

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DO SORGO FORRAGEIRO DURANTE O SEU CICLO REPRODUTIVO - TEOR DE PROTEÍNA ²

Sérgio Horta Mattos²
Marcos Vinícius Assunção³
João Batista Santiago Freitas²
Francisco Célio Maia Chaves⁴

RESUMO

Este trabalho foi conduzido em uma área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecoste, Ceará, Brasil, com o objetivo de avaliar o teor de proteína do sorgo forrageiro, cultivar EA-116. Os tratamentos consistiam em dois níveis de nitrogênio, presença e ausência, e oito estádios do ciclo reprodutivo da cultura: pré-antese, antese, grão 1/4 desenvolvido, grão 1/2 desenvolvido, grão leitoso, grão pastoso mole, grão pastoso duro e grão maduro. A proteína bruta nos caules, folhas e folha bandeira apresentou maiores e menores valores na pré-antese e no estádio de grão maduro, respectivamente. Por outro lado, o conteúdo máximo de proteína nas panículas e nas plantas como um todo foi detectado no estádio de grão pastoso mole. Conseqüentemente, após este estádio observou-se decréscimos no teor de proteína em todas as estruturas das plantas. Como era esperado, as plantas que receberam a adubação nitrogenada tiveram um melhor desenvolvimento e um maior rendimento de proteína/hectare.

PALAVRAS CHAVES: Adubação nitrogenada, ciclo reprodutivo do sorgo, cultivar EA-116.

SUMMARY

This work was conducted on an irrigated area of the Experimental Farm of the Curu Valley, in Pentecoste, Ceará, Brazil, with the objective to evaluate the protein content of the forage sorghum, cultivar EA-116. The

treatments consisted of two levels of nitrogen presence or absence and eight stages of sorghum reproductive cycle: pre-anthesis, anthesis, kernel 1/4 developed, kernel 1/2 developed, milk stage, soft dough, hard dough and mature kernel. The crude protein in the stems, leaves and flag leaf showed the highest and the lowest content at the pre-anthesis and mature kernel stages, respectively. On the other hand, the maximum value of the protein content in the panicles and in the plants as a total was observed at the soft dough stage. After this stage occurred a decrease in protein content. As was expected the plants that were fertilized with nitrogen had a more vigorous development and yielded more protein/hectare.

KEY WORD: Sorghum bicolor, nitrogen protein content, sorghum reproductive cycle.

INTRODUÇÃO

O sorgo, Sorghum bicolor (L.) Moench, é uma gramínea originária da África, cuja introdução no Hemisfério Ocidental deu-se durante os séculos XVII e XVIII, atingindo os Estados Unidos por volta da metade do século XIX (CARMO⁴).

Em muitas regiões onde a disponibilidade de água é reduzida ou a distribuição de chuvas é irregular, fatores estes limitantes do cultivo de outros cereais como o milho, o sorgo é o principal alimento básico. A Índia, detentora da maior área cultivada do mundo, tem no sorgo a base da dieta alimentar de sua população. O sorgo proporciona ainda grãos e forragens para os animais podendo ser utilizado também na produção de álcool e vassouras.

¹ Trabalho realizado com o apoio do CNPq

² Engos Agros do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFC, bolsistas do CNPq

³ Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFC, bolsistas do CNPq

⁴ Eng Agr Bolsista do CNPq

As pesquisas com sorgo, em nosso Estado, foram iniciadas na década de 70, pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, tanto no melhoramento genético como em tecnologia da produção. Os resultados desses esforços são hoje representados pela existência de cultivares graníferas e forrageiras adaptadas e difundidas na Região Nordeste, especialmente a EA-955 (granífera) e EA-116 (forrageira).

Várias publicações relatam o estudo na cultura em apreço com respeito à proteína e adubação nitrogenada como os de CASTRO *et alii*⁵, BLACK *et alii*², FINKER *et alii*⁷, ROSS *et alii*¹³, OLIVEIRA¹¹ e GORZ *et alii*⁸ entre outros.

