

**Amido resistente em bananas Prata e Maça ao longo do seu período de maturação
pré-colheita**

**Resistant starch in silver and apple bananas throughout their preharvest maturation
period**

FAGUNDES, Ronei ¹; MALLMANN, Rafael ²; HONAISSER, Tuany Camila ³

RESUMO

A banana é um fruto consumido e conhecido no Brasil e no mundo. Este fruto ainda verde contém um elevado teor de amido, sendo que uma fração deste amido é resistente a ação de enzimas e seu conteúdo pode variar ao longo da maturação da banana. O amido resistente é uma fração do amido que resiste à hidrólise pela ação enzimática, não sendo digerido e absorvido pelo intestino e tem sido estudado devido aos benefícios a saúde humana. O objetivo deste trabalho foi investigar as alterações no conteúdo de amido resistente em bananas Prata (*Musa x paradisiaca*, L Musaceae) e Maça (*Musa acuminata*), ao longo do seu período de maturação pré-colheita por diferentes métodos de secagem. As amostras foram desidratadas em estufa de ar forçado e também por micro-ondas. Os teores de amido foram determinados através de hidrólise enzimática, utilizando as enzimas α -amilase pancreática e amiloglicosidase, e posterior leitura em espectrofotômetro a 510 nm. Ainda foram determinados teores de umidade e cinzas. Este estudo auxilia na compreensão de como o conteúdo de amido resistente varia ao decorrer da maturação da banana. Percebeu-se ao final do experimento que a quantidade de amido resistente varia ao decorrer da maturação pré-colheita da banana, sendo que a maior quantidade foi encontrada 165 dias após a floração da banana maçã. Observou-se ainda que a técnica de desidratação também influencia a quantidade de amido resistente. Além disto, os resultados deste estudo poderão auxiliar a indústria alimentícia a obter um ingrediente funcional à base de farinha de banana verde com alto conteúdo de amido resistente, que pode ser utilizado em diferentes formulações alimentícias.

¹Graduando do Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São Miguel do Oeste, roneifagundes18@hotmail.com;

²Graduando do Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São Miguel do Oeste, rafamallmann11@hotmail.com;

³Orientadora: Docente do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São Miguel do Oeste, tuany.honaiser@ifsc.edu.br;
São Miguel do Oeste – SC, novembro de 2017.

Palavras-chave: *Musa x paradisiaca*, *L Musaceae* ; *Musa acuminata*; Farinha de banana verde; Amido resistente; Prebiótico.

ABSTRACT

The banana is a fruit consumed and known in Brazil and in the world. This still green fruit contains a high content of starch, and a fraction of this starch is resistant to the action of enzymes and its contents can vary during the maturation of the banana. Resistant starch is a fraction of the starch that resists hydrolysis by enzymatic action, is not being digested and absorbed by the intestine and has been studied due to the benefits to human health. The objective of this work was to investigate the changes in starch content in Prata (*Musa x paradisiaca*, *L Musaceae*) and Apple (*Musa acuminata*) bananas, during their preharvest maturation period by different drying methods. The samples were dehydrated in a forced air oven and also by microwave. Starch contents were determined by enzymatic hydrolysis, using the enzymes α -amylase pancreatic and amyloglucosidase, and subsequent reading in a spectrophotometer at 510 nm. Moisture and ash content were still determined. This study assists in understanding how resistant starch content varies during banana maturation. It was observed at the end of the experiment that the amount of resistant starch varies during the preharvest maturation of the banana, with the highest amount found 165 days after the flowering of the apple banana. It was also observed that the dehydration technique also influences the amount of resistant starch. In addition, the results of this study may help the food industry to obtain a functional ingredient based on green banana flour with high content of resistant starch, which can be used in different food formulations.

Keywords: *Musa x paradisiaca*, *L Musaceae*; *Musa acuminata*; Green banana flour; Resistant starch; Prebiotic.

INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* sp.) é um fruto tropical, pertencente à família Musaceae e possui mais de 700 espécies. No Brasil, aproximadamente dez espécies de banana são conhecidas, as quais as bananas prata e maçã se destacam, sendo que o país produz em torno de 6,8% em relação à produção mundial. Este fruto é muito nutritivo e de fácil acesso à população e por isso está muito presente na dieta dos brasileiros (RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009).

Por ser um fruto que continua sua respiração e produção de etileno após a colheita, a banana pode ser colhida antes da sua total maturação fisiológica. Sua maturação até a fase de colheita depende de muitos fatores, tais como espécie, clima, forma e região de cultivo. Para determinar o ponto ideal da colheita devem ser avaliados sólidos solúveis, cor, pH, dentre outros (BORGES; SOUZA, 2004; VIVIANE; LEAL, 2007).

Visando uma alimentação saudável, os consumidores estão optando por alimentos diet/light, orgânicos e que apresentam características funcionais. Estes alimentos funcionais são alimentos que devem proporcionar benefícios a saúde, auxiliando no metabolismo e na redução ou prevenção de doenças. Dentre estes alimentos, destacam-se os prebióticos que são suplementos que auxiliam na proliferação dos microrganismos na flora intestinal e os probióticos que são alimentos que contém microrganismos vivos que trazem benefícios ao consumidor, (LOBO; LEMOS SILVA, 2003; RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009).

