

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-MECÂNICAS DE VARIEDADES EQUATORIANAS E  
BRASILEIRAS DE ARROZ. ENSAIOS PRELIMINARES DE  
ARMAZENAMENTO DE ARROZ SEM CASCA, VARIEDADE  
IAC 1246, SOB DIFERENTES ATMOSFERAS.

JUAN BONILLA CHAVEZ  
Engenheiro Químico

Orientador:

*Prof. Dr. André Tosello*  
FTA/UNICAMP

Dissertação apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Un  
versidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em  
Ciências, em Tecnologia de Alimentos.

- 1 9 7 4 -

UNICAMP  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Dedicatória

*À minha mãe e irmãos*

*À minha noiva*

*Meus mais profundos e eternos agradecimentos  
ao Sr. Doutor Professor André Tosello pela  
sua valiosíssima colaboração na realização  
do presente trabalho.*

Meus agradecimentos são extensivos a todas as pessoas que de uma ou outra forma ajudaram a realizar este trabalho, devo salientar prin cipalmente os Professores: Leopold Hartman, José Pío Nery, Ruth dos Santos Garruti e José Luiz Vasconcelos da Rocha.

À Organização dos Estados Americanos, à Universidade Estadual de Campinas e ao Governo do Equador, minha gratidão.

## Í N D I C E

	página
0. RESUMO - ABSTRACT . . . . .	1
1. INTRODUÇÃO . . . . .	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. . . . .	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS. . . . .	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO . . . . .	27
5. CONCLUSÕES . . . . .	44
6. LITERATURA CITADA. . . . .	49

...000.000...

## 0. RESUMO

Foram estudadas, comparativamente, algumas características físico-mecânicas de quatro variedades de arroz integral. Duas Equatorianas e duas Brasileiras (*Canilla-Chileno-IAC 1246* e *Batatais*). Verificou-se que todas elas são comercialmente classificadas como arroz longo. As variedades brasileiras mostraram-se mais homogêneas e com menor proporção de casca. As quatro variedades possuem curvas de higroscopicidade praticamente idênticas para as diferentes umidades relativas do ar. Foram estudados os efeitos do armazenamento, sobre o arroz bruto e integral, durante 150 dias, na variedade *IAC-1246*, sob atmosferas diferentes: Ar ambiente, Ar rarefeito, Ar enriquecido com  $\text{CO}_2$  e Ar enriquecido com Nitrogênio. Verificou-se que os três últimos tratamentos não diferiram significativamente entre si, mas revelaram-se um pouco melhores do que o primeiro. Estes efeitos basearam-se em determinações físico-mecânicas, análises químicas, provas sensoriais e de cocção, além de observações sobre a microflora e o ataque dos insetos.

## 0. ABSTRACT

A comparative study of some physico-mechanical characteristics of four rough and brown rice varieties was carried out. Two of these varieties, Canilla and Chileno were of Equatorian origin and two others IAC 1246 and Batatais of Brazilian origin, all four being classified as "long rice". The Brazilian varieties were more homogeneous and had a lower percentage of husk. The hygroscopic curves for different relative air humidities of the four varieties were identical.

The effect of storage on brown and polished rice of the IAC 1246 variety was studied applying atmospheric conditions, partial vacuum, air enriched with carbon dioxide and air enriched with nitrogen for a period of 150 days. The three last mentioned treatments did not show great differences severally but yielded a slightly better product than the first treatment. This assessment was based on physico-mechanical determinations, chemical analyses, sensory and cooking evaluations and counts of microbial flora and insect infestation.

## 1. INTRODUÇÃO

Entre os cultivos de grãos alimentícios, os cereais são considerados os de maior rendimento, por este motivo foram e continuam sendo fonte primordial de alimentação para a população mundial. Estes constituem a principal fonte de calorias para uma grande maioria e são responsáveis por mais ou menos 2/3 do consumo total de proteínas, bem como por quantidades significativas de nutrientes.

À medida que aumenta a população mundial, a dependência do homem pelos cereais, em sua alimentação, também aumenta, devido ao alto rendimento de calorias por unidade de área cultivada. Entre os cereais básicos consumidos na América Latina temos: arroz, trigo, sorgo, centeio cevada, aveia entre outros.

Com relação ao arroz, objeto do presente trabalho, observamos os seguintes dados de consumo per capita, calorias e de proteína da população dos países Latino Americanos no Quadro 1.

QUADRO 1

### CONSUMO DE ARROZ NOS PAISES SUL AMERICANOS (\*)

Pais	g/dia	Cal/dia	Proteína-g/dia
Argentina	11,4	41	0,8
Bolívia	20,6	74	1,4
Brasil	120,9	435	8,1
Chile	21,7	78	1,5
Colombia	53,5	193	3,6
Ecuador	55,8	201	3,7
Paraguay	15,5	56	1,0
Peru	64,7	233	4,3
Uruguay	26,6	96	1,8
Venezuela	23,9	86	1,6
China (Taiwon)	371,4	1336	25,3
Islas Filipinas	238,5	876	17,5

(\*) F.A.O. Food Balance Sheets, 1960-1962



Como pode-se observar, o Brasil acusa o consumo mais alto, enquanto a Argentina acusa a menor ingestão per capita.

Com propósito de comparação, são fornecidos os dados referentes a China (Taiwan) e às Filipinas, podendo-se observar que a exceção do Brasil, o consumo de arroz nos países latino-americanos é muito mais baixo. Neste país, em particular, o arroz e o feijão constituem a refeição básica diária.

A contribuição do arroz ao consumo diário de proteínas e calorias é relativamente baixa na América Latina, sendo válido o mesmo com relação aos nutrientes. Disso se pode concluir que na maioria dos países latino-americanos o arroz não é tão importante quanto outros cereais. Entretanto, em alguns desses países (Brasil, Peru, Equador) o consumo deste cereal é relativamente alto.

O Arroz na América Latina é consumido principalmente cozido, podendo ser também combinado com frango, camarão, carnes e outros alimentos, entre os grupos populacionais de maior poder aquisitivo. O arroz com leite (arroz doce) é servido como sobremesa.

Um tipo de refeição servida em toda a América Latina, com frequência variável, é o arroz com feijão, motivo pelo qual seria recomendável que no planejamento de programas de fomento de arroz fossem baixadas normas paralelas de incentivo ao incremento de produção de leguminosas em grão.

No Equador, o arroz é o prato básico na alimentação da população da costa e das cidades da serra sem distinção de nível econômico. Durante a entressafra até a colheita, em maio, aparecem os problemas de carência. Ainda que se tenham as variedades de inverno e verão, somente as primeiras suprem as necessidades do consumo pois as de verão são cultivadas ocasionalmente. A isto se adicionam o emprego de variedades inadequadas, cultura ainda primitiva, ação de intermediários, razão pela qual seria recomendável a adoção de uma política arroseira que

fomentasse a produção com a finalidade de elevar gradualmente o baixo rendimento de 1380 k /ha, a ampliação da área de 80.000 ha, dedicada a esta cultura, pois existem grandes extensões com condições climatológicas e topográficas adequadas. Paralelamente deveria ser responsável pela criação de uma rede de silos com a finalidade de manter estoques de segurança e deste modo o controle dos preços. (\*)

Com respeito ao Brasil, existem regiões tradicionais de produção: a região Centro-Oeste onde é praticada a irrigação controlada somente em pequenas áreas, havendo absoluta predominância do cultivo de arroz por sequeiro sendo sua participação na produção nacional de 56%; a região Sul, caracterizada por seu cultivo irrigado e praticas agrícolas adequadas, responsável por 24% do total produzido no país; a região Norte que contribui apenas com 10% , devido às praticas de cultivo ainda rudimentares, apesar de ter sido nesta região que se deu o início do cultivo do arroz no Brasil. Os demais estados são responsáveis pelos restantes 10% da produção. (\*\*)

O Brasil, com uma produção de 6.600.000 ton. é o maior produtor de arroz da América Latina, apesar de seu baixo rendimento médio de 1400 kg/ha., em uma área de cultivo de 4.700.000 ha. (\*\*)

O arroz principalmente o de sequeiro, como os demais cereais, possui uma única época de colheita durante o ano na grande maioria das regiões produtoras; mesmo no Equador praticamente só deve ser considerada a colheita de inverno, pois a de verão é muito reduzida. Nestas condições, pode-se considerar que no Equador a colheita é feita no mês de maio, havendo, necessidade de ser armazenado durante o resto do ano, cerca de 11 meses.

Neste particular, o Brasil possui condições bem mais favoráveis porque as regiões estão situadas desde o Norte (Maranhão) até o Rio Grande do Sul com grandes zonas produtoras intermediárias (Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso e Paraná). Isto faz com que o período de colheita se estenda bastante, praticamente durante todo o primeiro se

---

(\*) BRESSANI, R. Seminário sobre Política Arroceira em America Latina - Oct. 1971.

(\*\*) Cont. Técnica da Del. Brasileira à 2ª R. Comitê de Arroz para as Americas - Com. Int. Arroz - FAO Dez. 1971 - Pelotas-R.G.

mestre do ano, conseqüentemente o período de armazenamento pode ser mais curto. Até o presente momento o armazenamento de arroz tem sido feito na sua grande maioria em casca, em armazéns, em sacos, isto porque já é conhecido que o arroz em casca pode ser armazenado por períodos longos sem grandes alterações, mesmo embalados em sacos. Esta tem sido a prática normal do comércio.

O descascamento é feito um pouco antes do consumo, portanto o armazenamento de arroz descascado é feito por períodos curtos e na sua maioria embalado em sacos. O inconveniente do sistema de armazenamento de arroz em casca reside principalmente no fato de ocupar um volume aproximado de 1 1/2 vezes maior e um peso 34% maior. Além disso é obrigatório que cada unidade armazenadora possua instalação para descascamento com as conseqüentes desvantagens.

O armazenamento adequado de arroz descascado possibilitaria uma economia de espaço, peso, transporte e também a utilização do manuseio a granel com todas as vantagens advindas da utilização dos sub-produtos (casca e farelo).

É sabido que a grande maioria do arroz consumido no Brasil é brunido, ao passo que no Equador é integral. Tendo em vista estes fatores, é de grande interesse para os dois países a realização de estudos sobre estas duas formas de consumo de arroz descascado-

A finalidade principal do ensaio de armazenamento é a observação do comportamento do arroz descascado (integral e brunido), sob diferentes tratamentos de meio ambiente armazenador: atmosfera normal, atmosfera rarefeita (vácuo), atmosfera rica em CO<sub>2</sub> e atmosfera rica em nitrogênio comparativamente entre si e tendo como testemunha o produto armazenado comercialmente no Brasil: arroz ensacado e guardado em armazéns comuns.

Na impossibilidade de se realizar os ensaios de armazenamento com as variedades equatorianas tomou-se a variedade brasileira mais próxima

em base às características físico-mecânicas; a variedade IAC-1246, que é comercialmente um arroz longo e objetivou-se conduzir estes ensaios durante cerca de 6 meses , por se tratar de ensaios preliminares indicativos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A umidade higroscópica dos cereais foi determinada em 1925 por COLEMAN & FELLOW (7) utilizando ambientes de umidades relativas diferentes controladas por meio de soluções de ácido sulfúrico WILSON (40). No trabalho citado de COLEMAN & FELLOWS não estão bem esclarecidos as variedades e os tratamentos dos cereais utilizados. Pode-se admitir que o arroz empregado era em casca; os resultados obtidos são os constantes do Quadro 2.