Em razão dos aspectos abordados o presente trabalho objetiva determinar em que estágio de desenvolvimento da cultura tem-se maior teor de proteína, assim como, a influência da adubação nitrogenada nesta característica.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida mediante a instalação de um ensaio em área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, localizada no município de Pentecoste, Ceará, Brasil.

O delineamento estatístico adotado foi o de "Blocos ao Acaso" em arranjo fatorial 2 x 8 com 04 repetições. Assim, teve-se 16 tratamentos, sendo estes definidos de acordo com a interação entre a presença ou ausência da adubação nitrogenada e os estádios do ciclo reprodutivo do sorgo forrageiro, cultivar EA-116, os quais estão em consonância com a classificação de VANDERLIP, REEVES¹⁸ nesta cultura e a de DAIGGER *et alii*⁶ no trigo, a saber: pré-antese, antese, grão "1/4 desenvolvido", grão "1/2 desenvolvido", grão leitoso, grão pastoso mole, grão pastoso duro e grão maduro.

O experimento ocupou uma área total de 513,00 m², possuindo 64 parcelas com 4,50 m² de área (3,00m x 1,50m) cada uma. O número

de fileiras de plantas por parcela foi de 03 e tomou-se a central como útil.

Após o preparo prévio do solo e de acordo com as técnicas recomendadas por CARMO⁴, efetuou-se o plantio do sorgo em sulcos contínuos não muito profundos (5-6cm) e distanciados entre si de 0,50m. Nessa ocasião, procedeu-se também a aplicação, em sulcos paralelos aos da semente, de 1/3 do nitrogênio (20 kg/ha), sendo o restante (40 kg/ha) aplicado por cobertura aos 30 dias de semeadura usando como fonte a uréia. Quando as plantas atingiram 10cm de altura fez-se o desbaste, deixando-se 45 plantas por fileira, totalizando 135 por parcela.

A coleta de materiais para avaliação do teor de proteína foi realizada à medida que as plantas de cada tratamento atingiam o estágio do ciclo reprodutivo desejado. Para tanto, as plantas correspondentes da área útil de cada tratamento (0,25m² = 08 plantas) foram cortadas a uma altura de 15cm do solo. Em seguida, fez-se a separação em todas as plantas de suas folhas, folhas bandeiras, caules e panículas. Ato contínuo, procedeu-se a secagem de todo este material em estufa à 80°C durante 48 horas, tempo suficiente para atingirem peso constante. A seguir, fez-se a sua moagem por intermédio de moinho elétrico com peneira de 20 mesh. As amostras, assim conseguidas, eram acondicionadas em vidro âmbar tampados, sendo então analisadas no Laboratório de Nutrição do CCA da UFC, pelo método de Kejdall, conforme AOAC¹.

Com a determinação da percentagem de proteína bruta por este método fez-se os cálculos do seu rendimento, de cada parte da planta já citada, em quilogramas por hectare e finalmente pela soma das aferições nos respectivos tratamentos do rendimento total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância, relativos ao rendimento de proteína bruta dos caules, folhas, folhas bandeiras, panículas e total da planta, estão contidos na TABELA 1.

Os dados expostos na referida TABELA denotam diferenças significativas para estádios nas diferentes partes estudadas da planta, e no rendimento total. A adubação não alterou significativamente os caules, diferentemente dos demais parâmetros analisados. Observa-se ainda uma ausência de diferença estatística na interação adubação x estádio em todos os rendimentos de proteína, porém, ao aplicar-se o teste de Tukey algumas médias diferiram entre si, como mostra a TABELA 2.

TABELA 1 - Análises de variância relativas ao rendimento da proteína bruta dos caules, folhas, folhas bandeiras, panículas e total do sorgo forrageiro em diferentes estádios do seu ciclo reprodutivo, com e sem adubação nitrogenada. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1991.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	Q.M.				
		CAULES	FOLHAS	FOLHA BANDEIRA	PANÍCULAS	RENDIMENTO TOTAL
Blocos		5.294,11 ^{ns}				
Estádios						
Adubação						
Estádios x Adubação						
Resíduo						
	63	32,90	29,29	34,62	40,09	28,76

*, ** - significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
n.s. - não significativo

TABELA 2 - Rendimento médio de proteína bruta (kg/ha) dos caules, folhas, folhas bandeiras e panículas de sorgo forrageiro em função de diferentes estádios do seu ciclo reprodutivo, com e sem adubação nitrogenada. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1991.