Ainda verde, a banana apresenta sabor adstringente, e contém baixo teor de açúcares e compostos fenólicos (RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009; ORMENESE, 2010). Além de outros compostos, a banana tem alto teor de amido que é transformado em açúcares. A transformação do amido em açúcares ocorre na polpa da banana sendo alteração mais perceptível em relação à maturação da banana. O amido é convertido pelas enzimas amilolíticas em açúcares, durante sua maturação. Dentre os açúcares transformados, a glicose

e frutose encontra-se na polpa em torno 8 a 10% e a sacarose 10 a 12%, outros açúcares também são transformados, porém em menores quantidades (ORMENESE, 2010).

O termo amido resistente (AR) é definido como uma fração resistente à separação em água em temperatura de ebulição e hidrólise pela ação enzimática, não sendo digerido e absorvido pelo intestino e que pode ser definido como fibra alimentar (RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009; CAREZZATO, 2015). Age como prebióticos no intestino humano, tornando-se disponível como substrato para bactérias do intestino grosso (COSTA et al., 2014). Estas bactérias agem em benefício a saúde humana, por eliminarem outras bactérias que fazem mal a saúde, resultando em melhor absorção dos nutrientes. Também podem atuar na prevenção de doenças inflamatórias do intestino, integridade do epitélio intestinal além de reduzir risco de câncer do cólon (WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005).

Ainda não há estudos investigando as alterações no conteúdo de amido resistente durante a maturação de bananas ligadas a planta. É importante realizar estudos com esta abordagem, pois este amido resistente poderia ser incorporado como farinha de banana verde em produtos alimentícios, tais como: produtos de panificação, produtos dietéticos e produtos infantis (BORGES, LUCEMA e PEREIRA, 2009).

Na fabricação da farinha de banana verde, o tipo de cultivar ou variedade da fruta afetam o rendimento, características morfológicas e físico-químicas, propriedades funcionais e reológicas da farinha, além de diferenças no teor de amido resistente (SILVA; JUNIOR; BARBOSA, 2015).

A técnica de desidratação e as condições do equipamento são também outros fatores que podem influenciar as características físico-químicas, funcionais e tecnológicas da farinha (SILVA; JUNIOR; BARBOSA, 2015). Carezzato (2015) também afirma que a quantidade de amido resistente encontrada na farinha de banana verde pode variar em função do tipo de secagem e de variedade da banana. O mesmo também discute que é importante conhecer o

estágio de maturação da banana, para desenvolver uma farinha com elevada quantidade desse componente.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi investigar as alterações no conteúdo de amido resistente em bananas ao longo do seu período de maturação pré-colheita utilizando dois diferentes tipos de desidratação (estufa e microondas), a fim de desenvolver uma farinha com máximo teor deste amido.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

As cultivares de banana prata (*Musa X Paradisiaca*, *L. musaseae*) e maçã (*Musa acuminata*) utilizadas foram provenientes de uma plantação de bananeira localizada na linha Alto Guamerim, interior de São Miguel do Oeste – SC, Brasil. Foram realizados os experimentos em dois genótipos de banana, sendo duas do genótipo Prata e duas do genótipo Maçã.

Coletas dos frutos

A primeira coleta das amostras de banana de ambos os genótipos foi realizada em 85 dias após a floração. Sendo refeitas as coletas a cada 20 dias, obtendo-se 4 períodos de coletas. Foram colhidas 6 amostras dos frutos em pontos distribuídos, sendo duas da parte superior, duas do meio e duas da parte inferior do cacho e mistuadas para melhor padronização. Após colhidas, as amostras de bananas foram transportadas em caixas de papel até o Instituto Federal de Santa Catarina – Campus São Miguel do Oeste, onde foram analisadas assim que chegaram ao laboratório do campus.

Farinha de banana verde

Para a elaboração da farinha de banana verde o procedimento foi realizado através de uma adaptação de Borges, Pereira e Lucena (2009), onde as bananas coletadas, foram higienizadas com água corrente e imersas em solução de hipoclorito de sódio a 150 ppm por 12 minutos. Após sanitizadas, as bananas com casca foram cortadas em fatias de aproximadamente 0,4 cm de espessura. Ao realizar o fatiamento, as fatias foram submetidas a imersão em solução de bissulfito de sódio a 2 ppm por 10 minutos, esse processo tem como objetivo inativar a enzima polifenoloxidase que pode escurecer o fruto.

O processo de desidratação da banana foi realizado por dois diferentes tipos de processamento, em estufa de circulação forçada (Marca Lucadema) com temperatura de 70 °C por um período de 12 horas e por microondas (Marca Brastemp, Modelo BMX40ARBNA) por um período de 10 minutos, tempo onde obteve-se uma boa trituração. Posteriormente, as fatias foram trituradas em moinho de facas (Marca Solab, Modelo SL – 31) com abertura das peneiras de 1,0 mm, e armazenadas a vácuo em temperatura ambiente.

Amido resistente (AR)

O teor de amido resistente foi determinado de acordo com metodologia utilizada por Koakusu et al. (2015) que se baseia no método oficial da Association of Official Analytical Chemists (2002). Para tal utilizou-se o kit K-RSTAR (Megazyme), que continha as enzimas amiloglicosidase, α -amilase, além de glucose oxidase peroxidase (GOPOD).

Em tubo de centrifuga de 15ml foi transferido 100mg de amostra de farinha. Em seguida adicionou-se 4,0 mL de solução α -amilase pancreática (10 mg/mL) contendo amiloglicosidase (3 U mL⁻¹).

Em banho maria (marca Ethiktechnology, modelo 501-DE P8/T5) os tubos foram incubados a uma temperatura de 37 °C por 16 horas sob agitação de 100 rpm. Após esse

período os tubos foram retirados do banho maria e foram adicionados 4,0 mL de álcool etílico 99% onde agitou-se vigorosamente por 15 segundos em agitador de tubos vórtex. Em seguida as amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm por 10 minutos. Com o auxílio de uma pipeta graduada de 5 mL, foi retirado cuidadosamente o sobrenadante, parte onde se obteve o amido não resistente ou solúvel.