### QUADRO 2

*Umidade higroscópica de grãos de cereais e linho expostos a atmosferas de umidades relativas diferentes a 25-28°C. (COLEMAN & FELLOWS).*

Umidade Relativa %	Aveia (3 amostras) %	Arroz (3 amostras) %	Centeio (3 amostras) %	Trigo (11 amostras) %
15	6,63	7,27	7,49	7,03
30	8,76	9,92	9,58	9,24
45	10,60	12,00	11,72	10,99
60	13,40	14,28	13,94	13,51
75	16,05	16,86	17,41	17,20
90	22,65	22,15	25,92	24,82
100	31,71	30,85	36,57	34,33

(umidade calculada em base seca)

Cerca de 20 anos mais tarde KARON & ADAMS (18) realizaram inúmeros estudos sobre a higroscopicidade do arroz e de suas frações, construindo as curvas de sorpção e dessorpção entre 11 e 93% de umidade relativa do ar, a aproximadamente 25°C. A técnica utilizada foi a

formação de atmosferas de umidades relativas diferentes, baseadas em soluções de sais puros, conforme SPENCER (35). Os resultados obtidos foram os indicados no Quadro 3.

### QUADRO 3

*Porcentagem de umidade (base úmida) de várias frações de arroz. Arroz com casca artificialmente seco e naturalmente seco, em equilíbrio com atmosferas de diferentes umidades relativas (KARON & ADAMS).*

umidade relativa do ar - %	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Arroz c/ casca	4,4	6,5	7,9	9,1	10,4	11,8	13,2	14,8	17,6
" "	4,6	6,6	8,0	9,3	10,6	11,6	12,6	13,8	17,0
" "	-	7,6	9,0	10,2	11,3	12,6	13,8	15,3	18,1
Arroz brunido	5,2	7,6	9,2	10,5	12,0	13,4	14,8	16,4	18,8
" integral	4,6	7,0	8,6	10,0	11,4	12,8	14,2	15,4	18,4
Arroz farelo	5,0	6,4	8,0	9,0	10,0	11,0	12,4	14,8	18,0
" "	4,6	5,8	6,6	7,4	8,3	9,2	10,6	Moldy	-
Casca	3,7	5,4	6,8	8,1	9,5	10,8	11,8	12,9	15,3
Casca	3,7	5,4	6,8	7,9	9,1	10,1	10,8	11,6	14,0
Farelinho	5,3	7,0	8,2	9,2	10,1	11,0	12,4	14,5	18,0

Alguns trabalhos foram publicados sobre a composição química do arroz descascado, integral e brunido. LeCLERC (25) estudou a composição química e as perdas dos seus constituintes pela operação de polimento, conforme se verifica nos Quadros 4 e 5.

QUADRO 4

*Composição do Arroz Integral (média de 5 amostras)*

(LeCLERC)

Peso de 1000 gracs	Umidade	Gordura	Fibra	Cinza	Proteína	Carbohid.
20,11 g	9,26%	2,45	0,88	1,22	8,67	86,70

QUADRO 5

*Composição do Arroz Brunido (média de 5 amostras)*

(LeCLERC)

Peso de 1000 grãos	Umidade	Gordura	Fibra	Cinza	Proteína	Carbohid.
18,24 g	9,37%	0,37	0,16	0,36	8,15	90,79

WILLIAMS, KNOX & FIEGER (39) estudaram o conteúdo de vitaminas do complexo B no arroz e nos produtos obtidos com o seu beneficiamento em 6 variedades: Blue Rose, Early Prolific, Nira, Rexora, American Pearl, Fortuna. Foram determinados Tiamina, Ácido Nicotínico, Ácido Pantotênico e Pyridoxina no arroz integral. Os resultados são os indicados no Quadro 6.

QUADRO 6

*Comparação do teor de vitamina de diversas variedades de arroz integral (WILLIAMS, KNOX & FIEGER)*

conteudo vitamínico ( $\mu\text{g/g}$  de peso seco)

Variedade	Tiamina	Ácido Nicotínico	Ácido Pantotênico	Pyridoxine
Blue Rose	4,0	49,3	16,5	9,4
Early Prolific	4,2	45,5	15,9	10,3
Nira	5,2	60,4	17,3	10,2
Rexora	4,3	41,8	15,4	10,7
American Pearl	3,6	39,1	14,6	10,4
Fortuna	4,4	46,9	18,6	11,2
Média	4,3	46,2	16,4	10,3

Também VIK & VAN LANDINGAM (21) e (22) fizeram estudos sobre o teor de Riboflavina em produtos obtidos no beneficiamento comercial do arroz submetido a diversos processamentos: arroz malequizado e não malequizado em duas variedades, concluindo pela elevada perda de Riboflavina no arroz brunido. Enquanto que a média no arroz malequizado e integral variavam de 0,28 a 0,47  $\mu\text{g/g}$ , no brunido era de 0,19 a 0,25  $\mu\text{g/g}$ .

Em 1946, KIK (20) fez um excelente trabalho de síntese sobre a deterioração do arroz armazenado, afirmando sobre a inexistência de dados objetivos sobre os efeitos do armazenamento do arroz, citando os trabalhos de KONDO & OKAMURA (23), como pioneiros, os quais examinaram o arroz armazenado por longo período, até 30 anos. Concluíram que em umidades abaixo de 12%, nos armazenados hermeticamente, houve muito pouca deterioração, mesmo após 5 anos de armazenamento. Um ponto importante na deterioração do arroz armazenado é a rancidez da matéria



graxa que prejudica o sabor e o odor. Isto se verifica principalmente no arroz integral e nos subprodutos como farelo e farelinho. No arroz brunido a rancidez só se apresenta após período muito longo de armazenamento. Este fator também está ligado a ação de microrganismos. O emprego de atmosferas controladas com pouco oxigênio e gás inerte podem reduzir bastante a rancidez. A embalagem do arroz em pequenos containers com gás inerte, pode ser bastante eficiente. A perda do valor nutritivo do arroz armazenado, principalmente em Tiamina foi estudado também por CAILLEAU (5) afirmando que a perda de tiamina em arroz integral armazenado durante 6 meses varia de 0 a 30, ao passo que no arroz brunido é de 16 a 28% e depois de 24 meses passou a 50 a 67%. O arroz malequizado não perdeu quantidade apreciável até com 6 meses de armazenamento. De outro lado existem muitas informações contraditórias a respeito da intensidade destas perdas em tiamina.

BOWDEN JR. (3) cita que o arroz em casca é armazenado nos mesmos silos elevadores que são utilizados para outros cereais, em células com 2,5 m a 10,5 m de diâmetro e altura de 7,5 m a 45 m, construídas em chapa de aço concreto, e as vezes de madeira. Recomenda o emprego de termômetros para controlar a temperatura no interior das células a fim de permanecerem sempre abaixo de 115°F e a prática da transilagem-remoção do arroz de uma célula para outra.

A transformação e o desenvolvimento dos ácidos graxos, durante o armazenamento, foi verificado por HUNTER, HOUSTON & KESTER (16) que estudaram a variedade CALORO, descascado e integral, durante 22 semanas, variando níveis de umidade (3,9 a 14,1%) e níveis de temperatura (29°C, 25°C, 35°C). As conclusões destes autores foram de que há aumento de ácidos graxos livres durante o armazenamento e esse aumento é maior nas umidades e temperaturas maiores.

Os autores citados e mais FINFROCK (11), após a obtenção dos resultados de dois anos de armazenamento em células experimentais, comprovaram o aumento dos ácidos graxos livres cerca de 56% de aumento com alta umidade em células com transilagem e 24% com células de alta

umidade porém com aeração. Outras observações foram feitas por outros autores.

LOEB & MAYNE (27) observaram que a produção de ácidos graxos livres no armazenamento do arroz descascado com alta umidade, estava correlacionada com o crescimento de bactérias e fungos, indicando que o *Aspergillus chevalieri* era um dos fungos mais presentes nos grãos. Em 1903 BROWNE (4) já havia constatado a ação enzimática da Lipase na hidrólise do glicérides do óleo do farelo de arroz, afirmando que o aquecimento do farelo a 90°C inibia parcialmente a ação lipolítica. Posteriormente WEST & CRUZ (38), LOEB et al (28) e outros estudaram detalhadamente a deterioração do farelo para a produção de óleo.

O armazenamento do arroz em casca com teor elevado de umidade (18 a 20%), em recipientes sem ventilação deterioraram-se rapidamente pela ação de microrganismos. Segundo TEUNISSON (37) após 7 meses de armazenamento os lotes de arroz tiveram grande aumento de calorias de microrganismos que produziram a deterioração do arroz tornando-o azedo. Os ensaios conduzidos por esse autor abrangeram diversos lotes das variedades ZENITH e REXORO. A proliferação dos microrganismos (bactérias) foi influenciado pelo alto teor de CO<sub>2</sub> desenvolvido durante o armazenamento.

Em exaustivo estudo McNEAL (30), do *Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade de ARKANSAS*, descreve os resultados obtidos na secagem, armazenamento e aeração do arroz no *ARKANSAS AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION*. A colheita mecânica do arroz contribue para que o produto seja colhido com teor de umidade mais elevado (16 a 24%) e seu armazenamento se faz à 14%. A necessidade de aerar o arroz artificialmente e a influência desta operação no rendimento do arroz inteiro no beneficiamento, levou McNEAL a realizar uma série de ensaios correlacionando os três fatores secagem, aeração e armazenamento. De 1945 a 1955 foram conduzidos uma série de ensaios no *RICE MILLING RESEARCH LABORATORY* (Stuttgart USA) e no *RICE BRANCH EXPERIMENT STATION*. Os resultados obtidos indicam a necessidade da aeração nas células durante o armazenamento principalmente para o arroz que foi

secado artificialmente. É recomendado para armazenamentos, de mais de um ano, que o teor de umidade seja igual aos menores de 12%.

A influência do tempo de armazenamento nas propriedades culinárias do arroz foram observadas por DESIKACHAR (8) o qual constatou que o armazenamento pode melhorar certas qualidades culinárias do arroz. A perda de sólidos na cocção é maior para o arroz fresco. As soluções de amilose e amido isolados no arroz fresco possuíam mais viscosidade específica do que as correspondentes do arroz armazenado. A embebição em água também é maior no arroz fresco.

Sobre a contaminação do arroz por microrganismos, parece existir o conceito de que é uns dos cereais menos sujeitos. Todavia FLORY (12) informa que 50% do arroz colhido no Sul dos Estados Unidos é internamente afetado por fungos *Aspergillus niger*, *Aspergillus glaucus* e por espécies de *Penicillium*. Trabalhos de KURATA, OGASAWARA e FRAMPTON (24) indicam relativamente pequena contaminação no arroz beneficiado comercialmente no Sul dos Estados Unidos, cerca de 1 a 5% de grãos contaminados por fungos, e 4 a 14% com bactérias.

Sobre o efeito da umidade e temperatura no armazenamento do arroz com casca, na California, HOUSTON et al (15) trabalhando com a variedade CALORO, a 4 níveis de umidade (11,2 - 13,8 - 15,3 e 16,5%) e 2 níveis de temperatura (21°C e 32°C) observaram os efeitos depois de 7 meses de armazenamento, e constataram:

- a) as mudanças ocorrem mais rapidamente e mais intensamente à temperaturas mais altas e a umidades mais altas.
- b) as mudanças no rendimento do beneficiamento só são perceptíveis nos lotes já seriamente deteriorados.
- c) A população de microrganismos foi afetada somente nos lotes de umidade elevada -16,5%.
- d) os açúcares não redutores decresciam enquanto os redutores e os

ácidos graxos livres aumentaram. Estes cresceram especialmente com a umidade.

Os fatores mais sensíveis foram: o poder germinativo, açúcar não redutor, e acidez livre.

