

RELAÇÃO ENTRE UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA DO
ARROZ E O RENDIMENTO TOTAL E DE GRÃOS INTEIROS,
NO BENEFICIAMENTO*

Sylvio Starling Brandão
José Domingos Galvão
Laede Maffia de Oliveira**

1. INTRODUÇÃO

Tanto o rendimento total quanto o rendimento de grãos inteiros, no beneficiamento do arroz, diferem de uma variedade para outra. Variam ainda com alguns outros fatores, cabendo destaque ao teor de umidade dos grãos, no momento da colheita.

Colhido com teor excessivo d'água, a planta conterà ainda muitas espiguetas vacias e grãos que não alcançaram desenvolvimento completo, mais leves, gessados, acarretando decréscimo na produção do arrozal e no rendimento total e de grãos inteiros, no beneficiamento. Deixado no campo, até que a umidade dos grãos sofra redução excessiva, o arroz torna-se mais sujeito à quebra nos engenhos.

A proporção de grãos inteiros obtidos no descasque e polimento é um dos fatores de maior importância na operação de classificar e de determinar o valor do produto.

* Recebido para publicação em 11-3-1970.

** Respectivamente, Prof. de Agricultura Especial e Melhoramento de Plantas da Escola de Pós-Graduação, da UFV, Prof. Adjunto de Agricultura Especial e Melhoramento de Plantas da UFV e Prof. Assistente de Estatística Experimental da UFV.

O teor de umidade dos grãos, na colheita, ao qual corresponde o maior rendimento de inteiros no beneficiamento, tem-se mostrado um tanto variável em estudos realizados, o que tem sido atribuído às condições meteorológicas preventes na região, no período de maturação.

HAVE (3), em Paramaribo, comparando teor de umidade na colheita, porcentagem de grãos trincados antes de serem submetidos à seca e porcentagem de quebra durante o beneficiamento, indicou como sendo a melhor época de corte quando os grãos continham 19-21% de umidade. KESTER *et alii* (4), na Califórnia, em estudo realizado com as variedades 'Caloro', 'Calrose' e 'Colusa', concluíram que a época ótima de colheita, para obter os rendimentos máximos no beneficiamento, situava-se no período de maturação correspondente a 25-32% de umidade nos grãos. FAULKNER e WRATTEN (2), na Louisiana, verificaram que quando ocorriam chuvas e umidade atmosférica elevada, durante a época de colheita, o rendimento mais alto de grãos inteiros era alcançado quando o arroz secava no campo até um teor bastante baixo de umidade, de 12%. Em anos em que predominavam condições atmosféricas relativamente mais secas, a maior porcentagem de inteiros era obtida com teor mais alto de umidade nos grãos, de 21,33%, em um ano, e de cerca de 22%, no ano seguinte.

No Brasil, ensaios realizados na Estação Experimental de Gravataí, Rio Grande do Sul (1), durante vários anos seguidos e abrangendo 3 variedades, mostraram que quando o arroz continha de 15 a 20% de umidade, no momento do corte, fornecia os mais altos rendimentos de grãos, porém, menor porcentagem de grãos inteiros. A maior proporção de inteiros foi obtida com 21 a 26% de umidade, com resultados totais ainda satisfatórios.

Em Minas Gerais, seja por desconhecimento da época mais apropriada e da prática de emedamento, ou seja por deficiência de instalações adequadas à eliminação rápida do excesso de umidade do grão, para armazenamento seguro, o arroz é colhido "já passado de maduro", e mesmo em estado já avançado de seca no campo, o que além de aumentar perda de grãos por desprendimento, reduz a fração de grãos inteiros no beneficiamento.

O presente trabalho teve por objetivo o estudo da época mais adequada para se efetuar a colheita do arroz em função do teor de umidade contido nos grãos, a fim de serem alcançados os rendimentos máximos no beneficiamento, de mo-

do que venha proporcionar aos agricultores maior rentabilidade em suas culturas de arroz.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de Viçosa.

Viçosa, localizada na região do Estado de Minas Gerais denominada "Zona da Mata", a uma altitude de 600-700 metros, caracteriza-se, climaticamente, por uma temperatura anual média de 19°C, mais baixa que a maioria das localidades da mesma Zona. A precipitação média anual é de 1.300 a 1.400 mm, da qual cerca de 7/8 caem na estação chuvosa, de outubro a março, a época mais quente do ano. A umidade relativa anual é de 80 a 85%. Em resumo, o clima de Viçosa é do tipo BB'w, segundo a classificação de Thornthwaite, e do tipo Cw, de acordo com a de Köppen (5).

