

**FABRÍCIO SANTANA SANTOS**

**POTENCIAL DE USO DO AMIDO DE INHAME  
(*Colocasia esculenta* (L.) Schott) NA INDÚSTRIA DE  
MINERAÇÃO**

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2001**

FABRÍCIO SANTANA SANTOS

POTENCIAL DE USO DO AMIDO DE INHAME (*Colocasia esculenta* (L.)  
Schott) NA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte  
das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia,  
para obtenção do título de  
“*Magister Scientiae*”

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2001

FABRÍCIO SANTANA SANTOS

POTENCIAL DE USO DO AMIDO DE INHAME (*Colocasia esculenta* (L.)  
Schott) NA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte  
das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia,  
para obtenção do título de  
“*Magister Scientiae*”

APROVADA: 21 fevereiro de 2001

---

Prof. Mário Puiatti  
(Conselheiro)

---

Prof. Renato Cruz  
(Conselheiro)

---

Prof. Tocio Sedyama

---

Prof. Fernando Luiz Finger

---

Prof. Vicente Wagner Dias Casali  
(Orientador)

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. CAPÍTULO I .....	3
2.1. Introdução .....	3
2.2. Material e Métodos .....	5
2.2.1. Condução do experimento .....	6
2.2.2. Extração do amido .....	7
2.2.3. Caracterização do amido .....	8
2.2.3.1. Densidade absoluta .....	8
2.2.3.2. Índice de absorção de água .....	9
2.2.3.3. Poder de inchamento .....	9
2.2.3.4. Perda de solúveis .....	9
2.2.3.5. Índice de solubilização .....	10
2.2.3.6. Firmeza do gel .....	10
2.2.3.7. Forma e tamanho do grânulo .....	10
2.2.4. Teor de amido .....	11
2.2.5. Teste de Flotação .....	11
2.3. Resultados e Discussão .....	13
2.3.1. Produção total .....	13
2.3.2. Produção de rizoma mãe .....	14
2.3.3. Produção de rizoma filho .....	14
2.3.4. Perdas pós-colheita .....	15
2.3.5. Caracterização do amido .....	16
2.3.5.1. Densidade absoluta .....	16
2.3.5.2. Poder de Inchamento .....	17
2.3.5.3. Índice de Solubilização .....	18
2.3.5.4. Firmeza do gel .....	19
2.3.5.5. Tamanho e forma do grânulo .....	20
2.3.6. Teor de amido .....	25
2.3.7. Flotação .....	26
3. CAPÍTULO II .....	29
3.1. Introdução .....	29
3.2. Material e Métodos .....	31
3.2.1. Condução do experimento .....	32
3.2.2. Extração do amido .....	33
3.3. Resultados e Discussão .....	34
3.3.1. Produção Total .....	34
3.3.2. Produção de rizomas mãe .....	35

3.3.3. Produção de rizomas filho .....	36
3.3.4. Teor de amido de rizomas mãe .....	37
3.3.5. Teor de amido de rizomas filho .....	39
4. CONCLUSÕES GERAIS .....	41
5. BIBLIOGRAFIA .....	42
6. APÊNDICE .....	46

## RESUMO

SANTOS, Fabrício Santana, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2001. **Potencial de uso do amido de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) na indústria de mineração.**  
Orientador: Vicente Wagner Dias Casali. Conselheiros: Mário Puiatti e Renato Cruz.

Este trabalho teve por objetivo determinar variáveis de produção, visando otimizar o rendimento de amido aproveitável pela indústria. Os tratamentos consistiram das variedades Branco, Chinês, Japonês e Macaquinho. O experimento de campo foi conduzido na Horta de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa, no período de 27/10/1999 a 27/08/2000, em delineamento blocos casualizados, com 12 plantas úteis por parcela e espaçamento de 1,00 x 0,30 m. Determinou-se a produção total de rizomas, perdas, o efeito da época de colheita, teor e características do amido e sua eficiência na flotação praticada na indústria de mineração. Não houve efeito das variedades sobre a produção total e as perdas. Houve maior produção de rizoma mãe na variedade Macaquinho e de rizomas filhos na Japonês. Quanto ao teor de amido (rizoma mãe e rizoma filho), foram obtidos, em ordem decrescente, os seguintes resultados: Chinês (10,0% e 13,7%), Branco (5,9% e 3,5%), Japonês (4,4% e 2,8 %) e Macaquinho (3,3% e 1,7%). Nas curvas de crescimento das variedades Japonês e Chinês, houve aumento quadrático do teor de amido até a colheita. Na variedade Branco o aumento foi linear nos rizomas mãe e rizomas filhos. Foi caracterizado o amido quanto a: densidade absoluta, índice de absorção de água, poder de inchamento, perda de solúveis índice de solubilização, tamanho e forma do grânulo e firmeza do gel. Na eficiência da flotação, foram

considerados: teor de  $\text{SiO}_2$  no concentrado, porcentagem de ferro no concentrado e rejeito e a recuperação em peso e recuperação metálica, comparando-se o amido das variedades com o padrão utilizado pela indústria (amido de milho). O amido de inhame se equivale ao padrão utilizado pela indústria de mineração (amido de milho). Somente foi constatado o efeito da época de colheita na produção total na variedade Branco. Dentre as variedades, a Chinês teve maior teor de amido ( em base úmida), tanto para rizomas mãe como para rizomas filho.

## ABSTRACT

SANTOS, Fabrício Santana, M.S., Universidade Federal de Viçosa,  
February 2001. **Potential of taro starch (*Colocasia esculenta* (L.)  
Schott) in mining industry.** Adviser: Vicente Wagner Dias Casali.  
Committee members: Mário Puiatti and Renato Cruz.

The aim of this work was to evaluate: the total yield of corms, the effect of the harvest time, the starch characterization and yield, also the efficiency of starch in the flotation process of the mining industry. Four taro varieties( Branco, Chinês, Japonês and Macaquinho) were evaluated in a experiment carried out in randomized block design. There was no variety effect on total yield losses. It was observed in Macaquinho variety the greater yield of heads and of corms in the 'Japonês'. The following percentages of starch in heads and corms were observed: 'Chinês' (10,0% and 13,7%), 'Branco' (5,9% and 3,5%), 'Japonês' (4,4% and 2,8%) and 'Macaquinho' (3,3% and 1,7%). The starch yield of 'Japonês' and 'Chinês' follow a quadratic model along the cycle. While in 'Branco' the increase was linear concerning heads and corms. Starch data determined were: absolute density, swelling power, solubilization index, size and shape of granule, gel firmness. The flotation efficiency considered:  $SiO_2$  in the concentrate, iron percentage in the concentrate plus reject, recovery in weight and metallic recovery. The starch of the varieties was compared to the industry pattern (corn starch). The best heads and corms were from Chinês variety. It was concluded that taro starch is equivalent to corn

starch for mining industry purposes and that Chinese variety is the best concerning heads and corms.

## 1. INTRODUÇÃO

O inhame, monocotiledônea da família Araceae, herbácea e perene, se desenvolve nas regiões de clima tropical e subtropical, servindo de base alimentar em países asiáticos, africanos e ilhas do Pacífico (NOLASCO,1983a). Seu centro de origem é a Indochina e possui cerca de 1500 espécies (PLUCKNETT e DE LA PEÑA,1970). Propaga-se vegetativamente pois, raramente ocorrem sementes férteis na natureza, assim a planta é considerada incapaz de autopolinizar-se (BERWICK et al.,1972).

Comparando-se a composição dos rizomas com a de tubérculos e raízes mais consumidos (mandioca, batata, inhame, cará), foi observado que se igualam (PIEDRAHITA, 1977). A maior parte das aráceas contém minúsculos e pontiagudos cristais de oxalato de cálcio dispersos por todos tecidos da planta (localizados em células especiais e com formas de ráfides, drusas e romboedros); os grânulos de amido estão dentre os menores, conhecidos, medindo 1,5 a 2,0  $\mu\text{m}$ , o que contribui com a fácil digestibilidade; possui rendimento de amido puro de 17 a 22% e o rendimento de farinha é de 24 a 29% (JANE et al.,1992; TAGODOE e NIP ,1994; RAMSDEN e LING,1998). A qualidade do amido de inhame depende de vários fatores, destacando-se: época de colheita; variedade; ciclo da cultura e tratos culturais (HEREDIA,1988).

O Estado de Minas Gerais é um dos maiores produtores de inhame do Brasil, tendo sido comercializada, em média, 13.400 t/ano no período 1990-2000. As indústrias de mineração utilizam amido no processo de flotação. Atualmente o amido de milho é preferido devido ao seu menor custo e disponibilidade de oferta, além disso, atende à demanda das empresas em razão de possuir as especificações técnicas da indústria de mineração (PERES e CORREA,1996).

Na flotação, um dos processos mais importantes na concentração de minério de ferro, o minério é separado das impurezas, principalmente sílica. De acordo com DESPHANE et al. (1997 a), os níveis do coletor, de amina e a malha de moagem, têm efeito direto na recuperação metálica e na classificação do concentrado de minério de ferro.

São consumidas aproximadamente 14.400 t/ano de amido de milho na flotação. A troca industrial de amido muito puro convencional 98% (amilose + amilopectina) por amido grosseiro não convencional (contendo cerca de 7% proteínas + 1-3% de óleo + amilose + amilopectina), tem sido discutida (PERES e CORREIA,1996). Muitos tipos de amido podem ser utilizados no processo de flotação, como: mandioca; milho; trigo; dentre outros, além de dextrinas (PEPLINSKI et al.,1992; UWADIALE e NWOKE, 1995; WEISSENBORN et al.,1995).

LIU et al. (1994) observaram que a adsorção de dextrina é fortemente dependente do pH, com alta densidade de adsorção em valores de pH próximos ao ponto isoelétrico do mineral, indicando interações com a superfície hidróxida do metal. Também o teor de ácidos graxos exerce influência na adsorção da dextrina pelo mineral, na seguinte relação: excesso de ácidos graxos, menor adsorção; redução de ácidos graxos, maior adsorção.

A superfície hidrofóbica sozinha não tem qualquer efeito significativo na adsorção de amido, sinergicamente ela aumenta a adsorção com a superfície dos sítios metálicos (LIU et al.,1994). No processo de flotação são utilizados coletores catiônicos na alcalinização do meio, sendo a sílica muito sensível à quantidade de coletores presentes. O desempenho do amido é melhor quanto menor a porcentagem de sílica e maior a de ferro no concentrado e com a maior porcentagem de ferro recuperada obtida no concentrado (MONTES-SOTOMAYOR et al., 1998).

Este trabalho teve por objetivos:

- Identificar, dentre quatro variedades de inhame comercializadas no Estado de Minas Gerais, a que possui maior rendimento de amido;
- Caracterizar o amido das variedades, verificando a possibilidade atender ao processo de flotação, conforme realizado pela indústria de mineração;
- Identificar a época de colheita ideal visando a otimização do binômio quantidade X qualidade do amido no processo de flotação.

## 2. CAPÍTULO I

### PRODUÇÃO, RENDIMENTO DE AMIDO DE QUATRO VARIEDADES DE INHAME (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) E EFICIÊNCIA NA FLOTAÇÃO DA INDÚSTRIA DE MINÉRIO DE FERRO

#### 2.1 Introdução

Em Minas Gerais, foram registradas quatro variedades cultivadas: Chinês, Japonês, Macaquinho e Branco. A variedade Japonês é a que tem apresentado melhor resultado, seja pela alta produtividade, seja pela grande aceitação comercial dos rizomas (SANTOS et al., 1983).

É difícil quantificar a produção brasileira de inhame, porque no Nordeste a cultura do cará (*Dioscorea* spp.) também é classificada como inhame na computação de dados estatísticos, não havendo distinção entre os produtos das duas culturas na maioria dos levantamentos de produção nacional. Na CEASA-MG foram comercializadas cerca de 13.400 t no ano de 2000.

Devido à pequena dimensão do seu grânulo o amido de inhame é considerado de fácil digestibilidade; podendo ser utilizado amplamente na fabricação de alimento infantil e na dieta de pessoas alérgicas a cereais e crianças sensíveis ao leite (WANG, 1983). Além do uso na alimentação, o amido de inhame tem algumas aplicações industriais. Seu grânulo muito pequeno torna-o ideal na formulação de cosméticos em forma de pó facial e em preparações em pó com sistema de dispersão em aerosol, além do potencial do amido de inhame na fabricação de plásticos biodegradáveis (GRIFFIN e WANG, 1983). No processo realizado pela SAMARCO mineração S.A., na separação da hematita de outros minerais (como a sílica), o amido de milho é utilizado na flotação catiônica reversa na depressão (separação) de óxido de ferro em minério itabirítico (PERES e CORREA, 1996).