ESTÁDIOS	CAULES			FOLHAS			FOLHAS BANDEIRAS			PANÍCULAS		
	Adubado	À adubado	Média	Adubado	À adubado	Média	Adubado	À adubado	Média	Adubado	À adubado	Média
Pré-antese	A275,21	211,87	A243,54	A308,25a	BA216,79b	A262,50				C 116,33a	B 74,02 a	D 95,18
Antese	BA205,73	166,71	BA186,22	A269,87a	CBA186,68b	BA228,27				C 142,59 a	B 33,54 a	D 98,07
Grão 1/3 desenvolvido	BA232,08	199,42	B1A215,75	BA240,34 a	A361,97 a	A251,15				C233,13 a	BA288,07 a	DC260,60
Grão 1/2 desenvolvido	BA196,06	245,62	BA220,84	CBA222,46 a	BA213,37 a	CBA217,02				CB373,66 a	BA316,37 a	CB345,02
Grão leitoso	BA135,44	182,30	BA158,87	CB137,98 a	DCB 153,80 a	DCB145,89				CB343,25 a	A415,40 a	CB379,32
Grão pastoso mole	BA182,24	142,51	BA162,38	CB146,25 a	DC123,16 a	DC134,70				A720,07 a	A490,41 b	A605,24
Grão pastoso duro	BA180,85	138,16	BA159,50	CB132,56 a	D 95,96 a	D1 14,26				A757,91 a	A421,26 b	A389,58
Grão maduro	BA149,03	110,47	B129,75	C111,42 a	DM3,68 a	D97,55				B1A604,51 a	A494,84 a	B549,67
MÉDIAS	194,58	174,63		196,14 a	166,92 b					411,43 a	319,24 b	

DIFERENÇAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (0,05)

Estádio		96,62		84,60		6,88		233,00
Estádio Dentro de Adubação	30,60		26,81		2,18		73,85	
Adubação	134,64		119,64		9,73		329,50	
Adubação Dentro de Estádio	84,54		75,77		6,16		208,70	

- Médias precedidas da mesma letra maiúscula na coluna e aquelas seguidas de mesma letra minúscula na linha de cada parâmetro, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Teor de Proteína dos Caules

As médias dos diferentes estádios (TABELA 2) mostram que para o caule o maior rendimento de proteína bruta foi na pré-antese (243,50 kg/ha) e o menor no grão maduro (129,75 kg/ha) os quais diferiram entre si. Por sua vez, embora não haja diferença significativa entre a média geral dos tratamentos adubados (194,58 kg/ha) e a dos não adubados (174,63 kg/ha), houve por parte da primeira uma superioridade de 19,95 kg/ha. Nota-se também que, independente das plantas terem recebido adubação, houve um decréscimo de proteína da pré-antese à antese, seguido de crescimento. Com este comportamento foi possível aferir-se não só a contribuição do caule neste fenômeno, como também o relativo dispên-

máximo, respectivamente, na antese (526,55 kg/ha) e pastoso mole (911,34 kg/ha), como pode ser visualizado pelo exame da TABELA 3 e FIGURA 1. O decréscimo protéico na antese deveu-se à redução dos níveis deste constituinte de reserva nos caules, folhas e folhas bandeiras, conforme discussão anterior.

A influência do nitrogênio foi patente nesta característica, vez que nas unidades

experimentais adubadas com nitrogênio o rendimento apresentou superioridade (816,30 kg/ha) em relação o controle (666,73 kg/ha), fato este também encontrado por BURLESOM *et alii*³ e MILLER *et alii*¹⁰.