Ao precipitado remanescente nos tubos foi adicionado 8,0 mL de álcool etílico 50 % e agitou-se durante 10 segundos em agitador de tubos vórtex. Novamente o tubo foi centrifugado a 3.000 rpm por 10 minutos, onde retirou-se o sobrenadante cuidadosamente para não suspender o precipitado. Essa etapa ocorreu duas vezes. Após a segunda lavagem com álcool 50 %, os tubos contendo o precipitado (amido resistente) foram colocados na capela de exaustão para total evaporação do álcool remanescente.

Em seguida as amostras foram submetidas a um banho de gelo sobre um agitador magnético. Ainda sobre agitação adicionou-se 2,0 mL de solução hidróxido de potássio ($2,0 \text{ mol L}^{-1}$) sob um agitação de 450 rpm por 20 minutos.

Ao retirar os tubos com amostra do banho de gelo, a mesma foi submetida a agitação de 200 rpm, onde foram acrescentados 8,0 mL de tampão acetato de sódio $1,2 \text{ mol L}^{-1}$ (pH 3,8). Após esse processo acrescentou-se 100 μL de amiloglicosidase concentrada (3.300 U mL^{-1}) e em banho maria incubou-se por 30 minutos á $50 \text{ }^\circ\text{C}$, onde agitou-se a cada 10 minutos com o auxílio de um agitador de tubos vórtex.

Após a agitação dos tubos, o conteúdo de solução obtida foi medido no próprio tubo, onde anotou-se o valor. Após esse procedimento, a solução foi centrifugada novamente a 3.000 rpm por 10 minutos.

Foram pipetados em duplicata 100 μL de sobrenadante de cada réplica para tubos de ensaio.

Foi preparado o branco com 100 μL de tampão acetato de sódio 0,1 M (pH 4,5).

Foram pipetados em triplicata 100 µL de D-glicose em tubos de ensaio.

Adicionou-se 3,0 mL de reagente GOPOD (tampão fosfato de potássio 1,0 mol/L pH 4,7; ácido p-hidroxibenzoico 0,22 mol/L; azida sódica 0,4 % contendo glicose oxidase 12.000 U L⁻¹; peroxidase 650 U L⁻¹; 4-aminoantipirine 0,4 mol/L) aos tubos contendo a amostra, ao branco e ao padrão de glicose, onde agitou-se em agitador de tubos vortex por 5 segundos. Os tubos foram incubados em banho-maria a 50 °C por 20 minutos.

Após incubados, foram realizadas leituras da amostra e do padrão de glicose com o auxílio de um espectrofotômetro a 510 nm (marca Quimis, modelo Q-898U2M5).

O teor de amido resistente foi calculado pela equação 1:

$$AR = (ABS\ do\ AR) \times (F) \times \left(\frac{VF}{PS}\right) \times 0,90 \quad Eq.1$$

Sendo:

AR: Teor de Amido Resistente (%);

ABS do AR: absorvância do amido resistente;

F: fator de conversão da absorvância do padrão de glicose para microgramas;

F: 100/ (média das Abs do padrão de glicose);

Vf: volume final medido da amostra no tubo;

Ps: % de massa seca da amostra analisada;

0,90: fator de conversão da D-glicose livre obtida em D-glicose anidra.

Amido não resistente ou solúvel (ANR)

Para determinação do amido não resistente, completou-se até atingir 100 mL com tampão acetato de sódio 0,1 mol/L os balões volumétricos contendo os sobrenadantes obtidos da hidrólise enzimática e também os subsequentes da lavagem com álcool etílico e homogeneizou-se. As alíquotas de 100 µL foram transferidas em triplicata para tubos de

ensaio, onde acrescentou-se 10 µL de amiloglicosidase diluída (300 U mL⁻¹) e agitou-se manualmente.

Preparou-se um branco com 110 µL de tampão acetato de sódio 0,1 mol/L (pH 4,5).

Os tubos foram incubados em banho maria a 50 °C por 20 minutos. Após incubados, adicionou-se 3,0 mL do reagente GOPOD e agitados em agitador de tubos vortéx por 5 segundos, onde foram incubados novamente em banho maria a 50 °C por 20 minutos.

Em um espectrofotômetro a 510 nm (Marca Quimis, Modelo Q-898U2M5), mediu-se a absorbância das amostras (Abs_{ANR}).

Para calcular a quantidade de amido não resistente (ANR) utilizou-se a equação 2:

$$ANR = (ABS \text{ do ANR}) \times \left(\frac{F}{Ps} \right) \times 90 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

ANR: Teor de amido não resistente (%);

ABS do ANR: absorbância do amido não resistente;

F: fator de conversão da absorbância do padrão de glicose para microgramas;

F: 100/ (média das Abs do padrão de glicose);

Ps: % de massa seca da amostra analisada;

90: fator de conversão da D-glicose livre obtida em D-glicose anidra x 100.