Segundo PERES e CORREA (1996) a extensa utilização industrial da flotação deve-se a superfície naturalmente hidrofílica dos

minerais, que pode tornar-se hidrofóbica por meio da adsorção do coletor. A presença de coletores e depressantes (agentes modificadores e reguladores) é freqüente por melhorar a seletividade da flotação. Estes reagentes orgânicos ou inorgânicos, são responsáveis pelo pH, controle do grau de dispersão das partículas na polpa, ativação e depressão (separação) de certos minerais. UWADIALE e NWOKE (1995) analisaram os efeitos de pH, depressantes e do íon cálcio na flotação e concluíram que para melhor eficiência do processo, o pH ótimo foi em torno de 10 – 11; o amido de mandioca foi superior à dextrina e a concentração do íon cálcio ideal foi 50-100 ppm. Segundo WEISSENBORN et al. (1995), o amido de trigo e seus componentes (amilopectina e amilose) são fortemente adsorvidos pela hematita, resultando na formação de um complexo na superfície do mineral, de melhor estabilidade do que a adsorção feita por pontes de hidrogênio. A flotabilidade da hematita é sempre inferior ao quartzo nas mesmas condições físico-químicas. Em pH >9, a presença de amina molecular em solução é prejudicial à flotação de hematita (MONTES-SOTOMAYOR et al., 1998).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção total de rizomas de quatro variedades de inhame, o rendimento de amido e a eficiência do amido, na flotação de minério de ferro.

## 2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 27/10/1999 a 27/07/2000 na Horta de Pesquisa do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, localizada a 652 m de altitude, latitude de 20°45' S e longitude de 42° 51' W. Os dados de temperatura máxima, mínima e média, precipitação pluvial mensal e umidade relativa do ar, que ocorreram no período encontram-se no Quadro 1.

QUADRO 1 – Médias mensais dos valores de temperatura máxima, mínima e média, precipitação pluvial e umidade relativa do ar no período de outubro/99 a julho/2000, Viçosa - MG

	----- 1999-----			----- 2000 -----						
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL
Tmáx (°C)		25,0		25,5		28,7		28,2		
	28,9	27,3		26,9		25,4		24,9		
	22,8									
Tmín (°C)				14,7		16,1		18,7		19,1
	18,6	18,3		15,5		13,0		10,6		
	11,4									
Tméd (°C)				17,8		18,3		22,6		22,6
	22,6	21,7		20,2		17,8		16,2		15,7
Pptação (mm)	118,0	375,3	108,9	288,5	148,2	105,5				58,0
	6,0	14,4		13,6						
UR ar (%)				87,0		88,0		88,0		84,0
	83,0	87,0		84,0		84,0		87,0		
	88,0									

Tmáx = temperatura máxima; Tmín = temperatura mínima; Tméd = temperatura média; Pptação = precipitação mensal; UR ar = umidade relativa do ar.

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Viçosa (MG).

O solo do local do experimento foi classificado como Podzólico Vermelho Amarelo-Câmbico, textura argilosa, com topografia plana, cujas características químicas encontram-se no Quadro 2.

QUADRO 2 – Análises químicas de amostra de solo da área experimental, realizadas no Departamento de Solos, UFV, Viçosa-MG, 1999

C.O.	pH (1:2,5)				CTC										
	H <sub>2</sub> O	KCl	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	Efetiva	Total	V	m	S	N
%	-mg dm <sup>-3</sup> -				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%				
2,93	5,4	4,8	196	56	0,0	3,1	0,8	5,2	4,35	4,01	9,17	44,8	0,0	0,0	0,28

C.O.: Walkley-Black; P e K: extrator Mehlich-1; Al, Ca e Mg: extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: extrator CaOAc 1 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0; N: Macro-Kjeldahl

Os rizomas utilizados na propagação das variedades Branco (BGH 5926), Chinês (BGH 5928), Japonês (BGH 5925) e Macaquinho (BGH 5929), foram obtidos no Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV e foram classificados, de acordo com o peso em quatro grupos, sendo que cada grupo de mudas destinado a um bloco experimental. O peso médio das mudas encontra-se no Quadro 3.

QUADRO 3 – Peso médio de matéria fresca (em g) dos rizomas utilizados na propagação.

PESO	VARIEDADE
240,00	Japonês (BGH 5925)
114,20	Chinês (BGH 5928)
89,00	Macaquinho (BGH 5929)
246,80	Branco (BGH 5926)

## 2.2.1 Condução do experimento

O experimento foi instalado no dia 27/10/99, plantando-se as mudas na profundidade de 15 cm.

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos constituíram-se das variedades. Cada parcela foi constituída por 2 fileiras, com 8 plantas cada, sendo consideradas úteis as 12 plantas centrais. O espaçamento foi de 1,0 m entre fileiras e de 0,3 m entre plantas, alcançando população de 33.333 plantas/ha.

Foram realizadas 3 capinas com cultivador entre linhas e manual nas linhas. A primeira capina foi feita 45 dias após o plantio, a segunda 90 dias após o plantio e a terceira 135 dias após o plantio, respectivamente. Durante a segunda e terceira capinas, foram realizadas amontoas. No período seco foram feitas irrigações semanais por aspersão. Não foram realizadas adubações em razão da alta fertilidade dos solos.

A colheita manual, com uso de enxadão, foi realizada em 27/07/2000 (9 meses após plantio). Os rizomas foram limpos e separados em rizomas mãe e rizomas filhos. Em seguida foram pesados e submetidas ao processo de cura por 25 dias, em galpão arejado, a temperatura ambiente. Foram avaliadas a produção total, produção de rizomas mãe e rizoma filhos e perdas. As perdas dos rizomas mãe e rizomas filhos, foram calculadas pesando-se após o período de cura, e determinando-se a perda por desidratação. Os rizomas atacados por fungos e insetos foram separados e pesados para determinação da perda por ataque de pragas e doenças. A perda total foi a soma da perda por desidratação mais a perda por ataque de pragas e doenças.

Na análise estatística foi feita a análise de variância (ANOVA), e aplicado o teste de média de Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

### **2.2.2 Extração do amido**

Visando a obtenção de maior quantidade de amido com as especificações da SAMARCO, foi feita uma amostra composta (juntando-se todas as repetições de cada variedade, e posteriormente foram feitas três determinações). A extração do amido foi realizada no Laboratório de Análise de Amido do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV,

seguinte-se a metodologia básica usada nas extrações de amido em geral (ROSENTHAL et al.,1972). Foi feita a limpeza e lavagem dos rizomas; descascamento (feito em cilindro descascador de paredes abrasivas), moagem dos rizomas (feita em liquidificador industrial na razão água : rizomas igual a 3:1); a polpa resultante foi passada em peneira de nylon de 250 mesh e em dessorador comum. Ao leite de amido assim obtido, foi adicionado Etanol p.a. na razão de 1:0,1. Em seguida deixou-se decantar em câmara fria por 96 horas, descartando-se o sobrenadante. O decantado foi centrifugado por dez minutos à 31,3 x g (centrífuga tipo LU-411IL7,com potência de 0,48 Kw). O sedimento amarelo sobre o amido foi raspado manualmente e descartado. Após a pesagem, o amido foi submetido a secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 45°C por 24 horas. Após a secagem o amido foi triturado num moinho Brabender de navalhas e peneirado em malha de 1mm.

### **2.2.3. Caracterização do amido**

#### **2.2.3.1. Densidade absoluta**

A densidade absoluta do amido foi determinada por meio do deslocamento de líquido segundo metodologia recomendada por SCHOCH e LEACH (1964), por meio do picnômetro de 25 mL. Este foi pesado à temperatura ambiente. Em seguida foi completamente preenchido com xileno e pesado. Após a retirada do xileno o frasco foi lavado e devidamente seco com acetona. A seguir foi colocado cerca de 5 g (peso exato) e adicionado xileno em quantidade suficiente para cobrir o amido. Após 5 minutos, o frasco foi agitado para eliminar o ar e deixado mais 10 minutos em repouso. Encheu-se o frasco com xileno, tampou-se e fez-se a pesagem após retirada do líquido da superfície externa com papel tolha. A densidade absoluta (D) do amido foi calculada pela fórmula:

$$D = \frac{a \cdot d}{a + b - c}$$

onde: a = peso do amido em gramas;  
b = peso do frasco com xileno;  
c = peso do frasco com xileno e amostra;  
d= densidade do xileno.

#### **2.2.3.2. Índice de absorção de água (IAA)**

Aproximadamente 5 g de amido em base seca e 50 mL de água, foram colocados em tubos de 100 mL, com diâmetro de 2,5 cm. Os tubos com as amostras foram deixados 10 minutos em repouso, à temperatura ambiente, por 30 minutos com agitação de 5 em 5 minutos. Após este período os tubos foram pesados e centrifugados por 10 minutos a 31,3 x g (centrífuga Excelsa Baby II, Modelo 206-R, com potência de 0,440 Kw). O sobrenadante foi separado e o peso do centrifugado determinado. O índice de absorção de água (IAA) é dado pela fórmula:

$$\text{IAA} = \text{peso centrifugado} / \text{peso do amido seco}$$

#### **2.2.3.3. Poder de inchamento (PI)**

O procedimento descrito no item 2.2.3.2 (índice de absorção de água) foi repetido, sendo que o repouso durante 30 minutos, foi efetuado em três temperaturas: 25, 50 e 75°C. O poder de inchamento (PI) é igual ao índice de absorção de água (IAA) em cada temperatura utilizada.

#### **2.2.3.4. Perdas de solúveis (PS)**

Do líquido sobrenadante da etapa anterior (índice de absorção de água) foi retirado 10 mL e colocado em placa de petri, previamente tarada, e levado a estufa por 4 horas à 60°C. Após este período, as placas foram retiradas da estufa, deixadas a esfriar, e então pesadas, obtendo o peso do resíduo. A perda de solúveis é determinada por meio da fórmula:

$$\% \text{ PS} = [ ( \text{PR} \cdot \text{V}/10 ) / \text{PA} ] \cdot 100$$

onde: PR = peso do resíduo;

V = volume do sobrenadante;

PA = peso da amostra;

#### **2.2.3.5. Índice de solubilização (IS)**

O procedimento descrito no item 2.2.3.4 (Perdas de solúveis), foi repetido sendo que o líquido sobrenadante empregado foi o obtido no item 2.2.3.3 (Poder de inchamento), em cada uma das temperaturas: 25, 50 e 75°C. O índice de solubilização (IS) é igual a perda de solúveis (PS) em cada temperatura utilizada.

#### **2.2.3.6. Firmeza do gel**

Visando avaliar a influência da concentração de amido sobre a firmeza do gel do amido de inhame, foi preparado um gel na concentração de 15%. O gel foi colocado em copo cônico descartável de 50 mL. Após 12 horas foi medida a compressão em penetrômetro. A metodologia utilizada na avaliação do gel foi a de KAMEL e RASPER (1986), modificada por SEGALL (1993). Foi usado um penetrômetro de precisão, marca Helvan Helnor, com um pistão circular (36 mm de diâmetro, 3 mm de espessura, lados planos, pesando 23 g). A escala do penetrômetro foi zerada, quando o pistão tocou a superfície do bolinho de gel a ser testado, sem causar deformação no produto. A deformação foi registrada em décimos de milímetros, após 15 segundos de compressão.

#### **2.2.3.7. Forma e tamanho do grânulo**

Foram obtidas fotomicrografias em microscópio ótico Olympus AX-70 equipado com os aparelhos: *Olympus Photomicrographic System* e *Carl Zeiss Standar 20*. As fotos foram obtidas sob luz polarizada e em sua ausência. Foi usada a metodologia descrita por MacMASTERS (1964): uma gota da mistura de glicerol-água (1:1) foi colocada em lâmina de

microscópio; com auxílio de um estilete adicionou-se amido à gota, cobrindo-se a suspensão com uma lamínula. A montagem foi observada no microscópio ótico mencionado, fotografada e os grânulos medidos por meio de micrômetro.

