceita manchas e cicatrizes na casca. Assim sendo, as raízes maiores, com cicatrizes e manchas na casca poderiam ser utilizadas como matérias-primas na produção de produtos alimentícios diferenciados. Considerando que cerca de 20% da produção de raízes de batata-doce não são comercializadas devido à falta de padrão, tem-se em média, uma perda de 54.000 toneladas/ano.

A araruta é uma planta proveniente da América Latina e encontra-se de forma nativa nas matas venezuelanas. O tamanho dos rizomas oscila entre 10 e 25 cm, são fusiformes, alongados e apresentam pequenos segmentos, separados entre si por leves estrangulamentos providos de escamas. Três são as cultivares de importância no Brasil, a 'Creoula', a 'Banana' e, a 'Comum', que é a mais difundida. A cultivar 'Comum' é a que produz fécula de melhor

qualidade; seus rizomas são claros, em forma de fuso, cobertos por escamas e atingem até 30 centímetros dependendo da qualidade do solo, embora o tamanho normal varie de 10 a 25 centímetros. A 'Creoula' produz rizomas na superfície da terra, em touceiras, que precisam ser lavados várias vezes para perder a camada escura, caso contrário, produzem uma fécula negra e de baixa qualidade (MESSENGER, 1997; LEONEL et al., 2002a).

Segundo Monteiro & Peressim (2002a), as condições climáticas ideais para o cultivo de araruta são encontradas no tipo climático Cfa, clima mesotérmico úmido, sem estiagem. Quanto ao solo, é naqueles que apresentam a camada superficial porosa onde são obtidas as melhores produções, de modo que, esta espécie prefere o aluvional arenoso rico em matéria orgânica e também os solos das unidades taxonômicas, Podzólico Vermelho-Amarelo orto, e Podzolizado com Cascalho.

Sua importância atual está relacionada às características especiais de seu amido, o qual alcança preços elevados no mercado internacional. A produção mundial é pequena, encontrando-se plantios comerciais em Barbados e Saint Vicent, no Caribe. A produção brasileira em 1996 foi de 1141 toneladas, sendo que São Paulo contribuiu com 54 toneladas (MONTEIRO & PERESSIM, 2002a).

PÉREZ *et al.* (1997) analisando rizomas de araruta cultivados na Venezuela obtiveram 1,10% de proteína, 1,20% de matéria graxa, 0,57% de cinzas, 1,51% de fibras, 15,74% de carboidratos totais, 79,88% de umidade e pH 6,9.

LEONEL et al. (2002) avaliando o

processamento de araruta 'Comum' para extração e caracterização da fração amilácea, observaram 24,23% de amido nos rizomas e um rendimento prático de processo de 21,34%. O amido obtido apresentou 23,93% de amilose, grânulos de diferentes tamanhos (9 a 42 μ m) com maior frequência de grânulos ao redor de 20 μ m. A análise de propriedades de pasta revelou baixa estabilidade da pasta a quente frente à agitação, com temperatura de pasta de 67,1°C e tendência à retrogração semelhante ao amido de mandioca.

Outras tuberosas interessantes são aquelas utilizadas como especiarias e para a obtenção de óleos essenciais como o açafraão, a zedoaria e o gengibre.

O açafraão (*Curcuma longa*) é um rizoma originário do sudeste da Ásia e sua utilização como planta condimentar ou especiaria tem sido relatada como iniciada há milênios. O amido não tem sido muito utilizado pela indústria, porque sua extração é considerada como uma atividade secundária. Os principais produtos são a curcumina e o óleo essencial, os quais são usados como condimento, corante natural, e em aplicações farmacológicas. Os rizomas são secos e moídos, e do pó se extrai 2,5-5% de óleo essencial, 2-8% de curcumina e 25 a 70% de amido (GOTO, 1993). Portanto, devido ao elevado teor de amido e ao fato do processo de extração não interferir na obtenção dos produtos comerciais, torna-se promissor este rizoma como uma matéria-prima para a indústria de amido.

Outra espécie de *Curcuma* utilizada como especiaria e produto medicinal é a *Curcuma zedoaria* que também apresenta considerável

teor de amido, e poderia ter este como co-produto no processo de obtenção dos óleos essenciais (LEONEL *et al.*, 2003a).

Leonel *et al.* (2003a) avaliando açafraão e zedoária como potenciais matérias-primas amiláceas observaram elevada umidade nos rizomas (81,23% e 84,71%, respectivamente) e considerável teor de amido na massa seca, 47% no açafraão e 57,7% nos rizomas de zedoária. A análise de forma e tamanho de grânulos mostrou-os triangulares, com espessura visível e maior frequência de grânulos com diâmetro maior na faixa de 20 a 30 μ m para as duas espécies de *Curcuma*. Os perfis de viscosidade dos amidos de açafraão e zedoária foram semelhantes aos observados em amidos de milho e trigo, com temperatura de pasta de 81°C e 77,6°C, respectivamente.

No mundo inteiro o gengibre é uma das especiarias mais importantes e valorizadas, conhecida pelo sabor picante e odor levemente cítrico. Atualmente é cultivado em áreas tropicais e subtropicais, sendo a Índia responsável por 50% da produção mundial. No Brasil o gengibre é cultivado na faixa litorânea de Santa Catarina, do Paraná, no Sul do Estado de São Paulo e no Espírito Santo, que é responsável por metade da produção nacional (8 mil toneladas anuais). O Brasil inclui-se entre os pequenos produtores de gengibre, cuja produção orientada para exportação é comercializada no estado fresco, destinando-se principalmente aos mercados dos EUA, Grã-Bretanha, Holanda, Canadá e mundo árabe. A exportação representa 70 a 80% da colheita, havendo, portanto, uma perda de 20 a 30% por ocasião do beneficiamento, devido a rizomas que não atingem qualidade para

exportação (TAVEIRA MAGALHÃES *et al.*, 1997).