Pelo confronto dos dados em exposição, na mencionada TABELA, denota-se uma tendência de redução no rendimento protéico total após a fase de grão pastoso mole (911,34 kg/ha), embora não tenha

TABELA 3 - Rendimento médio total de proteína bruta (kg/ha) de sorgo forrageiro em diferentes estádios do seu ciclo reprodutivo, com e sem adubação nitrogenada. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1991.

ESTÁDIOS	RENDIMENTO TOTAL DE PROTEÍNA BRUTA		
	ADUBADO	NÃO ADUBADO	MÉDIA
Pré-antese	724,96a	518,11a	BA621,54
Antese	635,20a	417,89a	B 526,55
Grão ¼ Desenvolvido	726,92a	770,24a	BA748,58
Grão ½ Desenvolvido	804,50a	744,99a	BA774,74
Grão Leitoso	626,84a	765,30a	BA696,07
Grão Pastoso Mole	1058,10a	764,59a	A911,34
Grão Pastoso Duro	1081,02a	659,08b	A870,05
Grão Maduro	872,89a	693,60a	BA783,25
MÉDIA	816,30a	666,73b	
Diferenças Mínimas Significativas (0,05)			
Estádio			339,34
Adubação		107,55	
Estádio Dentro de Adubação		479,90	
Adubação Dentro de Estádio		303,94	

- Médias precedidas da mesma letra maiúscula na coluna e aquelas seguidas de mesma letra minúscula na linha de cada parâmetro, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

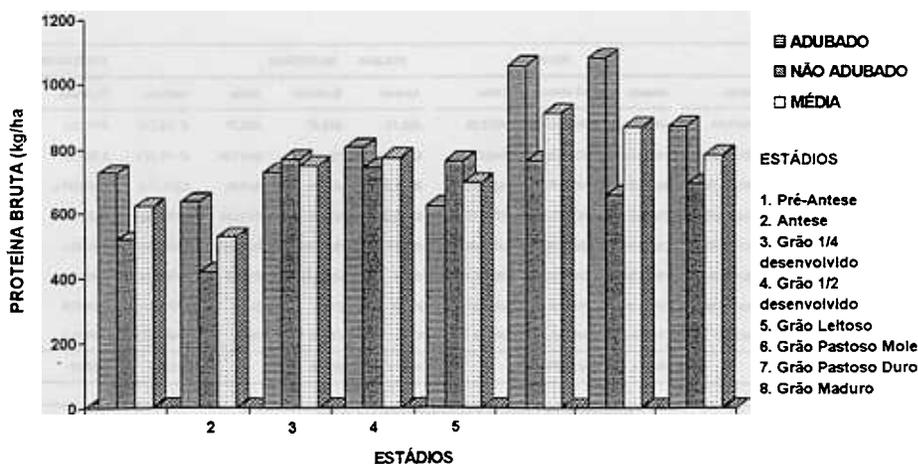


FIGURA 1 - Rendimento da proteína bruta das plantas de sorgo forrageiro em função de diferentes estádios do seu ciclo reprodutivo, com e sem adubação nitrogenada. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1991.

dio energético sofrido pela planta para a sua concorrência. Constata-se na mesma TABELA, que os caules das plantas não adubadas começam a reduzir o teor de proteína bruta em estádios menos avançados da maturidade, se comparados aqueles que receberam fertilizantes. Este fato permite comprovar a maior robustez destes caules, daí se dizer sempre mais desenvolvidos. DAIGGER *et alii*⁶, ao estudarem o trigo, constataram que esta estrutura vegetativa foi responsável pela perda de nitrogênio na faixa de 73 a 75%.

Teor de Proteína das Folhas

Observando-se as médias referentes ao rendimento de proteína bruta das folhas (TABELA 2), constata-se semelhante comportamento ao dos caules, ou seja, a pré-antese com maior valor médio (262,50 kg/ha) e o menor no estádio de grão maduro (97,55 kg/ha), assim como reduções significativas a partir do estádio grão leitoso. Ressalte-se ainda, diferenças significativas entre as médias dos diferentes estádios, isto é, 196,14 kg/ha para as parcelas adubadas contra 166,92 kg/ha daquelas que não receberam o fertilizante nitrogenado.

