

Distribuição quantitativa da biomassa individual em populações de sementes de milho híbrido coletadas no comércio

José Walter Pedroza Carneiro^{1*}, Terezinha Aparecida Guedes² e Denilson do Amaral³

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Departamento de Estatística, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

³Laboratório de Sementes, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: jwpcarneiro@uem.br

RESUMO. Com o objetivo de avaliar a distribuição da biomassa individual em diferentes populações de sementes de milho híbrido adquiridas no comércio, 9 amostras, contendo medidas individuais tomadas em 100 unidades, foram ajustadas às distribuições Normal, Lognormal, Gumbel e Weibull. O grau do ajuste foi avaliado pelo valor do logaritmo da função de máxima verossimilhança em que quanto melhor é o ajuste maior é a estimativa obtida. Observações de 5 conjuntos de dados ajustaram-se à distribuição Lognormal, enquanto que os outros 4 ajustaram-se à distribuição Normal. A menor medida de biomassa de uma única semente foi 0,17g enquanto que a maior foi 0,45g. A biomassa total dos conjuntos de 100 sementes variou de 24,17g até 35,61g. O coeficiente de correlação entre o somatório das medidas individuais de biomassa e o peso de 100 sementes foi igual a 0,995.

Palavras-chave: biomassa, sementes, milho, distribuições Normal, Lognormal, Gumbel e Weibull, biometria, ajuste de modelos.

ABSTRACT. Distribution of the individual biomass in different populations of hybrids seeds of corn available in the market. The distribution of individual seed biomass were verified in nine populations of hybrids corn seeds available in the market. Each data set was fit to the Normal, Lognormal, Gumbel and Weibull distributions. The value of the log likelihood was used as the goodness of fit criteria with the best fit having the largest value. Four data set were fit to the Normal and five to the Lognormal distribution. The lightest individual seed 0,17g and the heaviest had 0,45g. The range of the biomass weight of one hundred seeds varied between 24,17g and 35,61g. The correlation between the sum of one hundred individual seed biomass and the total weight of one hundred seeds was 0.995. We suggest how seed classification must have an influence in these results.

Key words: biomass, seeds, corn, Normal, Lognormal, Gumbel and Weibull distributions, biometry, models adjustments.

Introdução

A massa é uma propriedade da matéria cujo valor é constante em qualquer lugar e cuja unidade, no Sistema Internacional, é o quilograma (M). A biomassa, matéria seca mais água, de um conjunto de 100 sementes pode ser usada para definir a quantidade de sementes que deverão ser usadas no plantio (Carneiro *et al.*, 1997), sendo este um componente de produção muito importante, tanto para a fase produtiva quanto para a indústria, já que o objetivo de uma linha de beneficiamento é a obtenção de um produto com uniformidade para ser semeado. A metodologia para estimá-la está disponível nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

A literatura mostrando a influência do tamanho das sementes de milho na qualidade fisiológica é muito ampla (Scotti e Krzyzanowski, 1977; von Pinho *et al.*, 1995; Andrade *et al.*, 1997, 1998), mas, em se tratando de biomassa individual, não se consegue a mesma abrangência. Percebe-se, inclusive, uma total ausência de informações sobre a distribuição da biomassa dos indivíduos contidos nos lotes. Os resultados, em sua maioria como um componente de produção, são relatados em termos do peso total de 1000 sementes (Brasil, 1992).

A influência do tamanho e da biomassa no desempenho de semeaduras convencionais é bastante evidente e pode ser detectada até visualmente, observando o espaçamento entre

plantas dentro de cada linha.