O principal uso do gengibre é na indústria alimentícia, como ingrediente de diversas formulações para molhos, sopas, embutidos e em produtos de padaria e confeitaria (MAGALHÃES *et al.*, 1997).

Taveira-Magalhães *et al.* (1997) analisando gengibres do tipo caipira, encontraram 80-85% de umidade e uma composição química (g/100g) de 1,45-1,93 de proteína, 0,72-1,83 de extrato etéreo, 15,71-20,41 de carboidratos totais, 1,91-3,30 de fibras e 1,40-1,77 de cinzas.

Peroni (2003) analisando amido de gengibre observou 28,2% de amilose, com alta estabilidade térmica e mecânica. Vieira (2004) observou um maior percentual de grânulos de amido de gengibre com diâmetros menores na faixa de 16 a 20 μ m e diâmetros maiores na faixa de 26 a 30 μ m.

Planta da família *Dioscoreaceae* do gênero *Dioscorea*, o inhame é conhecido popularmente no Brasil como cará, cará-da-costa, inhame-da-costa, inhame-da-guiné-branco e inhame-de-são-tomé. Segundo Santos (2002a), a espécie destaca-se na agricultura brasileira, principalmente na região nordestina, especialmente nos Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Maranhão, considerados os maiores produtores, com uma produtividade média em torno de 11,8 toneladas/hectare, que é considerada baixa, e deve-se, segundo Santos (2002b), ao uso de material propagativo (túberas-sementes) de qualidade agrônômica inferior, ao manejo adotado, tanto do solo e da água e a baixa

fertilidade natural dos solos onde esta espécie é cultivada.

Quanto às cultivares, Santos (2002b) em sua revisão relata que no Brasil, notadamente na região Nordeste, são plantadas as cultivares de inhame classificadas nas espécies: *Dioscorea cayennensis*, onde se encontram as cultivares Da Costa e Tabica, procedentes de Pernambuco, e 'Espinho Freire' e 'Negro', procedentes do IAC, São Paulo; *Dioscorea alata*, com as cultivares São Tomé, Mandioca e Nambu, procedentes de Pernambuco; 'Coroa', 'Purple de Ceilão' e 'Sorocaba', procedentes do IAC, e 'Roxo de Ilhéus', procedentes da Bahia, e *Dioscorea esculenta*.

Tanto as túberas-sementes quanto os pedaços da túbera comercial são empregados como material de plantio.

O inhame (*Dioscorea* sp.) é também uma amilácea bastante cultivada para o consumo direto, sendo produzido há mais de 2000 anos em regiões de clima tropical e subtropical. No mundo a área cultivada é de 1.080 (x1000 ha). Entretanto, no Brasil o inhame é uma olerácea de pequenos produtores, utilizada no consumo direto, com uma produção de 225 mil toneladas numa área de 24,5 mil hectares (MONTEIRO; PERESSIM, 2002b). Algumas indústrias utilizam os rizóforos no preparo de papinhas para bebê. Contudo não existe processamento do inhame para a obtenção de amido.

Deang & Del Rosário (1993) analisando amido de diferentes fontes, citam as formas ovalada e elipsoidal para grânulos de amido de inhame, com diâmetro maior na faixa de 18 a 48µm e temperatura de gelatinização na faixa de 41 a 49°C para amido de *Dioscorea alata*.

O taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, também conhecido como inhame ou carazinho no centro-sul do Brasil, ocupa lugar de destaque na agricultura e na dieta da população de muitos países tropicais e subtropicais, por se tratar de um importante alimento energético, rico em vitaminas e sais minerais, e por sua capacidade de produzir em condições consideradas impróprias para a agricultura tradicional, o que faz dessa espécie, segundo Heredia Zárte, (1995), a espécie ideal para áreas onde não se usa tecnologia avançada.

O taro é originário da Ásia, mais precisamente das regiões Nordeste da Índia, de onde se dispersou para o mundo levado por escravos e imigrantes asiáticos. Cerca de 10% da população mundial utiliza o taro na alimentação, pois é rico em amido, proteína, cálcio, ferro, fósforo, e vitaminas A, B e C. Entre as principais tuberosas cultivadas no mundo o taro ocupa o 4º lugar em volume produzido (8,8 milhões de toneladas/ano) (FAO, 2000).

O taro é propagado vegetativamente por meio de rizomas filhos ou da cabeça central (rizoma-mãe). Seu ciclo dura de oito a nove meses, podendo, entretanto, se estender em função das condições de ambiente, local e época de implantação (PUIATTI, 2002).

As cultivares mais conhecidas no Brasil, segundo Puiatti (2002), são 'Chinês', 'Japonês', 'Macaquinho', 'Cem/Um', 'Roxo', 'Branco' e 'Rosa'; as duas primeiras são as mais cultivadas.

