

# Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical

Luiz Savelli Gomes<sup>(1)</sup>, Afonso Maria Brandão<sup>(1)</sup>, Césio Humberto de Brito<sup>(2)</sup>, Daniele Ferreira de Moraes<sup>(2)</sup> e Maria Teresa Gomes Lopes<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Syngenta Seeds, BR 452, Km 142,5, CEP 38405-232 Uberlândia, MG. E-mail: luizsavelli.gomes@syngenta.com, afonso.brandão@syngenta.com  
<sup>(2)</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Avenida Amazonas, s/nº, CEP 38400-902 Uberlândia, MG. E-mail: cesiohumberto@iciag.ufu.br, danielefmoraes.ufu@hotmail.com <sup>(3)</sup>Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Avenida Rodrigo Otávio, nº 3.000, CEP 69077-000 Manaus, AM. E-mail: mtglopes@ufam.edu.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de milho quanto à resistência ao acamamento e ao quebramento do colmo e apresentar metodologia para avaliar essas características. Os ensaios foram realizados em blocos ao acaso, com 85 genótipos tropicais de milho e quatro repetições, em cinco locais. Foram avaliadas: as forças necessárias para o arranquio da planta e para o quebramento do colmo e o ângulo no momento do quebramento. As medições foram realizadas com equipamentos desenvolvidos para essas finalidades. Foram realizadas análises de variância e teste de Scott-Knott quanto às características. As forças de arranquio da planta, de quebramento do colmo e ângulo no momento do quebramento do colmo interagiram significativamente com a localidade. As médias variaram de 49,43 a 76,03 kgf para a força de arranquio da planta, de 1,07 kgf a 2,76 kgf para força de quebramento do colmo, e de 16,15 a 41,18° para o ângulo de quebramento do colmo. Existe variabilidade genética para seleção quanto à resistência ao acamamento e ao quebramento do colmo em genótipos tropicais de milho. A metodologia apresentada é eficiente para a avaliação e discriminação de genótipos.

Termos para indexação: *Zea mays*, avaliação de genótipo, metodologia de avaliação.

## Resistance to lodging and culm breakage in tropical corn

Abstract – The objective of this work was to evaluate corn genotypes for resistance to lodging and to culm breakage and to describe a new method for evaluating these traits. Assays were carried out in randomized blocks, with 85 tropical genotypes of corn and four replicates in five localities. The force required to pull out the plant and to break the culm and the breaking angle of momentum were evaluated. The measurements were made with equipment developed specifically for this purpose. Variance analyses and the Scott-Knott test were carried out for the traits. The forces required to pull out the plant and break the culm, and the breaking angle for the culms were significantly interactive with the locality. The means varied from 49.43 to 76.03 kgf for the force required to pull out the plants, from 1.07 to 2.76 kgf for the force required to break the culm, and from 16.15 to 41.18° for the angle at the breakage of the culm. There is genetic variability for selection for resistance to lodging and culm breakage in tropical corn. The method described is efficient for evaluating and differentiating the genotypes.

Index terms: *Zea mays*, genotypic evaluation, evaluation methodology.

## Introdução

Na produção mundial de milho são estimadas perdas anuais de 5 a 20%, em consequência do acamamento e do quebramento do colmo (Instituto FNP, 2007). Os efeitos desses caracteres sobre o rendimento de grãos dependem principalmente do genótipo, da severidade e da fase de desenvolvimento da cultura em que eles se manifestam (Federizzi et al., 1994).

O acamamento pode ser definido como um estado permanente de modificação da posição do colmo em

relação à posição original, o que resulta em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos. O primeiro e o segundo entrenós, da porção basal do colmo com maior comprimento, mostraram correlação positiva com a predisposição ao quebramento, em comparação a genótipos com entrenós basais de menor comprimento (Pinthus, 1973). O acamamento muitas vezes causa a ruptura dos tecidos, o que interrompe a vascularização do colmo e impede a recuperação da planta; afeta a estrutura anatômica essencial para o transporte de água e nutrientes e, quanto mais cedo

se manifestar no ciclo de vida da planta, menor serão o rendimento e a qualidade dos grãos (Zanatta & Oerlecke, 1991).