Continuando o exame dos dados da mencionada TABELA, percebe-se que, na evolução do ciclo reprodutivo da cultura nos estádios propostos, aconteceu um decréscimo do rendimento protéico de maneira mais acentuada nos tratamentos não adubados, a partir do estádio de grão pastoso mole. Isto vem corroborar a assertiva de que as folhas das plantas adubadas são mais vigorosas.

Teor de proteína das Folhas Bandeiras

Evidencia-se com base nos dados da TABELA 2, que as folhas bandeiras apresentam o mesmo padrão de comportamento dos discutidos anteriormente, ou seja, maior produção de proteína bruta por hectare na pré-antese (20,32 kg/ha) e a menor no estádio de grão maduro (6,27 kg/ha) bem como, os tratamentos adubados (14,15 kg/ha) superiores aos não adubados (10,84 kg/ha). Salienta-se ainda a contribuição desta estrutura nos constituintes florais em razão da redução do nível protéico da pré-antese

ao grão 1/2 desenvolvido: Segue a mesma analogia das folhas quanto aos estádios mais avançados do ciclo reprodutivo da cultura, assim definida: no estádio de grão pastoso mole, há uma redução, com menor intensidade, no rendimento médio de proteína bruta dos tratamentos adubados quando comparado aos não adubados. Este resultado confirma, mais uma vez, o efeito compartimentalizado do nitrogênio na estrutura da planta.

Denota-se por outro lado, a marcante contribuição desta estrutura vegetativa na elaboração do produto final, pois, de modo geral, evidencia-se o declínio quantitativo da proteína a partir do estádio de grão "1/2 desenvolvido", como foi mencionado anteriormente.

Teor de Proteína das Paniculas

Examinado o rendimento protéico das paniculas (TABELA 2), observa-se um crescimento contínuo com a evolução do seu ciclo reprodutivo, atingindo o pico máximo no estádio de grão pastoso mole (605,24 kg/ha). Nota-se mais uma vez que a adubação apresentou efeito positivo, visto que a média dos tratamentos adubados (411,43 kg/ha) superou significativamente a dos não adubados (319,24 kg/ha).

Em face das evidências encontradas na mencionada TABELA, verifica-se uma seqüente transferência de reservas das outras partes da planta para a panícula, constatação esta bem documentada por WALDREN, FLOWERDAY¹⁵, e que após o estádio de grão pastoso mole (605,24 kg/ha) ocorre um decréscimo no nível protéico, embora tais valores não tenham diferido estatisticamente. Este fato decorre, provavelmente, da manifestação da senescência da planta e, por conseguinte da paralisação da transferência de fotossintatos da fonte para o dreno. Nota-se ainda que nas plantas adubadas o decréscimo é mais tardio por serem estas mais vigorosas.

Rendimento Total

O rendimento total da proteína bruta mostrou uma tendência assintótica de variação, situando-se os pontos mínimo e

ocorrido diferenças significativas dos tratamentos subsequentes, provavelmente devido ao avanço da maturidade dos diversos componentes da planta. Tal resultado está de acordo com o postulado por OWEN, WEBSTER¹²; WEBSTER¹⁶; WEDIN¹⁷; HUCKLESBY *et alii*⁹; SUMNER, HOLMES¹⁴ e CASTRO *et alii*⁵. Entretanto, BLACK *et alii*² obtiveram decréscimos no teor da proteína bruta do início da floração ao estágio de pastoso duro, enquanto OLIVEIRA¹¹ não observou nenhuma alteração neste parâmetro quando analisou os estádios de grão leitoso, grão pastoso, grão pastoso duro e grão farináceo.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que a pesquisa foi conduzida, conclui-se que:

O sorgo forrageiro, cultivar EA-116, atinge o maior acúmulo protéico no estágio de grão pastoso mole;

Caule, folha, folha bandeira e panícula apresentam um desenvolvimento mais vigoroso em decorrência da fertilização nitrogenada;