Umidade e cinzas

As análises para determinação de umidade e cinzas foram realizadas segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos foram analisados por meio da análise de variância ANOVA e teste de Tukey em nível de significância de 5 % utilizando o programa Statística 10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amido resistente

Como pode ser observado na Tabela 1 e 2, a quantidade de amido resistente na farinha de banana verde desidratada utilizando o microondas foi menor em todas os casos, comparando com o método de desidratação utilizando a estufa a 70 °C, havendo diferença significativa entre os valores, com exceção do 2º estágio da banana maçã, planta 1 (Tabela 1) onde não houve diferença significativa. De acordo com Gonçalves (2007) a energia do microondas é introduzida no alimento produzindo um calor que é dispersado através do volume da fricção molecular, que resulta na rotação dipolar dos solventes polares (água), além da migração dos íons dissolvidos. Essa rotação dipolar é o resultado da variação que ocorre nos campos magnéticos e elétricos dos compostos orgânicos da banana. A desidratação por microondas modifica a estrutura interna dos granulos de amido, principalmente nas áreas cristalinas e amorfas, isso, conseqüentemente modifica também a capacidade de digestão das enzimas.

Gonçalvez (2007) também explica que a maior cristalinidade dos grânulos de amido é menos suscetível a ação enzimática, pelo fato de que as enzimas não conseguem atuar completamente devido ao empacotamento denso nas áreas amorfas e cristalina do grânulo do amido. Após o processo de desidratação por microondas o empacotamento denso das áreas amorfas e cristalina modificou-se e assim a atuação das enzimas foi mais eficaz, pois o

próprio afirma, que a melhor atuação da α -amilase depende de sua penetração no interior do grânulo. Carezzato (2015) afirma que a quantidade de amido resistente encontrada na farinha de banana verde pode variar em função do tipo de desidratação da banana.

Ornemesse (2010) também cita que diferentes técnicas de processamento podem resultar em diferentes concentrações de amido resistente, e diante disso testou diferentes métodos de desidratação para a obtenção da farinha de banana verde, avaliando a quantidade e a perda do mesmo, conforme a Tabela 3. Ele afirma que a diferença de amido resistente entre as amostras está mais relacionado ao processo de desidratação do que o tipo de cultivar.

Tabela 1 – Teor de amido resistente em farinha de banana maçã, desidratada por estufa e microondas.

		Banana Maçã							
		Planta 1				Planta 2			
		Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4
Amido	Estufa	17,09 ^{a,A}	9,33 ^{c,A}	12,04 ^{b,c,A}	19,5 ^{a,b,c,A}	9,59 ^{a,A}	11,71 ^{b,c,A}	9,54 ^{b,c,A}	19,69 ^{a,b,A}
Resistente(%)	Microondas	10,68 ^{b,B}	8,31 ^{a,b,A}	7,23 ^{a,b,B}	4,03 ^{a,b,B}	4,99 ^{a,b,B}	5,24 ^{a,b,B}	5,51 ^{a,b,B}	5,00 ^{a,b}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Teor de amido resistente em farinha de banana prata, desidratada por estufa e microondas

		Banana Prata							
		Planta 1				Planta 2			
		Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4
Amido	Estufa	18,52 ^{a,A}	9,51 ^{c,A}	11,2 ^{b,c,A}	13,62 ^{a,b,c,A}	18,36 ^{a,A}	10,82 ^{b,c,A}	11,32 ^{b,c,A}	15,54 ^{a,b,A}
Resistente(%)	Microondas	6,90 ^{a,B}	4,29 ^{b,B}	6,53 ^{b,c,B}	2,64 ^{d,B}	4,10 ^{d,B}	3,52 ^{c,d,B}	6,03 ^{c,d,B}	2,53 ^{d,B}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Teor e perda de amido resistente (AR) das farinhas de banana verde obtidas pelos diferentes processos (base seca).

	Processo de secagem			
	Bandejas	Sec. Rotativo	Atomização	Liofilização
AR (g/100 g)	50,39	4,72	54,29	47,19
Perda de AR (%)	28,27	94,03	24,45	8,97

Fonte: Ormenese (2010)

Mendes (2014) encontrou uma quantidade de 1,88 % de amido resistente em uma farinha de banana Caturra utilizando o processo de desidratação por tambor rotativo, e o mesmo afirma que houve perda significativa de amido resistente utilizando esse método.

A maior quantidade de amido resistente determinado na banana maçã, planta 1 e 2, pelo método de desidratação utilizando estufa de ar forçado a 70 °C por 12 horas foi no 4ª estágio de coleta do fruto, obtendo-se um teor de 19,50 e 19,69% (Tabela 1) respectivamente, não havendo diferença significativa entre os dois. Valores próximos ao encontrado por Ramos, Leonel e Leonel (2009) onde na oportunidade encontraram um valor de aproximadamente 20 % de amido resistente (Tabela 4), utilizando o método de desidratação de estufa a 48 °C por 48 horas e um estágio de maturação 1 (casca totalmente verde). Cerezzato (2015) cita que a quantidade de amido resistente diminui ao longo da maturação pós-colheita, através da conversão do amido em açúcares pelas enzimas amilolíticas, mas não aborda o que ocorre na pré-colheita, como foi o caso do presente estudo. Como a quantidade de amido resistente foi maior no 4º estágio de coleta e não no 1º, Ormenese (2010) e Mendes (2014) explicam que o massa e volume da polpa aumentam devido a absorção da água na casca durante a maturação, consequentemente a casca perde peso e a quantidade de amido, inclusive o resistente, aumenta durante a maturação pré-colheita da banana.

Tabela 4. Quantidade de amido resistente determinado por Ramos, Leonel e Leonel (2009).