Nas observações efetuadas em microscópio eletrônico de Varredura, marca JEOL, modelo JSM-T200 *Scanning Microscope*, foi usada a metodologia descrita por HOSENEY et al. (1977): uma fita adesiva de duas faces foi colocada em dispositivo próprio e o amido seco foi pulverizado na outra face. A amostra foi coberta, a vácuo, com uma camada de ouro de 100 Å e, posteriormente, observada e fotografada.

#### **2.2.4. Teor de amido**

Foi feita a pesagem dos rizomas mãe e rizomas filho com casca e sem casca. Após a obtenção do amido como descrito no item 2.2.2, foi feita a pesagem do amido. O teor de amido é obtido pela fórmula:

$$\text{Teor de Amido} = \text{Pam} / \text{Psc} \cdot 100$$

onde: Psc = Peso dos rizomas sem casca;

Pam = Peso de amido obtido.

#### **2.2.5. Teste de Flotação**

O teste de flotação foi realizado no laboratório de física (Controle de processo) da SAMARCO MINERAÇÃO S.A., localizada na Mina do Germano em Mariana-MG, seguindo a rotina indicada pelas normas adotadas pela empresa. Preparou-se a solução a 1% (10 g amido + 2 g NaOH + 1000 mL de água), utilizada no teste de flotação. No cálculo do volume do depressor de ferro (amido) e coletor de sílica (amina) utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{mL} = (\text{PM} \cdot 0,0001 \cdot \text{gt}) / \text{concentração da solução}$$

onde: mL = volume da solução de coletor ou depressor ( mL);

PM = peso do minério em gramas;

0,0001 = fator de correção;

gt = gramas da solução de coletor ou depressor, em gramas/tonelada.

No teste de flotação, foi feita a pesagem de 1500 g de minério de ferro, adicionou-se 1500 mL de água e o volume de amido a 1%, determinado pela fórmula citada acima, à célula de flotação (600 Gram, série:52254-50/60, marca Wenco), a 1300 rpm durante 5 minutos (para condicionamento do amido). Após este tempo, ajustou-se o pH a 10,0 (adicionando-se NaOH a 3%), adicionou-se amina, de acordo com fórmula citada acima, e esperou-se o condicionamento do amido por 1 minuto. O volume da polpa (minério + água) foi ajustado, com água, para 2400 mL; em seguida foi feita a abertura da válvula de ar por 3 minutos.

A flotação foi executada durante 3 minutos, coletando-se o flotado noutro recipiente com palhetas apropriadas, o decantado é o “concentrado”, que foi levado ao filtro de amostras e a parte sólida colocada na estufa à 230°C por 30 minutos. Em seguida pesou-se e homogenizou-se a amostra. Foi utilizado o “Quarteador Jones” na retirada da alíquota de 60 g, que foi pulverizada no pulverizador de anéis.

Foram avaliadas: % Fe no concentrado e no rejeito (flotado); % de SiO<sub>2</sub> no concentrado; recuperação em peso(%) e recuperação metálica.

A recuperação metálica é calculada através da quantidade de minério que é adicionada à célula de flotação, e a porcentagem desse minério que é recuperada após o processo, ou seja, quanto maior for essa quantidade, maior será a recuperação em peso e a recuperação metálica, e mais eficiente será o processo de flotação.

Não foi realizada análise estatística, devido a quantidade limitada de amido obtida nas parcelas. Assim sendo, o amido das parcelas foi reunido por tratamentos, de modo a se atingir a quantidade mínima utilizada na rotina de análise da SAMARCO mineração.

## **2.3. Resultados e Discussão**

### **2.3.1. Produção total**

A produção total de rizomas das variedades Branco, Chinês, Japonês e Macaquinho, considerando a população de 33.333 plantas/ha, foi semelhante àquela obtida nas terras alagadas do Havaí, superando as obtidas nas Filipinas, Índia (PLUCKNETT e DE LA PEÑA,1970) e a maioria de áreas produtoras de inhame, citadas por SPRIGS (1980). O maior valor de produção total de rizomas (Quadro 4) da variedade Japonês, está de acordo com o encontrado por SANTOS et al. (1983). O menor valor de produção total da variedade Branco, pode ser consequência do ciclo mais tardio dessa variedade, além das próprias características morfológicas das variedades: número, peso e forma dos rizomas (NOLASCO,1983a). A produção das variedades Chinês e Macaquinho foram semelhantes às encontradas por HEREDIA (1988), em condições semelhantes.

QUADRO 4 – Produção total de matéria fresca (t/ha) de rizomas ( rizomas mãe + rizomas filho), de quatro variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIETADE	PRODUÇÃO TOTAL <sup>1/</sup>
Japonês	6,68
Chinês	4,35
Macaquinho	5,63
Branco	4,02

<sup>1/</sup> Médias não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade

### 2.3.2. Produção de rizoma mãe

A maior produção de rizomas mãe foi constatada na variedade Macaquinho, a qual diferiu da variedade Chinês (Quadro 5). HEREDIA (1988), observou que a porcentagem de produção de rizomas mãe das variedades Chinês e Macaquinho variam de acordo com a época de colheita. Em consequência do seu ciclo mais tardio, a variedade Branco, pode ter tido menor tempo no desenvolvimento dos rizomas. A produção de rizomas mãe na variedade Japonês foi superior a obtida por PIMENTA (1993).

QUADRO 5 – Produção de matéria fresca (t/ha) de rizomas mãe, das variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIETADE	PRODUÇÃO DE RIZOMAS MÃE	
Japonês	1,880	a b
Chinês	0,655	b
Macaquinho	2,864	a
Branco	1,008	a b

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, a de 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls.

### **2.3.3. Produção de rizomas filhos**

A maior produção de rizomas filho ocorreu na variedade Japonês, enquanto as demais variedades não apresentaram diferenças significativas entre si (Quadro 6). Segundo HEREDIA (1988), os tratos culturais como capina, irrigação, amontoa e adubação, interferem na produção de rizomas comercializáveis. A produtividade das variedades Chinês e Macaquinho foi semelhante a obtida por HEREDIA (1988) em condições bastante próximas.

QUADRO 6 - Produção de matéria fresca (t/ha) de rizomas filho, das variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco . Viçosa-MG.

VARIETADE	PRODUÇÃO DE RIZOMAS FILHO
Japonês	2,955 a
Chinês	1,855 b
Macaquinho	1,435 b
Branco	1,221 b

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman Keuls.

#### 2.3.4. Perdas pós-colheita

As perdas não foram diferentes significativamente entre as variedades (Quadro 7). As altas perdas se deveram possivelmente ao tempo e as condições de armazenagem, além da alta umidade dos rizomas (PROCTOR et al.,1981). Segundo LINNEMAN (1981), esta perda por patógeno, é menor em ambientes com baixa umidade relativa. Porém em baixas umidades relativas, ocorre a perda de água por desidratação que resulta em perda de peso. Em rizomas filhos, armazenados a temperatura ambiente, foi verificada maior perda de peso nos primeiros quinze dias de armazenamento (PUIATTI et al.,1991). Outros autores indicam que os rizomas podem ser guardados por 3 a 4 meses a 29°C, com umidade relativa de 60% (NOLASCO et al.,1980),sem maiores conseqüências à qualidade dos rizomas. Porém, existem informações de que o ataque de fungos patogênicos pode destruir os rizomas em poucas semanas (BOOTH,1973).

QUADRO 7 –Perdas acumuladas de matéria fresca (t/ha) de rizomas mãe e rizomas filho, de inhame das variedades Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Aos 25 dias após armazenamento. Viçosa-MG.

VARIEDADE	PERDAS ACUMULADAS <sup>1/</sup>
Japonês	1,731
Chinês	1,844
Macaquinho	1,328
Branco	1,788

<sup>1/</sup> Médias não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade

### 2.3.5. Caracterização do amido

#### 2.3.5.1. Densidade absoluta

A densidade absoluta do amido de rizomas mãe e rizomas filho das variedades encontram-se no Quadro 8. A densidade absoluta do amido variou de 1,3500 a 1,4000 g/mL, estando abaixo do observado nos amidos de chuchu (1,4475 g/mL), batata-doce (1,5180 g/mL), mandioca (1,5210 g/mL), cará de rama (1,5340 g/mL) e de milho (1,5170 g/mL) (KIBUUKA et al.,1983;CRUZ,1985; AMANTE,1986). É por meio da densidade absoluta que se determina o volume específico que é muito útil no dimensionamento de embalagens e equipamentos.

QUADRO 8 – Densidade absoluta (g/mL) do amido de rizomas mãe e rizomas filho, de inhame das variedades Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIEDADE	RIZOMAS MÃE	RIZOMAS FILHO
Japonês	1,3900	1,3500
Chinês	1,3900	1,3800
Macaquinho	1,4000	1,3500

### 2.3.5.2. Poder de Inchamento (PI)

O poder de inchamento do amido nas temperaturas de 25, 50 e 75°C são apresentados nos Quadros 9 e 10. Pode-se observar a baixa tendência ao inchamento do amido tanto nos rizomas mãe, quanto nos rizomas filho. O aumento do poder de inchamento ocorre a partir de 50°C, porém este continua abaixo de outros tipos de amido. Esses resultados indicaram existência de forte arranjo molecular a ser rompido (LEACH,1965). Segundo SILVA (1995), a partir de 80°C o poder de inchamento, do amido da semente de abacate tem pronunciado acréscimo, já na batata a temperatura que aumentou o poder de inchamento foi de 70°C. Trata-se de consideração a ser levada em conta, quanto a aplicação industrial deste amido (AMANTE,1986). Na indústria de mineração o **PI** não deve ser elevado, pois aumenta a quantidade de coletor a ser utilizado no processo de flotação. Portanto o amido de inhame possui **PI** que, apesar de estar abaixo de outros tipos de amido, atende às especificações da indústria.

QUADRO 9 – Poder de inchamento (g/g) do amido de rizomas mãe, nas temperaturas de 25, 50 e 75°C, das variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIETADE	25 °C	50 °C	75 °C
Japonês	2,2333	2,3928	8,6207
Chinês	2,0064	2,2338	7,9398
Macaquinho	2,0821	2,2761	5,9551
Branco	2,0642	2,2497	5,9491

QUADRO 10 – Poder de inchamento (g/g) do amido de rizomas filho, nas temperaturas de 25, 50 e 75°C, das variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIETADE	25 °C	50 °C	75 °C
Japonês	2,3404	2,3881	6,9622
Chinês	1,9027	1,1489	5,8078
Macaquinho	2,1287	2,35367	5,2995
Branco	2,1760	2,4365	6,7609

### 2.3.5.3. Índice de Solubilização (IS)

O índice de solubilização, nas temperaturas de 25, 50 e 75°C, do amido de inhame, encontra-se nos Quadros 11 e 12. Pode-se observar que o amido apresentou baixa tendência à solubilização tanto dos rizomas mãe quanto dos rizomas filhos. A partir de 50°C verificou-se aumento no índice de solubilização do amido de rizomas mãe e dos rizomas filhos das variedades Chinês e Macaquinho. As variedades Branco e Japonês tiveram menor aumento no índice de solubilização. Na indústria de mineração, quanto menor o **IS**, menor será a quantidade de depressor utilizado no processo de flotação. Portanto o amido de inhame apresentou **IS** equivalente ao padrão utilizado pela empresa, especialmente das variedades Chinês e Branco.

QUADRO 11 – Índice de solubilização (%) do amido de rizomas mãe, nas temperaturas de 25, 50 e 75°C, das variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIETADE	25 °C	50 °C	75 °C
Japonês	1,6696	2,9903	7,5827
Chinês	1,7154	2,2417	16,1602
Macaquinho	2,4466	2,8897	14,2160
Branco	2,3689	3,2027	3,2577

QUADRO 12 – Índice de solubilização (%) do amido de rizomas filho, nas temperaturas de 25, 50 e 75°C, das variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIETADE	25 °C	50 °C	75 °C
Japonês	1,0880	2,1108	2,5520
Chinês	2,1386	2,5938	19,8379
Macaquinho	2,0104	2,7937	15,3605
Branco	2,3761	2,7066	3,2721

#### 2.3.5.4. Firmeza do gel

A firmeza do gel é função da relação da amilose e amilopectina. De acordo com AGUILERA e STANLEY (1990), após resfriamento ou envelhecimento, as moléculas de amido podem reassociar-se dentro de sedimentos cristalinos (retrogradar) dependendo de fatores como comprimento da cadeia, linearidade das frações do amido, temperatura de resfriamento, tempo e concentração de amido.