No caso de sementes de milho, o nível tecnológico atingido pelo sistema de produção permite, na atualidade, que as sementes sejam vendidas por número e não por peso, com o objetivo de garantir uma população uniforme em condições de campo. Uma abordagem que trará ganhos ao arcabouço teórico sobre os métodos de semeadura é o conhecimento da distribuição da biomassa individual. Uma estratégia inicial para isso é aumentar o conhecimento a respeito dos componentes físicos das sementes que já estão disponíveis no mercado. Nesse contexto, é importante documentar o grau de precisão do parâmetro estimado, pois fontes de erros advindas dessas estimativas influenciarão no momento de se praticar a semeadura e alterarão o grau de precisão obtido (Bould, 1978).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a distribuição da biomassa individual de populações de sementes híbridas adquiridas no mercado, em Maringá, Estado do Paraná, e correlacionar o seu somatório com a biomassa total de 100 sementes determinadas de maneira usual.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes, na Fazenda Experimental de Iguatemi, de propriedade da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, no Estado do Paraná. Foram usadas 9 amostras de sementes de milho provenientes de um total de 9 populações híbridas, disponíveis no comércio da região, e produzidas na safra 1999/2000. De cada população foi coletada uma amostra de um quilograma e, imediatamente, de cada amostra foram retiradas 100 sementes, que tiveram a biomassa individual, a matéria seca e a água tomadas em uma balança Stanton com precisão de décimos de miligrama. Foi determinada, também, a biomassa total de 100 sementes usando-se 8 repetições de 100 unidades (Brasil, 1992). As características físicas, responsáveis pela classificação das sementes e contidas nas embalagens, foram anotadas para possibilitar a discussão dos resultados obtidos.

Os dados coletados foram submetidos, primeiramente, a uma análise exploratória com o objetivo de identificar e caracterizar a variabilidade dentro de cada amostra. Em uma primeira etapa, histogramas foram construídos para verificar visualmente a existência de assimetria no conjunto de dados (Wilkinson, 1990). Depois, cada conjunto de dados foi ajustado a quatro funções de distribuições (Cooke, 1993) com o objetivo de verificar qual delas, em particular, seria capaz de

descrever, com mais adequabilidade, os dados. Foram ajustadas as funções de densidade de probabilidade Normal, Lognormal, Gumbel e de Weibull para valores extremos. Esse é um procedimento adotado em uma linha de pesquisa existente no Laboratório de Sementes de Universidade Estadual de Maringá. O significado biológico dos parâmetros e a parametrização utilizada para o ajuste de cada distribuição usando recursos disponíveis no programa VTFIT (Cooke *et al.*, 1993) estão disponíveis na literatura (Cooke, 1993; Mead *et al.*, 1993; Carneiro, 1994; Johnson e Kotz, 1970a,b; Gumbel, 1958).

As estimativas dos parâmetros dessas funções de distribuição, para cada conjunto de dados, foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança (Cooke *et al.*, 1993). O valor numérico do logaritmo da função de máxima verossimilhança, $\ln(L) = \sum \ln(f(x_i))$, foi utilizado como critério para indicar o grau de ajustamento (Worley *et al.*, 1990; Cooke, 1993). Essa estatística possui poder para discriminar ajustes em que os demais testes fracassam em apontar (Shapiro e Brain, 1981). Quanto maior é o valor do logaritmo da função de máxima verossimilhança melhor é o ajuste obtido. Quando as frequências na amostra de dados e a função de densidade de probabilidade são plotadas no mesmo gráfico, a comparação visual permite identificar de modo subjetivo o quão ajustados estão os dados à distribuição (Cooke, 1993). Portanto, esse é um método gráfico simples, e pequenas diferenças nas estimativas ou uma melhor sobreposição indicam melhor ajuste dos dados à função de densidade considerada.

As medidas individuais tomadas em cada semente foram somadas para serem comparadas com o cálculo da biomassa total de 100 sementes avaliadas conforme prescrições existentes nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Foi também calculado o intervalo de confiança para o parâmetro de locação da distribuição ajustada, ao nível de 95% de probabilidade (Dixon, 1993) e esses valores usados para inferir acerca dos limites inferiores e superiores do peso de 100 sementes. As probabilidades de serem encontrados valores menores ou maiores dos que foram observados na amostra, e mesmo de valores observados na amostra, foram também calculadas após a substituição, em cada função, dos parâmetros estimados.