O colmo do milho, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva de fotoassimilados. Após a floração, o fluxo de fotoassimilados é direcionado prioritariamente ao enchimento de grãos. Quando o aparato fotossintético não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para a manutenção dos tecidos, a maior demanda exercida pelos grãos por esses produtos leva os tecidos da raiz e da base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões (Fancelli & Dourado Neto, 2000; Sangoi et al., 2001; Fontoura et al., 2006).

O quebraimento e o acamamento são fenômenos complexos, e sua expressão depende de fatores genéticos, inter-relacionados com fatores do clima, do solo, das práticas culturais adotadas (Cruz et al., 2003) e de danos causados por pragas e doenças. Entre os principais agentes que promovem acamamento e quebraimento destacam-se o vento e a chuva (Easson et al., 1993).

Pelas variações apresentadas nos fenótipos, a suscetibilidade ao acamamento e ao quebraimento do colmo apresenta evidências de herança quantitativa, e a seleção para esses caracteres não é eficiente apenas pela contagem do número de plantas. A evolução dos estudos desses caracteres tem sido limitada pela ausência de difusão de uma metodologia eficiente de avaliação. Para aperfeiçoar a avaliação quanto à resistência ao acamamento e ao quebraimento do colmo, foram desenvolvidos, pela Syngenta Seeds, os equipamentos protótipos “arrancômetro” (A-LSGAMB) e o “inclinômetro” (I-AMBLSG). O aparelho A-LSGAMB mede a força (kgf) necessária para arrancar a planta, enquanto o I-AMBLSG permite medir a força e o ângulo de ruptura do quebraimento ou dobramento do colmo. A força de arranque foi também estudada em milho por Holbert (1924), e a força de quebraimento do colmo por Salmon (1931). A avaliação dessas características permite discriminar a variação contínua da resistência ao acamamento e ao quebraimento do colmo, para realizar a seleção de genótipos em diferentes programas de melhoramento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de milho quanto à resistência ao acamamento e ao quebraimento do colmo e apresentar uma metodologia de avaliação para essas características.

## Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em cinco municípios brasileiros: Chapadão do Céu (18°30'89"S e 52°39'08"W), Rio Verde (17°23'88"S e 51°24'11"W), e Joviânia (17°44'75"S e 49°33'32"W), no Estado de Goiás; Iraí de Minas (18°57'47"S e 47°34'00"W), e Uberlândia (18°57'22"S e 48°08'29"W), no Estado de Minas Gerais. Os solos apresentaram, à profundidade de 0–20 cm, composições em areia, silte e argila (em g kg<sup>-1</sup>), respectivamente, de: 461, 81 e 458, em Chapadão do Céu; 459, 62 e 479, em Rio Verde; 441, 98 e 461, em Joviânia; 790, 35 e 175, em Iraí de Minas; 685, 45 e 270, em Uberlândia. Chapadão do Céu, Rio Verde, Joviânia, Iraí de Minas e Uberlândia apresentam precipitação pluvial média de 1.560, 1.610, 1.550, 1.510 e 1.490 mm anuais, respectivamente.

O delineamento experimental dos ensaios foi em blocos ao acaso, com 85 tratamentos e 4 repetições. A parcela experimental foi constituída de duas linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 60 cm entre linhas, no total de 6,24 m<sup>2</sup>. Foram usados, como tratamentos, 54 híbridos comerciais e 31 linhagens tropicais de milho do Programa de Melhoramento da Empresa Syngenta Seeds.