Vários fatores influenciam o comportamento do gel, destacando-se a concentração do amido e ingredientes empregados nas formulações dos produtos à base deste amido. No Quadro 13, encontram-se as médias de firmeza do gel das quatro variedades de inhame.

Quanto a firmeza, o gel de amido de rizomas mãe da variedade Chinês foi o menos rígido, e o da variedade Macaquinho foi o mais rígido. Com referência aos rizomas filho o gel de amido da variedade Japonês foi o mais rígido, e o da variedade Macaquinho menos rígido.

Na indústria de mineração quanto mais rígido for o gel melhor será a eficiência do processo de flotação, pois aumentará a porcentagem de recuperação metálica e recuperação em peso no concentrado.

QUADRO 13 – Firmeza do gel (mm) do amido de rizomas mãe e rizomas filho, das variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIETADE	RIZOMAS MÃE	RIZOMAS FILHO
Japonês	83,67	49,67
Chinês	90,00	65,67
Macaquinho	77,00	173,33
Branco	78,00	83,00

#### 2.3.5.5. Tamanho e forma do grânulo

As fotomicrografias do amido de rizomas mãe (Figura 1) e rizomas filho (Figura 2) foram obtidas em microscópio ótico sob luz polarizada. A melhor definição foi no microscópio eletrônico de varredura, tanto no amido de rizomas mãe (Figura 3) como de rizomas filho (Figura 4). Os grânulos do amido de inhame possuem dimensões variando de 2,6  $\mu\text{m}$  a 35,0  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com formato irregular poligonal, tendendo ao esférico e, apresentando hilo central, em todas variedades. A variedade Chinês teve o menor grânulo nos rizomas mãe e rizomas filho. Na variedade Japonês constatou-se o maior tamanho de grânulo nos rizomas mãe, seguida da variedade Macaquinho.

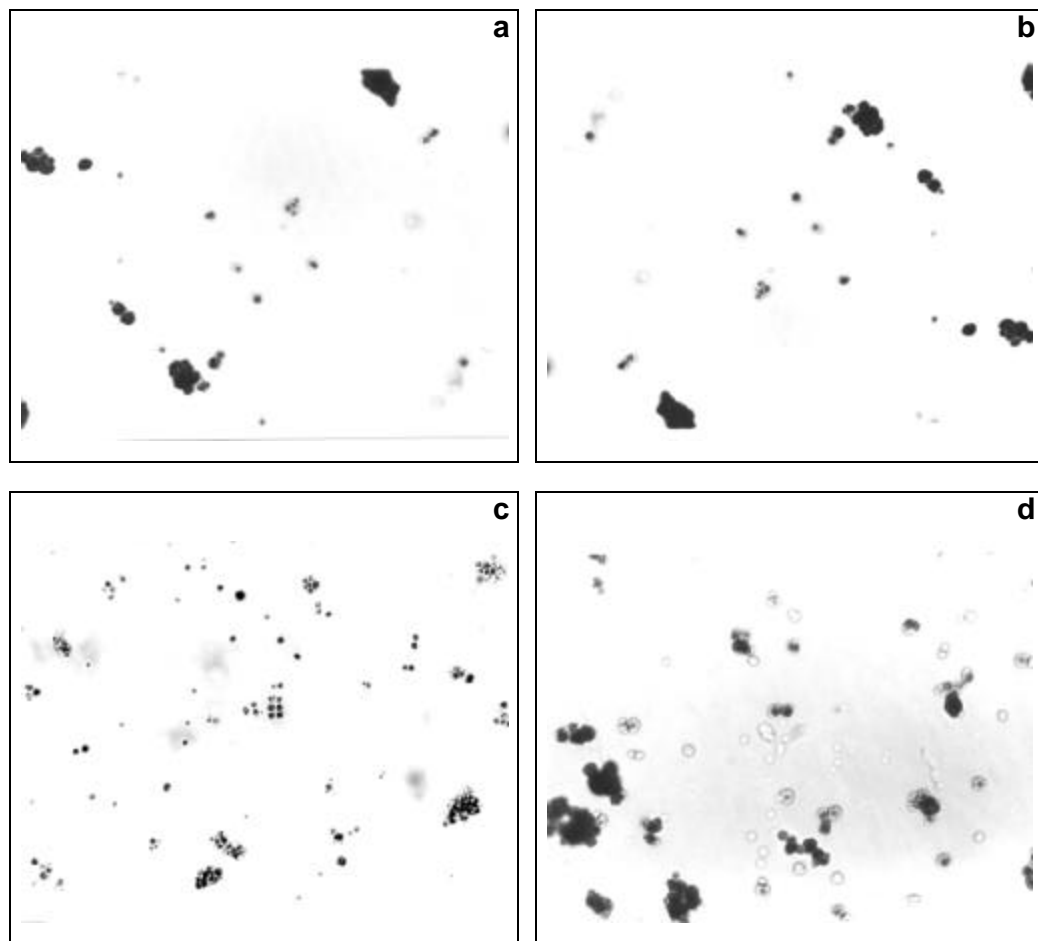


Figura 1 - Fotomicrografias obtidas sob luz polarizada do amido de inhame de rizomamãe das variedades: a) Japonês, b) Macaquinho, c) Chinês e d) Branco. Aumento de 400x.

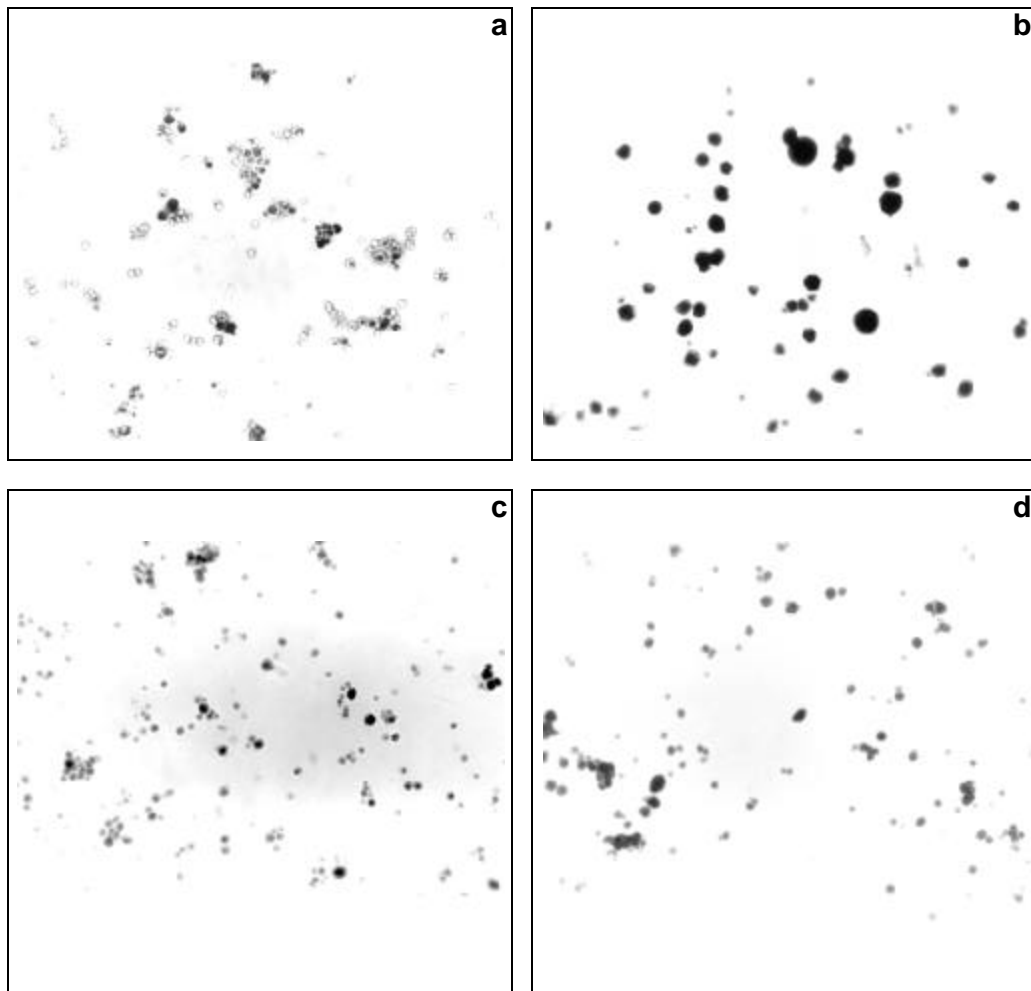


Figura 2 - Fotomicrografias obtidas sob luz polarizada do amido de inhame de rizoma-filho das variedades: a) Japonês, b) Macaquinho, c) Chinês e d) Branco. Aumento de 400x.

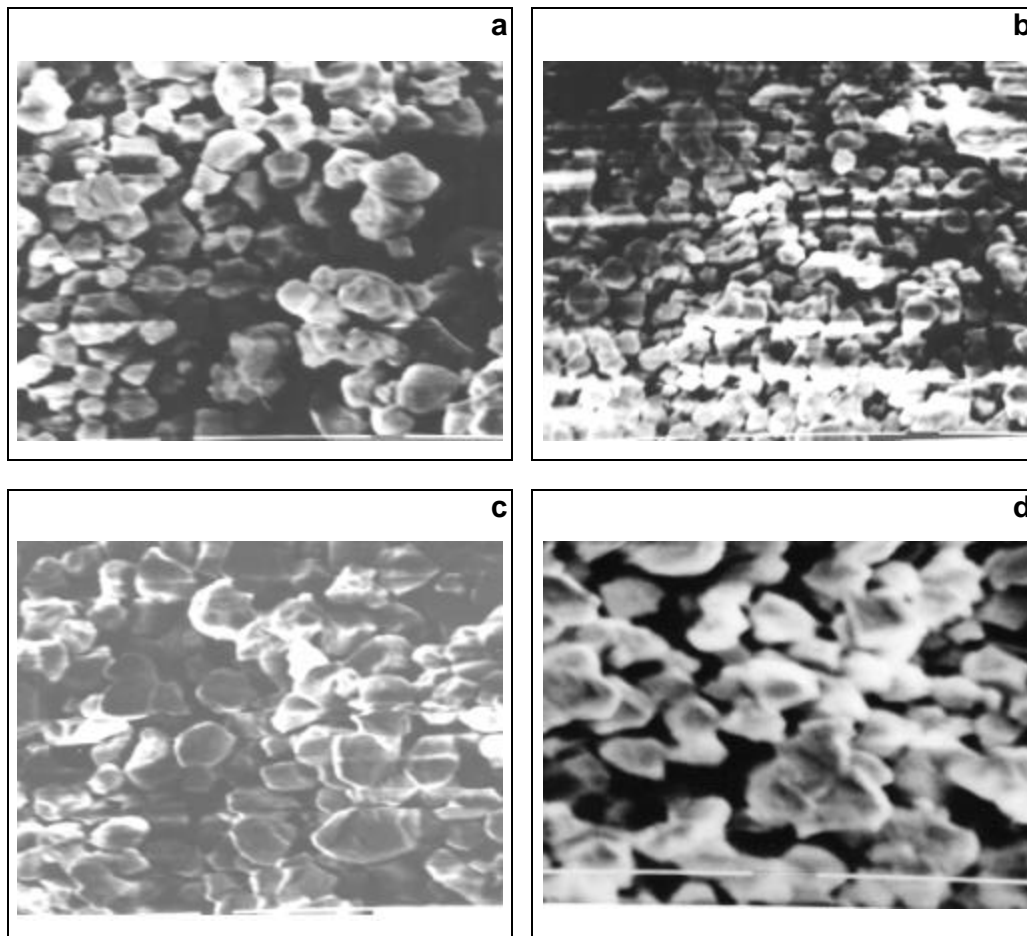


Figura 3 - Fotomicrografias obtidas sob microscópio eletrônico de varredura do amido de inhame de rizoma-mãe das variedades: a) Japonês, b) Macaquinho, c) Chinês e d) Branco. Aumento de 3.500x.