No Brasil, o taro tem sido cultivado principalmente na região centro-sul, sendo que no ano de 1998 a produção nacional foi de cerca de 225 mil toneladas (CAMARGO FILHO et al.,

2001). Segundo dados do IBGE (2001) o Rio de Janeiro é o maior produtor nacional de taro com uma área plantada de 2,5 mil hectares, produção de 13,6 mil toneladas e produtividade média de 5,54 t/ha. O Estado de São Paulo é o quarto produtor nacional (767,9ha plantados com produção de 6,5mil toneladas), mas apresenta a maior produtividade (8,5 t/ha) e, segundo Monteiro (2002), nas regiões de Piedade, Mogi das Cruzes e Campos de Jordão, regiões estas de clima ameno e precipitações abundantes e solos podzolisados e aluvionais. Os dados mais recentes no Estado registram uma produção de 6.541 toneladas, em uma área de 767,9 hectares e com valor comercial de R\$1.644.204,73 (IBGE 2002).

Trata-se de uma planta amilácea com composição semelhante à da batata, podendo, segundo Puiatti (2002), substituí-la na alimentação humana, principalmente em locais de difícil cultivo da batata, como é o caso das regiões quentes e úmidas. Além de rica em energia, constitui-se em boa fonte de minerais e de vitamina do complexo B.

Uma característica particular do amido do taro é o tamanho dos grânulos, que são bastante pequenos quando comparados ao da batata e mandioca (CEREDA, 2002). Deang & Del Rosário (1993) observaram grânulos redondos e ovalados com diâmetro na faixa de 1,6 a 6 μ m para *Colocasia esculenta*, e faixa de gelatinização de 46 a 61°C.

A taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) é uma espécie usualmente cultivada por pequenos produtores no Brasil, havendo o consumo dos rizomas cozidos, e também o uso das folhas em diversos pratos típicos na Bahia e Minas Gerais.

O ciclo da planta é de 9 a 12 meses necessitando de clima quente e solos arenosos.

Segundo Montaldo (1972) esta olerácea desenvolve-se bem em solos arenosos, bem drenados e ricos em matéria orgânica, de preferência em regiões de clima quente com temperatura média entre 25-30°C. A fertilidade do solo não é um fator limitante; entretanto, ela responde bem à adição de fertilizantes.

Para sua propagação são empregados, à semelhança do taro, rizomas-filhos ou a cabeça central (rizoma-mãe).

Uma vantagem dessa hortaliça é que no processamento dos rizomas a parte aérea poderia ser aproveitada como matéria-prima para produtos dietéticos, pois segundo Pinto et al. (1999), que analisaram a composição mineral de folhas de taioba, estas destacaram-se por se enquadrarem entre as principais fontes de ferro, cálcio e fósforo, podendo ser utilizadas em dietas que visem à suplementação de minerais. Outro fato interessante é o tamanho dos grânulos de amido da taioba, os quais podem ser considerados pequenos.

Deang e Del Rosário (1993) citam a forma circular e diâmetro de 6-24 μ m para grânulos de amido de *Xanthosoma sagittifolium*. Leonel (2003a) analisando a forma e o tamanho de grânulos de amido de diferentes tuberosas, citam as formas circular e poliédrica e diâmetro maior de 5 a 25 μ m, com maior frequência de grânulos com 10 a 15 μ m, para amido de taioba.

Outras duas amiláceas tropicais, de origem andina, são biri (*Canna edulis*) e ahipa (*Pachyrhizus ahipa*), as quais têm o amido extraído de forma artesanal nas regiões de origem.

O biri é uma planta perene que alcança de 1 a 2 metros de altura, com folhas ovais oblongas e inflorescências vermelhas, sendo cultivada no Brasil apenas como planta ornamental. O ciclo das plantas é de 10 a 12 meses e o rendimento chega a 30 t/ha. A colheita é feita após 6 a 8 meses em terrenos férteis (PÉREZ *et al.*, 1997). O consumo direto das raízes é quase impossível devido à existência de fibras grossas, sendo o biri mais conhecido nos países andinos por suas folhas, que servem de embalagens para muitas preparações alimentícias. O seu amido é de fácil extração, pois os grânulos são grandes (35 a 101 μm). Trata-se geralmente de um produto elaborado em fundo de quintal, em processo de transformação artesanal. Porém, há alguns exemplos em regiões da Colômbia, onde empresas conseguem obter até 300 kg/dia de amido. O rendimento da extração é muito baixo e não ultrapassa os 13%, o que se deve ao processamento artesanal e antiquado (SANTACRUZ *et al.*, 1998; LEONEL *et al.*, 2002b).

Em países como a China, Colômbia e Vietnã, esta tuberosa é explorada comercialmente com vistas à extração de amido, conforme Vilpoux (2004), que relata que na província de Guizhou, na China, existe uma unidade industrial que processa 200 toneladas diárias de rizomas de biri, e que além desta existem outras pequenas unidades de extração, similares às que existem no sul de Minas Gerais, no Brasil, para produção de polvilho azedo.

Leonel *et al.* (2002) caracterizando amido de biri (*Canna edulis*) observaram no processo de extração um rendimento de

processo de 12%, e a necessidade de uso de metabissulfito de potássio para evitar o escurecimento na desintegração. O amido de biri apresentou 33% de amilose, grânulos de forma ovalada com diâmetro maior variável de 9 a 65 μm . A análise viscográfica mostrou temperatura de empastamento de 69,9°C e elevada tendência à retrogradação.