Durante as safras de 54/55 e 55/56, HILDRETH & SORENSON JR (33) realizaram no Texas um levantamento em 29 fazendas produtoras de arroz que aplicavam secagem e armazenavam o arroz, concluindo pela vantagem desse sistema operacional, em virtude dos benefícios econômicos advindos do preço de venda mais alto e da insignificância da perda de rendimento no beneficiamento.

O efeito do armazenamento do arroz, com casca, à baixa temperatura, foi estudado por HOUSTON, FERREL, HUNTER & KESTER (14), utilizando a variedade CALORO com 4 níveis de umidade (12, 13,4, 14,1, 15,9%) a 4 níveis de temperatura (34°C, 20°C, 1°C, -7°C e -29°C) armazenados em latas durante 3 anos. Verificaram que os fatores que mais variaram foram a população de microrganismos e o poder germinativo que decresceu com o tempo de armazenamento nos lotes de umidade mais alto. Recomendaram que para a manutenção do poder germinativo, deve-se ter a umidade máxima 13% para temperatura de 1°C.

O efeito da idade do arroz, tempo de armazenamento pós-colheita, nas propriedades de cocção foram estudados por DESIKACHAR E SUBRAHMANYAN (9) que fizeram observações sobre o entumescimento do grão, concluindo que é maior no arroz mais velho. As medições foram feitas longitudinal e transversalmente. Após 10 minutos de cocção as relações eram as seguintes: Comprimento - 1,65/1,43, largura - 1,49/1,43 entre arroz velho e novo. Verificaram também pelos cortes transversais no microscópio que a destruição das células era maior no arroz novo.

Ainda sobre o efeito do armazenamento na cocção, DESIKACHAR & SUBRAHMANYAN (9) e (10) estudaram as atividades enzimáticas nas propriedades culinárias do arroz, observando que a destruição da amilase se dá nos primeiros 5 minutos de cocção do arroz brunido e concluindo sobre o melhor comportamento do arroz armazenado.

Dos estudos realizados na *Universidade de ARKANSAS, Estação Experimental de Agricultura - FAYETTEVILLE*, relatados por McNEAL (30), o efeito da umidade, temperatura e tempo na germinação, no tipo, classificação e rendimento do arroz inteiro foram observados e nas propriedades sensoriais como odor e cor além de microrganismos visíveis. Formaram-se 6 níveis de temperatura (100°F, 90°F, 80°F, 70°F, 60°F e 50°F) e 4 níveis de umidade (baixa 15 a 17,9% - média 18 a 20,9% - média alta 21 a 23,9% e alta acima de 24%). Foram preparadas 2 latas de arroz em casca para cada tratamento. Para todas as temperaturas e de alta umidade, o armazenamento de mais de um dia foi suficiente para deteriorar o material. Para a média-alta umidade o armazenamento foi prejudicial a partir do 4º dia. Para umidade média e baixa, o armazenamento nas 3 mais baixas temperaturas prejudicaram muito pouco a germinação. Durante o período máximo de armazenamento - 100 dias, a classificação e o rendimento em grão inteiro, foram pouco afetados para as amostras de baixa e média umidade e nas 3 de temperaturas mais baixas.

Em 1963, a Cooperativa do Sul dos Estados Unidos, publicou o Boletim nº 29, que compreende um resumo dos trabalhos realizados sobre SECAGEM e ARMAZENAMENTO DO ARROZ EM CASCA, com *Estações Experimentais do TEXAS, ARKANSAS, LOUISIANA* em colaboração com o Laboratório de Pesquisas Regionais do Sul dos Estados Unidos (34). As conclusões desse trabalho, levaram as seguintes recomendações sobre Secagem e Armazenamento do arroz em casca.

- a) A colheita do arroz com teor de umidade entre 26 e 16%, é recomendado para se obter melhor benefício e germinação. O período de colheita pode ser aumentado ampliando-se o período de plantio.
- b) A temperatura de secagem no arroz não deve ser mais do que 105°F (40,5°C). A temperatura do ar quente não mais que 130°F (55°C). Para o arroz com umidade superior a 20% deve-se usar secagem parcelada, em 4 estágios.

- c) O armazenamento do arroz antes da secagem não deve exceder 12 horas. Para o arroz já seco e períodos longos de armazenamento a umidade não deve ser mais do que 12%. O arroz pode ser resfriado rapidamente.
- d) A secagem a um máximo de temperatura do ar de 110°F (43°C) com volumes de 3,6 a 8,5 pés cúbicos por minuto por bushel (aprox. 3,5 a 8 m<sup>3</sup>/t) de arroz é recomendado. Para a secagem do arroz embalado em sacos de 110 libras (49,8 k), recomenda-se ar a 110°F (43°C) e 140 pés cúbicos (3,68 m<sup>3</sup>) por saco por minuto.
- e) Para armazenamento acima de 6 meses recomenda-se umidade de 12%, como a máxima. Nas células, devem ser feitas transilagens cada 2 meses no inverno e cada 1 mes no verão. Não há diferença entre células de concreto, metal ou madeira.
- Além disso, no trabalho citado, são feitas recomendações sobre fumigações e fumigantes.

KIK (19) estudando a composição do arroz e seus sub-produtos, constatou que as proteínas do arroz são melhores do que as do milho e do trigo e que existem diferenças entre variedades.

CALDERWOOD (6) no relatório apresentado a um grupo de trabalho da Comissão Internacional do Arroz, da FAO, informa que existem muitas informações sobre o armazenamento de arroz em casca à granel, ao passo que existem muito poucas informações sobre armazenamento à granel de arroz descascado, seja integral ou brunido, acrescentando que devido a falta de proteção da casca, o arroz neste estado requer mais cuidado nas técnicas de manuseio. Constata que devido ao alto peso específico do arroz descascado a perda de carga na aeração deve ser maior, termina recomendando que sejam feitos estudos sobre o armazenamento do arroz descascado.

IAWASAKI & TANI (17), pesquisadores do Ministério de Agricultura e Florestas do Japão realizaram o armazenamento do arroz descascado

integral em atmosferas de ar, com  $\text{CO}_2$  e Nitrogênio. Os autores estudaram os efeitos das diferentes atmosferas no armazenamento do arroz integral, obtendo as seguintes informações: atmosfera de ar mostrou-se melhor do que as demais para o poder germinativo. A acidez do extrato aquoso aumentou na atmosfera de ar e diminuiu nas demais; o aumento de açúcares redutores foi maior na atmosfera de baixo teor de oxigênio. Em condições aeróbicas, em armazenamento adequado a respiração é acelerada, os ácidos orgânicos aumentam e os açúcares redutores decrescem. Pode ocorrer que a velocidade da decomposição do amido em açúcar redutor seja maior do que a decomposição do açúcar redutor.

O andamento da reação é:

Amido  $\longrightarrow$  Açúcar redutor  $\longrightarrow$  ácido orgânico  $\longrightarrow$   $\text{CO}_2$  e Água.

Sob condições anaeróbicas, a reação de decomposição do amido é algo diferente. O aumento de açúcares redutores é maior, a respiração é bem menor e a produção de ácidos orgânicos dos açúcares redutores é controlado; a reduzida respiração não controla a decomposição do amido pela atividade enzimática da amilase. Neste caso há produção de álcool, que em parte pode ser pela ação enzimática sobre os microrganismos TAYLOR (36). A perda de peso no armazenamento do arroz, segundo IAWASAKI & TANI (17), pode ocorrer devido: evaporação da água da umidade do produto; perda de gases tais como o  $\text{CO}_2$  causado pela respiração aeróbica e anaeróbica, evaporação das substâncias voláteis tais como álcool, ácidos orgânicos e outros produzidos pela respiração do grão associado a dos microrganismos.

Uma importante constatação foi feita por SCHROEDER, BOLLER & HEIN (32) a respeito da presença de aflatoxina no arroz armazenado. Estes autores verificaram que a aflatoxina desenvolve-se rapidamente no arroz com casca inoculado com toxinas do *Aspergillus parasiticus*, armazenado com alto teor de umidade (100%) e temperatura de 30°C. Os grãos que foram inoculados com *Aspergillus flavus* atingiram máxima

concentração de toxinas após 21 dias de armazenamento. O arroz submetido a operação de benefício indicou que houve redução de contaminação no arroz brunido e aumento no farelos: redução de 11,52 para 10,36% e aumento de 59 para 83%, para 21 e 42 dias de armazenamento, respectivamente. Constataram também que a alta percentagem de contaminação no arroz com casca provoca uma redução no rendimento do arroz inteiro.

Sobre a quebra do arroz na operação de benefício e sua correlação com os tratamentos anteriores, existem um certo número de trabalhos publicados, BHATTACHARYA (2); RHIND (31); HENDERSON (13). Estes trabalhos não estão correlacionados propriamente com o armazenamento do grão, todavia ao se estudar o rendimento de grãos inteiros nos ensaios de armazenamento, devem ser levados em conta as condições do arroz antes do armazenamento; tais como: colheita tardia, secagem muito rápida, grãos inteiros, e características físico mecânicas dos grãos.

Nos países tropicais, incluindo-se nestes o Brasil e o Equador, um fator importante a ser considerado no armazenamento é a infestação de insetos. Sobre este assunto existem diversas publicações e podemos salientar a de LINK, ROSSETTO & IGUE (26). Estes autores observaram a resistência de variedades convencionais brasileiras de arroz com casca, ao ataque dos principais insetos: *Sitophilus orizae*, *Sitophilus zeamais* e *Sitotroga cerealella*. Verificaram que a grande maioria das variedades de arroz cultivadas no Brasil, são resistentes ao ataque das duas primeiras pragas citadas. A infestação se dá através de grãos que possuem casca deteriorada. Uma vez infestado o prejuízo causado pelo *Sito cerealella* atingiu cerca de 21% em peso no arroz com casca. Em condições de 80% de umidade relativa e 30°C. a emergência do adulto a partir do ovo foi de 21 dias.



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. MATERIAIS

As variedades equatorianas, Canilla e Chileno, foram obtidas no Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuárias (INIAP), e foram selecionadas dentre 10 variedades enviadas por via aérea pela referida instituição, material este que chegou em perfeitas condições, porém em quantidades muito pequenas.

A razão da escolha dessas duas variedades reside no fato de que são as comerciais mais difundidas no Equador.

Selecionaram-se duas variedades brasileiras, regularmente difundidas no estado de São Paulo: variedades Batatais e IAC-1246. Estas foram adquiridas no Posto de Sementes de Campinas e eram provenientes do Campo de Multiplicação 138, lote 55, de Aguaí, SP, e possuíam as seguintes características: germinação 80% em 6 de junho de 1973, com pureza de 98%..

Da variedade IAC-1246 selecionada para ensaio de armazenamento foram adquiridos 15 sacos de 50 kg cada. Inicialmente o lote de 15 sacos, foi dividido em dois sub-lotes de 375 kg cada. Ambos foram enviados a uma usina comercial beneficiadora de arroz para obtenção de arroz integral e arroz brunido (Máquina de Beneficiar Arroz "São Luiz", Rua Paulo Bueno nº 532 -Campinas-), operação esta realizada no dia 4 de Setembro de 1973. Separados os sub-produtos do arroz beneficiado, ou seja, quirera, farelo, casca, foram obtidos 242 kg. de arroz brunido e 250 kg de arroz integral, materiais estes que foram usados para a realização dos ensaios de armazenamento.

#### 3.2. MÉTODOS

Primeiramente foram feitas determinações de algumas características físico-mecânicas das 4 variedades mencionadas: Canilla, Chileno, IAC-1246 e Batatais a saber:

### 3.2.1 Determinação do peso médio de 1000 grãos, com e sem casca.

Estas determinações foram feitas tomando-se grupos de 10 grãos cada vez e pesando-se em balança analítica (Sartorius, mod. 2472), isto significa que foram pesados 500 grãos de cada variedade, com e sem casca. Tomou-se a média aritmética, calcularam-se o desvio padrão, o coeficiente de variação e a relação peso de casca sobre peso total em porcentagem.