Genótipos	Amido resistente(%)
Maçã	20,74
Prata anã	20,43
Prata zulu	20,07

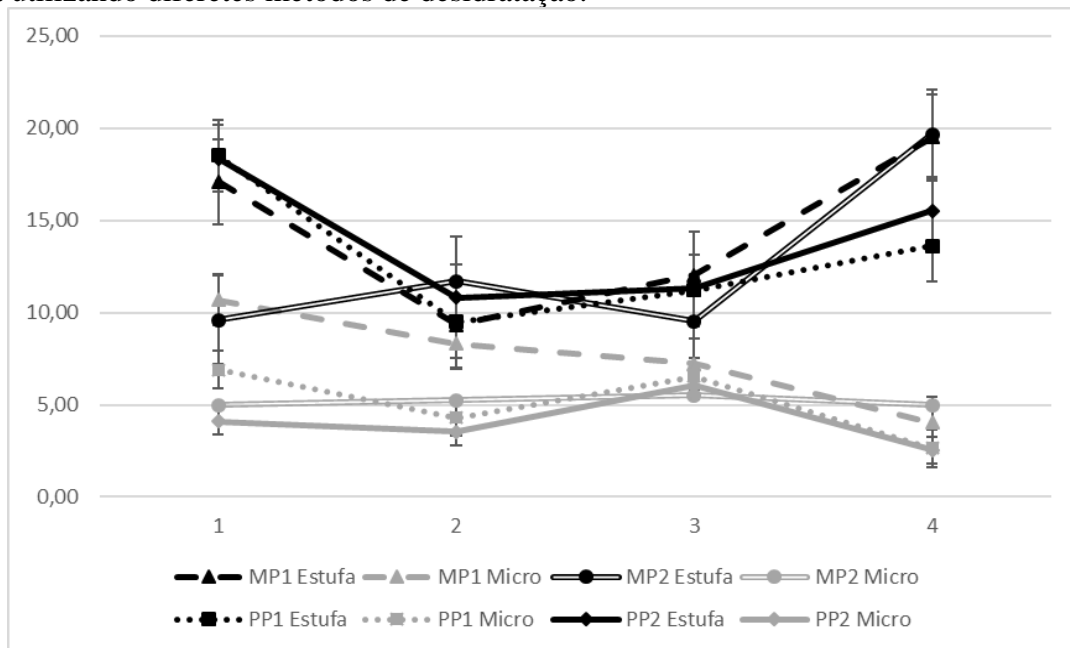
Fonte: Ramos, Leonel e Leonel (2009).

Utilizando o método de desidratação por microondas, percebeu-se que o teor de amido resistente na farinha de banana maçã, planta 1, foi diminuindo conforme os estágios de maturação pré-colheita da banana, (Tabela 1).

Já a quantidade de amido resistente determinado no 1º estágio de coleta da banana prata, planta 1 e planta 2, pelo método de desidratação utilizando estufa de ar forçado a 70 °C por 12 horas foi de 18,52 % e 18,36 % (Tabela 2) respectivamente, não diferindo-se estatisticamente. No 2º estágio de coleta os valores diminuíram, e aumentaram novamente a partir do 3º e 4º estágio de coleta. Os resultados foram diferentes em comparação com a banana maçã pois para Silva, Junior e Barbosa (2015) na fabricação da farinha de banana verde, o tipo de cultivar ou variedade da fruta afetam as características morfológicas e físico-químicas, propriedades funcionais e reológicas da farinha, além de diferenças no teor de amido resistente.

Utilizando o método de desidratação por microondas, a farinha de banana verde que apresentou maior quantidade de amido resistente para o genótipo prata, foi no 1º estágio de coleta da planta 1 da banana prata com um teor de 6,90 % (Tabela 2), havendo diferença significativa com a planta 2 no mesmo estágio. Percebeu-se também que tanto na planta 1 como a planta 2 o valor do 2º estágio diminuiu, aumentou no 3º e diminuindo novamente do 4º estágio, havendo essa variação durante o ciclo de maturação pré-colheita. Dá mesma forma pode-se observar na planta 2, que a quantidade de amido resistente foi maior no 3º estágio de coleta, com 6,03 % não diferenciando-se estatisticamente com a planta 1, que teve um teor de 6,53 %.

Grafico 1 – Teor de amido resistente em diferentes estágios de coleta das bananas maçã e prata utilizando diferentes métodos de desidratação.



De um modo geral, comparando todos os resultados de amido resistente em diferentes estágios, genótipos, plantas e método de desidratação, percebemos de acordo com o gráfico 1, que a quantidade de amido resistente da planta 1 (PP1) e 2 da banana prata (PP2) e também a planta 1 da banana maçã (MP1) utilizando o método de desidratação por estufa sofreu um decréscimo no 2º estágio de coleta, mas a partir do 2º só aumentou, tendo seu máximo teor na 4º estágio, juntamente com a planta 2 da banana maçã (MP2), que nos estágios iniciais houve algumas variações. Utilizando o método de desidratação por microondas (micro), a quantidade de amido resistente foi menor em todos os casos, além de mostrar que não houve uma variação muito grande durante os estágios de coleta, e como já citado anteriormente por Golçalves (2007) o microondas modifica a estrutura do grânulo do amido resistente, possibilitando uma ação mais eficaz das enzimas.

Amido não resistente

A quantidade de amido não resistente determinado no 1º estágio da banana maçã, planta 1 (Tabela 5), pelo método de desidratação utilizando estufa de ar forçado a 70 °C por 12 horas

apresentou-se com 9,96 %, menor percentual de amido não resistente, aumentando gradativamente as decorrer dos estágios de maturação, apresentando 29,89 % no 4º estágio, seu maior percentual. Já na planta 2 do mesmo genótipo, encontrou-se uma quantidade de 14,35 %, no 1º estágio e 29,74 % no 4º estágio, mostrando que a planta 2 apresentou valores um pouco mais elevado comparando-se os estágios de maturação. Percebe-se ainda que a quantidade de amido não resistente aumenta a cada estágio.