Já ahipa (*Pachyrrhizus ahipa*), pertencente a família *Fabaceae*, tem despertado interesse em função da produção de raízes ricas em amido (45-55% base seca), em função do rápido desenvolvimento (colheita em 5 a 7 meses), considerável adaptabilidade a variações climáticas, pelo elevado teor de óleo e proteína em suas sementes, por sua tolerância à seca e por sua eficiência em fixar nitrogênio em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, característica essa presente nas espécies desta família (Sorensen *et al.*, 1997). Segundo Castellanos *et al.*, (2000), esta espécie foi capaz de fixar de 74 a 95 Kg N₂/ha.

Ahipa é uma planta bastante produtiva existindo relatos de produtividade média variando de 38 a 41 ton/ha, verificada por Castellanos *et al.* (2000) nas cultivares AC-102 e AC-521, respectivamente. À semelhança do biri e da araruta, a espécie ainda não é explorada comercialmente no Brasil.

Orting *et al.* (1996) analisando dezenove introduções de *P. ahipa* quanto à composição química encontraram teores de proteína de 8,13 a 20,18%, açúcares solúveis de 11,37 a 23,94%, sacarose de 2,91 a 8,44%, amido de 43,09 a 57% (b.s).

Forsthy *et al.* (2002), caracterizando o amido de seis introduções de ahipa, observaram

teores de amilose de 11,6 a 16,8%. Leonel et al. (2003b) analisando amido de ahipa cultivados em Botucatu-SP por 10 meses observaram um teor de amilose de 12,84%.

Com relação à forma e tamanho dos grânulos de amido de ahipa, Leonel et al. (2003b) citam as formas circulares e poliédricas, com maior diâmetro na faixa de 10 a 25µm. As propriedades de pasta do amido de *P. ahipa* mostram baixa temperatura de pasta (56°C), instabilidade sob agitação em temperatura elevada e tendência à retrogradação.

Para a viabilizar a introdução de uma nova matéria-prima nas indústrias produtoras de amido é preciso considerar o aspecto agrícola da espécie, a caracterização físico-química da porção a ser processada e os resíduos gerados. Sob o ponto de vista tecnológico, a presença de outros componentes que não amido na matéria-prima deve ser considerada. Estes compostos podem interferir no processo de extração do amido, alterando o rendimento final, como é o caso das fibras (teor e tipo), proteínas, gorduras e gomas.

Caracterização físico-química das tuberosas

Os dados de caracterização físico-química (Quadro 01) mostram baixo teor de massa seca nas raízes de *Pachyrhizus ahipa* (18%) e nos

rizomas de zedoaria (*Curcuma zedoaria*) (15,29%), gengibre (*Zingiber officinale*) (15,63%) e açafraão (*Curcuma longa*) (18,8%). No caso dos rizomas, como o amido poderia ser obtido do resíduo da extração das curcuminas e óleos essenciais, o baixo teor de massa seca não se apresenta como problema. Já para ahipa, em caso de processamento industrial, o elevado teor de água e baixo teor de massa seca seriam importantes na definição do processo, o qual deverá considerar possíveis formas de aproveitamento dos outros componentes da raiz.

As amiláceas com maior teor de massa seca são araruta, batata-doce, biri e taioba; contudo, a batata-doce apresenta um elevado teor de açúcares solúveis totais e redutores (6,99 e 5,74%), o que a torna uma matéria-prima utilizável não somente para a extração do amido, mas para a produção de hidrolisados e fermentados. Elevado teor de açúcares também é observado nas raízes de ahipa (4,24 e 2,68%), sendo que este dado também foi observado por Sorensen et al. (1997) em 19 populações de *P. ahipa*. Como esta raiz não tem cultivo comercial no Brasil, mas apresenta composição que possibilita o seu processamento para a produção de amido e também de hidrolisado, estudos que visem à avaliação da espécie como matéria-prima para estas indústrias são necessários.

Quadro 01. Caracterização físico-química das tuberosas amiláceas (% base úmida).

Tuberosas	Umidade	Amido	Açúcares totais	Açúcares redutores	Fibras	Proteína	Cinzas	Matéria graxa	pH	Acidez titulável (mL NaOH/100g)
Açafrão ¹	81,23±0,47	8,83±0,27	2,02±0,02	0,83±0,03	1,78±0,08	2,02±0,04	2,01±0,03	0,91±0,02	6,54±0,04	10,95±0,17
Ahipa ¹	82,00±0,66	7,68±0,46	4,24±0,21	2,68±0,07	0,74±0,05	1,00±0,04	0,40±0,03	0,10±0,01	5,52±0,05	12,04±0,69
Araruta ¹	68,20±0,68	24,23±0,38	1,08±0,06	0,85±0,04	1,44±0,12	1,34±0,02	1,83±0,02	0,19±0,01	6,67±0,03	9,19±0,028
Batata-doce ¹	67,73±1,07	14,72±0,18	6,99±0,13	5,74±0,12	1,39±0,05	1,33±0,01	1,32±0,01	0,35±0,01	6,29±0,01	7,93±0,08
Biri ¹	75,67±0,98	18,45±0,77	0,83±0,05	0,49±0,01	1,00±0,03	1,09±0,06	1,67±0,07	0,33±0,04	6,81±0,03	3,87±0,15
Gengibre	84,37±0,24	11,42±0,16	0,34±0,01	—	0,93±0,04	1,17±0,04	0,96±0,02	0,86±0,31	6,32±0,03	11,06±0,11
Inhame ¹	75,30±0,97	20,43±0,13	1,19±0,05	0,61±0,04	0,77±0,04	0,13±0,02	1,12±0,06	0,12±0,01	6,13±0,07	6,66±0,08
Mandioca ^{3*}	65,15±1,05	31,09±1,12	-	1,65±0,17	1,99±0,38	0,69±0,02	0,78±0,02	0,12±0,01	-	-
Mandioquinha-salsa ¹	79,70±0,15	15,75±0,04	1,34±0,02	0,36±0,01	0,38±0,06±	0,56±0,06	1,03±0,02	0,20±0,07	5,94±0,04	10,69±0,28
Taioba ⁴	65,82±1,42	24,69±0,95	1,15±0,05	0,91±0,03	1,16±0,04	3,18±0,25	1,70±0,05	0,11±0,01	5,61±0,01	10,13±0,03
Taro ⁴	76,31±0,95	13,90±0,49	1,59±0,06	0,8±0,01	1,76±0,18	2,64±0,09	1,72±0,06	0,12±0,01	6,32±0,01	2,43±0,16
Zedoária ²	84,71±0,37	8,82±0,19	0,64±0,02	—	1,07±0,10	1,51±0,02	1,86±0,02	0,43±0,04	6,11±0,04	11,18±0,05