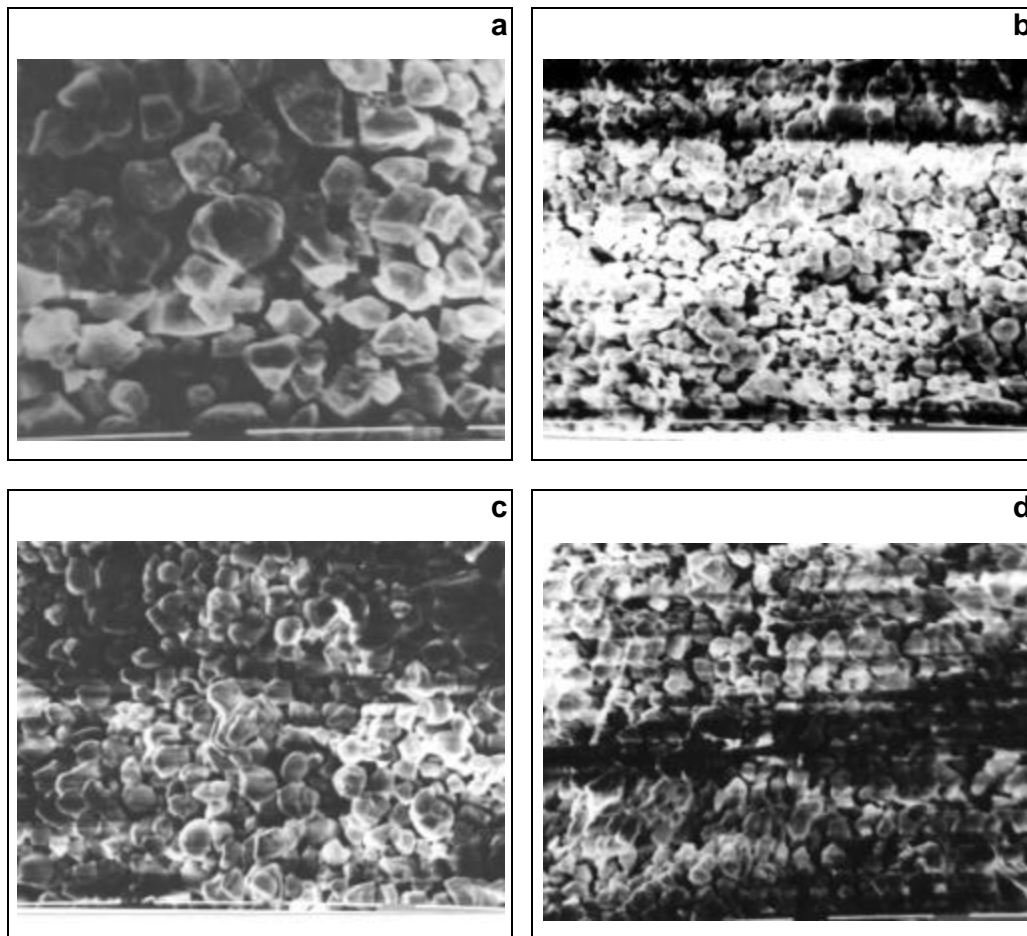


Figura 4 - Fotomicrografias obtidas sob microscópio eletrônico de varredura do amido de inhame de rizoma-filho das variedades: a) Japonês, b) Macaquinho, c) Chinês e d) Branco. Aumento de 2.000x.

A avaliação do diâmetro observada está coerente com os resultados obtidos por JANE et al.(1992) em cinco variedades de inhame. Por outro lado, os valores estão um pouco acima do amido de arroz (4-8 $\mu$ m) e chuchu (média de 7,4 $\mu$ m); muito menor do que a do amido de batata (15-100 $\mu$ m), porém semelhante aos grânulos de amido de milho (1-25 $\mu$ m) (CRUZ,1985; SILVA,1995).

### 2.3.6. Teor de amido

O teor de amido dos rizomas mãe e rizomas filho das quatro variedades encontra-se no Quadro 14. O teor de amido das variedades está coerente com os resultados de MOORTHY et al. (1993), que variaram de 6 a 16% , mas está abaixo dos obtidos por JANE et al.(1992), que variou de 18 a 24% , na farinha de inhame. Devido a composição dos rizomas ser relativamente rica em proteínas intimamente associadas aos carboidratos (principalmente o amido), o baixo teor na extração pode ser devido a presença de altos níveis de arabinogalactosanas, responsável pelo caráter mucilaginoso dos rizomas (RAMSDEN e LING,1998), juntamente com as possíveis perdas no processo de extração. Também o período de cura dos rizomas pode ter acarretado hidrólise do amido, diminuindo o teor.

QUADRO 14 – Teor de amido (% , em base úmida) de rizomas mãe e rizomas filho, das variedades de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco .Viçosa-MG.

VARIETADE	RIZOMAS MÃE	RIZOMAS FILHO
Japonês	4,40	2,78
Chinês	10,00	13,66
Macaquinho	3,29	1,75
Branco	5,95	3,54

### 2.3.7. Flotação

A análise estatística dos dados , não foi realizada, em decorrência da limitada quantidade de amido produzida nas parcelas, que foram reunidas em uma amostra composta de cada variedade, nas quais foram feitas três determinações.

As médias de porcentagem de Fe (concentrado e rejeito), porcentagem de  $\text{SiO}_2$  no concentrado, recuperação em peso e recuperação metálica, encontram-se nos Quadros 15 e 16. Considerando-se que a flotação visa a maior porcentagem de Fe no concentrado e a menor porcentagem de Fe no rejeito. Comparou-se os resultados de porcentagem de Fe no concentrado, e os valores, de todas variedades foram menores que o padrão (amido de milho). Na flotação com o amido de Rizomas mãe, da variedade Macaquinho foi maior que as demais, seguida pelas variedades Branco, Japonês e Chinês. Os dados de porcentagem de Fe no rejeito, que revelam o potencial de separação por flotação, foram menores que o padrão, sendo nos rizomas mãe, na variedade Chinês, ligeiramente menor que as demais, seguida pelas variedades Branco, Macaquinho e Japonês. Na flotação com o amido de rizomas filho, a variedade Japonês se destacou, seguida pelas variedades Chinês, Macaquinho e Branco. Quanto à eficiência na flotação, expressa pela porcentagem de Fe do rejeito, a variedade Japonês teve melhor desempenho, seguida pelas variedades Chinês, Macaquinho e Branco. A variedade Chinês se destacou , pois o amido de rizomas filho foi mais eficiente em aumentar o teor de Fe no concentrado, embora , não tenha conseguido diminuir ao máximo o teor de Fe do rejeito.

A porcentagem de  $\text{SiO}_2$  no concentrado de todas variedades foi maior que o padrão, tanto no amido dos rizomas mãe quanto rizomas filho. No processo de flotação o  $\text{SiO}_2$  deve ser retirado do concentrado o máximo possível. Por essa razão o desempenho do amido das variedades de inhame, nesse aspecto, foi menor que o amido padrão. Na flotação com o amido de rizomas mãe da variedade Macaquinho a porcentagem de  $\text{SiO}_2$  no concentrado foi ligeiramente menor que as demais, seguida pelas variedades Branco, Japonês e Chinês. Na recuperação em peso, o amido de rizomas mãe e rizomas filho das variedades de inhame, foram

mais eficientes que o padrão. O amido de rizomas mãe da variedade Chinês destacou-se das demais, seguida pelas variedades Japonês, Branco e Macaquinho. No amido de rizomas filho o da variedade com melhor recuperação em peso foi da Japonês, seguida pelas variedades Chinês, Macaquinho e Branco.

A recuperação metálica foi maior na flotação com amido de rizomas mãe e rizomas filhos das variedades de inhame em relação ao padrão. Com base nos resultados de PINTO et al. (1992), com amido purificado de batata, tapioca e amido de milho, na flotação de oximinerais, o amido de inhame das quatro variedades compara-se ao utilizado pela indústria na flotação. UWADIALE e NWOKE (1995), utilizou amido de mandioca e dextrina, na flotação de minério de ferro e verificou o desempenho na recuperação metálica e na porcentagem de Fe no concentrado; comparados ao amido de inhame, o amido de mandioca e dextrina tiveram desempenho menor.

QUADRO 15 – % de Fe no concentrado, % de Fe no rejeito, % de SiO<sub>2</sub> no concentrado, recuperação em peso (%) e recuperação metálica (%) de rizomas mãe, das variedades, de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIEDADE	Fe CONC	Fe REJEITO	SiO <sub>2</sub> CONC	RECUP. EM PESO	RECUP. METÁLICA
	----- % -----				
Japonês	66,19	14,93	2,17	60,99	87,49
Chinês	65,96	14,61	2,48	61,43	87,82
Macaquinho	66,39	14,86	1,91	60,84	87,82
Branco	66,28	14,84	2,14	60,93	87,53
Padrão	66,65	16,13	1,77	59,60	86,09

QUADRO 16 –% de Fe no concentrado, % de Fe no rejeito, % de SiO<sub>2</sub> no concentrado, recuperação em peso (%) e recuperação metálica (%) de rizomas filho, das variedades, de inhame Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco. Viçosa-MG.

VARIEDADE	Fe CONC	Fe REJEITO	SiO <sub>2</sub> CONC	RECUP. EM PESO	RECUP. METÁLICA
	----- % -----				
Japonês	65,84	15,20	2,66	61,10	87,19
Chinês	66,25	15,31	2,07	60,49	86,85
Macaquinho	66,08	15,53	2,23	60,56	86,47
Branco	66,11	15,84	2,12	60,27	86,36
Padrão	66,65	16,13	1,77	59,60	86,09

## CONCLUSÕES

As seguintes conclusões podem ser extraídas deste capítulo:

- As variedades Japonês e Macaquinho apresentaram maiores produções de rizomas mãe;
- Os grânulos dos amido dos inhames: Japonês, Chinês, Macaquinho e Branco foi menor que o amido de batata, e semelhante aos grânulos do amido de milho;
- A variedade Chinês apresentou maior teor de amido, entre as quatro variedades avaliadas;
- O amido de inhame atende às exigências da indústria de mineração no processo de flotação.

### 3. CAPÍTULO II

## AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E DO RENDIMENTO DE AMIDO DE TRÊS VARIEDADES DE INHAME (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), EM QUATRO ÉPOCAS DE COLHEITA

### 3.1 Introdução

No Brasil, de maneira geral, as médias de produtividade são baixas, devido aos métodos culturais adotados. Os pontos críticos mais evidentes nos métodos culturais são: o desconhecimento de espaçamentos adequados, a incipiente seleção das variedades e o uso exclusivo do sistema de sequeiro (HEREDIA,1988). A produtividade média na região do Rio Doce tem sido 35 t/ha e nas regiões da Zona da Mata e Metalúrgica varia de 0,5 a 1,0 Kg de rizoma mãe (cabeça) e de 1,0 a 1,5 de rizomas filhos (dedos/planta) de acordo com (SANTOS et al.,1983). Segundo SPRIGS (1980), há relatos desde 2,5 a 15 t/ha de rizomas em ausência de adubos, com várias produções excepcionais de 30 t/ha; já no inhame irrigado, sem adubação, têm sido obtidas 13 a 21 t/ha em Papua, Nova Guiné e Fiji. Utilizando tabuleiros, em Maewo, a faixa de produção esteve entre 40 e 65 t/ha/ano. No Hawaí, a melhor variedade, Lehna Maoli, produz 23 t/ha/ano de rizomas comercializáveis.

Segundo PLUCKNETT e DE LA PEÑA (1970) as variedades de inhame diferem amplamente com relação ao ciclo. O fim do ciclo é determinado pela maturidade fisiológica que é alcançada quando o conteúdo de açúcares totais dos rizomas é mínimo (ponto de maturidade). Nas variedades Baladi e Americani este conteúdo mínimo foi alcançado com 30 e 28 semanas, respectivamente (HASHAD et al., 1956). Nas culturas mais precoces o ciclo é de três meses no Sri Lanka, mas a média

está, provavelmente, entre nove e catorze meses. No Brasil, o ciclo é cinco a nove meses na região Centro-Sul (NOLASCO, 1983a). Na Índia, varia de sete a nove meses; Filipinas, sete a onze meses; nas Ilhas Fiji, dez a doze meses; Havaí, doze meses no cultivo de sequeiro e quinze meses na inundação; na Nigéria, seis a oito meses; em Trinidad, oito a dez meses no tipo “Dasheen” e cinco a seis meses no tipo “Eddoe” (ONUEME,1978).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção total de rizomas de três variedades de inhame: Branco, Chinês e Japonês, e o teor de amido de Rizomas mãe e Rizomas filho, visando determinar a época ideal de colheita com maior rendimento de amido.