A adubação nitrogenada induz a um maior rendimento protéico;

Nos estádios mais avançados de maturidade, isto é, a partir do grão pastoso mole, as plantas de sorgo decrescem o seu teor de proteína bruta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 11th. Ed. Washington, 1970, 1015 p.
- BLACK, J.R., ELY, L.O., McCULLOUGH, M.E., SUDWEEKS, E.M. Effects of stage of maturity and silage additives upon the yield of grass and digestible energy in sorghum silage. *J. of Animal Sci*, Albany, 50 (4) : 617-624, 1980.
- BURLESSON, C.A., COWLEY, W.R., OTEY, G. Effect of nitrogen fertilization on yield and protein content of grain sorghum in the Lower Rio Grand Valley of Texas. *Agronomy Journal*, 48 (11) : 524-525, 1956.
- CARMO, C.M. Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo. Fortaleza, BNB, ETENE. 1982. 62 p. (Monografias, 9).
- CASTRO, A.C.G., SILVA, J.H. da, SILVA, D.J. da, SILVA, J.F.C. da. Estudo da composição química do sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, variedade "Santa Elisa", usado isoladamente ou em misturas completas e suas respectivas silagens. *Revista da SBZ, Viçosa*, 8 (2) : 231-250. 1979.
- DAIGGER, L.A., SAUNDER, D.H., PETERSON, G.A. Nitrogen content of winter during growth and maturation. *Agronomy Journal*, 68 (1) : 815-818, 1976.
- FINKER, R.E., FINKNER, M.D., GLACE, R.M., MAESE, G. Genetic control for percentage grain protein and grain yield in sorghum. *Crop Science*, 21 (1) : 139-142, 1981.
- GORZ, H.Z., HASKINS, F.A., PEDERSEN, J.F., ROSS, W.M. Combining ability effects for mineral elements in forage sorghum hybrids. *Crop Science*, 27 (2) : 216-219, 1987.
- HUCKLESBY, D. P., BROWN, C.M., HONELL, S.E., NAGERMAN, R.N. Late spring applications of nitrogen for efficient utilization and enhanced production of grain and grain protein of wheat. *Agronomy Journal*, 63 (2) : 274-276, 1971.
- MILLER, G.D., DEYDE, C.W., WALTER, T.L., SMITH, F.W. Variation in protein levels in Kansas sorghum grain. *Agronomy Journal*, 56 (3) : 302-304, 1964.
- OLIVEIRA, J. A. de. Influência do estágio de maturação do sorgo forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, sobre o rendimento e qualidade das forragens e respectivas silagens. Fortaleza: UFC/ Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Zootecnia, 1983. 50p. (Dissertação de Mestrado).
- OWEN, F.G., WEBSTER, O.J. Effect of sorghum maturity at harvest and variety on certain chemical constituents in

- sorghum silages. *Agronomy Journal*, 55 (2) : 167-169, 1963.
13. ROSS, W. M., KOFOID, K. D., MARANVILLE, J. W., VOIKI, R. L. Selecting for grain protein and yield sorghum randommating populations. *Crop Science*, 21 (5) : 714-717, 1981.
 14. SUMNER, D.C., HOLMES, R.L. Maturity index as a measure of vegetative development os sudangrass and related sorghum crosses. *Crop Science*, 13 (1) : 10-13, 1973.
 15. WALDREN, R.P., FLOWERDAY, A.A., Growth stages of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Agronomy Journal*, 64 (1) : 13-16, 1979.
 16. WEBSTER, O.J. Effect of harvest dates on forage sorghum yields, percentages of dry matter, protein and soluble solids. *Agronomy Journal*, 55 (2) : 174-177, 1963.
 17. WEDIN, W.F. Digestible dry matter, crude protein and dry matter yields of grazing-type sorghum cultivars as affected by harvest frequency. *Agronomy Journal*, 62 (3) : 359-363, 1970.
 18. VANDERLIP, R. L., REEVES, H. E., Growth stages of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Agronomy Journal*, 64 (1) : 13-16, 1972.