### 3.2.2 Umidade

Foram determinadas as umidades para as 4 variedades de arroz descascado pelo método da A.O.A. (American Official Association Chem). a fim de se reduzir os valores do peso a mesma unidade para efeitos comparativos.

### 3.2.3 Dimensões médias do grão (largura e comprimento) com e sem casca.

Estas determinações foram feitas com paquímetro (Mitutoyo, Made in Japan), medindo-se a largura e comprimento de 100 amostras grão a grão com casca e em seguida sem casca. A partir destes dados, foram calculados: a média aritmética, o desvio padrão, a faixa de variação, a relação entre o comprimento e a largura.

### 3.2.4 Classificação Comercial

Com os dados do grão sem casca para o comprimento, procedeu-se à classificação de acordo com as Normas Brasileiras (\*) e da Organização para Agricultura e Alimentação - FAO., que além do comprimento levam em conta o quociente do comprimento e largura na caracterização do grão (\*\*). Com os dados dos pesos médios do arroz com e sem casca, calculou-se a relação entre o peso da casca (diferença entre os pesos com casca e sem casca) e o peso do grão com casca, em porcentagem.

(\*) Normas de Especificações de Padronização, Classificação e Fiscalização de Arroz - Resolução Nº 61 do Conselho Nacional de Comércio Exterior - 23 de setembro de 1973.

(\*\*) citado por Bienvenido O. Juliano - Rice Chemistry and Technology D.F. Houston (Editor) vol. IV - pag. 16 (1972).

### 3.2.5 Curvas e Umidade de Equilíbrio

Foi determinada a umidade inicial das amostras pelo método já citado (A.O.A.C.) e em seguida pesaram-se em balança analítica (Sartorius), pequenas quantidades (aproximadamente 1,5 g) que foram colocadas em dessecadores contendo soluções de ácido sulfúrico, cuja tensão de vapor foi calculada para que mantivesse a umidade relativa em valores fixos. Preferiu-se este processo por apresentar vantagens sobre o uso de soluções salinas super-saturadas que também são empregadas para este fim.

As soluções foram preparadas tendo por base a tabela de WILSON (40). Semanalmente as amostras eram pesadas até se obter uma variação na quarta casa decimal, ou seja, da ordem de  $10^{-4}$  gramas. Isto se deu após 15 semanas. Estes dados foram utilizados para o cálculo das umidades de equilíbrio em base úmida, e com estes construíram-se as curvas (GRAFICO 1). A medição da temperatura foi feita utilizando-se um termômetro.

### 3.2.6 Contagem de microrganismos

Com as amostras utilizadas para a determinação das curvas de equilíbrio, procedeu-se à contagem de microrganismos com o fim de verificar seu desenvolvimento em ambientes com diferentes umidades relativas, seguindo-se o método recomendado por SHARF (xxx).

(xxx) Sharf, J. M. ed. Recommended Methods for Microbiological Examinations of Foods 2<sup>nd</sup>. ed. American Public Health Association (1966).

A segunda parte deste trabalho consistiu de experiências de armazenamento simulado da variedade brasileira selecionada, IAC-1246, na forma de arroz integral e brunido, submetida às várias condições de meio ambiente armazenador descritas anteriormente.

Na execução dos ensaios de armazenamento simulado foram utilizados recipientes cilíndricos (diâmetro = 0,40 m, altura = 0,80 m) de aproximadamente 100 litros de volume, projetados para darem ao seu conteúdo as mesmas condições que teria num silo comum. Foram utilizadas também latas de 1 litro de volume aproximadamente.

Nos recipientes grandes (100 l) foram colocados 30 kg de amostra obedecendo a sorteio, e nos pequenos (1 l) 300 g, ficando como testemunha em sacos comuns, 12,26 kg de arroz brunido e 7 kg de integral. Em ambos os casos o material colocado ocupou 40% do volume do recipiente. Foram retiradas previamente amostras para as diversas análises. Depois de numeradas tanto as latas grandes como as pequenas, foram submetidas aos seguintes tratamentos (Quadro 7).

#### QUADRO 7

*Tratamento utilizado no ensaio de Armazenamento de arroz integral e brunido - Variedade IAC-1246*

Nº das LATAS GRANDES	MATERIAL	ACONDICIONAMENTO.
1	Brunido	Ar ambiente
2	Integral	Ar ambiente
14	Brunido	Ar rarefeito com CO <sub>2</sub>
15	Integral	Ar rarefeito com CO <sub>2</sub>
17	Brunido	Ar rarefeito com N <sub>2</sub>
18	Integral	Ar rarefeito com N <sub>2</sub>
13	Integral	Ar rarefeito hermético
7	Brunido	Ar ambiente
10	Integral	Ar ambiente
20	Brunido	Ar rarefeito com CO <sub>2</sub>
11	Integral	Ar rarefeito com CO <sub>2</sub>
16	Brunido	Ar rarefeito com N <sub>2</sub>
12	Integral	Ar rarefeito com N <sub>2</sub>
3	Brunido	Ar rarefeito hermético
8	Integral	Ar rarefeito hermético
19	Brunido	Ar rarefeito hermético

Nº DAS LATAS PEQUENAS	MATERIAL	ACONDICIONAMENTO
1 - 5	Brunido	Ar ambiente *
6 - 10	Brunido	Ar ambiente
11 - 15	Brunido	Ar rarefeito hermético
16 - 20	Brunido	Ar rarefeito hermético
21 - 25	Brunido	Ar rarefeito com CO <sub>2</sub>
26 - 30	Brunido	Ar rarefeito com CO <sub>2</sub>
31 - 35	Brunido	Ar rarefeito com N <sub>2</sub> *
36 - 40	Brunido	Ar rarefeito com N <sub>2</sub>
41 - 45	Integral	Ar ambiente *
46 - 50	Integral	Ar ambiente
51 - 55	Integral	Ar rarefeito hermético *
56 - 60	Integral	Ar rarefeito hermetico
61 - 65	Integral	Ar rarefeito com CO <sub>2</sub> *
66 - 70	Integral	Ar rarefeito com CO <sub>2</sub>
71 - 75	Integral	Ar rarefeito com N <sub>2</sub> *
76 - 80	Integral	Ar rarefeito com N <sub>2</sub>

\* As latas foram guardadas submersas em reservatório de água, para outras finalidades.

As latas grandes, como se verifica no quadro indicado, compreendem em duas repetições de cada tratamento, enquanto que as latas pequenas são 10 repetições de cada tratamento. Destas a metade foi guardado em prateleira para o ensaio; a outra metade foi utilizada para outras finalidades. Antes de se fazer a introdução de CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>, o vácuo parcial era da ordem de 20 mm de mercúrio.

Inicialmente o material utilizado nas latas foi submetido as seguintes determinações e avaliações, análises químicas e contagens:

3.2.7- Fisico-mecanicas: umidade, peso de 1000 grãos, classificação por peneiras, porcentagem de grãos inteiros, peso específico real e aparente, volume específico real e aparente.

Na classificação por peneiras, colocaram-se 300 g de amostra em um conjunto de peneiras de furo redondo sobrepostas na seguinte ordem de diametro de furos: 3,2; 2,4; 2,0; 1,5 mm/mm e fundo. O conjunto de peneiras com amostra foi colocado no classificador mecânico de peneiras existente no Laboratório de Matérias Primas da F.T. A., por dois minutos a 285 rpm e 13 mm de amplitude. A seguir foram

pesadas as frações que ficaram em cada peneira.

A determinação do Peso Específico Aparente, foi feita utilizando-se uma balança hectolétrica, determinando-se o peso da quantidade de arroz contida no volume de 1 l.

Efetuuou-se a determinação do Peso Específico Real, pesando-se uma quantidade de amostra e determinando-se em seguida seu volume real por aplicação do princípio de Arquimedes.

Em base aos elementos pode-se calcular o volume intersticial pela fórmula:

$$P = \left( \frac{1}{J_a} - \frac{1}{J_r} \right)$$

P = Peso do grão

J<sub>a</sub> = Peso Específico Aparente

J<sub>r</sub> = Peso Específico Real

### 3.2.8- Sensoriais e de Cocção

Foram realizadas com o auxílio da equipe de degustação do Laboratório de Análise Sensorial da F.T.A., segundo a técnica utilizada nesse laboratório.

Os provadores observaram sabor, cor, odor, textura, coesividade e emitiram impressões gerais.

Foi efetuado o teste de expansão de volume após cocção utilizando-se de uma amostra de 8 g. Mediu-se o volume inicial e o volume após adição de 160 ml de água e cozimento por 20 minutos.

Efetuuou-se a determinação da absorção de água após cocção, procedendo-se de modo semelhante ao teste de expansão de volume, mas considerando-se os pesos inicial e final.

### 3.2.9- Analises Quimicas

A Umidade foi determinada pelo Metodo AOAC já citado; o amido pelo metodo HADORN & DIEVWAKAAR (\*) a proteina pelo MICRO-KJELDAHL modificado (\*\*); os açucares redutores e não redutores pelo metodo de MUNSON & WALKER- AOAC; materias graxas metodo AOAC utilizando-se eter de petroleo, ponto de ebulição 30/60°C; ácidos graxos livres, metodo oficial da AOCS (American Oil Chem.Soc.)- E,A SA 40- 1966; Cinzas por insineração em mufla a 550°C até completo mineração - AOAC, Acidos - AOAC;.

### 3.2.10 Contagem de Insetos

Foi feita a contagem visual de insetos adultos; não foi feita a contagem de ovos e larvas.

---

(\*) Método descrito em:

Laboratorinbuch für den Lebensmittel Chemister - 89 Auflag - W. Diemair  
Theodor Steinkopff - Dresden und Leipzig.

(\*\*) Modified Micro-Kjeldahl Method for Protein - Analytical Chemistry, vol. 23,  
nº 3, pag. 527 (1951).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. CARACTERIZAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DE 4 VARIEDADES DE ARROZ

##### 4.1.1. Peso de 1000 grãos.

Os resultados obtidos com a medição de 500 grãos de cada variedade estão colocados no Quadro 8.