A semeadura foi realizada nos dias: 28/10, 30/10, 8/11, 15/11 e 16/11 de 2007, em Chapadão do Céu, Uberlândia, Rio Verde, Joviania e Iraí de Minas, respectivamente. A adubação de plantio de cada local foi realizada de acordo com a análise do solo e com o recomendado para a cultura: 500 kg ha<sup>-1</sup> de 16–16–16, para Chapadão do Céu; 500 kg ha<sup>-1</sup> de 08–30–10 para Uberlândia, 500 kg ha<sup>-1</sup> de 08–20–10 para Rio Verde, 500 kg ha<sup>-1</sup> de 08–25–20 para Joviânia e 500 kg ha<sup>-1</sup> de 08–16–10, para Iraí de Minas. Como adubação de cobertura foram usados 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, em duas aplicações, aos 25 e 50 dias após a germinação em cada local.

A avaliação da resistência ao acamamento das plantas foi realizada medindo-se a força de resistência das plantas ao arranque, no período de maturação fisiológica dos grãos. As plantas da parcela foram cortadas entre o segundo e o terceiro nó basal de cada colmo. A parte remanescente do colmo foi utilizada para a avaliação da resistência das raízes ao arranque. Para isso, foi utilizado o “arrancômetro” (A-LSGAMB), desenvolvido para arrancar as plantas, puxando-as pela parte basal do colmo. O “arrancômetro” é constituído por uma base de sustentação, uma manivela, um

sistema de roldanas, uma garra e um dinamômetro. O equipamento exerce a força vertical necessária para arrancar a planta. Graças ao sistema de roldanas, a força é distribuída em quatro partes, e o dinamômetro realiza a leitura de uma dessas partes. Portanto, para calcular a força total necessária para o arranque das plantas, aplicou-se a equação  $F = F_d \times 4$ , em que:  $F$  é a força total (kgf) e  $F_d$  é a força medida pelo dinamômetro (kgf).

Para determinar a resistência das plantas ao quebraamento do colmo, realizou-se a avaliação em pré-colheita, medindo-se a força e o ângulo de quebraamento ou dobramento do colmo com um “inclinômetro” (I-AMBLSG) constituído por uma corda, um dinamômetro e um transferidor (quanto maior for a força e o ângulo, maior será a resistência da planta ao quebraamento).

Foi efetuada uma análise de variância para cada ensaio, com todos os tratamentos e, posteriormente, a análise conjunta que incluiu todos os ensaios. As médias dos híbridos e das linhagens foram comparadas, dentro de cada grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para cada local. Todas as análises foram realizadas com o SAS versão 8.1 (SAS Institute, 2000).

## Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre tratamento x local, o que indica que os genótipos apresentaram comportamento diferente de acordo com os locais de estudo (Tabela 1). Ferreira et al. (2009) verificaram interação significativa de tratamento x local quanto à percentagem de plantas acamadas e não significativa

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância conjunta da força de arranque de plantas (FAP), das forças de quebraamento de colmos (FQC) e dos ângulos de quebraamento do colmo (AQC) de 85 genótipos de milho, em Chapadão do Céu, Rio Verde, Joviânia, Estado de Goiás e Iraí de Minas e Uberlândia, Estado de Minas Gerais.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		FAP	FQC	AQC
Blocos/locais	15	154,935	2,279	241,032
Blocos	3	61,536	1,326	552,737
Tratamentos	84	2.191,026*	2,495*	158,976*
Locais	4	31.345,633*	319,825*	61.831,629*
Tratamento x locais	336	225,339*	1,086*	67,341*
Resíduo	1.260	100,402	0,309	23,509
CV (%)		15,70	33,47	17,89
Média dos tratamentos		63,81	1,66	27,10

\*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

para percentagem de plantas quebradas. Ressalta-se que esses resultados foram obtidos pela contagem de plantas acamadas e quebradas.