1- LEONEL & CEREDA (2001), 2- LEONEL et al., (2001), 3- FENIMAN (2004) , 4 - Dados não publicados CERAT/UNESP, * mandioca aos 15 meses de idade.

A mandioquinha-salsa apresenta composição centesimal com valores próximos aos encontrados na literatura em análises dessa raiz: umidade 64,12 - 81,37%, amido 16,91 - 25,49%, açúcares totais 0,65 - 1,98%, fibras 0,60 - 1,24%, cinzas 1,05 - 1,38%, proteína 0,60 - 1,85%, lipídios 0,19 - 0,35% (PEREIRA, 1997). A mandioquinha-salsa é uma olerácea já bem estabelecida no Brasil, e com elevado valor agregado; contudo, como é comercializada para consumo direto, não existem trabalhos na seleção de cultivares, condições de plantio e época de colheita, para melhor rendimento em amido. O processamento dos seus resíduos agrícolas poderia ser considerado diante das perdas em amido que ocorrem e da receita que poderia ser gerada na obtenção dessa fécula.

Quanto à composição centesimal do inhame os dados mostram considerável teor de massa seca e amido. Bermudez (1997),

analisando rizomas de inhame, obteve 28,1 - 29,5% de massa seca com 70,3 - 79,5% de amido, 1,7 - 4,3% de açúcares totais, 0,1 - 0,7% de açúcares redutores, 0,6 - 2,9% de fibra, 4,6 - 7,1% de proteína.

Uma dificuldade na obtenção do amido do inhame é a presença de mucilagens que mantêm o amido em suspensão, não permitindo sua sedimentação. Alguns trabalhos sugerem o uso de amônia para a melhoria da extração e qualidade do produto, mas podem ocorrer modificações nas propriedades nativas do amido (MOORTHY, 1989).

Da mesma forma que o inhame, o taro também se apresenta como matéria-prima amilácea caracterizada por dificuldade de extração do amido, justificando pesquisas para a otimização dos processos de extração destes amidos, para uma possível transferência para o setor produtivo.

Quanto ao teor de proteína, os maiores valores são observados em taioba, taro e açafrão. Para a taioba e o taro, o elevado teor de proteína deve ser considerado na determinação do processo de extração do amido. Já para açafrão, o amido é co-produto do processo de obtenção dos óleos essenciais.

Quanto às fibras, observa-se o maior valor nos rizomas de araruta e açafrão, sendo este fator também muito importante no processo de extração de amido. O processamento de matérias-primas com maior teor de fibras requer ajustes na moagem e extração, etapas em que ocorrem o rompimento das células para a liberação dos grânulos e a lavagem do material. Contudo, o bagaço gerado poderia ser aproveitado como fonte de fibras dietéticas, o que contribui grandemente para a viabilização do processamento, pois geraria uma outra receita para a indústria (LEONEL et al., 1998b).

A partir dos dados de teor de amido do Quadro 01, e de produtividade agrícola de cada tuberosa amilácea relatada pela literatura, é possível estabelecer a produtividade potencial de amido por hectare. O Quadro 02 mostra bons rendimentos potenciais em amido para biri, inhame e taioba, intermediário para araruta, batata-doce, gengibre e mandioquinha-salsa e baixo rendimento para açafrão, ahipa e taro, quando comparados ao rendimento citado na literatura para mandioca (7,5t amido/ha) (VILPOUX & CEREDA, 1995). Entretanto, dependendo da destinação e do preço no mercado dos amidos, estas hortaliças podem ser cultivadas visando à extração de amido comercial, atendendo a nichos de mercados específicos.

Quadro 02. Produtividade, % de amido na base úmida e rendimento potencial de amido das tuberosas amiláceas por hectare.