Já no cultivar de banana prata para o mesmo método de desidratação, o percentual de amido não resistente apresentou valores bem aproximados tanto para a planta 1 quanto para a planta 2 ao decorrer dos estágios, apresentando se com mínimo de 7,45 %, planta 2 e máximo de 25,83 % planta 1, conforme a Tabela 6. Bezerra (2010), utilizando o método de secagem em leito de jorro encontrou valores de 31,32% de amido não resistente desidratando à 80°C e 36,44% de amido não resistente à 90 °C, valores próximos ao encontrado em banana maçã no 4º estágio de maturação pré-colheita.

Para o método de desidratação em microondas percebe-se que a quantidade do amido não resistente presente na farinha de banana verde aumentou a cada coleta, apresentando-se para a banana maçã no máximo 82,14 % e para a banana prata 78,65% de amido não resistente como valor máximo, contudo, na planta 2, banana maçã, o amido não resistente apresentou-se com maior quantidade no 1º estágio diminuindo no 2º e aumentando novamente nos estágios 3 e 4.

Em compensação percebeu-se também que a quantidade de amido não resistente presente na farinha de banana verde utilizando o método de desidratação com estufa a 70 °C foi menor em todos os casos em comparação com o método utilizando o microondas. Esta diferença pode ter ocorrido, pois as amostras desidratadas em estufa ficaram expostas já fatiadas por duas horas a temperatura ambiente antes de serem levadas a estufa, onde a banana pode ter sofrido transformação do amido em açúcares pela enzima alfa-amilase, presente

naturalmente na fruta, pois conforme Modenese (2011) os amidos podem ser classificados quanto a digestibilidade, podendo ser digeridos em 20 minutos, classificado como rapidamente digerido ou em 120 minutos, lentamente digerido, quando incubados com amilase pancreática e amiloglicosidase à 37°C. Para Food (2009) a alfa amilase consegue atuar sobre o amido obtido danificado, por exemplo por ação mecânica ou por ação térmica.

Tabela 5 – Teor de amido não resistente em farinha de banana maçã, desidratada por estufa e microondas.

		Banana Maçã							
		Planta 1				Planta 2			
		Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4
Amido Não Resistente(%)	Estufa	9,96 ^{a,B}	14,76 ^{b,B}	17,11 ^{b,c,B}	29,89 ^{d,B}	14,35 ^{b,B}	14,67 ^{b,B}	24,49 ^{c,d,B}	29,74 ^{d,B}
	Microondas	47,00 ^{f,A}	57,21 ^{d,e,f,A}	58,66 ^{c,d,e,A}	76,05 ^{a,b,A}	70,21 ^{c,d,A}	55,39 ^{e,f,A}	67,84 ^{b,c,A}	82,14 ^{a,A}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Teor de amido não resistente em farinha de banana prata, desidratada por estufa e microondas.

		Banana Prata							
		Planta 1				Planta 2			
		Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4
Amido Não Resistente(%)	Estufa	9,8 ^{d,B}	17,77 ^{c,B}	21,51 ^{b,B}	25,83 ^{a,B}	7,45 ^{d,B}	15,56 ^{c,B}	17,86 ^{c,B}	22,45 ^{b,B}
	Microondas	45,33 ^{d,A}	59,65 ^{c,A}	66,23 ^{b,c,A}	78,65 ^{a,A}	48,56 ^{d,A}	59,02 ^{c,A}	72,67 ^{a,b,A}	74,97 ^{a,A}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Umidade

A umidade das farinhas de bananas maçã, utilizando a estufa de circulação forçada, planta 1, aumentou de 3,60 % para 4,35 % no decorrer da maturação, como pode ser observado na Tabela 7. Na planta 2 o aumento foi de 2,60 % para 4,90 % no decorrer dos estágios de maturação. Percebe-se diante disso que houve um aumento da umidade nas farinhas de diferentes fases da maturação pré-colheita da banana.

A umidade das farinhas de bananas pratas, utilizando a estufa de circulação de ar forçado de acordo com a Tabela 8, aumentou gradativamente após as diferentes fases de maturação. Na planta 1 o valor de umidade foi de 3,20 % para 5,00 % ao decorrer dos estágios. Na planta 2, a umidade foi de 2,20 % para 5,10 %. Borges, Pereira e Lucena (2009), determinaram na oportunidade um valor de 3,30 % de umidade, utilizando o mesmo método de desidratação. Mendes (2014) encontrou uma quantidade de umidade de 5,95 % em uma farinha feita com casca e submetido a desidratação por tambor rotativo.

A umidade das farinhas de bananas maçã, utilizando microondas, de acordo com a Tabelas 6, para a planta 1 foi de 8,00 % para 12,00 % ao decorrer dos estágios. Já para a planta 2, os valores determinados foram de 5,70 % para 9,50 %.

A umidade das farinhas de bananas prata, utilizando o microondas de acordo com a Tabela 5 para a planta 1, foi de 6,00 % para 13,50 % em diferentes estágios de coleta. Já para a planta 2, os valores determinados foram de 6,00 % para 12,00 %. Diante disso, percebeu-se que o valor de umidade da farinha desse genótipo, também aumentou ao decorrer do período de maturação. Para Ornemese (2010) a quantidade de umidade da polpa aumenta durante o período de maturação, pelo fato que os carboidratos sofrem modificações durante a hidrólise enzimática do amido.