Para todas as amostras avaliadas, estimou-se o coeficiente de correlação linear entre o somatório das medidas de biomassas individuais de 100 sementes e o valor obtido com uma amostra de 100 sementes. Também estimou-se a correlação entre as maiores e as menores medidas de biomassa das amostras com as respectivas peneiras que estão informadas na embalagem. Testou-se a hipótese de correlação nula a

1% de probabilidade em todas as avaliações.

Resultados e discussão

De acordo com as estimativas do logaritmo da função de máxima verossimilhança, predominou o ajuste de funções de probabilidades com assimetria à esquerda (Tabela 1) em que 5 conjuntos de dados foram melhores descritos pela função de distribuição Lognormal. A medida de locação, detectada nesses 5 conjuntos de dados foi, provavelmente, causada pelas peneiras (Carneiro *et al.*, 2001) usadas com o objetivo de classificar por tamanho e que acabam fixando, em parte, também, a biomassa. Nos conjuntos restantes, o ajuste deu-se à distribuição Normal. A maior diferença na estimativa do logaritmo da função de máxima verossimilhança, para as distribuições estudadas, foi observada nas amostras de números 1, 4, 6 e 8 enquanto que para as amostras 3 e 9, as estimativas são similares (Tabela 1). A assimetria, detectada pelo melhor ajuste à distribuição Lognormal (amostra 8), pode ser atribuída à presença de uma frequência pequena de sementes mais pesadas e que compuseram a amostra (Figura 1).

Tabela 1. Estimativas do logaritmo da função de máxima verossimilhança da biomassa individual de cem sementes de milho, provenientes de nove amostras, e ajustadas às distribuições Normal, Log Normal, Gumbel e Weibull.

Distribuições	Amostras								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normal	176,60	210,75	191,08	205,70	171,35	212,02	200,16	171,12	197,57
LogNormal	177,16	209,87	191,27	203,66	170,49	211,42	201,12	173,50	197,83
Gumbel _{min}	167,80	205,51	179,97	199,87	163,72	202,92	186,97	155,43	189,01
Gumbel _{max}	174,50	203,88	186,79	196,29	165,03	204,86	197,08	172,68	193,34
Weibull _{max}	152,07	206,51	189,78	201,88	160,79	194,04	196,56	163,56	187,21
Weibull _{min}	172,36	208,51	185,24	203,92	168,43	207,59	193,36	165,22	192,56

Estimativas em negrito indicam os maiores valores do logaritmo da função de verossimilhança, em cada amostra.

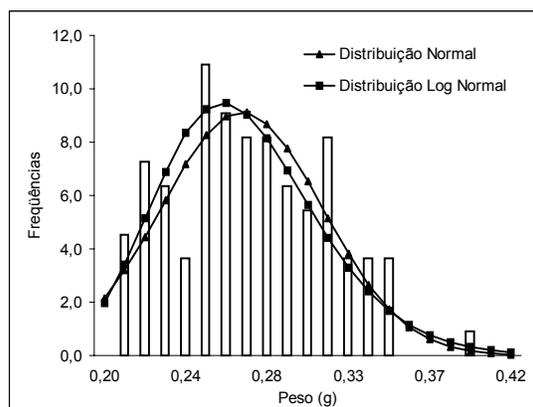


Figura 1. Frequências relativas do peso unitário de sementes de milho ajustadas conforme os parâmetros das distribuições Normal (Llh=171,12) e Log Normal (Llh=173,50) usando o conjunto de dados da amostra número oito.

As maiores amplitudes nas medidas individuais foram observadas nas amostras 5 e 8 enquanto que a menor foi obtida com a 2 (Tabela 2). Os resultados sugerem que existe uma relação de natureza linear entre a dimensão da peneira informada na embalagem e a menor ou a maior medida tomada durante a avaliação (Figuras 2 e 3). Os coeficientes de correlação linear entre a medida da peneira usada na classificação e os valores mínimos e máximos de biomassa medidos, apesar de significativos ($P < 0,01$), foram da ordem de 0,771 para a menor biomassa (Figura 2) e de 0,843 para a maior (Figura 3).