Os coeficientes de variação foram de 15,70% para força de arranque, 33,47% para força de quebraamento e 17,89% de ângulo de quebraamento do colmo. Não foram localizados resultados na literatura para comparação, no entanto, ressalta-se que coeficientes de variação altos foram encontrados por outros autores, quando se avaliaram acamamento e quebraamento do colmo por contagem de plantas. Ferreira et al. (2009) encontraram coeficientes de variação de 42% para percentagem de plantas acamadas e 41,4% para a de quebradas. Marchão et al. (2005) encontraram os coeficientes de variação de 176 e 107%, para plantas acamadas, e 130 e 191%, para as quebradas. Martin et al. (2005) ressaltam que a precisão experimental é afetada, entre outros fatores, pela heterogeneidade do solo e do material experimental.

Na avaliação quanto à resistência das plantas ao acamamento, o genótipo L028 apresentou maior resistência ao arranque, em todos os locais, e L001, L020, L004 e L002 menor resistência. Em geral, foi verificada maior resistência ao arranque nos híbridos H015, H035, H052, H006, H037, H007 e H049, e menor resistência em H033, H003, H039, H042, H043 e H030 (Tabela 2).

As linhagens L028, L029 e L004 apresentaram maior resistência ao quebraamento, e as linhagens L009, L027, L032 e L010 menor resistência, em todos os locais avaliados (Tabela 2). A linhagem L028, além de ter uma boa resistência ao quebraamento do colmo, apresentou também grande resistência ao arranque e, portanto, possui alelos que conferem resistência ao acamamento e ao quebraamento do colmo.

Entre os híbridos, o H001 apresentou maior resistência ao quebraamento do colmo, em todos os locais, e os genótipos H004, H046, H050, H049, H005 e H045 apresentaram menor resistência.

Entre as linhagens, observou-se que apenas o genótipo L025 apresentou maior ângulo, e os genótipos L009, L032, L011, L026, L017, L030 e L001 apresentaram os menores valores para o ângulo de quebraamento do colmo nos locais. Em geral, foi verificado o maior valor de ângulo no momento do quebraamento para o híbrido H009, enquanto os genótipos H003 e H052 tiveram menores ângulos em todos os locais.

A análise do ângulo do quebraamento do colmo foi realizada para verificar a elasticidade do colmo. Quanto maior a elasticidade, maior a resistência ao quebraamento. A elasticidade é uma característica desejável na seleção de híbridos. A chuva aumenta o peso da parte aérea, sobretudo quando os cultivos encontram-se na fase reprodutiva e causa, também, o umedecimento do solo, que gera condições favoráveis para o acamamento de raízes, ao diminuir a sua ancoragem. Com a maior umidade do solo, Easson et al. (1993) mencionam que ventos de até 16 km h<sup>-1</sup> são suficientes para provocar o tombamento, o que causa maior debilidade das plantas depois da chuva.

Verificaram-se genótipos superiores e inferiores com estabilidade nos ambientes apesar de muitos terem apresentado alteração no ranqueamento de suas médias nos locais, quanto aos caracteres avaliados no agrupamento de médias entre as linhagens e híbridos. A estabilidade de comportamento dos híbridos é desejável para os caracteres avaliados, uma vez que híbridos com alta estabilidade podem ser recomendados para vários locais.

A metodologia utilizada possibilitou excelente discriminação dos genótipos e melhor compreensão dos caracteres. Com o uso da metodologia, muitos outros trabalhos poderão ser desenvolvidos para a seleção e melhor elucidação do controle genético do acamamento e quebraamento de colmo em milho.

**Tabela 2.** Força de arranque de plantas, força de quebraamento de colmo e ângulos (°) do quebraamento do colmo de 85 genótipos de milho em Chapadão do Céu (CHAP), Rio Verde (R VER), Joviânia (JOV), Estado de Goiás e Iraí de Minas (IRAI) e Uberlândia (UDIA), Estado de Minas Gerais<sup>(1)</sup>.