QUADRO 8

*Peso de grãos de arroz em casca e sem casca de 4 variedades - gramas  
(grupos de 10 grãos)*

Nº	VARIEDADES EQUATORIANAS				VARIEDADES BRASILEIRAS			
	CANILLA		CHILENO		IAC 1246		BATATAIS	
	c/casca	s/casca	c/casca	s/casca	c/casca	s/casca	c/casca	s/casca
10	0,2658	0,2141	0,2431	0,1962	0,2861	0,2411	0,3095	0,2643
20	0,2469	0,1981	0,2701	0,2221	0,2927	0,2459	0,3163	0,2666
30	0,2262	0,1764	0,2540	0,2079	0,2865	0,2410	0,2614	0,2204
40	0,2252	0,1777	0,2680	0,2175	0,2938	0,2495	0,3266	0,2819
50	0,2297	0,1590	0,2720	0,2243	0,2904	0,2437	0,2888	0,2468
60	0,2506	0,1981	0,2668	0,2170	0,2797	0,2324	0,2938	0,2481
70	0,2472	0,1893	0,2250	0,1803	0,2724	0,2305	0,2596	0,2180
80	0,2610	0,2094	0,4150	0,2120	0,2664	0,2415	0,2942	0,2514
90	0,2368	0,1875	0,4140	0,2271	0,2779	0,2318	0,2823	0,2396
100	0,2452	0,4941	0,4250	0,2205	0,2573	0,2167	0,2742	0,2276
110	0,2329	0,1894	0,4163	0,2161	0,2855	0,2413	0,2821	0,2384
120	0,2505	0,2004	0,4157	0,2102	0,2766	0,2333	0,2959	0,2530
130	0,2198	0,1781	0,4176	0,2131	0,3030	0,2564	0,2929	0,2487
140	0,2317	0,2006	0,4319	0,2281	0,3046	0,2581	0,2936	0,2480
150	0,2421	0,1924	0,9130	0,2114	0,2842	0,2376	0,3010	0,2539
160	0,2489	0,1930	0,4365	0,2318	0,2989	0,2523	0,2766	0,2358
170	0,2600	0,2056	0,2713	0,2197	0,2819	0,2375	0,3010	0,2555
180	0,2556	0,2120	0,2582	0,2092	0,2811	0,2366	0,2728	0,2300
190	0,2416	0,1889	0,2701	0,2222	0,2853	0,2285	0,2559	0,2171
200	0,2322	0,1844	0,2527	0,2027	0,2820	0,2406	0,2858	0,2443
210	0,1955	0,1834	0,2566	0,2090	0,2740	0,2318	0,2878	0,2437
220	0,2321	0,1988	0,2602	0,2112	0,2925	0,2486	0,2826	0,2396
230	0,2523	0,2040	0,2808	0,2282	0,2862	0,2414	0,2965	0,2530
240	0,2525	0,1794	0,2239	0,2157	0,2766	0,2329	0,3036	0,2587
250	0,2290	0,1804	0,2668	0,2001	0,2720	0,2276	0,2877	0,2465



Nº	VARIEDADES EQUATORIANAS				VARIEDADES BRASILEIRAS			
	CANILLA		CHILENO		IAC 1246		BATATAIS	
	c/casca	s/casca	c/casca	s/casca	c/casca	s/casca	c/casca	s/casca
260	0,1769	0,1412	0,2660	0,2182	0,2804	0,2373	0,2718	0,2315
270	0,2595	0,2047	0,2458	0,1986	0,3057	0,2612	0,2824	0,2393
280	0,2443	0,2058	0,2498	0,2024	0,2968	0,2488	0,2797	0,2410
290	0,1967	0,1856	0,2510	0,2023	0,2892	0,2433	0,3015	0,2553
300	0,2406	0,1968	0,2695	0,2202	0,3039	0,2553	0,2958	0,2528
310	0,2723	0,2165	0,2500	0,2246	0,2740	0,2362	0,2878	0,2427
320	0,2366	0,1950	0,2631	0,1958	0,2748	0,2344	0,2919	0,2475
330	0,2414	0,1840	0,2611	0,2122	0,2879	0,2425	0,2975	0,2525
340	0,2483	0,2125	0,2666	0,2199	0,2964	0,2513	0,2905	0,2572
350	0,2610	0,2175	0,2656	0,2161	0,2796	0,2370	0,3070	0,2633
360	0,2799	0,2254	0,2409	0,2190	0,2785	0,2321	0,2808	0,2327
370	0,2637	0,2089	0,2198	0,1913	0,2690	0,2328	0,2957	0,2397
380	0,2808	0,2237	0,2571	0,2084	0,3190	0,2700	0,2773	0,2530
390	0,2540	0,2037	0,2789	0,2256	0,3045	0,2566	0,2960	0,2610
400	0,2188	0,1856	0,2643	0,2166	0,3962	0,2501	0,2849	0,2423
410	0,2354	0,1859	0,2527	0,2051	0,2776	0,2347	0,2963	0,2515
420	0,2107	0,1867	0,2532	0,2058	0,2701	0,2251	0,2885	0,2436
430	0,2444	0,1954	0,2662	0,2179	0,2619	0,2198	0,2595	0,2191
440	0,2105	0,2102	0,2670	0,2175	0,2753	0,2311	0,3157	0,2675
450	0,2714	0,1868	0,2707	0,2218	0,2680	0,2268	0,2874	0,2423
460	0,2355	0,1833	0,2634	0,2163	0,2889	0,2434	0,2838	0,2414
470	0,2156	0,1688	0,2510	0,2049	0,2872	0,2419	0,2819	0,2384
480	0,2458	0,1941	0,2639	0,2141	0,3030	0,2538	0,2940	0,2473
490	0,2278	0,1846	0,2290	0,1834	0,2863	0,2422	0,2695	0,2257
500	0,2504	0,1995	0,2606	0,2095	0,2699	0,2268	0,2741	0,2307

4.1.1.1. Variedade Canilla	c/ casca	s/ casca
Peso médio de 1000 grãos - g	24,27	19,40
Faixa de variação (99%)	31,68/16,86	25,26/13,66
Coefficiente de variação %	10,16	8,17

4.1.1.2. Variedade Chileno	c/ casca	s/ casca
Peso médio de 1000 grãos	29,02	21,25
Faixa de variação (99%)	48,61/9,43	24,55/17,95
Coefficiente de variação, %	22,50	5,18

4.1.1.3. Variedade IAC-1246	c/casca	s/casca
Peso médio de 1000 grãos - g	28,41	24,03
Faixa de variação (99%)	33,03/23,79	20,76/27,30
Coefficiente de variação %	5,40	4,55

4.1.1.4. Variedade Batatais	c/casca	s/casca
Peso médio de 1000 grãos - g	28,83	24,49
Faixa de variação (99%)	33,23/24,45	28,51/20,47
Coefficiente de variação %	5,07	5,47

Tendo-se em vista que a diferença de umidade entre as variedades é muito pequena, ver Quadro 9, não foi feita a correção dos dados para a mesma umidade ou para grão seco.

#### QUADRO 9

*Umidade do Arroz sem casca, 4 variedades -  
média de 3 determinações*

Var. Canilla	Var. Chileno	V. IAC-1246	Var. Batatais
11,9%	12,2%	12,2%	12,2%

Verifica-se pelos resultados que:

As variedades Chileno, IAC-1246 e Batatais possuem praticamente o mesmo peso médio, ao passo que a variedade Canilla possui peso médio cerca de 15% menor.

As variedades Equatorianas possuem muito grande variabilidade em peso, mais de 10% para a Camilla, e mais de 22% para Chileno, ao passo que as duas variedades brasileiras possuem variabilidade em peso em torno de 5%.

As variedades equatorianas possuem maior peso de casca em relação ao peso total do grão: 21 e 27%, ao passo que as Brasileiras possuem 15%.

#### 4.1.2. Dimensões dos Grãos

As determinações das dimensões de 1000 grãos de cada variedade, com e sem casca, estão inseridas no Quadro 10.

QUADRO 10

*Dimensões dos grãos de arroz com e sem casca, largura e comprimento, 4 variedades - milímetros*

Canilla		Chileno		IAC-1246		Batatais	
Comp.	Larg.	Compr.	Larg.	Compr.	Larg.	Compr.	Larg.
com casca (média de 100 grãos)							
8,58	2,79	8,01	3,23	9,26	2,73	9,05	2,99
sem casca (média de 100 grãos)							
6,22	2,32	5,84	2,82	6,92	2,54	6,66	2,64

Resumindo as 4 variedades possuem os seguintes resultados, calculados em base a 100 determinações de largura e comprimento feitas em cada uma das variedades.

##### 4.1.2.1. Variedade Canilla com casca

Comprimento:

Comprimento:    Largura:

Desvio Padrão médio

0,2927

0,2674

Coefficiente de variação

6,6%

9,46%

Faixa de variação (99%)

9,76/7,40

3,60/1,99

Relação Comprimento - Largura 3,07

Variedade Canilla sem casca

	Comprimento:	Largura:
Desvio Padrão médio	0,2730	0,2349
Coefficiente de variação	4,39%	10,13%
Faixa de variação (99%)	7,05-5,40	3,02-1,61

Relação Comprimento - Largura 2,60

4.1.2.2. Variedade Chileno com casca

	Comprimento:	Largura:
Desvio Padrão médio	0,4261	0,1814
Coefficiente de variação	5,32%	5,62%
Faixa de variação (99%)	9,27/6,73	3,77/2,68

Relação Comprimento - Largura 2,48

Variedade Chileno sem casca

	Comprimento:	Largura:
Desvio Padrão médio	0,3534	0,1877
Coefficiente de variação	6,05%	6,64%
Faixa de variação (99%)	7,49/4,19	3,39/2,59

Relação Comprimento - Largura 2,07

4.1.2.3. Variedade IAC-1246 com casca

	Comprimento:	Largura:
Desvio Padrão médio	0,5995	0,1539
Coefficiente de variação	3,88%	5,63%
Faixa de variação (99%)	11,06/7,45	3,19/2,27

Relação Comprimento - Largura 3,38

Variedade IAC-1246 sem casca

	Comprimento:	Largura:
Desvio Padrão médio	0,4110	0,2625
Coefficiente de variação	5,93%	10,34%
Faixa de variação (99%)	8,15/5,69	3,32/1,75

Relação Comprimento - Largura 2,73

4.1.2.4. Variedade Batatais com casca

	Comprimento	Largura:
Desvio Padrão medio	0,4852	0,1913
Coefficiente de variação	5,36%	6,40%
Faixa de variação (99%)	7,60/10,54	3,56/2,41

Relação Comprimento - Largura 3,03

Variedade Batatais sem casca

	Comprimento:	Largura:
Desvio Padrão médio	0,3132	0,6666
Coefficiente de variação	4,70%	25,25%
Faixa de variação (99%)	7,60/5,74	4,63/0,65

Relação Comprimento - Largura 2,52

Em base a estes resultados pode-se classificar comercialmente as 4 variedades e os resultados constam do Quadro 11.

Quadro 11

*Classificação comercial de 4 variedades de arroz, sem casca*

Variedade	Classificação Comercial	
	Normas Brasileiras	Normas FAO
Canilla	Longo	Longo - (medium)
Chileno	Longo	Longo - (bold)
IAC-1246	Longo	Longo - (medium)
Batatais	Longo	Longo - (medium)

4.1.3. Higroscopicidade

A determinação da curva de umidade higroscópica (ou umidade de equilíbrio) dos grãos, pode ser feita baseada nos resultados constantes do Quadro 12.

QUADRO 12

*Umidade de Equilíbrio do arroz integral de 4 variedades, a diferen*tes *umidades relativas do ar, à temperatura média de 22°C - base úmida)*

Variedade	Umidade Relativa do Ar %						
	30	40	50	60	70	80	90
Canilla	8,3	9,5	11,0	12,3	13,2	14,7	16,6
Chileno	7,6	9,8	11,3	12,6	13,6	15,1	17,1
IAC-1246	8,6	9,9	11,4	12,7	13,8	15,2	16,9
Batatais	8,6	9,9	11,3	12,8	13,9	15,2	15,7

Com estes dados pode-se contruir-se o Gráfico 1.

Verifica-se que as 4 variedades possuem curvas de higroscopicidade idênticas. Deve-se salientar que estas curvas são partes de sorpção e desorpção uma vez que a umidade inicial do arroz era 11,9% para as 4 variedades.

#### 4.1.4. Microrganismos

Somente foram feitas contagens dos fungos pelo método já citado de SHARF. Os resultados constam do Quadro 13.

QUADRO 13

*Contagem de Microrganismos (Fungos) de 4 variedades de arroz-integral, a diferentes umidades relativas do ar - temperatura 22°C.*

nº de microrganismos por grama

Umidade Relativa do ar	Canilla	Chileno	IAC-1246	Batatais
30	$3,2 \times 10^6$	$7,9 \times 10^5$	$2,1 \times 10^6$	$2,0 \times 10^7$
40	$3,9 \times 10^6$	$1,6 \times 10^8$	$3,1 \times 10^5$	$7,8 \times 10^5$
50	$1,5 \times 10^5$	$2,1 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$2,1 \times 10^6$
60	$2,9 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$	$4,9 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$
70	$5,7 \times 10^3$	$2,8 \times 10^5$	$7,0 \times 10^6$	$8,6 \times 10^5$
80	$2,1 \times 10^5$	$1,7 \times 10^5$	$5,8 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$
90	$2,9 \times 10^6$	$2,8 \times 10^6$	$6,1 \times 10^7$	$5,7 \times 10^5$

As diferenças não são significativas

#### 4.2. ENSAIOS DE ARMAZENAMENTO

Como já foi dito os ensaios de armazenamento se fizeram unicamente com a variedade IAC-1246 que foi colocada em duas séries de latas conforme já citado, Os resultados obtidos após 90 e 150 dias, são os indicados nos quadros 14 à 24.