Para a realização do estudo, três fileiras de cinco metros de comprimento, da variedade de arroz 'Pratão Precocce', de grãos longos, foram colhidas, diariamente, durante 50 dias consecutivos, a partir de 8 de abril de 1958, quando as panículas ainda continham grãos em estado leitoso.

A umidade dos grãos, na colheita, foi determinada por meio de aparelho da marca Steinlite, Modelo "R".

Os grãos de cada fileira foram submetidos, separadamente, à seca, à sombra, até alcançarem 13-14% de umidade. Após a seca, para se obter a quantidade de sementes suficiente ao estudo, os grãos das fileiras, cuja umidade na colheita diferia em menos de 1%, foram reunidos. Obtiveram-se, deste modo, lotes de sementes representativos de sete diferentes teores de umidade na colheita, variando de 30,63% a 15,21%, a intervalos de 2-3% de umidade.

De cada lote de sementes, com o auxílio do homogeneizador "Precision Divider", foram tiradas três amostras de 500 gramas. Em seguida, cada amostra foi submetida ao descascamento no implemento "McGill Sample Sheller", regulado para completar a operação em um minuto.

Para a determinação de rendimento total no beneficiamento, os grãos descascados, de cada amostra, foram submetidos à brunição no aparelho "McGill Miller Nº 3", a uma pressão correspondente ao peso de uma libra no braço da capa do cilindro-brunidor, durante 30 segundos, controlados automaticamente.

De cada amostra beneficiada, foram retiradas, com o auxílio do "Precision Divider", 100 gramas de grãos, e nelas determinada a proporção de grãos inteiros (fragmentos maiores de $3/4$ de grãos), por meio de um "trieur" de laboratório, operado a 20 revoluções por minuto, acrescido de correção manual da operação realizada pelo implemento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância apropriada, e a significância das diferenças entre as médias foi determinada pelo método de Tukey. Foram ainda calculadas equações de regressão (6) entre os teores de umidade na colheita e os rendimentos esperados - total e de inteiros - no beneficiamento. Esses resultados são apresentados na forma de gráficos.

Procurou-se também avaliar o efeito da umidade na colheita sobre a proporção de quirera (fragmentos menores de $1/4$ de grãos), no beneficiamento. Para isso, usaram-se amostras de 100 gramas, tiradas do conjunto do restante de grãos brunidos, correspondentes a cada teor de umidade. Para a separação da quirera empregou-se peneira apropriada, além de correção manual da operação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3. 1. Rendimento Total no Beneficiamento

A análise de variância dos dados obtidos revelou diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos.

No quadro 1, encontram-se as porcentagens médias dos rendimentos totais obtidos com os diferentes teores de umidade dos grãos, na colheita, aparecendo no quadro 2 o resumo da análise de variância da regressão correspondente a estes dados.

Comparando-se as médias pelo teste de Tukey (quadro 1), verifica-se que as médias referentes aos teores de umidade que variaram de 15,22% a 25,42% não diferiram estatisticamente ao nível de probabilidade de 1%. Entretanto, aos níveis de 28,50 e 30,63% de umidade, as médias obtidas diferiram significativamente entre si, e das demais.

A análise de variância da regressão (quadro 2) mostrou serem altamente significativos os efeitos linear e quadrático do teor de umidade dos grãos na colheita sobre o rendimento total em grãos beneficiados. Baseando-se na análise de

QUADRO 1 - Rendimento total no beneficiamento, em porcentagem, obtido nos diferentes teores de umidade*

Teores de Umidade - %	30,63	28,50	25,42	22,92	20,49	18,34	15,22
Rendimento Total - %	70,40	72,66	74,12	74,30	74,60	74,40	74,60
	c	b	a	a	a	a	a

* Médias que apresentam a mesma letra não diferem significativamente, ao nível de $P \leq 1\%$.

QUADRO 2 - Análise de variância da regressão dos dados de rendimento total, em porcentagem

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão L.	1	9,83	9,83	54,61**
Regressão Q.	1	3,95	3,95	21,94**
Desvios da Reg.	4	0,74	0,18	
Total	6	14,52		

** Significativo ao nível de $P \leq 1\%$

Coefficiente de determinação: $R^2 = 94,90\%$

Coefficiente de Variação = 0,50%

variância e no valor do coeficiente de determinação - $R^2 = 94,90$ - admitiu-se, no caso presente, que uma equação do segundo grau possa explicar o efeito do teor de umidade, no momento do corte, sobre o rendimento total, no beneficiamento.