Tuberosas	Produtividade (toneladas/ha) **	%amido (base úmida)	Rendimento potencial de amido por hectare em toneladas
Açafrão	8 a 11	8,83	0,71 a 0,97
Ahipa	8 a 30	7,68	0,61 a 2,30
Araruta	6 a 20	24,23	1,45 a 4,85
Batata-doce	10 a 50	14,72	1,47 a 7,36
Biri	30 a 150	18,45	5,53 a 27,67
Gengibre	20 a 40	11,42	2,28 a 4,57
Inhame	20 a 40	20,43	4,09 a 8,17
Mandioca	10 a 40	31,09	3,11 a 12,44
Mandioquinha salsa	10 a 20	15,75	1,58 a 3,15
Taioba	15 a 40	24,69	3,70 a 9,88
Taro	4 a 17	13,90	0,56 a 2,36
Zedoária	*	8,82	*

* Sem dados

** Fontes diversas

Em função do aproveitamento total das cultivares, podem ser utilizadas matérias-primas que não têm padrão para comercialização como hortaliças, como é o caso da batata-doce, gengibre, inhame, mandioquinha-salsa e taro para proceder a extração do amido, cujo tempo de estocagem é bem maior, agregando valor à atividade.

No cultivo do taro, apenas os rizomas-filhos (dedos) são comercializados, enquanto os rizomas-mãe ou cabeça central são descartados. Assim sendo, os dados de produtividade na literatura para o taro de 4 a 17 toneladas são referentes apenas aos dedos. A produção de cabeça corresponde a um aumento de produtividade de no mínimo de 60%, sendo que toda esta produção que não tem mercado como hortaliça poderia ser utilizada para a

extração de amido.

O mercado de batata-doce exige um padrão de tamanho e não aceita mancha e cicatrizes na casca para poder ser comercializada como hortaliça. Assim sendo, as batatas-doces maiores, com cicatrizes e manchadas na casca poderiam ser utilizadas para extração de amido.

Da mesma forma que o taro, a mandioquinha-salsa também produz cepa e rebentos, sendo que as primeiras são descartadas. A cepa da mandioquinha-salsa não contém tanto amido quanto as raízes e é mais fibrosa; entretanto, com um acerto do processo de extração de amido pode-se agregar valor a este resíduo agrícola.

Em relação a taioba e taro, a alta produtividade alcançada em canteiros experimentais do CERAT/UNESP (Quadro 03) permite salientar que existe um potencial promissor para extração de amido, visto que as porcentagens de amido na base úmida são de 24,69 e 13,90 respectivamente (Quadro 01). Entretanto, há necessidade de ajustes de metodologia para extração desses amidos.

Nos últimos anos o efeito das condições de cultivo e da idade de tuberosas sobre a síntese e propriedades de seus amidos tem recebido crescente interesse. De forma geral, as características do amido variam com o estágio de desenvolvimento da planta de origem. GEDDES et al. (1965) observaram um aumento significativo do teor de amilose em amido extraído de batata em estágio de tuberação mais avançado. ASAOKA et al. (1985) observaram menores teores de amilose nos estádios iniciais de desenvolvimento de grãos de

cereais.

Quadro 03. Peso médio colhido por planta, estimativa de produtividade, rendimento prático de amido na extração e rendimento potencial de amido em toneladas por hectare, durante os anos de 2001 e 2002, na região de Botucatu/SP.

Tuberosas	Peso médio colhido por planta (gramas)	Estimativa de produtividade (t/ha)	Amido (%)	Rendimento potencial de amido (t/ha)
Açafrão	231,5	23,15	8,83 ¹	2,04
Biri	5700	113,00	18,45 ¹	20,85
Gengibre	1310	32,25	11,42 ³	3,68
Taioba	3000	50,00	24,69 ²	12,35
Taro	1000*	47,60*	13,90 ³	6,62
Zedoária	465	46,5	8,82 ²	4,10

*Dados de produtividade de dedos + cabeça

1- LEONEL & CEREDA (2001); 2- LEONEL et al., (2001), 3- Dados não publicados CERAT/UNESP

MADESEN & CHRISTENSEN (1996) estudando as alterações nas propriedades viscosográficas de amido extraído de batata em diferenças fases de desenvolvimento, observaram que a temperatura de pico de viscosidade diminuiu com a idade da planta e a estabilidade da pasta a quente também diminuiu com o estágio de desenvolvimento.

NODA et al. (1997), avaliando os efeitos das épocas de plantio e colheita sobre as propriedades de amido de batata-doce, concluíram que o tamanho médio dos grânulos de amido aumentou com a idade da planta.

SRIROTH et al. (1999) estudaram a influência do ambiente e da idade da planta de mandioca (dos 6 aos 16 meses) sobre as propriedades funcionais do amido e observaram diferenças no teor de amilose, distribuição de tamanho de grânulos, estrutura cristalina e propriedades de gelatinização.

Estas informações são importantes na Botucatu, v. 1, p. 49-68, outubro, 2005

tomada de decisão pelas indústrias produtoras de amido, pois se existir mercado para um determinado tipo de amido, será preciso realizar trabalhos que estabeleçam as condições de cultivo e pós-colheita objetivando maiores rendimentos em amido para as espécies potenciais, visto que no Brasil, com exceção da mandioca, essas espécies de tuberosas não têm sido plantadas com o objetivo de produção comercial de amido.