Genótipo	Força para o arranque (kgf)				Força para o quebraamento (kgf)				Ângulo de quebraamento(°)						
	CHAP	R VER	JOV	IRAI	UDIA	CHAP	R VER	JOV	IRAI	UDIA	CHAP	R VER	JOV	IRAI	UDIA
L028	92,17a	79,30a	60,28a	66,73a	93,38a	2,60a	2,10a	1,25a	1,18b	1,90a	42,63b	66,13a	16,38a	15,88b	13,63b
L029	71,83b	62,73b	54,93a	44,75c	71,05c	2,40a	1,83a	1,45a	1,38a	1,65b	41,88b	52,75b	17,50a	19,13a	19,50a
L026	69,92b	54,00b	45,10c	54,88b	91,13a	2,40a	1,58b	1,20a	1,30a	2,03a	51,00a	53,50b	14,35a	14,10b	12,15b
L017	61,35c	57,90b	52,85a	53,38b	78,80b	2,63a	1,63b	0,95b	1,05c	2,28c	50,75a	44,88b	13,88a	15,25b	15,25b
L014	54,71c	55,40b	52,58a	48,43c	81,13b	2,48a	1,68a	1,05a	1,08c	2,18c	43,63b	48,38b	15,63a	15,38b	14,50b
L030	71,77b	53,88b	56,43a	44,60c	78,23b	2,13a	1,50b	1,20a	1,18b	2,43b	42,88b	40,25c	15,63a	18,38a	17,50a
L021	66,14b	60,40b	49,05b	46,55c	66,03c	2,13a	1,73a	1,13a	1,10c	2,13c	42,13b	43,75b	15,50a	15,75b	16,50a
L025	75,41b	65,20b	44,90c	47,13c	63,48d	2,28a	1,70a	0,95b	1,08c	2,00c	41,38b	44,75b	16,00a	15,50b	15,50b
L009	65,54b	53,58b	46,15b	47,15c	73,78c	2,10a	1,55b	1,18a	1,20b	2,03c	39,63c	44,88b	15,63a	16,63b	16,20a
L008	72,25b	61,20b	40,28c	46,43c	75,75c	2,08a	1,50b	0,90b	1,03c	2,35b	39,25c	40,13c	17,03a	15,63b	19,33a
L005	73,45b	56,95b	42,05c	38,28d	81,65b	1,95b	1,33c	1,23a	1,00c	1,45b	43,00b	41,00c	16,85a	14,63b	15,88a
L010	60,06c	54,28b	47,78b	46,95c	68,60c	1,98b	1,48b	1,15a	1,03c	1,35b	43,25b	46,25b	14,30a	14,50b	12,88b
L024	68,05b	56,58b	49,43b	41,00c	67,35c	1,93b	1,78a	0,93b	1,00c	1,08c	41,00b	40,00c	15,63a	15,38b	19,00a
L016	70,97b	54,20b	51,03b	42,13c	68,03c	2,18a	1,33c	1,18a	1,00c	0,98d	40,08c	39,13c	15,60a	17,78a	17,60a
L022	58,28c	53,00b	45,00b	43,18c	68,90c	1,80b	1,43b	1,08a	1,00c	1,30c	39,00c	42,63c	15,50a	18,00a	14,38b
L027	52,01c	52,88b	41,50c	41,40c	74,55c	1,90b	1,05c	1,43a	1,18b	1,05d	41,50b	36,00c	13,25a	19,63a	18,25a
L019	62,22c	51,13b	43,68c	35,45d	78,68b	1,78b	1,33c	0,98b	1,08c	1,40b	41,88b	36,38c	15,50a	17,63a	16,25a
L015	75,12b	58,05b	43,45c	35,75d	71,50c	2,18a	1,18c	0,98b	1,03c	1,18c	38,13c	40,88c	15,13a	16,50b	14,50b
L011	57,12c	56,53b	42,65c	45,83c	57,98d	1,58c	1,25c	1,00b	1,10c	2,45b	37,50c	36,25c	14,88a	16,38b	15,75a