Tabela 2. Percentagens de umidade (%); pesos mínimos e máximos de sementes individuais (g), probabilidades de ocorrência de valores máximos e mínimos da biomassa individual em nove conjuntos de dados de sementes de milho adquiridos no comércio.

Amostras	Umidade	Pesos		Probabilidades	
		Mínimos	Máximos	P(X>max.)	P(X>min.)
Nº	%	g	g		
1	10,51	0,2592	0,4409	0,017501	0,989529
2	9,77	0,2375	0,3748	0,006584	0,985727
3	7,22	0,2706	0,4588	0,003322	0,992050
4	7,77	0,1726	0,3293	0,004222	0,992495
5	10,78	0,2252	0,4548	0,004211	0,994434
6	9,64	0,1922	0,3484	0,003533	0,996383
7	9,89	0,1928	0,3791	0,003533	0,998967
8	10,95	0,1956	0,4158	0,002742	0,973308
9	7,55	0,2828	0,4433	0,013629	0,995917

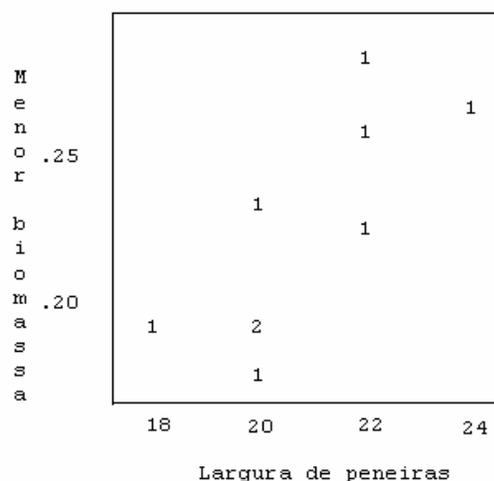


Figura 2. Relação entre a largura de peneiras e o valor da menor biomassa de sementes medida em cada amostra. $r=0,74$.

As maiores probabilidades de se encontrar medidas superiores ao máximo relatado foram nos conjuntos de números 1 e 9. Nos demais, as probabilidades de ocorrências foram muito próximas (Tabela 2). Por outro lado, a probabilidade de se encontrar medidas menores do que o relatado foi maior no caso do conjunto de dados número 8 ($P =$

0.026692). A importância disso é que a presença dessas sementes na amostra provavelmente irá contribuir para a desuniformidade espacial durante a semeadura.

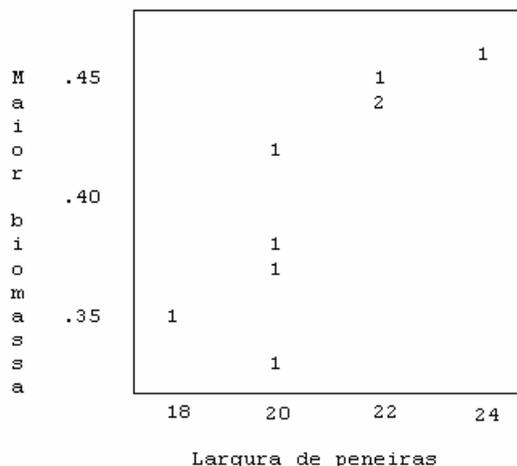


Figura 3. Relação entre a largura de peneiras e o valor da maior biomassa de sementes medida em cada amostra. $r=0,84$.

A biomassa tomada com o total de 100 sementes (Brasil, 1992) teria de necessariamente ser maior nas amostras identificadas como tendo sido classificadas por peneiras com furos maiores, apesar de não ser esse o princípio de separação pelo uso de peneiras (Welch, 1974). Entretanto, o valor da biomassa estimado com a amostra número 9 que teve o material classificado na peneira 22 foi superior ao estimado com a população número 3 e classificada na peneira 24 (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagens de umidade (%), médias individuais de biomassa (g) com as respectivas estimativas de variância, limites inferiores e superiores de pesos de cem sementes calculados usando os intervalos de 95% de confiança (g), determinações da biomassa de cem sementes (g), somatório da biomassa individual de cem sementes (g) em nove amostras de sementes de milho adquiridas no comércio.