REFERÊNCIAS

- BE MILLER, J. N. Starch modification: changes and prospects. **Starch/Stärke**, v. 49, n. 4, p. 127-131, 1997.
- BERMUDEZ, J. J. H. **Valorización de las amilácea "no cereales" cultivadas en los pasíses andinos: estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de sus almidones y de la resistência a diferentes tratamientos estressantes**. Trabajo de Grado, Facultad de Ingenieria de Alimentos, Universidad de Bogotá, Colômbia, 1997. 150p.
- CÂMARA, F. L. A. Mandioquinha salsa: grande potencial com novas técnicas. **Agropecuária Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 25-27, 1993.
- CÂMARA, F. L. A.; SANTOS, F. F. dos. Cultura da mandioquinha-salsa. In: CEREDA, M. P. (Org.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. cap. 21, p. 519-532. (Série: culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas, v.2)
- CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Mercado de raízes e tubérculos: análise de preços. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 36-44, 2001.
- CASALI, V. W. D.; SEDIYAMA, M. A. N. Origem e botânica da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 13-14, 1997.
- CASTELLANOS, J. Z.; BADILLO, V.; SOSA, A. Extraccion de potasio y fosforo por el cultivo de jicama. **Informaciones agronomicas**, v. 4, n. 3, p. 4-6, 2000.
- CEREDA, M. P. Importância das tuberosas tropicais. In: CEREDA, M. P. (Org.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 13-25. (Série: culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas, v.2)
- DEANG, L. M.; DEL ROSARIO, R. R. Physicochemical characteristics of starches from some rootcrops. **The Philippine Agriculturist**, v. 76, n. 4, p. 443-455, 1993.
- FAO. **Production Crops**. 1998. Disponível em: <http://www.apps.fao.org>. Acesso em 20 out. 2004.
- FAO. **FAO statistical database**. <http://www.fao.org/>. Consulta em 07/06/2000.
- FAO. **Production Crops**. 2003. Disponível em: <http://www.apps.fao.org>. Acesso em 20 out. 2004.

- FORSTHY, J. L.; RING, S. G.; NOEL, T. R.; PARKER, R.; FINFLAY, K.; SHEWRY, P. R. Characterization of starch from tubers of yam bean (*Pachyrhizus ahipa*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, p. 361-367, 2002.
- FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas: Fundação Cargill, 2001. 224p. (Série: culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas, v.1)
- GEDDES, R.; GREENWOOD, C. T.; MACKENZIE, S. Studies on the biosynthesis of starch granules. **Carbohydrate Research**, v. 1, p. 71-82, 1965.
- GOTO, R. **Épocas de plantio, adubações fosfatadas e unidades térmicas em cultura de açafrão (*Curcuma longa* L.)**. Jaboticabal, 1993. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP).
- HEREDIA ZÁRATE, N. A. Produção de clones de inhame cultivados no pantanal sul-matogrossense. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 38-40, 1995.
- IBGE. **Produção Agrícola**. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA (2001). Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/cginbin>>. Acesso em 10 out. 2004
- IBGE. **Produção Agrícola**. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA (2002). Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/cginbin>>. Acesso em 11 out. 2004
- KIBUUKA, G. K.; MAZZARI, M. R. Isolamento, caracterização físico-química e perspectivas industriais de amido de batata baroa (*Arracacia xanthorhyza* Bancroft Syn). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 21., 1981, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Olericultura, 1981, p. 34.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; ROAU, X. Cassava bagasse as dietary product. **Tropical Science**, v. 38, p. 224-228, 1998.
- LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P. Processamento de araruta (*Maranta arundinacea*) para extração e caracterização da fração amilácea. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 151-155, 2002a.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 65-69, 2002.
- LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P.; GUERREIRO, L. M. Extração e caracterização do amido de biri (*Canna edulis*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, n. 77, p. 27-32, 2002b.
- LEONEL, M. Determinação da forma e tamanho de grânulos de amido de diferentes fontes botânicas utilizando sistema de análise de imagem. In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIA DE Botucatu, v. 1, p. 49-68, outubro, 2005

ALIMENTOS, 2, 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2003a. p. 871-874.

LEONEL, M. Produção e comercialização de fécula de batata. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE BATATICULTURA, 4, 2003. Poços de Caldas. **Anais ...** Poços de Caldas: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2003b. p. 88-91.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P. New starches for the food industry: *Curcuma longa* and *Curcuma zedoaria*. **Carbohydrate polymers**, v. 54, p. 385-388, 2003.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P.; CÂMARA, F. A. Extração e caracterização de amido de jacatupé (*Pachyrhizus ahipa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 362-365, 2003.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; FRANCO, C. M. L.; OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Avaliação de cultivares de batata-doce como matéria-prima para extração de amido. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 1, p. 47-55, 2004.

LORENZI, J. O. **Mandioca** (Boletim Técnico, n. 245), Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI. 2003, 116p.

MADSEN, M. H.; CHRISTENSEN, D. H. Changes in viscosity properties of potato starch during growth. **Starch/Stärke**, v. 48, n. 7/8, p. 245-249, 1996.

MAGALHÃES, M. T.; KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L.; DUARTE, F. R.; GODOY, R. L.; LOPES, D. Gengibre (*Zingiber officinale* Roscae) brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleorosina. Parte 1. Aspectos gerais, óleo essencial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 1, p. 64-69, 1997.

MASCARENHAS, M. H. T.; RESENDE, L. M. A. Cadeia produtiva da batata no estado de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE BATATICULTURA, 4, 2003. Poços de Caldas. **Anais ...** Poços de Caldas: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2003. p. 31-54.

MESSENGER, B. Going native. **Food processing**, January, p. 58-59, 1997.

MONTALDO, A. *Canna edulis*. In: **Cultivo de raízes e tubérculos tropicais**. Lima: IICA, O.E.A., 1972. p. 201-203.