Diante das análises, observou-se que a quantidade de umidade foi diferente em relação aos diferentes métodos de desidratação. Ornemese (2010) avaliou a quantidade de umidade

utilizando diferentes métodos de desidratação e os resultados encontrado está disponível na Tabela 9. Isso mostra realmente que a quantidade de umidade é influenciada pelo método de desidratação utilizado.

A RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005 estipula uma quantidade máxima de 15 g/100 g (15 %) de umidade para farinhas. Diante disso percebeu-se que a quantidade de umidade na farinha de banana verde utilizando dois diferentes métodos de desidratação e em diferentes fases da maturação pré-colheita está de acordo com a Legislação Brasileira.

Tabela 7 – Teor de umidade em farinha de banana maçã, desidratada por estufa e microondas.

Banana Maçã									
		Planta 1				Planta 2			
		Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4
Umidade (%)	Estufa	3,60 ^{c,B}	4,20 ^{b,B}	4,25 ^{b,B}	4,35 ^{b,B}	2,60 ^{d,B}	3,60 ^{c,B}	3,70 ^{c,B}	4,90 ^{a,B}
	Microondas	8,00 ^{c,A}	8,80 ^{b,A}	11,20 ^{e,A}	12,00 ^{f,A}	5,70 ^{a,A}	5,80 ^{a,A}	8,60 ^{b,A}	9,50 ^{d,A}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Teor de umidade em farinha de banana prata, desidratada por estufa e microondas.

Banana Prata									
		Planta 1				Planta 2			
		Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4
Umidade (%)	Estufa	3,20 ^{c,B}	3,80 ^{e,B}	4,80 ^{a,B}	5,00 ^{a,b,B}	2,20 ^{d,B}	3,30 ^{c,B}	4,90 ^{a,b,B}	5,10 ^{b,B}
	Microondas	6,00 ^{a,A}	6,90 ^{b,A}	12,70 ^{c,A}	13,10 ^{d,A}	6,00 ^{a,A}	6,70 ^{e,A}	12,00 ^{f,A}	13,50 ^{g,A}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Composição de umidade e cinzas de farinhas de banana verde obtidas pelos diferentes processos de secagem.

Processo de secagem				
	Bandejas	Sec. Rotativo	Atomização	Liofilização
umidade (g/100 g)	10,03	7,76	11,18	4,28
Cinzas (g/100g)	2,84	2,99	3,16	2,90

Fonte: Ornemese (2010)

Cinzas

De acordo com as tabelas 10 e 11 o teor de cinzas não variou, ou seja, não houve diferença significativa utilizando ambos os métodos de desidratação da banana, ao contrário de Ornemese (2010) que percebeu que a quantidade de cinzas variou utilizando diferentes processos de desidratação da banana para a fabricação da farinha, conforme podemos observar na Tabela 9.

A banana maçã, planta 1 (Tabela 10) apresentou a maior quantidade do componente no 2º estágio, onde obteve-se uma quantidade de 4,10 %, entretanto a menor concentração ocorreu no 1º estágio, com um percentual de 3,50 %. Já na planta 2 do mesmo genótipo a maior quantidade de cinzas foi no 1º estágio de coleta, com um valor de 4,80 % e a menor quantidade ocorreu no 3º estágio, com um teor de 3,80 %.

Almeida, Santos e Belo (2017) compararam a quantidade de cinzas de uma farinha de banana com casca e outra sem casca do genótipo maçã tropical e perceberam que a quantidade desse componente varia, sendo que a quantidade encontrada por eles foi de 3,84 % na farinha feita com casca e de 2,63 % na sem casca, valor parecido encontrado no presente estudo, já que também efetuou-se a farinha com a casca. Mendes (2014) encontrou um teor de cinzas de 4,07 % em uma farinha de banana verde feita também juntamente com a casca. O aumento no teor de cinzas é porque a casca possui um maior teor de minerais presente em relação a poupa.

Para a banana prata, planta 1 (Tabela 11) o maior teor de cinzas foi no 2º estágio de coleta, com um valor de 5,00 %, sendo que o menor teor obteve-se no 1º estágio, com 3,70 %.

Já para a planta 2, a maior quantidade foi no estágio 2, com 4,90 %, seguido da menor no 1º estágio com 3,50 %. Valores maiores do que os encontrados por Borges, Pereira e Lucema (2009) que encontraram um valor de 2,59 %, mas utilizando uma farinha feita sem a casca. E como já citado anteriormente por Almeida, Santos e Silva (2017) a quantidade cinzas pode variar de farinhas feitas com casca e sem casca.

Tabela 10 – Teor de cinzas em farinha de banana maçã, desidratada por estufa e microondas.

Banana Maçã									
		Planta 1				Planta 2			
		Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4
Cinzas (%)	Estufa	3,49 ^{e,A}	4,09 ^{c,A}	4,01 ^{b,c,A}	4,72 ^{d,A}	4,80 ^{d,A}	4,40 ^{f,A}	3,80 ^{a,b,A}	3,74 ^{a,A}
	Microondas	3,51 ^{b,A}	4,10 ^{c,A}	4,00 ^{a,c,A}	4,70 ^{d,A}	4,78 ^{d,A}	4,40 ^{e,A}	3,81 ^{a,A}	3,75 ^{a,b,A}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11 – Teor de cinzas em farinha de banana prata, desidratada por estufa e microondas.