As relações entre o teor de umidade dos grãos na colheita e o rendimento total, no beneficiamento, encontram-se graficamente representadas na Figura 1. Observando-se o gráfico, verifica-se que o rendimento total depende da umidade dos grãos, na colheita, e que umidade acima de 25%, traz redução crescente no referido rendimento.

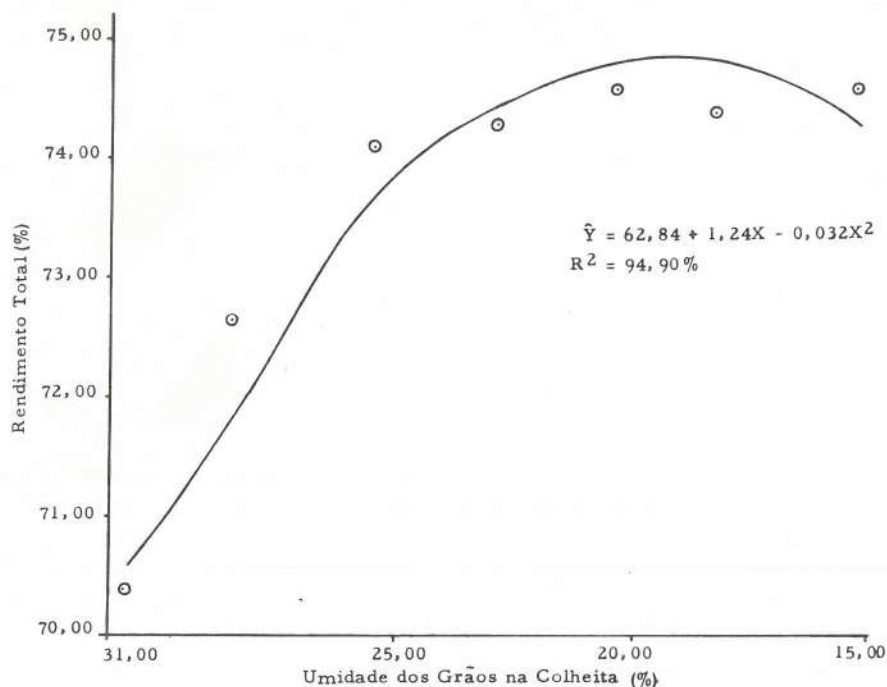


FIG. 1 - Relação entre teor de umidade dos grãos na colheita e rendimento total de grãos beneficiados.

De acordo com as estimativas realizadas, o maior rendimento total no beneficiamento - 74,85% - correspondeu a 19,32% de umidade dos grãos, no momento do corte.

3. 2. Rendimento de Grãos Inteiros no Beneficiamento

A análise de variância dos dados obtidos revelou diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos.

No quadro 3 encontram-se os rendimentos médios de grãos inteiros no beneficiamento, em porcentagem, correspondentes aos diferentes teores de umidade na colheita, aparecendo, no quadro 4, o resumo da análise de variância da regressão, correspondente a estes dados.

A comparação das médias pelo teste de Tukey (quadro 3) mostra não existir diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre as médias referentes aos teores de umidade que variaram de 25,42% a 20,49%, as quais diferiram significativamente das demais. As médias obtidas com os teores de umidade de 18,34% e 28,50% não foram estatisticamente diferentes, mas diferiram daquelas provenientes das umidades de 15,22% e 30,63%, esta última correspondendo à porcentagem mais baixa de grãos inteiros, obtida no beneficiamento.

QUADRO 3 - Rendimento médio de grãos inteiros, em porcentagem, obtidos nos diferentes teores de umidade, na colheita*

Teores de Umidade - %	30,63	28,50	25,42	22,92	20,49	18,34	15,22
Rendimentos em grãos inteiros - %	65,03	81,30	88,90	89,80	87,83	81,67	72,30
	d	b	a	a	a	b	c

* Médias que apresentam a mesma letra não diferem significativamente ao nível de $P \leq 1\%$.

QUADRO 4 - Análise de variância da regressão dos dados de rendimento em grãos inteiros, em porcentagem

Fontes de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão L	1	16,16	16,16	4,94
Regressão Q	1	488,53	488,53	149,40 **
Desvios da Reg.	4	13,08	3,27	
Total	6	517,77		

** Significativo ao nível de $P \leq 1\%$
 Coeficiente de determinação: $R^2 = 97,5\%$
 Coeficiente de variação: 1,0%

Baseando-se na análise de variância da regressão e no valor do coeficiente de determinação - $R^2 = 97,5$ -, apresentados no quadro 4, pode-se admitir que, no caso presente, uma equação do segundo grau possa explicar o efeito do teor de umidade dos grãos sobre o rendimento de inteiros.