QUADRO 14

*Pexo de 1000 grãos de arroz Variedades IAC-1246, sob diferentes tratamentos, após 150 dias de armazenamento - gramas.*

##### ARROZ BRUNIDO

Inicial	CO <sup>2</sup>	N	H	A
27,64	27,14	27,16	27,08	27,04

##### ARROZ INTEGRAL

Inicial	CO <sup>2</sup>	N	H	A
30,07	30,05	29,30	29,14	29,41

QUADRO 15

*Classificação do arroz IAC-1246 por peneiras, sob diferentes tratamentos, após 90 e 150 dias de armazenamento.*

##### ARROZ BRUNIDO

Peneiras	Inicial	c/90 dias armaz.					c/150 dias arma				
		CO <sup>2</sup>	N	H	A	T	CO <sup>2</sup>	N	H	A	T
3,2	6,9%	7,1	7,7	8,0	3,6	8,0	10,0	6,3	7,2	8,7	6,7
2,4	89,8	89,4	90,0	89,4	93,6	89,3	88,0	91,0	90,3	88,1	90,3
2,0	2,6	3,3	2,3	2,4	2,6	2,4	2,0	2,5	1,4	2,2	2,7
1,5	0,7	0,2	-	-	0,1	0,3	-	-	-	-	0,3
Fundo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CO<sub>2</sub> - Ar rafeito com CO<sub>2</sub>; N<sub>2</sub> - Ar rarefeito com N<sub>2</sub>; H - Ar rarefeito hermetico, A - Ar ambiente, T - testemunha.



Peneira	Inicial	ARROZ INTEGRAL									
		c/90 dias de armazen.					c/150 dias armazen.				
		CO <sup>2</sup>	N	H	A	T	CO <sup>2</sup>	N	H	A	T
3,2	13,0	19,8	16,4	14,8	20,8	24,8	12,0	19,0	16,7	21,3	32,0
2,4	86,7	39,8	83,2	84,5	79,0	75,0	86,7	81,0	82,6	78,3	67,7
2,0	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	1,3	-	0,6	0,4	0,3
1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fundo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

QUADRO 16

*Rendimento de grãos inteiros de arroz da variedade IAC-1246 submetidos a diversos tratamentos após 150 dias de armazenamento.*

% de Grãos	ARROZ BRUNIDO					ARROZ INTEGRAL						
	Inicial	c/150 dias armazen.				Inicial	c/150 dias armazen.					
		CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H	A	T	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H	A	T	
Inteiros	62%	67%	60%	63%	60.5%	60%	76%	75.5%	76%	77%	75%	65%
Quebrados	38%	33%	40%	37%	39.5%	40%	24%	24.5%	24%	25%	25%	35%

QUADRO 17

*Pesos específicos aparente e real do arroz, variedade IAC-1246 sob diversos tratamentos após 90 e 150 dias de armazenamento.*

	ARROZ BRUNIDO									
	Inicial	c/ 90 dias armazen.				c/150 dias armazen.				
		CO <sup>2</sup>	N	H	A	CO <sup>2</sup>	N	H	A	
Aparente	0,857	0,905	0,903	0,902	0,908	0,810	0,745	0,795	0,780	
Real	1,478	1,419	1,426	1,428	1,417	1,389	1,401	1,409	1,390	

ARROZ INTEGRAL

	inicial	Após 90 dias				Após 150 dias			
		CO <sup>2</sup>	N	H	A	CO <sup>2</sup>	N	H	A
Aparente	0,853	0,849	0,848	0,849	0,843	0,784	0,762	0,778	0,751
Real	1,428	1,357	1,348	1,350	1,358	1,389	1,351	1,344	1,351

QUADRO 18

*Volumes específicos aparente e real e volume intersticial em porcentagem sobre o aparente, do arroz brunido e integral da variedade IAC-1246 após 150 dias de armazenamento, sob diversos tratamentos.*

ARROZ BRUNIDO

	Inicial	CO <sup>2</sup>	N <sup>2</sup>	Hermético	Ambiente	Testemunha
Volume específico aparente	1.168	1.093	1.140	1.140	1.120	1.140
Volume específico real	0,677	0.704	0.699	0.699	0.706	0.698
Volume intersticial (% sobre o aparente)	41.9%	35.6%	38.6%	38.6%	36.9%	38.7%

ARROZ INTEGRAL

	Inicial	CO <sup>2</sup>	N <sup>2</sup>	Hermetico	Ambiente	Testemunha
Volume específico aparente	1.172	1.274	1.312	1.285	1.332	1.374
Volume específico real	0.696	0.734	0.739	0.742	0.739	0.739
Volume intersticial (% sobre o ambiente)	46.5%	42.4%	43.7%	42.3%	44.6%	46.3%

QUADRO 19

*Testes de Qualidade do Arroz Brunido e Integral variedade IAC-1246*

Testes	BRUNIDO	INTEGRAL
Côr	Melhor (1/1000)	-
Coesividade	-	Não houve diferença
Sabor	-	Melhor (1/1000)
Textura	-	Não houve diferença
Impressões Gerais	-	Não houve diferença

QUADRO 20

Média dos pontos obtidos na análise sensorial de cor, sabor, textura e qualidade geral, para o arroz variedade IAC-1246, sob diversos tratamentos após 150 dias de armazenamento. (\*)

Tratamentos	Cor	Sabor	Textura	Qualidade Geral
Brunido ar ambiente - A	7,95	6,10	6,87	6,50
Brunido ar rarefeito - H	8,50	6,90	6,67	7,10
Brunido com CO <sup>2</sup>	7,95	6,40	6,97	6,60
Brunido com Nitrogênio	7,28	6,70	6,43	6,70
Brunido testemunha	7,31	5,90	6,32	5,70
Integral ar ambiente - A	4,82	5,50	5,17	6,20
Integral ar rarefeito - H	4,85	5,50	5,00	5,10
Integral com CO <sup>2</sup>	4,18	5,50	4,50	5,10
Integral com Nitrogênio	4,49	5,30	4,37	4,70
Integral testemunha	4,84	4,80	5,20	4,80

Escala de pontos: 9 (excelente) 7, 8(bom), 4, 5 e 6 (regular) 2, 3 (ruim) 1 (péssimo)

QUADRO 21

*Absorção de água e expansão de volume após cocção do arroz variedade IAC-1246, com 150 dias de armazenamento.*

Absorção Água (Embebição)

	Inicial	A	H		N
Brunido	2,47	1,99	2,18	2,17	2,08
Integral	1,27	0,79	0,84	0,79	0,78

Expansão Volume (Entumescimento)

	Inicial	A	H	CO <sup>2</sup>	N
Brunido	1,63	2,80	2,95	2,95	2,85
Integral	1,20	1,50	1,50	1,37	1,23

QUADRO 22

Análise química do arroz, variedade IAC 1246, submetido a vários tratamentos e armazenados durante 150 dias

Número de lata	Tratamento	Tempo de armazen. dias	Umidade %	Acidez % ml/NaoH lm/100g	Gorduras %	Ácido graxos % livres no óleo	Amido %	Açúcares redutores	Açúcares não redutores	Proteínas %	Cinza
1	Brunido	0	13,00	0,13	0,78	14,08	89,2	0,53	0,46	9,28	1,16
	Ar rfto	90	11,68	0,12	0,72	26,80	87,9	0,22	0,49	8,45	1,13
	Ambiente	150	11,14	0,13	0,46	27,44	88,07	0,47	0,28	8,91	1,10
6	Integral	0	12,85	0,16	2,84	6,54	84,59	1,16	0,77	9,85	0,93
	Ar rfto	90	11,80	0,18	2,78	7,71	83,24	1,06	1,31	9,49	0,93
	Ambiente	150	10,20	0,19	2,73	9,83	83,05	1,56	0,87	9,42	0,92
2	Brunido	0	13,00	0,13	0,78	14,08	89,2	0,53	0,46	9,28	1,16
	Ar rfto	90	11,98	0,14	0,54	26,13	88,11	0,60	0,47	8,36	1,12
	Hermético	150	11,18	0,13	0,71	24,42	88,38	0,94	0,41	8,96	1,07
7	Integral	0	12,85	0,16	2,84	6,54	84,59	1,16	0,77	9,85	0,93
	Ar rfto	90	11,83	0,19	2,79	8,90	83,35	1,12	1,07	9,40	0,93
	Hermético	150	10,18	0,20	2,83	12,36	82,96	1,16	0,87	9,42	0,93
8	Integral	0	12,85	0,16	2,84	6,54	84,59	1,16	0,77	9,85	0,93
	Ar rfto	90	11,24	0,21	2,77	9,18	83,01	1,53	1,35	9,41	0,90
	com CO <sub>2</sub>	150	10,25	0,12	3,25	10,81	82,94	1,61	0,87	9,56	0,88
9	Integral	0	12,85	0,16	2,84	6,54	84,59	1,16	0,77	9,85	0,93
	Ar rfto	90	11,60	0,23	2,84	7,70	83,57	1,52	0,49	9,42	0,91
	com N <sub>2</sub>	150	10,63	0,21	2,78	12,66	83,24	1,62	0,82	9,60	0,89
3	Brunido	0	13,00	0,13	0,78	14,08	89,2	0,53	0,46	9,28	1,16
	Ar rfto	90	12,08	0,19	0,61	21,56	88,43	1,61	0,29	8,53	1,13
	com CO <sub>2</sub>	150	11,19	0,11	0,53	28,31	88,39	1,03	0,41	8,87	1,12
4	Brunido	0	13,00	0,13	0,78	14,08	89,2	0,53	0,46	9,28	1,16
	Ar rfto	90	11,80	0,14	0,75	25,96	88,14	0,77	0,53	8,40	1,12
	com N <sub>2</sub>	150	10,85	0,13	0,51	23,88	88,18	0,64	0,39	8,97	1,16
10	Testemunha	0	12,85	0,16	2,84	6,54	84,59	1,16	0,77	9,85	0,93
	Integral	90	11,74	0,23	2,79	9,13	83,27	1,06	0,86	9,54	1,02
	Ambiente	150	10,84	0,26	2,58	21,77	83,12	1,18	0,94	9,44	0,92
5	Testemunha	0	13,00	0,13	0,78	14,08	89,20	0,53	0,46	9,28	1,16
	Brunido	90	11,98	0,14	0,94	42,32	88,00	1,16	0,54	8,52	1,03
	Ambiente	150	10,93	0,17	0,74	49,14	88,31	0,91	0,29	8,98	1,14

(dados corrigidos para peso seco)

QUADRO 23

*Contagem de insetos do arroz, variedade IAC-1246, integral e brunido, após 150 dias de armazenamento.*

Arroz	Inicial	Após 150 dias	
		Latas grandes	Latas pequenas
Integral	Sem infestação	Infestado c/Sitophilus zeamais	Sem infestação
Brunido	Sem infestação	Infestado c/Sitophilus zeamais	Sem infestação

QUADRO 24

*Índice de peróxido em arroz integral e brunido, variedade IAC-1246, após 150 dias de armazenamento em atmosfera de ar ambiente, µg/g (\*)*

Integral	2,18
Brunido	0,88

(\*) Método citado em ROCKWOOD, B. N., RAMSBOTTON, J. M. & MEHLEN BACHER, V. C.