Tmáx = temperatura máxima; Tmín = temperatura mínima; Tméd = temperatura média; Pptação = precipitação mensal; UR ar = umidade relativa do ar.

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Viçosa (MG).

O solo do local do experimento foi classificado como Podzólico Vermelho Amarelo-Câmbico, textura argilosa, com topografia plana, cujas características químicas encontram-se no Quadro 18.

QUADRO 18 – Análises químicas de amostra de solo da área experimental, realizadas no Departamento de Solos, UFV, Viçosa-MG, 1999

C.O.	pH (1:2,5)				CTC										
	H <sub>2</sub> O	KCl	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	Efetiva	Total	V	m	S	N
%	-mg dm <sup>-3</sup> -				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%					
2,93	5,4	4,8	196	56	0,0	3,1	0,8	5,2	4,35	4,01	9,17	44,8	0,0	0,0	0,28

C.O.: Walkley-Black; P e K: extrator Mehlich-1; Al, Ca e Mg: extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: extrator CaOAc 1 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0; N: Macro-Kjeldahl

As mudas de inhame das variedades Branco (BGH 5926), Chinês (BGH 5928) e Japonês (BGH 5925), foram obtidas no Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV. Após selecionadas, apresentaram, respectivamente, os seguintes pesos médios: 72 g, 56 g e 109 g, respectivamente.

### 3.2.1 Condução do experimento

O plantio foi realizado no dia 05/11/99, colocando-se as mudas em sulcos a profundidade de 15 cm.

Os tratamentos constituíram-se das 3 variedades e quatro épocas de colheita, utilizou-se o esquema fatorial (3 x 4) no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições.. Cada parcela foi constituída de duas fileiras contendo 8 plantas cada , sendo 12 plantas úteis, com área de 3,6 m<sup>2</sup> , no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e de 0,3 m entre plantas, atingindo a população de 33.333 plantas/ha .

Foram realizadas três capinas: aos 45 dias, 105 dias e 155 dias após o plantio, respectivamente , utilizando-se cultivador entre linhas e manual nas linhas. Durante a segunda e terceira capinas foram realizadas amontoas. No período seco foram feitas irrigações semanais por aspersão. Não foram realizadas adubações em razão da alta fertilidade dos solos.

As colheitas foram manuais, com uso de enxadão, sendo feitas aos 6; 7,5; 9 e 10,5 meses após plantio, respectivamente. Os rizomas foram limpos e separados em rizomas mãe e rizomas filho. Em seguida

foram pesados e submetidos ao processo de cura por 25 dias, em galpão arejado, a temperatura ambiente. Foram avaliadas a produção total (rizomas mãe + rizomas filhos (incluindo refugo), produção de rizomas mãe e rizomas filhos,

Na análise estatística foi feita análise de variância (ANOVA) e regressão de modelos lineares.

### **3.2.2 Extração do amido**

A extração do amido foi realizada no Laboratório de Análise de Amido do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV, seguindo-se a metodologia básica usada nas extrações de amido em geral (ROSENTHAL et al.,1972). Foi feita a limpeza e lavagem dos rizomas; descascamento (feito em cilindro descascador de paredes abrasivas), moagem dos rizomas (feita em liquidificador industrial na razão água: rizomas igual a 3:1); a polpa resultante foi passada em peneira de nylon de 250 mesh e em dessorador comum. Ao leite de amido assim obtido, foi adicionado Etanol p.a. na razão de 1:0,1. Em seguida deixou-se decantar em câmara fria por 96 horas, descartando-se o sobrenadante. O decantado foi centrifugado por dez minutos à 31,3 x g. O sedimento amarelo sobre o amido foi raspado manualmente e descartado. O amido foi submetido a secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 45°C por 24 horas.

## **3.3. Resultados e Discussão**

### **3.3.1. Produção Total de rizomas**

Na produção total de rizomas, não houve efeito de época de colheita nas variedades Japonês e Chinês. Na variedade Branco houve efeito de época de colheita, obtendo-se uma curva quadrática de crescimento, sendo aos 9,27 meses a época ideal de colheita, quando se atingiu o ponto de máxima (Figura 5). Nas variedades Japonês e Chinês não houve efeito de época, apresentando produções médias de 7,44 t/ha

e 4,98 t/ha, respectivamente. Provavelmente essas sejam mais precoces, ou seja, já aos 6 meses (1ª colheita) teriam translocado as reservas aos rizomas. Por outro lado a variedade Branco, seria mais tardia, visto que continuou armazenando reservas com o tempo. Outra hipótese é que as variedades Japonês e Chinês sejam mais sensíveis a baixa temperatura, uma vez que aos 6 meses (mês de maio) ocorreu temperaturas mais baixas (QUADRO 17), o que pode ter levado essas variedades ao repouso.

As diferenças de peso em cada época de colheita indicam que os fotossintatos produzidos nas folhas, e os armazenados nos pecíolos, mesmo nas folhas em senescência, possivelmente foram translocados para os rizomas, em razão, provavelmente da maior capacidade de determinada variedade na translocação de fotossintatos da parte aérea para a subterrânea (GOODWIN e MERCER,1983).

As produções totais de rizomas das variedades Japonês, Chinês e Branco, com a população de 33.333 plantas/ha e colheita a partir de 7,5 meses, situa-se na faixa produtiva da maioria das áreas produtoras citadas por SPRIGS (1980).

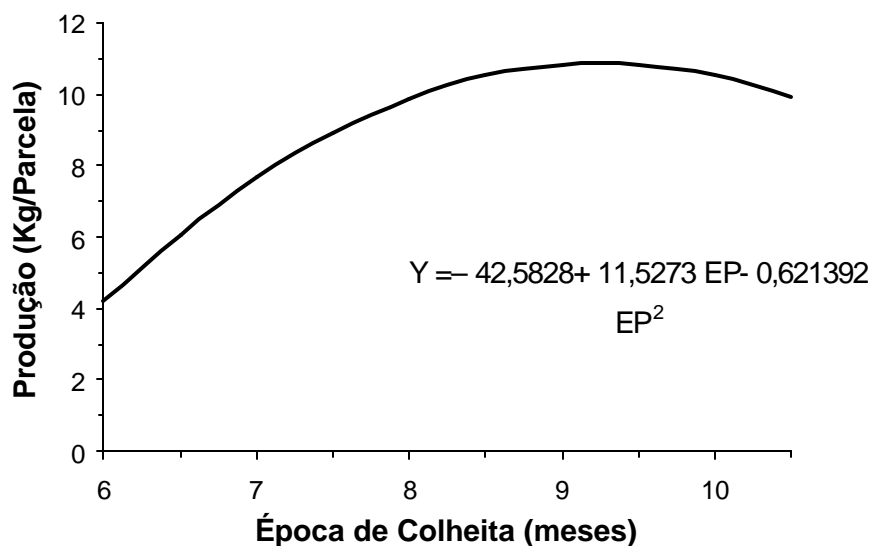
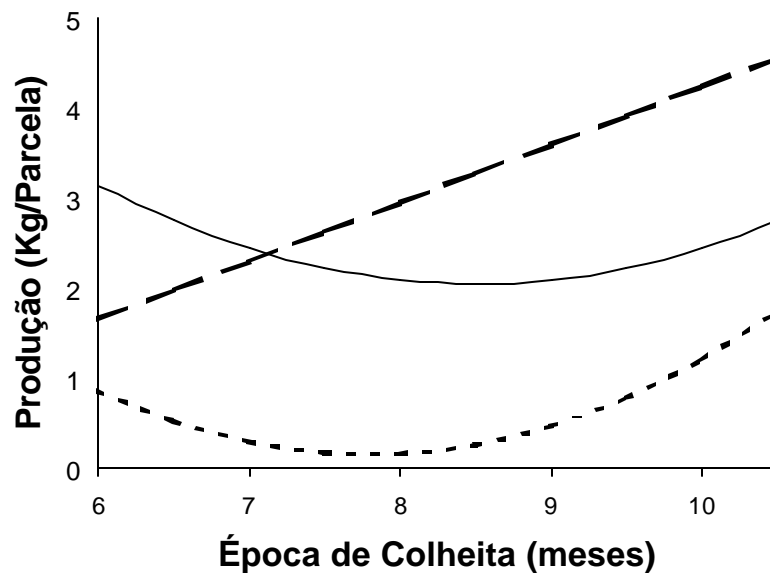


Figura 5 – Produção total de rizomas de inhame da variedade Branco em função da época de colheita

### 3.3.2. Produção de rizomas mãe

As curvas de crescimento da produção de rizomas mãe das variedades Japonês e Chinês apresentam resposta quadrática (Figura 6), indicando que o padrão de crescimento foi dependente da época de colheita, com melhores valores estimados ocorrendo aos 8,5 e 7,8 meses, respectivamente. A variedade Branco teve crescimento linear crescente, à medida que aumentaram os dias até a colheita, atingindo a maior produção de rizomas mãe na última colheita aos 10,5 meses, em consequência do seu ciclo mais longo. Apesar de ter sido significativo, o efeito de época de colheita quanto a produção de rizomas mãe, nas três variedades, as equações de regressão ajustadas às variedades Japonês e Chinês não explicam o fenômeno biologicamente. Segundo SOARES (1991), há relação entre o padrão de crescimento das folhas e a produção de rizomas. ONUWEME (1978), atribui a produção de rizomas laterais como a principal causa do aumento de produção, decorrente do maior ciclo.



— Japonês  $Y = 14,694 - 2,9738 EP + 0,1749 EP^2$  ( $R^2 = 0,86$ )

- - - Chinês  $Y = 13,4015 - 3,3958 EP + 0,2177 EP^2$  ( $R^2 = 0,98$ )

- . - Branco  $Y = 0,6455 EP - 2,2164$  ( $R^2 = 0,85$ )

Figura 6 – Produção de rizomas mãe das variedades Japonês, Chinês e Branco, em função da época de colheita

### 3.3.3. Produção de rizomas filho

Na produção de rizomas filho não houve interação significativa entre os fatores variedades e época de colheita (Figura 7).

SOARES (1991) observou, na variedade Chinês, queda da produção a partir dos nove meses, que poderia estar relacionada com a senescência das folhas, indicando que a quantidade de fotossintatos translocados do Rizoma mãe não foi suficiente para manter crescente a taxa de aumento de rizomas filho. No nosso experimento, o não aumento de produção de rizomas filhos nas épocas de colheita, pode estar relacionado a queda de temperaturas, justamente a partir do momento em que se daria o acúmulo de reserva nesses rizomas.