MONTEIRO, D. A. Situação atual e perspectiva da cultura do taro no estado de São Paulo. In: CARMO, C.A.S. do. (Ed.). **Inhame e taro: sistemas de produção familiar**. Vitória: INCAPER, 2002. p.77-84.

MONTEIRO, D. A.; PERESSIM, W. A. Cultura da araruta. In: CEREDA, M. P. (Org.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002a. cap. 21, p. 440-447. (Série: culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas, v.2)

MONTEIRO, D. A.; PERESSIM, W. A. Cultura do inhame. In: CEREDA, M. P. (Coord.).

- Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, 2002b. p. 511-518.
- MOORTHY, S. N.; NAIR, S. G. Studies on *Dioscorea rotundata* starch. **Starch/Stärke**, v. 41, p. 81-83, 1989.
- NODA, T.; TAKAHATA, Y.; SATO, T.; IKOMA, H.; MOCHIDA, H. Combined effects of planting and harvesting dates on starch properties of sweet potato roots. **Carbohydrate Polymers**, v. 33, p. 169-176, 1997.
- ORTING, B.; GRÜNEBERG, W. J.; SORENSEN, M. Ahipa (*Pachyrhizus ahipa* (Wedd.) Parodi) in Bolivia. **Genet. Resour. Crop Evolution**, v. 43, p. 435-446, 1996.
- OSAKI, M. Busca da eficiência na bataticultura. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE BATATICULTURA, 4, 2003. Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2003. p. 75-87.
- PEREIRA, A. S.; SANTOS, F. F. Processamento industrial de mandioquinha-salsa. **Informe agropecuário**, v. 19, n. 190, p. 56-60, 1997.
- PEREIRA, A. S. Valor nutritivo da mandioquinha-salsa. **Informe agropecuario**, v. 19, n. 190, p.11-12, 1997.
- PÉREZ, E.; LARES, M.; GONZÁLEZ, Z. Some characteristics of sagu (*Canna edulis*) and zulu (*Maranta* sp) rhizomes. **J. Agric. Food Chem.**, v. 45, p. 2546-2549, 1997.
- PERONI, F. H. G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas.** 2003. 107p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2003.
- PINTO, N. A. V. D.; VILAS BOAS, B. M.; CARVALHO, V. D. Caracterização mineral das folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 57-61, 1999.
- PUIATTI, M. Manejo da cultura do taro. In: CARMO, C.A.S. do. (Ed.). **Inhame e taro: sistemas de produção familiar.** Vitória: INCAPER, 2002. p. 203-252.
- SANTACRUZ, S.; SWENSSON, E.; KOCH, K.; ELIASSON, A. C.; RUALES, J. Physicochemical characterizations of three unconventional sources of starch from the Andean region in Ecuador. **Trop. Agriv.**, v. 75, n. 2, p. 302-304, 1998.
- SANTOS, F. F. A cultura da mandioquinha-salsa no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 13-14, 1997.
- SANTOS, F. F.; COSTA, G. P.; MACEDO, P. de; KRIECK, R. S. da. **Mandioquinha-salsa no Agronegócio do Estado do Paraná.** Curitiba: EMATER-PR, 2000. 56p.
- SANTOS, E. S. dos. Situação atual e perspectivas do inhame no estado da Paraíba. In: CARMO, C.A.S. do. (Ed.). **Inhame e taro:**

- sistemas de produção familiar. Vitória: INCAPER, 2002a. p. 97-110.
- SANTOS, E. S. dos. Manejo da cultura do inhame. In: CARMO, C. A. S. do. (Ed.). **Inhame e taro: sistemas de produção familiar**. Vitória: INCAPER, 2002b. p. 253-279.
- SILVA, J. B. C da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: CEREDA, M. P. (Org.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. v. 2, cap. 21, p. 448-504. (Série: culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas, v.2).
- SCOTT, G. J.; ROSEGRANT, M. W.; RINGLER, C. Global projections for root and tuber crops to year 2020. **Food policy**, v. 25, p. 561-597, 2000.
- SOARES, K. T.; MELO, A. S. de; MATIAS, E. C. **A cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. 26p. (EMEPA-PB. Documento, 41).
- SORENSEN, M.; GRÜNEBERG, W.; ORTING, B. Ahipa. *Pachyrhizus ahipa* (Wedd.) Parodi. In: HERMANN, M., HELLER, J. (Ed.) **Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon**. Promoting the conservation and use of the underutilized and neglected crops. International Plant genetic Resource institute, Germany, 1997. Cap. 2, p. 13-73.
- SRIROTH, K.; SANTISOPASRI, V.; PETCHALANUVAT, C.; KUROTJANAWONG, K.; PIYACHOMKWAN, K.; OATES, C. G. Cassava starch granule structure-function properties: influence of time and conditions at harvest on four cultivars of cassava starch. **Carbohydrate polymers**, v. 38, p. 161-170, 1999.
- TAVEIRA MAGALHÃES, M.; KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L.; DUARTE, F. R.; GODOY, R. L. O. Brazilian ginger: general aspects, essential oil and oleoresin. Part 1- general aspects, essential oil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.17, n.1, p. 64-69, 1997.
- VIEIRA, F. C. **Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioca (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2004. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- VILPOUX, O.; CEREDA, M. P. **Caracterização das fecularias no Brasil**. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, UNESP, 1995. 58p.
- VILPOUX, O. F. Produção de fécula a partir de birí (*Canna edulis*) na China. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2004. cap. 9, p. 191-199. (Série: culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas, v.3)