Ind. Eng. Chem. Anal - Ed., 19, 853 (1947).

Os resultados do Quadro 14 indicam que entre o arroz integral e o brunido a diferença de peso é de 2,73 g por 1000 grãos. Isto corresponde a cerca de 9,08% em relação ao peso do arroz integral. Após 150 dias de armazenamento não houve diferença específica entre os tratamentos. Parece haver uma tendência no sentido de redução do peso e é maior na testemunha do arroz brunido.

Verifica-se pelos dados do Quadro 15 que a peneira média calculada do arroz integral é maior do que o arroz brunido.

Arroz integral:

$$P_m = \frac{13 \times 3,2 + 87 \times 2,4}{10,0} \approx 2,50$$

Arroz brunido :

$$P_m = \frac{7 \times 3,2 + 90 \times 2,4 + 3 \times 2}{10,0} \approx 2,43$$

Após 150 dias de armazenamento, parece ter havido um pequeno aumento de volume, em todos os tratamentos tanto no arroz integral como no brunido.

O Quadro 16 indica que o arroz integral possui uma proporção maior de grãos interior do que o brunido, 76% e 62% respectivamente. Após 150 dias de armazenamento parece haver uma redução na proporção de arroz inteiro para a testemunha, enquanto que entre os tratamentos não houve diferença significativa.

Os resultados dados no Quadro 17, pesos específicos, parecem indicar uma redução nesses valores após 150 dias de armazenamento, com tendência maior, nas testemunhas e Ar Ambiente. Os dados estão coerentes com os aumentos de volume e perdas de peso, já vistos.

Apesar da preferencia da população brasileira pelo consumo do arroz, brunido, os resultados dados no Quadro 19 indicam preferencias da equipe em sabor pelo arroz integral e em cor pelo arroz brunido

Após 150 dias de armazenamento os testes sensoriais. Quadro 20- indicam que os tratamentos foram superiores as testemunhas em sabor e cor, tanto no arroz brunido como no integral, embora essas diferenças não sejam significativas estatisticamente.

Os resultados obtidos no Quadro 21, são coerentes com a literatura citada ref. (8) (9) e (10), verifica-se que o arroz integral, para o mesmo período possui menor absorção e expansão de volume do que o arroz brunido.

Com relação aos dados do Quadro 22 podemos verificar:

#### Ácidos Graxos Livres

Houve aumento em todos os tratamentos, sendo maior no arroz brunido do que no integral.

Não houve diferença entre tratamentos porem entre estes e testemunhas a diferença é grande, a favor dos tratamentos.

#### Ácidos

Não houve diferença entre tratamentos. Há uma tendencia para redução em todos os tratamentos.

#### Açúcares

Parece haver uma tendencia de redução nos açúcares não redutores e de aumento nos açúcares redutores mais acentuadas no arroz brunido, sobretudo mais na testemunha do arroz integral.

#### Proteínas

Houve uma tendencia de redução em todos os tratamentos, após 150 dias de armazenamento.



## Gorduras

Houve uma tendencia de reduçãõ em todos os tratamentos, apõs 150 dias de armazenamento.

## Cinzas

Parece nãõ haver qualquer modificaçãõ tanto no tempo como entre tratamentos.

## Acidez

Parece haver uma tendencia de aumento em todos os tratamentos com o tempo de armazenamento, aumento este maior nas testemunhas.

A infestaçãõ verificou-se somente no material armazenado em latas grandes, com Sitophilus zeamais- Motschulsky, e apõs 150 dias de armazenamento. É uma forte indicaçãõ de que as latas grandes nãõ foram suficientemente vedadas contra o entrada do ar ambiente, o que possibilitou aos ovos e larvas se desenvolverem e produzirem o inseto adulto.

Os Índices de perõxido confirmaram o fato de que o arroz integral é mais suceptível a oxidaçãõ das gorduras do que o brunido.

Como já foi citado, os ensaios de armazenamento que levaram 150 dias Iniciaram-se no começo de Outubro e terminaram em Março. As latas grandes e pequenas foram colocadas no mesmo local, Usina Piloto de Processamento da F.T.A., cujas condições de umidade e temperaturas foram registradas por meio de termohigrografo. Durante esse período de tempo os dados médios do ambiente estão indicados no Gráfico 2.

## 5. CONCLUSÕES

5.1. As variedades *Canilla*, *Chileno*, *IAC-1246* e *Batatais* classificam-se comercialmente como grãos longos.

5.2. As duas variedades Equatorianas são mais heterogeneas e possuem alta percentagem de casca em relação ao grão. As duas variedades Brasileiras são mais homogeneas e possuem baixa percentagem de casca em relação ao grão.

5.3. As quatro variedades possuem curvas de higroscopicidade do arroz integral para umidade relativa do ar compreendida entre 30 e 90% muito similares.

5.4. O desenvolvimento de microrganismos (Fungos) no arroz integral das 4 variedades não foi significativamente diferenciado em face das diferentes umidades relativas do ar.

### PARA A VARIEDADE IAC-1246

5.5. Houve tendência de redução do peso, após 150 dias de armazenamento, tanto para o arroz integral como para o brunido. A diferença de peso entre o integral e o brunido é de 9%.

5.6. Houve tendência de aumento de volume após 150 dias de armazenamento, revelado na classificação por peneiras.

5.7. Parece haver redução de grãos inteiros no arroz brunido após o armazenamento.

5.8. Houve redução dos pesos específicos tanto para o arroz integral como para o brunido após o armazenamento.

5.9. Houve preferência pelo sabor do arroz integral, pela cor do arroz brunido.

5.10. Parece haver melhoria nas qualidades sensoriais no arroz armazenado com ar rarefeito do que nos outros tratamentos tanto para o arroz brunido como para o integral.

5.11. Houve melhoria das qualidades culinárias de cocção para o ar  
roz mais velho.

5.12. A eclosão dos ovos e desenvolvimento de insetos não se verii  
ficou em atmosfera rarefeita de oxigênio.

5.13. As modificações na composição química do arroz após 150 dias  
de armazenamento parecem ser: Aumento de ácidos graxos livres, mais  
no brunido que no integral; aumento nos açúcares redutores, mais no  
brunido que no integral, aumento na acidez, mais nas testemunhas; rere  
dução no amido; redução nos açúcares não redutores; redução nas prote  
teínas.