As relações entre o teor de umidade dos grãos na colheita e o rendimento de grãos inteiros no beneficiamento estão gráficamente representadas na Figura 2. Pela observação do gráfico verifica-se que à medida que o teor de umidade nos grãos, na colheita, vai abaixando, o rendimento de grãos inteiros, no beneficiamento, vai-se elevando, alcançando 89,80% quando a umidade na colheita está em torno de 23%. Abaixo desse ponto, o rendimento de inteiros decresce com a perda de água dos grãos, atingindo 72,30%, quando a umidade está em torno de 15%.

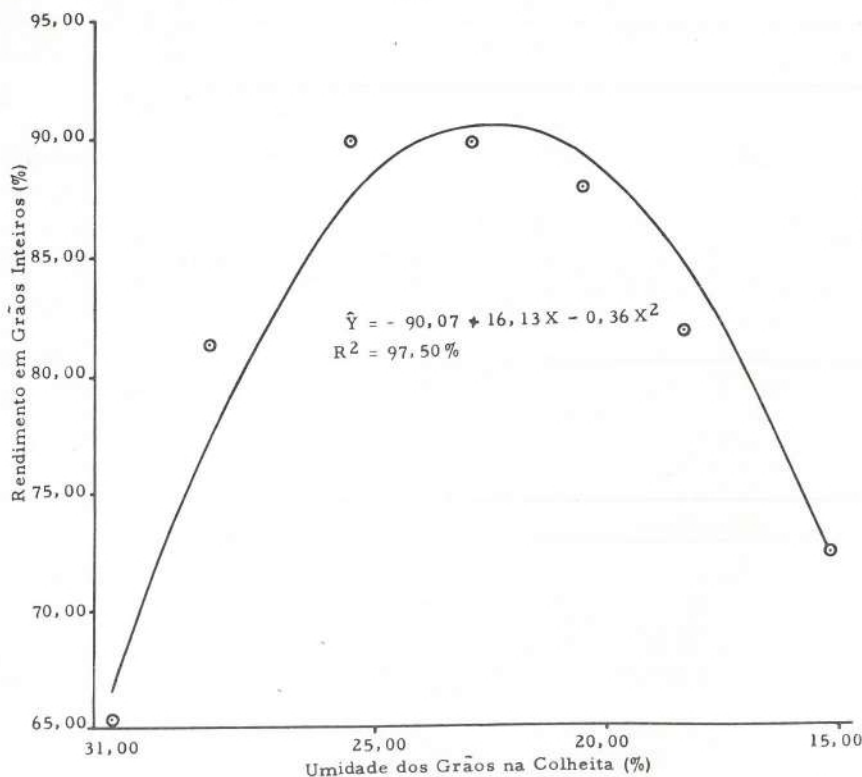


FIG. 2 - Relação entre teor de umidade dos grãos, na colheita e rendimento em grãos inteiros, no beneficiamento.

De acordo com as estimativas realizadas, o maior rendimento de inteiros no beneficiamento - 90,61% - correspondeu a 22,40% de umidade nos grãos, no momento do corte.

3. 3. Outras Determinações:

Além do estudo do rendimento total e de grãos inteiros no beneficiamento, foram feitas observações sobre a porcentagem de grãos fanados, de casca e de quirera (fragmentos de grãos inferiores a 1/4 de grãos), cujos resultados encontram-se no quadro 5.

QUADRO 5 - Porcentagem de grãos fanados, de casca e de quirera, obtida nos diferentes teores de umidade.

Teores de Umidade (%)	Grãos fanados %	Casca %	Quirera %
30,63	5,05	21,84	9,44
28,50	2,43	20,01	3,64
25,42	2,46	19,60	1,38
22,92	1,34	18,20	1,14
20,49	1,01	18,14	0,97
18,34	0,82	18,14	1,94
15,22	0,33	18,34	3,05

A porcentagem de grãos fanados e de casca parece não ter sido muito afetada pelos teores de umidade, na colheita, que variaram de 15,22% até 22,92%. Entretanto, ela tendeu a crescer à medida que o teor de umidade foi se elevando. Estes resultados sugerem que, numa colheita com teor de umidade elevado - acima de 23% de umidade - maior número de espiguetas vazias e grãos mal formados ocorrem, afetando negativamente a produção de grãos por unidade de área.

Com relação à fração de quirera, verifica-se que as menores porcentagens foram obtidas quando os grãos foram colhidos com um teor de umidade entre 18,34 e 25,42%, e que a porcentagem de quirera tendeu a crescer com a redução ou elevação dos teores de umidade, mais pronunciadamente com teo-

res mais elevados.