Amostras	Umidade	Estimativas		Intervalos		Cálculos	
		Médias x100	Variância	L_1	L_2	BM_{100}	Σ_{100}
1	10,51	34,28	$1,44 \cdot 10^{-2}$	33,42	35,03	34,54	34,46
2	9,77	30,18	$8,64 \cdot 10^{-4}$	29,61	30,76	30,61	30,18
3	7,22	34,69	$1,06 \cdot 10^{-2}$	33,99	35,39	34,78	34,87
4	7,77	24,78	$9,56 \cdot 10^{-4}$	24,17	25,39	24,17	24,78
5	10,78	33,59	$1,06 \cdot 10^{-2}$	32,73	34,44	33,48	33,59
6	9,64	27,02	$8,43 \cdot 10^{-4}$	26,40	27,56	26,90	27,02
7	9,89	27,65	$1,37 \cdot 10^{-2}$	27,02	28,29	28,37	27,84
8	10,95	26,55	$2,56 \cdot 10^{-2}$	25,82	27,50	26,86	26,99
9	7,55	36,13	$8,58 \cdot 10^{-3}$	35,48	36,79	35,61	36,28

L_1 - Limite inferior para o peso de 100 sementes, ao nível de 95% de confiança; L_2 - Limite superior para o peso de 100 sementes, ao nível de 95% de confiança; BM_{100} - Biomassa de cem sementes; Σ_{100} - Somatório das medidas de cem sementes individuais.

A menção que se faz, neste parágrafo, ao uso das peneiras, torna-se necessária por que é a única

característica física que vem contida na identificação e que consta na embalagem. Parte desses resultados pode ser atribuída à presença de sementes mais leves na amostra número 3 do que na amostra número 9, além da distribuição da biomassa dentro de cada população. Vejam-se os valores máximos e mínimos na tabela 2, para essa mesma amostra. Observem-se as probabilidades de ocorrência de valores maiores entre as amostras 3 e 9. A probabilidade calculada para o caso da amostra 3 é muito inferior à probabilidade calculada para a amostra 9. Isso reforça, também, a provável influência do efeito da densidade específica das sementes de cada genótipo e que está influenciando os resultados obtidos nessa avaliação, já que as populações aqui avaliadas são de genótipos diferentes. Investigar nessa direção trará boas contribuições ao setor.

A biomassa total de 100 sementes de milho entre as populações estudadas variou de 24,17 a 35,61g. O caso do conjunto de dados número 8 chama a atenção porque apesar de existirem sementes com uma medida individual de 0,4158g, a assimetria detectada pela análise indica que existe uma maior quantidade de sementes mais leves do que existe no conjunto número 6, cuja distribuição dos dados foi simétrica (Tabela 1).

O somatório das medidas individuais tomadas durante o experimento foi muito próximo da estimativa tomada conforme as recomendações existentes nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Pequenas diferenças existiram, mas que podem ser atribuídas a variações ocorridas ao acaso (Brasil, 1992). O coeficiente de correlação foi igual a 0,995.

Tanto a soma das medidas individuais quanto a biomassa total de 100 sementes estão dentro de intervalos superiores e inferiores calculados a partir do intervalo de confiança (Tabela 3), indicando a precisão de se tomar medidas individuais. Isso sugere a possibilidade de se poder usá-lo em substituição ao que está prescrito na legislação (Brasil, 1992).

Esses resultados indicam, também, que medir a biomassa individualmente pode ser um método adicional, bastante rápido, mais discriminatório e cujo critério de análise permite agregar mais informações do que somente a biomassa total de 8 repetições de 100 sementes acrescido do relato puro da média e do coeficiente de variação (Brasil, 1992). A curva que descreve a distribuição da população (Figura 1) pode ajudar a explicar a biomassa total de 100 sementes em função de diversos tratamentos. Isso poderá ser de grande utilidade na pesquisa técnico-científica no sentido de explicar diferenças

significativas ou não de médias de produção, por exemplo.