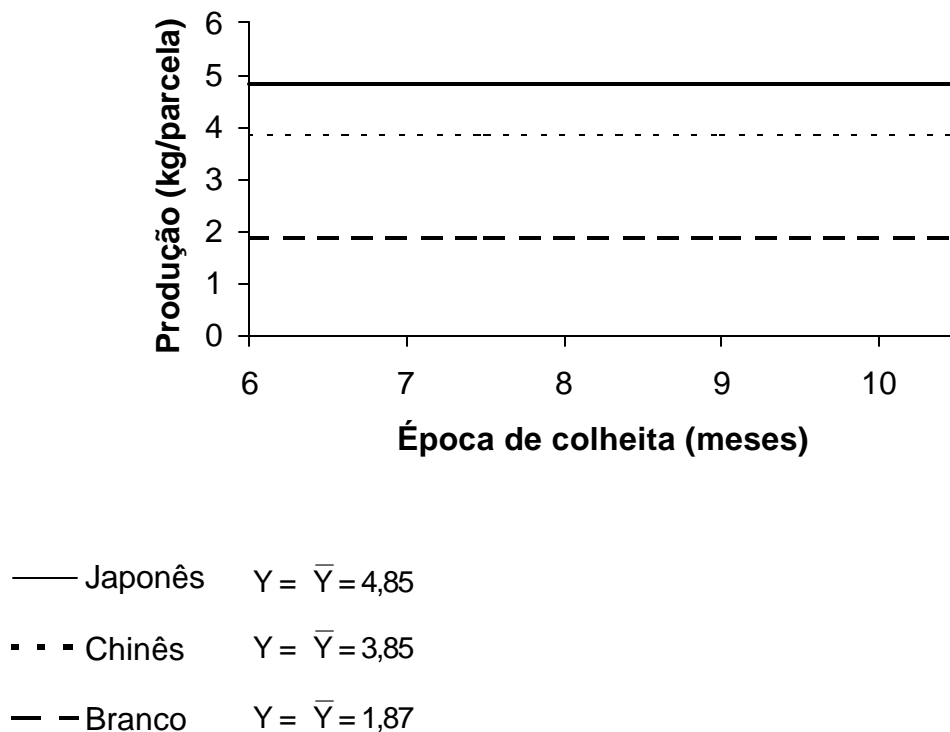


Figura 7 – Produção de rizomas filho das variedades Japonês, Chinês e Branco, em função da época de colheita

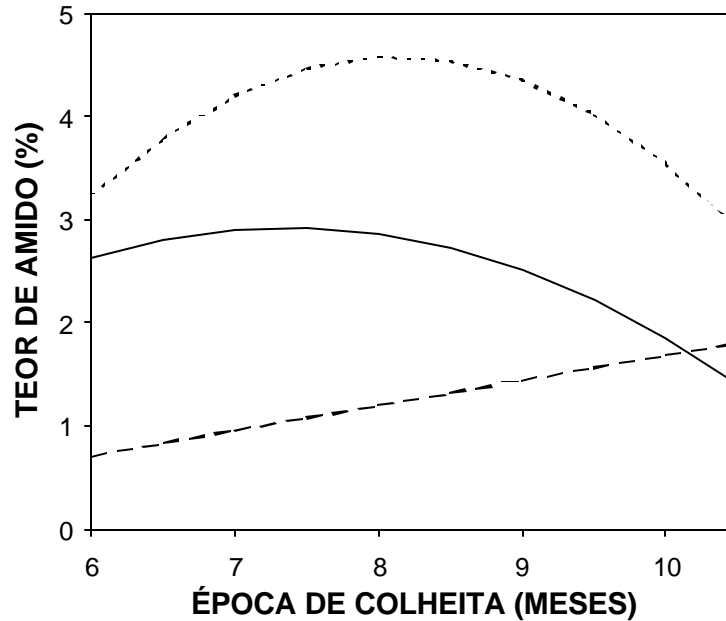
### **3.3.4. Teor de amido de rizomas mãe**

As curvas de teor de amido nos rizomas mães das variedades Japonês e Chinês apresentam aumento quadrático com o aumento dos dias até a colheita, com pontos de máxima aos 7,4 e 8,1 meses, respectivamente, (Figura 8). A variedade Branco apresentou aumento linear, até a última colheita. Na variedade Chinês observou-se os maiores teores nas épocas de colheita, porém muito abaixo do esperado.

Nas variedades Japonês e Chinês, à medida que o ciclo foi aumentando, o teor de amido aumentou até seu ponto de maturidade e depois diminuiu. Devido a última colheita ter sido realizada no mês de outubro, quando as temperaturas já estavam elevadas e ter ocorrido chuvas, houve início da brotação dos rizomas, com conseqüente hidrólise do amido.

Na variedade Branco o aumento do teor de amido foi linear devido ao ciclo da variedade ser mais longo, o que indica ponto de maturidade mais tardio, em relação as outras variedades.

O teor de amido das três variedades foi muito abaixo, comparando com os apresentados por JANE et al.(1992),sendo que as variedades e os locais são diferentes. Possivelmente, as perdas no processo de extração e o período de cura dos rizomas pode ter acarretado hidrólise do amido, diminuindo sensivelmente seu teor.



— JAPONÊS  $Y = -5,4758 + 2,2777 EP - 0,1544 EP^2$  ( $R^2 = 0,99$ )  
 ..... CHINÊS  $Y = -14,9954 + 4,8145 EP - 0,2961 EP^2$  ( $R^2 = 0,93$ )  
 .----- BRANCO  $Y = 0,2435 EP - 0,7532$  ( $R^2 = 0,85$ )

Figura 8 – Teor de amido de rizomas mãe ( % na matéria fresca) das variedades de inhame, Japonês, Chinês e Branco, em função da época de colheita. Viçosa-MG.

### 3.3.5. Teor de amido de rizomas filho

As equações de regressão ajustadas aos teores de amido de rizomas filhos das variedades Japonês e Chinês foram quadráticas, com pontos de máxima aos 8,15 e 8,7 meses, respectivamente (Figura 9). A variedade Branco teve aumento linear, até a última colheita aos 10,5 meses. Nas variedades Japonês e Chinês, à medida que o ciclo foi aumentando, o teor de amido aumentou até seu ponto de maturidade e depois diminuiu. Devido a última colheita ter sido realizada no mês de outubro, quando as temperaturas já estavam elevadas e ter ocorrido chuvas, houve início da brotação dos rizomas, com conseqüente hidrólise do amido.

Na variedade Branco o aumento no teor de amido de rizomas filho foi linear devido ao maior ciclo da variedade ser mais longo, ou seja, o ponto de maturidade é mais tardio, em relação as outras variedades.

O teor de amido foi muito abaixo do esperado, comparado aos obtidos por JANE et al.(1992). Possivelmente ocorreram perdas no processo de extração, além do longo período de cura dos rizomas, que pode ter acarretado hidrólise do amido, diminuindo seu rendimento.

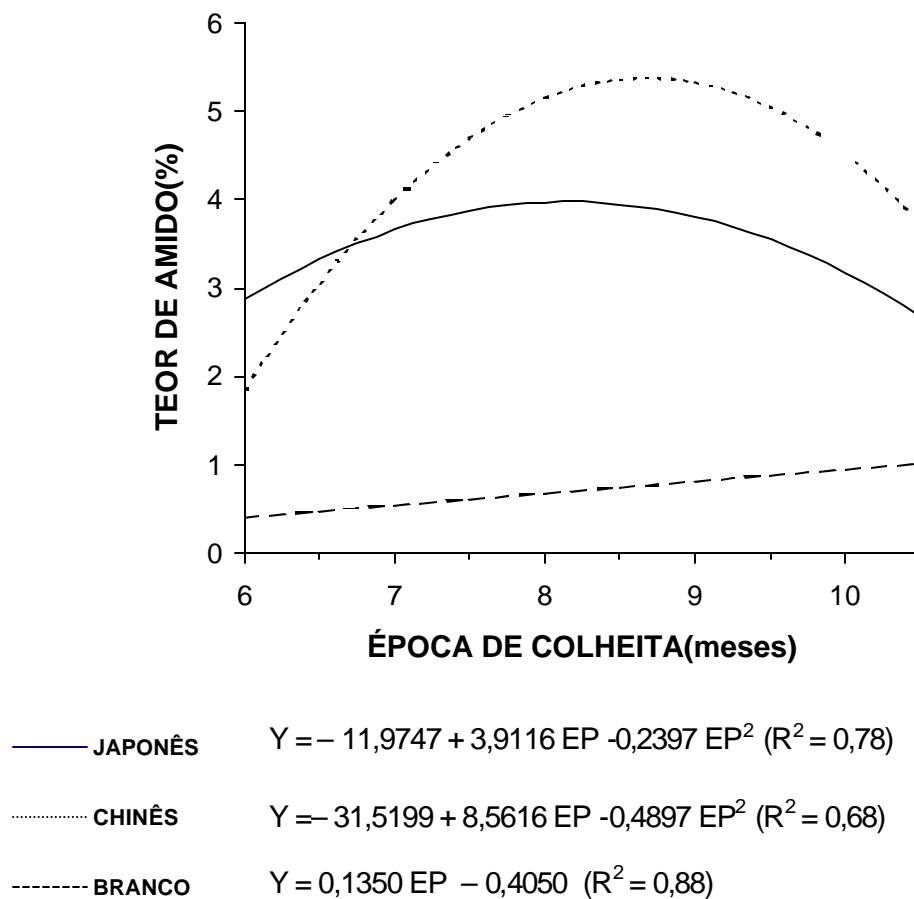


Figura 9 – Teor de amido de rizomas filho ( % na matéria fresca) das variedades de inhame, Japonês, Chinês e Branco, em função da época de colheita. Viçosa-MG.

#### 4. CONCLUSÕES GERAIS

As seguintes conclusões podem ser extraídas deste trabalho:

- Nas variedades Macaquinho e Japonês houve maior produção de Rizomas mãe;
- Na variedade Japonês houve maior produção de Rizomas filho;
- Não houve efeito de época de colheita na produção de Rizomas mãe e Rizomas filho nas variedades Japonês e Chinês
- A variedade Branco apresentou ciclo mais tardio que as demais variedades;
- O grânulo do amido de inhame é menor que nos amido de batata e semelhante ao do milho;
- A época de colheita influencia o teor de amido de inhame;
- O amido de inhame atende às exigências da indústria de mineração no processo de flotação.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- AMANTE, E.R. **Caracterização de variedades de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) e de batata doce (*Ipomoea batatas*).** Viçosa, UFV, 1986. 109p. (Tese M.S.)
- AGUILERA, J.M.; STANLEY, D.W. **Microstructural Principles of Food Processing & Engineering.** Elsevier Applied Science. London and New York, 1990.
- BERWICK, J.; BIUTISUVA, F.; RATUVUKI, L.V.; KAMILO, A.V. Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) fertilizer, variety, weed control, spacing and palatability. **Fiji Agriculture Journal**, v.34, p.51-56, 1972.
- BOOTH, R.H. Storage losses of taro corms in the British Salomon Islands Protectorate. **Ann. Appl. Biologic.**, v.73, p.349-356, 1973.
- CRUZ, R. **Isolamento, caracterização e modificação de amido de chuchu (*Sechium edule*, Swartz).** Campinas, SP, 1985. 266 p. (Tese de D.S.).
- DESPHANE, R.J.; NATARAJAN, K.A.; KITTUR, S.G.; RAO, T.R.R. Reverse flotation of silica from Kudremukh iron ore.1. Selection of cationic reagents. **Transactions of the Indian Institute of Metals.** v.50, p.391-396, 1997a.
- DESPHANE, R.J.; NATARAJAN, K.A.; KITTUR, S.G.; RAO, T.R.R. Reverse flotation of silica from Kudremukh iron ore. 2. Optimization of flotation process. **Transactions of the Indian Institute of Metals,** v.50, p.397-402, 1997b.
- GRIFFIN, G.J.L.; WANG, J.K. **Taro**, ed. J.K. Wang, University of Hawaii Press, Honolulu, 400 p.
- GOODWIN, T.W.; MERCER, E.I. **Introduction of plant biochemistry.** 2<sup>a</sup> ed., Pergamon Press Ltd, Great Britain, 1983. 677 p.
- HASHAD, M.N.; STINO, K.R.; HINNAWY, S.I. Transformation and translocation of carbohydrates in taro plants during growth. **Ann. Agric. Sci.**, v.1, p.261-268, 1956.
- HEREDIA, N.A. **Curvas de crescimento de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), considerando cinco populações em solo seco e alagado.** Viçosa, UFV, 1988. 95 p. (Tese de D.S.)
- HOSENEY, R.C.; ATWELL, W.A.; LINEBACK, D.R. Scanning electron microscopy of starch isolated from Baker Products. **Cereal Food World**, v.22, p.56, 1977.