5.14. O índice de peróxido no arroz armazenado foi maior no inte  
gral do que no brunido.

GRÁFICO 1

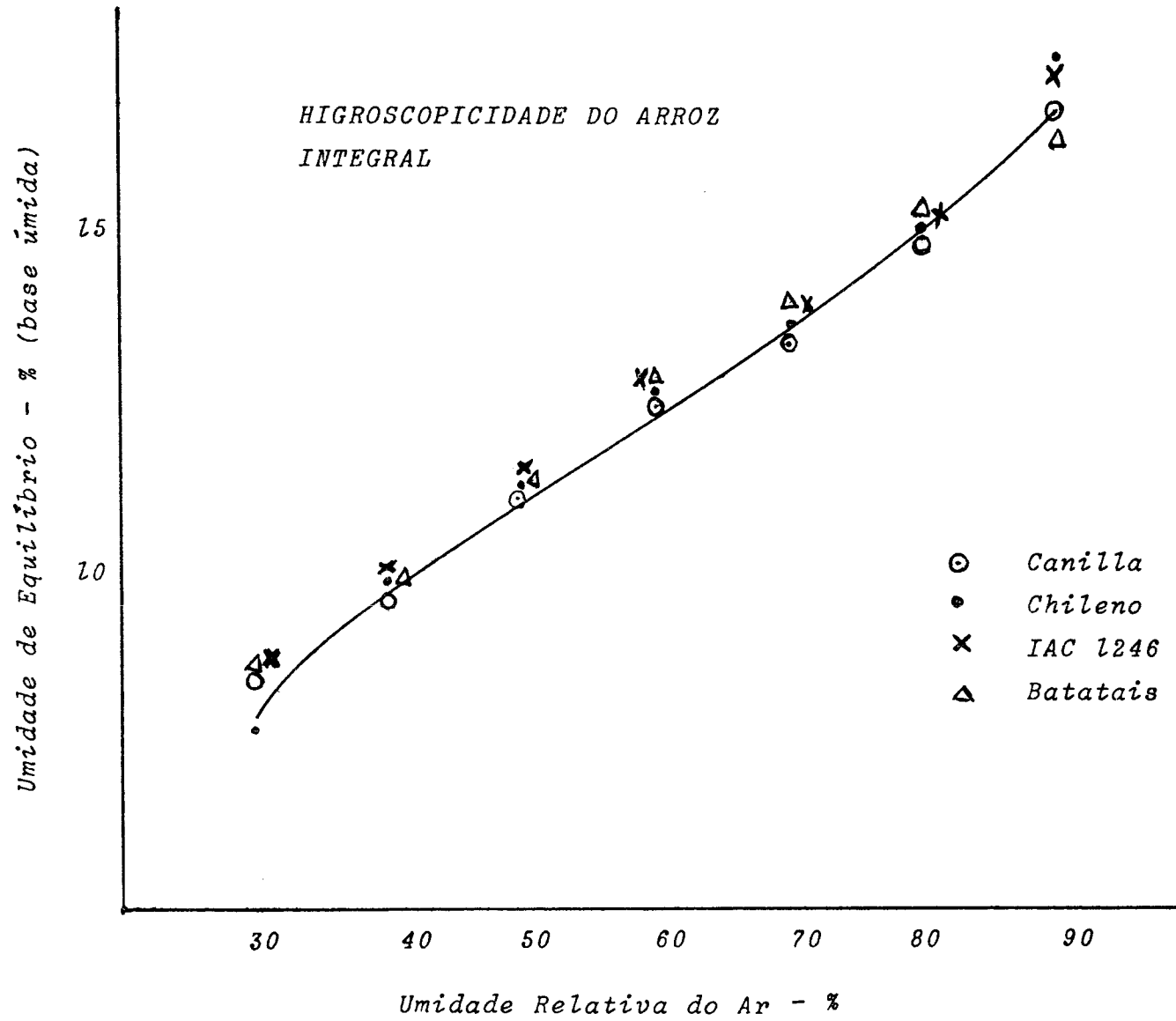


GRÁFICO 2

MÉDIAS DAS MINIMAS E MÁXIMAS SEMANAIS DO AR AMBIENTE

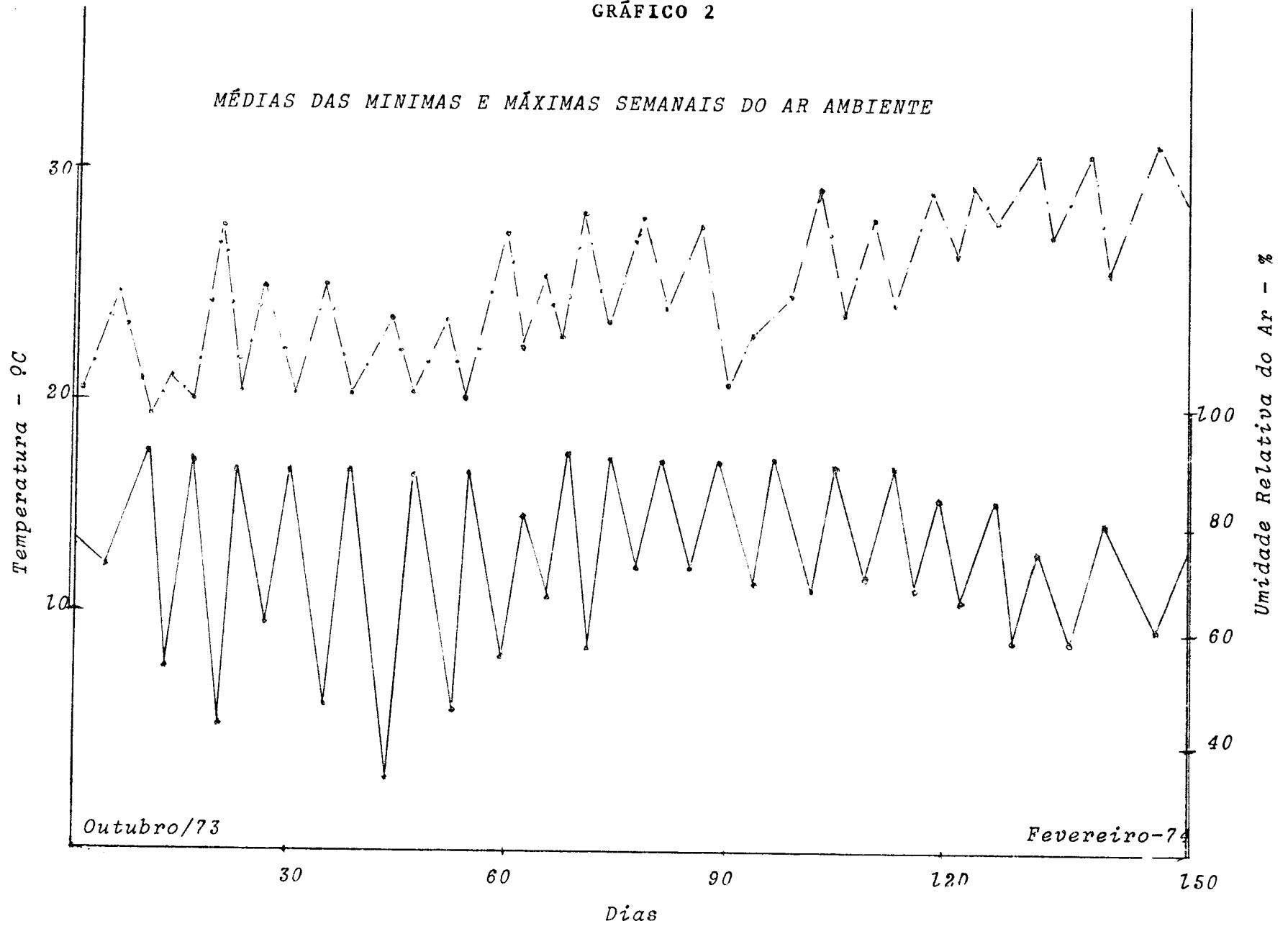




Foto 1 - Experiência de Higroscopicidade dessecadores

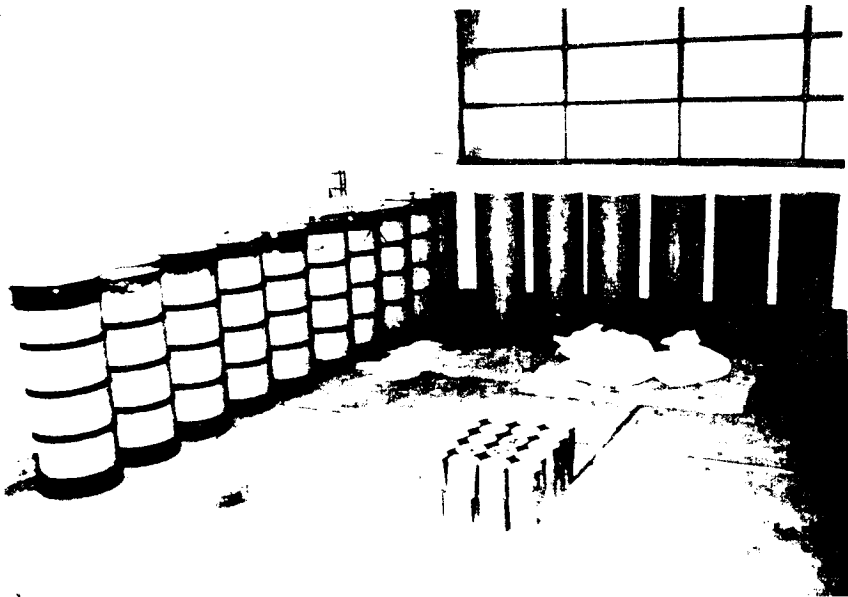


Foto 2 - Experiência de Armazenamento, Latas

## 6. LITERATURA CITADA

- (1) AUTREY, H. S., GRIGORIEFF, W. W., ALTSCHUL, A. M. & HOGAN, J.T. Effect by Milling conditions on breakage of rice grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry 3: 593-599 (1955).
- (2) BHATTACHARYA K. R. Breakage of Rice during Milling, and Effect of Parboiling Cereal Chemistry 5: 473-485 (1965).
- (3) BOWDEN JR, C. W. Temperature Control Air Important Factor in Rice Drying and Storage. The Rice Journal: October, 12-14 (1946).
- (4) BROWNE JR, C. A. A contribution to the chemistry of rice oil. Journal of American Chemistry Society 25: 948-954 (1903).
- (5) CAILLEAU, R., KIDDER, L. E. & MORGAN, F. F. The thiamine content of raw and parboiled rices. Cereal Chemistry 22: 50 (1945).
- (6) CALDERWOOD, D. L. Bulk Storage of Rice Under Climatic Conditions Prevailing in Southern U.S.A. The Rice Journal. February: 36-39 (1967).
- (7) COLEMAN, D. A. & FELLOWS, H. C. Hygroscopic moisture of cereal grains and flaxseed exposed to atmospheres of different relative humidity. Cereal Chemistry 2: 275-287 (1925).
- (8) DESIKACHAR, H. S. R. Changes leading to improved culinary properties of rice on storage. Cereal Chemistry 5: 324-328 (1956).
- (9) SUBRAHAMANYAN.. Expansion of new and old rice during cooking. Cereal Chemistry 4: 385-391 (1959).

- (10) \_\_\_\_\_ The relative effects of enzymatic and physical changes during storage on the culinary properties of rice. Cereal Chemistry 1: 1-8 (1960).
- (11) FINFROCK, D. C. Storage behavior of rice in Experimental bins, 1954-1955. The Rice Journal. August: 24-27 (1956).
- (12) FLORY, P. J. Principles of polymer chemistry. Cornell: Ithaca, N. Y. (1953).
- (13) HENDERSON, S. M. The causes and Characteristics of rice checking. The Rice Journal. May: 16-18 (1954).
- (14) HOUSTON, D. F., FERREL, R. E., HUNTER, I. R. & KESTER, E. B. Preservation of rough rice by cold storage. Cereal Chemistry 2: 103-107 (1959).
- (15) HOUSTON, D. F., STRAKA, R. P., HUNTER, I. R., ROBERTS, R. L., KESTER, E. B. Changes in rough rice of different moisture content during storage at controlled temperatures. Cereal Chemistry 6: 444-455 (1957).
- (16) HUNTER, I. R., HOUSTON, D. F. & KESTER, E. B. Development of free fatty acids during storage of brown (husked) rice. Cereal Chemistry 5: 232-238 (1951).
- (17) IWASAKI, T. & TANI, T. Effect of Oxygen Concentration on Deteriorative Mechanisms of Rice during Storage. Cereal Chemistry 3: 233-237 (1967).
- (18) KARON, M. L. & ADAMS, M. E. Hygroscopic Equilibrium of rice and rice fractions. Cereal Chemistry 1: 1-12 (1943).
- (19) KIK, M. C. The nutritive value of the proteins of rice and its by-products. III. Amino Acid content. Cereal Chemistry 3: 349-354 (1966).



- (20) KIK, M. C. Deterioration of rice in Storage. The Rice Journal, February, 20-28 (1946).
- (21) KIK, M. C. & VAN LANDINGHAM, F. B. Riboflavin in products of commercial rice milling and thiamin and riboflavin in rice varieties. Cereal Chemistry: 563-569 (1943).
- (22) \_\_\_\_\_ The influence of processing on the thiamin, riboflavin, and niacin content of rice. Cereal Chemistry: 569-572 (1943).
- (23) KONDO, M. & OKAMURA, T. Storage of rice. Ber. Ohara Instituts landwirt. Forschungen 5: 395, 407, 413 (1932); 7: 471, 483 (1937).
- (24) KURATA, H., OGASAWA, K. & FRAMPTON, V. L. Microflora of Milled rice. Cereal Chemistry 1: 47-55 (1957).
- (25) LeCLERC, J. A. The comparative composition of brown and polished rice. The Losses in material due to polishing. Cereal Chemistry 6: 600-602 (1932).
- (26) LINK, D., ROSSETTO, C. J. & IGUE, T. Resistência relativa de variedades de arroz em casca ao ataque de Sitophilus oryzae (Linné, 1763), S. zeamais (Motschulsky, 1855) e Sitotroga cerealella (Olivier, 1819) em condições de laboratório - Boletim Técnico nº 2. Departamento de Fitotecnia. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Sta Maria - R.G.S. - Setembro (1971).
- (27) LOEB, J. R. & MAYNE, R. Y. Effect of Moisture on the microflora and formation of free fatty acids in rice bran. Cereal Chemistry 3: 163-175 (1952).
- (28) LOEB, J. R., MORRIS, N. J. & DOLLEAR, F. G. Rice bran oil IV. Storage of the bran as it affects hydrolises of the oil. Journal of American Oil Chemist's. Society 26: 738-743 (1949).

- (29) McNEAL, X. Rice Aeration Drying, and Storage. Arkansas Experiment Station, Bulletin 593, 0-41, (1956).
- (30) McNEAL, X. Rice Storage. Effect of Moisture, Temperature, and Time on Grade, Germination, and Head Rice Yield. Arkansas Experiment Station. Bulletin 621. February, 0-23 (1960).
- (31) RHIND, D. The Breakage of Rice on Milling: A review. Tropical Agriculture Trinidad 39: 19-28 (1962).
- (32) SCHROEDER, H. W., BOLLER, R. A. & HEIN JR., H. Reduction in Aflatoxin Contamination of Rice by Milling Procedures. Cereal Chemistry 6: 574-580 (1968).
- (33) SORENSON JR, J. W. & HILDRETH, R. J. Profits and Losses, from On-farm Drying and Storage of Rice in Texas. The Rice Journal. February 32-40 (1958).
- (34) SOUTHERN COOPERATIVE SERIES. Recent Research on Drying and Storage of Rough Rice. Bulletin no 29, USDA. January 1-29 (1963).
- (35) SPENCER, H. M. Laboratory Methods for Maintaining Constant Humidity. International Critical Tables. Vol 1, 67-68. McGraw-Hill New York (1926).
- (36) TAYLOR, D. L. Influence of Oxygen tension on respiration, fermentation, and growth in wheat and rice. American Journal of Botany 29: 721-738 (1942).
- (37) TEUNISSON, J. D. Influence of Storage without aeration on the microbial population of rough rice. Cereal Chemistry 6: 462-473 (1954).
- (38) WEST, A. P. & CRUZ, A. O. Philippine rice-mill products with particular reference to the nutritive value and preservation of rice bran. Philippine Journal of Science 52: 1-78 (1933).

- (39) WILLIAMS, V. R., KNOX W. C., FIEGER E. A. A Study of some of the vitamine B - complex factors in rice and its milled products. Cereal Chemistry: 560-563 (1943).
- (40) WILSON, R. E. Humidity Control by means of Sulphuric acid Solution with critical compilation of vapor pressure. data. Journal of Industrial and Engineering Chemistry - Vol 13. N° 4, pag 326 (1921).