L003	56,81c	58,08b	38,38c	44,35c	64,55d	1,83b	1,18c	0,80b	1,00c	1,53b	34,50c	40,88c	14,13a	17,00a	13,10b
L013	66,59b	55,58b	35,83d	40,40d	71,08c	1,95b	1,10c	0,83b	1,10c	2,20c	37,13c	34,88c	15,00a	17,25a	15,25b
L007	57,30c	54,45b	40,00c	28,13d	69,23c	1,78b	1,10c	0,98b	0,93c	2,25c	38,25c	40,38c	13,68a	14,13b	12,50b
L012	62,82c	51,53b	43,30c	34,60d	67,28c	1,85b	1,15c	0,88b	1,00c	1,15c	39,63c	34,63c	15,25a	15,88b	13,13b
L018	53,07c	45,78c	42,78c	38,93d	69,10c	1,63c	1,10c	1,10a	0,98c	0,93d	37,23c	37,50c	15,03a	15,88b	12,63b
L006	53,70c	40,83c	38,95c	45,30c	60,23d	1,90b	1,23c	0,75b	0,90c	0,80d	38,13c	33,13c	15,88a	14,50b	16,50a
L031	51,06c	43,15c	38,95c	30,18d	62,55d	1,35c	1,05c	0,85b	1,00c	1,25c	37,00c	31,63c	15,00a	16,88a	14,13b
L032	56,44c	45,43c	39,05c	34,78d	57,55d	1,53c	0,95c	0,80b	1,10c	1,03d	34,38c	33,25c	15,88a	15,38b	15,10b
L001	49,94c	38,98c	33,28d	39,43d	50,78c	1,63c	0,98c	0,83b	1,08c	0,90d	33,50c	32,75c	14,63a	18,00a	14,43b
L020	56,97c	45,78c	35,05d	34,53d	49,33c	1,55c	1,13c	0,73b	1,00c	0,85d	41,50b	27,75c	13,13a	15,00b	13,50b
L004	43,50c	47,13c	32,53d	29,93d	43,75c	1,38c	0,83c	0,83b	1,00c	1,13c	36,00c	31,75c	14,00a	15,50b	13,00b
L002	47,69c	35,85c	34,45d	25,80d	52,95c	1,03c	0,93c	0,85b	1,00c	0,95d	33,50c	29,63c	15,50a	16,13b	13,50b
H041	75,44a	78,62a	87,15a	49,50b	94,80a	5,28a	2,25a	1,75b	1,15c	1,58a	37,13d	48,13a	32,25a	17,13d	35,88a
H015	88,58a	90,65a	92,88a	56,58a	104,1a	3,45a	3,15a	1,70b	1,18c	1,65a	53,13b	43,25b	19,63c	31,63a	19,63c
H035	86,66a	71,35a	85,93a	68,08a	99,13a	3,83a	2,35a	1,70b	1,08c	1,85a	42,00d	54,50a	29,13a	23,38c	17,25c
H052	78,43a	69,48a	81,00a	59,50a	104,3a	3,88a	2,38a	1,33c	1,45b	1,58a	63,50a	40,63b	19,13c	13,88d	18,25c
H006	81,28a	77,25a	78,88a	61,50a	90,55a	3,55a	2,33a	1,30d	1,60a	1,80a	39,63d	49,25a	19,25c	26,13b	21,00c
H037	74,45a	69,53a	86,53a	63,23a	91,85a	4,00a	2,53a	1,70b	0,98d	1,38b	42,88d	48,25a	24,88b	18,38d	20,63c
H051	65,84b	95,33a	80,28a	53,85a	77,75b	3,15a	2,33a	2,15a	1,08c	1,53b	44,50c	44,88a	23,13b	14,13d	26,63b
H053	92,10a	88,65a	73,53b	56,15a	84,20a	3,73a	2,28a	1,33c	1,15c	1,50b	53,38b	44,25a	24,00b	14,88d	16,25c
H017	78,26a	80,70a	71,53b	55,43a	90,83a	3,60a	2,15a	1,38c	1,08c	1,70a	46,13c	43,63b	19,88c	25,88b	16,88c