Banana Prata									
		Planta 1				Planta 2			
		Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4
Cinzas (%)	Estufa	3,71 ^{a,b,A}	5,00 ^{d,A}	4,00 ^{b,A}	4,50 ^{a,A}	3,50 ^{a,A}	4,90 ^{d,A}	4,41 ^{c,A}	4,60 ^{c,A}
	Microondas	3,70 ^{c,A}	5,00 ^{a,A}	4,00 ^{b,c,A}	4,49 ^{a,b,A}	3,51 ^{c,A}	4,90 ^{a,A}	4,40 ^{a,b,A}	4,61 ^{a,b,A}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados das análises, percebeu-se que o tipo de cultivar, bem como o método de desidratação para a fabricação da farinha de banana verde, tem grande influência nos teores de amido resistente. Apesar de ser um método mais rápido, em todos os casos percebeu-se que a quantidade de amido resistente utilizando o método de desidratação da banana por microondas teve seus valores inferiores em comparação com o método utilizando a estufa a uma temperatura de 70 °C por 12 horas, não sendo um processo ideal para a fabricação de uma farinha com alto teor deste componente.

A farinha de banana prata teve o maior conteúdo de amido resistente no 1º estágio de coleta, também utilizando o método de desidratação a 70 °C por 12 horas. Mas essa quantidade diminuiu no 2º, e aumentou novamente a partir do 3º e 4º.

Conforme resultados obtidos pelo método de desidratação por estufa, concluiu-se que a quantidade de amido não resistente apresentou valores próximos entre os estágios de maturação no mesmo genótipo da banana e em ambos os genótipos obteve-se o maior percentual de amido não resistente no 4º estágio de maturação. Para o método de desidratação por microondas em ambos os genótipos, também observou-se resultados próximos dentre os estágios de maturação. Entretanto ao comparar os dois métodos de desidratação, percebeu-se que o método de desidratação por microondas apresentou valores superiores a desidratação em estufa.

A quantidade de umidade na farinha de banana verde aumentou em todos os casos em relação aos períodos de maturação pré-colheita, e percebeu-se que no método de desidratação utilizando o microondas essa umidade foi superior em relação a desidratação por estufa. Por mais que a umidade tenha aumentado ao decorrer da maturação pré-colheita da banana, os valores obtidos estão de acordo com os requisitos da legislação brasileira para farinhas. Quanto

ao teor de cinzas, percebeu-se que não houve diferença significativa na quantidade utilizando diferentes métodos de desidratação.

Ao longo do período de maturação pré-colheita, podemos observar que a maior quantidade de amido resistente em farinhas de bananas verde foi na 4^a coleta do genótipo maçã, da planta 1, valor semelhante ao da planta 2, utilizando o método de desidratação por estufa a 70 °C. Diante dessas informações, percebe-se que o melhor período para se obter uma farinha de banana verde com o maior teor de amido resistente é 165 dias após a floração da banana.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. M; SANTOS, M. R. L.; BELO, E. S., CIESLAK. **Análise físico-química de farinha de banana verde**. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27619>>. Acesso em 17/11/2017.

BEZERRA, C. V. **Caracterização e avaliação das propriedades funcionais tecnológicas da farinha de banana verde obtidas por secagem em leito de jorro**. 2010. 89f. Dissertação (Ciência e Tecnologia em Alimentos) – curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos. Universidade Federal do Pará.

BORGES, A. M; PEREIRA, J; LUCENA, E. M. P. **Caracterização da farinha de banana verde**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 2009.

BORGES, A. L; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Embrapa mandioca e fruticultura e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cruz das almas – BA, 2004.

CAREZZATO, C. R. **Adição de farinha de banana verde em sorvete probótico**. Centro universitário de Mauá. São Caetano do Sul, 2015.

COSTA, C. A. et al. **Farinha de banana verde: tecnologia de fabricação, análises microbiológicas e composição centesimal**. Congresso nacional de pesquisa e ensino em ciências. Instituto Federal de Alagoas, 2014.

FOOD INGREDIENTES BRASIL. **Dossie enzimas**. Enzimas. Nº10-2009. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/113.pdf>>. Acesso em 22/11/2017

GONÇALVES, M. F. V. **Tratamento térmico dos amidos de batata-doce e mandioquinha-salsa sob baixa umidade em microondas.** 2007. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – curso de Pós-Graduação em ciências, Universidade de São Paulo.

KOAKUSU, S. N.. et al. **Procedimento para determinação de amido resistente, amido não resistente (solúvel) e total.** Comunicado técnico 228. EMBRAPA. Santo Antônio de Goiás - GO, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas: métodos químicos e físicos de composição de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2005. 60 p.

LOBO, A. R; LEMOS SILVA, G. M. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista Nutrição.** Campinas - SP, 2003.

MENDES, M. J. A. **Desidratação em drum dryer da polpa de banana (musa cavendishii) verde com casca para o desenvolvimento a frio de recheio de fruta forneável.** 2014. 109f. Dissertação (Mestrado em engenharia de alimentos) – curso de Pós-Graduação em engenharia de alimentos. Universidade Federal do Paraná.

MODENESE, D. **Efeito da radiação gama e de tratamentos hidrotérmicos sobre as características físico-químicas, funcionais e nutricionais da farinha e do amido de banana verde (*Musa acuminata* cv. Nanica).** Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 2011.

ORMENESE, R. C. S. C. **Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios.** Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2010.

RAMOS, D. P; LEONEL, M; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. **Alimentos e Nutrição.** Araraquara v.20, n.3, p. 479-483, jul./set. 2009.

SILVA, A. A; JUNIOR, J. L. B; BARBOSA, M. I. M. J. Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2015.

VIVIANI, L; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana prata anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 465-470, dezembro 2007.

WALTER, M; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, v.35, n.4, jul-ago, 2005.