Conclusão

Medidas individuais de biomassa de sementes de milho adquiridas no comércio geram, também, conjuntos de dados que podem ser descritos pelos parâmetros da distribuição Lognormal. O uso de medidas individuais permite detectar, com mais precisão, a dispersão existente na biomassa de sementes sem acarretar custos ou demanda de tempo para a sua realização.

Referências

- ANDRADE, R. V. *et al.* Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.19, n.1, p.62-65, 1997.
- ANDRADE, R. V. *et al.* Influência do tamanho e da forma da semente de dois híbridos de milho na qualidade fisiológica durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.20, n.2, p.367-371, 1998.
- BOULD, A. Percentage germination and thousand seed weight as sources of error in precision drilling. *Acta Horticulture*, v.83, n.1, p.283-288, 1978.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: DNDV/SNAD/CLAV, 1992. 365p.
- CARNEIRO, J. W. P. Avaliação do desempenho germinativo de acordo com os parâmetros da função de distribuição de Weibull. *Informativo Abrates*, Londrina, v.4, n.2, p.75-83, 1994.
- CARNEIRO, J. W. P. *et al.* Gerenciamento da produção e do controle da qualidade de sementes de plantas forrageiras. In: *Produção e utilização de pastagens*, Maringá: C.P.A.F. 1997, 71p. (Modulo V).
- CARNEIRO, J. W. P. *et al.* Descrição do tamanho de sementes de milho em lotes disponíveis no comércio. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, no prelo, 2001.
- COOKE, R. A. VTFIT: A routine for fitting homogenous probability density functions. User documentation. Blacksburg: Department of Agricultural Engineering, Virginia Polytechnic Institute, 1993, 21p.
- COOKE, R. A. *et al.* VTFIT: A microcomputer-based routine for fitting probability distribution functions to data. *Am. Soc. Agric. Eng.*, St. Joseph, v.9,n.4,p.401-408, 1993.
- DIXON, P. M. The bootstrap and the jackknife: describing the precision of ecological indices. In: SCHEINER, S.M.; GUREVITCH, J. (Ed.). *Design and analysis of ecological experiments*. New York: Chapman & Hall, 1993. p.290-318.
- GUMBEL, E. J. *Statistics of extremes*. New York: Columbia University Press, 1958.
- JOHNSON, N. L.; KOTZ, S. *Weibull distribution*. In: *Distribution in statistics: continuous univariate distribution*, 1. New York: J. Willey & Sons, 1970a. p.250-271.
- JOHNSON, N. L.; KOTZ, S. *Extreme value distribution*. In: *Distribution in statistics: continuous univariate distribution*, 1. New York: J. Willey & Sons, 1970b. p.272-295.
- MEAD, R. *et al.* *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. London: Chapman & Hall, 1993, 335p.
- SCOTTI, C. A.; KRZYŻANOWSKI, F. C. Influência do tamanho da semente sobre a germinação e vigor em milho. *Boletim Técnico Agrônomo do Paraná*, Londrina, v.5, p.1-10, 1977.
- SHAPIRO, S. S.; BRAIN, C. W. A review of distributional testing procedure and development of a censored sample distributional test. In: *Statistical distribution in scientific work*, v.5, Dordrecht: D. Reidel Publishing Co. 1981.
- Von PINHO, E. V. R. *et al.* Influência do tamanho e do tratamento de sementes de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. *Cienc. Prat.*, Lavras, v.19, n.1, p.30-36, 1995.
- WELCH, G. B. *Beneficiamento de sementes no Brasil*. Ministério da Agricultura; AGIPLAN, BID, Brasília, 1974. 204p.
- WILKINSON, L. *Systat: The system for statistics*. Evanston, IL: Systat Inc. 1990. 677p.
- WORLEY, J. W. *et al.* Graphic distribution analysis (GDA). *Am. Soc. Agric. Eng.*, St. Joseph, v.6, n.3, p.367-371, 1990.

Received on August 05, 2003.

Accepted on February 26, 2004.