Comparando-se os resultados de rendimento de inteiros e porcentagem de quirera - quadros 3 e 5, respectivamente -, observa-se que quando a fração de grãos inteiros atinge os valores máximos, o que ocorre quando a umidade dos grãos está entre 20,49 e 25,42% na colheita, a fração de quirera tende a passar pelos valores mais baixos. A partir destes pontos de umidade, ocorre uma inversão de valores, isto é, a porcentagem de inteiros decresce e a de quirera tende a elevar-se, quando a umidade aumenta ou diminui.

Como os rendimentos de grãos inteiros não diferiram nos teores de umidade de 20,49% a 25,42%, e a eles correspondem os valores mais baixos encontrados para a quirera, esta seria a época mais favorável para a colheita, quanto a rendimento de inteiros e a rendimento total, de arroz comercial, no beneficiamento. Os dados também parecem indicar que a colheita efetuada com teores de umidade mais elevados é menos aconselhada do que a colheita com teor de umidade um pouco mais baixo, do que estes limites, pois no primeiro caso, além de onerar mais a seca, diminuiu o rendimento total no beneficiamento e tende a aumentar a porcentagem de grãos fanados, de casca e de quirera.

Esses resultados sugerem um estudo mais acurado quanto a rendimento por unidade de área, fração de quirera e mesmo qualidade comercial dos grãos.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Estudou-se o efeito do teor de umidade dos grãos, na colheita, sobre o rendimento total de grãos inteiros no beneficiamento do arroz, em Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Três fileiras de cinco metros de comprimento, da variedade 'Pratão Precoces' foram colhidas, diariamente, durante 50 dias consecutivos, a partir do estágio em que as panículas ainda apresentavam grãos em estado leitoso.

A umidade dos grãos, na colheita, foi determinada e os grãos provenientes de cada fileira foram sujeitos, separadamente, a seca, à sombra, até alcançarem 13-14% de umidade. Após a seca, os grãos das fileiras cuja umidade na colheita diferia em menos de 1% foram reunidos. Obteve-se, deste modo, lotes de sementes representativos de sete diferentes teores de umidade na colheita, variando de 30,63% a 15,22%, a intervalos de 2-3% de umidade.

Os resultados obtidos demonstraram que o rendimento total e o de grãos inteiros no beneficiamento dependem da umidade existente nos grãos por ocasião da colheita.

O rendimento total é negativamente afetado pelo aumento do teor de umidade acima de 25%. A fração de grãos inteiros é afetada por umidade baixa ou alta, na colheita, sendo que os melhores rendimentos são obtidos quando os grãos contém cerca de 20 a 25% de umidade, no momento do corte.

5. SUMMARY

The effect of the rice grain moisture content at harvest time upon the total and head rice yield in milling was studied in Viçosa, M. G., Brazil.

Samples of the variety 'Pratao Precoce' were harvested daily during fifty days, beginning when the heads had some grains in the "milk stage". Samples with less than 1% moisture difference were mixed and in this way seven final samples were obtained, varying from 30,63% to 15,21% moisture content at 2-3% moisture intervals.

After air drying in the shade to 13-14% moisture content mill quality determinations were made using appropriate laboratory equipment.

The moisture content of the rice grains at harvest time affected the total and head rice yields in milling. The total yield was negatively affected by moisture content increase above 25%. The proportion of head rice was affected by high or low moisture content at harvest, being highest when the moisture was in the range of 20-25%.

6. LITERATURA CITADA

1. BERNARDES, B. C. Melhoramento da rizicultura no Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, 1946. 429 p.
2. FAULKNER, M. D. & WRATTEN, F. T. Rice drying and processing. In: Rice Experiment Station, 57th Annual Progress Report, La. State University, 1965. p.14-39.

3. HAVE, H. ten, Effect of date harvest on the quality of some rice varieties. Surinaam. Landb. 6(6): 201-209. 1958. In: Field Crop Abstr., England 13(1):28, Abstr. 133.1960.
4. KESTER, E. B., LUKENS, H. C., FERREL, R. E., MOHAMMAD, A. & FINFROCK, D. C. Influence of maturity on properties of western rices. Cereal Chemistry, Minn. 40(4): 323-326. 1963.
5. MEMÓRIA, J.M.P. The climate of Viçosa, M.G., Brazil, in relation to its agriculture. Ames, Iowa State College, 1947. 73 p. (M.S. thesis).
6. _____ Curso de Estatística Aplicada à Pesquisa Científica. Ceará, Universidade do Ceará, 1960. 243 p.