- JANE, J.; SHEN, L.; CHEN, J.; LIU, S.; KASEMSUWAN, T.; NIP, W. K. Physical, and Chemical studies of taro starches and flours. **Cereal Chemistry**, v.69, p.528-535, 1992.
- KAMEL, B.S.; RASPER, V.F. Comparison of precision penetrometer and baker compressimeter in testing bread crumb firmness. **Cereal Foods World**, v.32, p.269-274, 1986.
- KIBUUKA, G.K.; COELHO, D.T.; TELLES, F.F.F.; MAZZARI, M.F.; FERREIRA, F.A. Isolamento, caracterização físico-química e perspectivas tecnológicas do amido de cará-de-rama (*Dioscorea bulbifera* L. Dpsofiton). **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, p.255-265, 1983.
- LEACH, H.W. Gelatinization of starch. In: WHISTLER, R.L.; PASCHALL, E.F. **Starch: chemistry and technology**. Academic Press, N.Y., vol.I, cap.XII, p.289-306, 1965.
- LINNEMAN, A.R. Preservation of the certain tropical root and tuber crops. **Abstracts on Tropical Agriculture**, v.7, p.9-20, 1981.
- LIU, Q.; LASKOWSKI, J.S.; LI, Y.; WANG, D.F. Synergistic effect of mineral surface constituents in Dextrin adsorption. **International Journal of Mineral Processing**, v.42, p.251-266, 1994.
- MacMASTERS, M.M. Microscopic techniques for determining starch granule properties. In: WHISTLER, R.L.; WOLFROM, M.L. **Methods in carbohydrates chemistry**. Academic Press, N.Y. vol.IV, p.233-241, 1964.
- MONTES-SOTOMAYOR, S.; HOUOT, R.; KONGOLO, M. Technical note - Flotation of silicated Gangue iron ores: mechanism and effect of starch. **Minerals Engineering**, v.11, p.71-76, 1998.
- MOORTHY, S.N.; PILLAI, P.K.T.; UNNIKRISSHANAN, M. Variability in starch extracted from Taro. **Carbohydrate Polymers**, v.20, p.169-173, 1993.
- NOLASCO, F. Aspectos culturais do inhame (*Colocasia esculenta* Schott). In: HEREDIA, M.C.V. de; BURBA, J.L.; CASALI, V.W.D. (Coords.). **Seminários de Olericultura** Viçosa, UFV, v.6, p.37-76, 1983a.
- NOLASCO, F. Controle de plantas daninhas na cultura do inhame (*Colocasia esculenta* Schott). In: HEREDIA, M.C.V. de; BURBA, J.L.; CASALI, V.W.D. (Coords.). **Seminários de Olericultura** Viçosa, UFV, v.6, p.139-150, 1983b.
- NOLASCO, F.; ALMEIDA, V.B. de; SOBRINHO, G.M.; MARTINS, A.F.; SOUZA, F.P. **Recomendações técnicas para a cultura do inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott ) para o estado de Mato Grosso**. 12 p, 1980. (Apostila)

- ONWUEME, I.C. **The tropical tuber crops. Yams, Cassava, Sweet Potato, and Cocoyams.** Great Britain, Pitman Press, 1978. p.199-234.
- PERES, A.E.C.; CORREA, M.I. Depression of iron ores with corn starches. **Minerals Engineering**, v.9, p.1227-1234, 1996.
- PEPLISNSKI, A.J.; PAULSEN, M.R.; BOUZAHER, A. Physical, chemical, and dry-milling properties of corn varying density and breakage susceptibility. **Cereal Chemistry**, v.69, p.397-400, 1992.
- PINTO, C.L.L.; DE ARAÚJO, A.C.; PERES, A.E.C. The effect of starch, amylose and amilopectin of the depression of oxi-minerals. **Minerals Engineering**, v.5, p. 469-478, 1992.
- PIEDRAHITA, G. Utilization of edible araceae (*Colocasia* and *Xanthosoma*) in nutrition and industry. **Esso Agriculture**, v.24, p.11-17, 1977.
- PIMENTA, D.S. **Crescimento e produção de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott ), com composto orgânico, amontoa e capina.** Viçosa. UFV.1993. 78 p. (Tese de M.S.).
- PLUCKNETT, D.L.; DE LA PEÑA, R.S. Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). **Field Crop Abstract**, v.23, p.413-426, 1970.
- PROCTOR, F.I.; GOODLIFE, I.P.; COURSEY, D.G. Post-harvest losses of vegetables and their control in the tropics. In: **Vegetable Productivity.** Ed. C.R.M. Apedding. London, Macmillan Pub. Ltda. 1981.
- PUIATTI, M.; GREENMAN, S.; FAVERO, C.; KATSUMOTO, R. Comportamento de classes de rizomas de inhame "Chinês" (*Colocasia esculenta* (L.) Schott ) durante o armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v.9, p.54, 1991.
- RAMSDEN, L.; LING, C.Y. Variability of non-starch polysaccharides in Taro. **Tropical Agriculture**, v.75, p.291-292, 1998.
- ROSENTHAL, F.T.R.; PELERINO, S.L.; CORREA, A.M.N. Studies on the starches of *Dioscorea alata* eatable and *Dioscorea cinnamomifolia*, non eatable. **Die Starke**, v.24, p.54, 1972.
- SANTOS, J.N. dos; CARVALHO, F.A. de; CASTILHO, V.H.L.; MELO, M.R. de; CORREIA, L.G. **A cultura do inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott ).** Belo Horizonte, EMATER-MG, 1983. 28 p.
- SCHOCH, T.J.; LEACH, H.W. Determination of absolute density. Liquid displacement. In: WHISTLER, R.L.; WOLFROM, M.L. **Methods in carbohydrates chemistry.** Academic Press, N.Y. vol.IV, p.101-103, 1964.

- SEGALL, S.D. **Utilização de farinhas mistas na formulação de bolos.** Viçosa, UFV, 1993. 61p. (Tese M.S.).
- SILVA, J.F. **Espaçamento, adubação e tamanho de mudas na produção de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).** Viçosa, UFV, 1970. 40p. (Tese M.S.).
- SILVA, M.C.R. **Isolamento e caracterização do amido da semente de abacate (*Persa americana* Mill).** Viçosa, UFV, 1995. 58p. (Tese M.S.).
- SILVA, W. Herdabilidade e ganho de seleção para precocidade em Taioba (*Xantoshoma* sp). **Acta Amazônica**, v.12, p.23-26, 1982.
- SOARES, J.G. **“Crescimento do inhame (*Colocasia esculenta*) em duas condições agroclimáticas, seis níveis de água e cobertura morta”.** Viçosa, UFV, 1991. 80 p. (Tese M.S.).
- SPRIGGS, M. Taro irrigation in the Pacific: a call for more research. **South Pacific Bulletin First Quarter**, v.30, p.15-18, 1980.
- STRAUSS, M.S. Anatomy and morphology of taro *Colocasia esculenta* (L.) Schott . In: WANG, J.K. **Taro: A review of *Colocasia esculenta* and it's potentials.** Honolulu, University of Hawaii Press, 1983. p.21-33.
- TAGODOE, A.; NIP, W.K. Functional-Properties of raw and precooked Taro (*Colocasia esculenta*) flours. **Int. J. Food Sci. Tech**, v.29, p.457-462, 1994.
- UWADIALE, G.G.O.O.; NWOKE, M.A.U. Reverse anionic flotation of quartz from Muro iron ore. **Minerals and Metalurgical processing**, v.12, p.173-177, 1995.
- WANG, J.K. **Taro. A review of *Colocasia esculenta* and it's potentials,** Univ. of Hawaii Press, 1983. 400 p.
- WEISSENBORN, P.K.; WARREN, L.J.; DUNN, J.G. Selective flocculation of ultrafine iron-ore.1. Mechanism of adsorption of starch onto hematite. A Physicochemical and Engineering Aspects. **Colloids and Surfaces**, v.99, p.11-27, 1995.

## **APÊNDICE**

## EXPERIMENTO I

Análise de Variância da Produção total de matéria fresca (kg/parcela) das variedades Branco, Chinês, Japonês e Macaquinho

	Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Bloco	4		45,82648*
Tratamento	3		24,34320 <sup>n.s.</sup>
Resíduo	12		13,91005

C.V. = 40,061 %

\* = significativo a 5% de probabilidade

n.s. = não significativo

Análise de Variância da Produção de matéria fresca (kg/parcela) de rizomas-mãe das variedades Branco, Chinês, Japonês e Macaquinho

	Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Bloco	4		7,728513 <sup>n.s.</sup>
Tratamento	3		15,76471*
Resíduo	12		4,123747

C.V. = 70,42%

\* = significativo a 5% de probabilidade

n.s. = não significativo

Análise de Variância da Produção de matéria fresca (kg/parcela) de rizomas-filho das variedades Branco, Chinês, Japonês e Macaquinho

	Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Bloco	4		4,420332 <sup>n.s.</sup>
Tratamento	3		11,15036*
Resíduo	12		

C.V. 28,01%

\* = significativo a 5% de probabilidade

n.s. = não significativo

Análise de Variância das Perdas das variedades Branco, Chinês, Japonês e Macaquinho

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Bloco	4	3,64945*
Tratamento	3	0,89027 <sup>n.s.</sup>
Resíduo	12	

C.V. 27,45%

\* = significativo a 5% de probabilidade

n.s. = não significativo

## EXPERIMENTO II

Análise de Variância da Produção de matéria fresca (kg/ parcela) de rizomas-mãe das variedades Japonês Chinês e Branco

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Variedade	2	
Época/Japonês	(3)	
Linear	1	0,34927 <sup>n.s.</sup>
Quadrática	1	2,47747*
Cúbica	1	0,43630 <sup>n.s.</sup>
Época/Chinês	(3)	
Linear	1	0,34927 <sup>n.s.</sup>
Quadrática	1	2,47747*
Cúbica	1	0,43630 <sup>n.s.</sup>
Época/Branco	(3)	
Linear	1	18,75198**
Quadrática	1	0,74130 <sup>n.s.</sup>
Cúbica	1	2,536119*
Resíduo	33	0,56280

C.V. 34,73%

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

\* = significativo a 5% de probabilidade

n.s. = não significativo

Análise de Variância da Produção total de matéria fresca  
(kg/parcela) das variedades Japonês Chinês e Branco

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Variedade	2	
Época/Japonês	(3)	
Linear	1	16,06528 <sup>n.s.</sup>
Quadrática	1	5,20980 <sup>n.s.</sup>
Cúbica	1	8,19120 <sup>n.s.</sup>
Época/Chinês	(3)	
Linear	1	20,9920 <sup>n.s.</sup>
Quadrática	1	2,10975 <sup>n.s.</sup>
Cúbica	1	1,51525 <sup>n.s.</sup>
Época/Branco	(3)	
Linear	1	73,0766 <sup>**</sup>
Quadrática	1	31,27605 <sup>*</sup>
Cúbica	1	10,27462 <sup>n.s.</sup>
Resíduo	33	6,49067

C.V. 24,77%

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

\* = significativo a 5% de probabilidade

n.s. = não significativo

Análise de Variância do Rendimento de amido de rizomas-mãe das variedades Japonês Chinês e Branco

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Variedade	2	
Época/Japonês	(3)	
Linear	1	3,29672**
Quadrática	1	1,9321**
Cúbica	1	0,00480 <sup>n.s.</sup>
Época/Chinês	(3)	
Linear	1	0,22898 <sup>n.s.</sup>
Quadrática	1	7,10222**
Cúbica	1	0,48984*
Época/Branco	(3)	
Linear	1	2,66815**
Quadrática	1	0,20025 <sup>n.s.</sup>
Cúbica	1	0,24976 <sup>n.s.</sup>
Bloco	3	0,09046 <sup>n.s.</sup>
Resíduo	33	0,10218

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

\* = significativo a 5% de probabilidade

n.s. = não significativo

Análise de Variância do Rendimento de amido de rizomas-filho das variedades Japonês Chinês e Branco

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Variedade	2	
Época/Japonês	(3)	
Linear	1	0,08646*
Quadrática	1	4,65480**
Cúbica	1	1,34940**
Época/Chinês	(3)	
Linear	1	7,98216**
Quadrática	1	19,42605**
Cúbica	1	12,80780 <sup>n.s.</sup>
Época/Branco	(3)	
Linear	1	0,82012*
Quadrática	1	0,12010 <sup>n.s.</sup>
Cúbica	1	0,97100 <sup>n.s.</sup>
Bloco	3	0,16607 <sup>n.s.</sup>
Res	33	0,56280

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

\* = significativo a 5% de probabilidade

n.s. = não significativo

Análise de Variância da Produção de matéria fresca (kg/parcela) de rizomas-filho das variedades Japonês Chinês e Branco

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
Variedade	2	31,81405**
Época	3	0,12683 <sup>n.s.</sup>
Linear	1	0,13517 <sup>n.s.</sup>
Quadrática	1	0,11674 <sup>n.s.</sup>
Cúbica	1	0,12858 <sup>n.s.</sup>
Bloco	3	3,72478 <sup>n.s.</sup>
Variedade x Época	6	2,01116
Resíduo	33	1,20623

C.V. 32,81 %

\*\* = significativo a 1% de probabilidade

n.s. = não significativo