Continua...

**Tabela 2.** Continuação

Genótipo	Força para o arranque (kgf)					Força para o quebraamento (kgf)					Ângulo de quebraamento(°)				
	CHAP	R VER	JOV	IRAÍ	UDIA	CHAP	R VER	JOV	IRAÍ	UDIA	CHAP	R VER	JOV	IRAÍ	UDIA
H007	71,95a	72,98a	90,38a	53,75a	85,60a	3,50a	2,38a	1,48c	1,05c	1,38b	41,38d	48,13a	20,50c	14,25d	27,63b
H049	85,30a	77,43a	77,45a	58,08a	87,53a	3,53a	2,18a	1,43c	1,20c	1,55a	51,38b	52,13a	17,25d	15,75d	15,38c
H013	77,04a	77,95a	75,73b	58,98a	80,78b	3,60a	2,05b	1,40c	1,08c	1,60a	43,75c	39,75b	23,88b	21,38c	21,88b
H008	88,02a	74,70a	81,05a	65,93a	77,88b	3,28a	2,18a	1,60c	1,08c	1,50b	44,50c	43,63b	22,63b	15,13d	23,13b
H001	73,18a	59,28b	76,18b	66,73a	93,90a	4,20a	1,88b	1,23d	1,08c	1,23c	41,00d	45,75a	30,25a	14,25d	16,50c
H005	58,67b	72,75a	73,53b	60,93a	91,85a	3,70a	2,30a	1,23d	1,05d	1,28c	42,75d	47,88a	18,88c	14,75d	23,38b
H011	73,56a	62,20b	87,18a	57,90a	84,93a	3,55a	2,10b	1,40c	1,05d	1,45b	41,00d	45,25a	21,50b	18,75d	20,38c
H020	80,82a	75,05a	71,58b	53,13a	86,13a	3,28a	2,55a	1,25d	1,13c	1,35b	46,13c	45,25a	18,50c	18,50d	18,00c
H027	75,00a	76,33a	73,65b	50,28b	81,08b	3,25a	2,20a	1,55c	1,08c	1,43b	49,75c	45,50a	21,88b	13,13d	14,50c
H054	81,19a	72,85a	73,60b	57,05a	75,58b	3,45a	2,30a	1,25d	1,00c	1,38b	36,75d	45,38a	20,80c	16,43d	25,00b
H009	69,76b	69,45a	71,53b	54,60a	88,45a	3,65a	2,18a	1,18d	1,00d	1,38b	39,25d	55,13a	21,00c	14,23d	13,25c
H045	82,96a	65,98a	75,09b	54,05a	81,80b	2,88a	2,43a	1,55c	1,20c	1,30c	39,75d	52,13a	17,05d	14,25d	18,25c
H038	77,10a	70,25a	68,85b	58,40a	81,80b	2,98a	2,70a	1,33c	1,05d	1,30c	43,75c	39,38b	25,50b	15,25d	16,88c
H047	61,06b	81,83a	61,35b	53,95a	80,83b	3,98a	1,75b	1,10d	1,03d	1,38b	47,88c	43,00b	17,88c	15,13d	16,00c
H021	78,00a	76,28a	66,03b	52,55a	81,38b	3,10a	2,08b	1,48c	1,03d	1,55a	36,75d	37,38b	24,50b	19,75d	21,25c
H022	66,35b	68,15a	75,60b	54,55a	74,30b	3,35a	2,00b	1,55c	1,05d	1,25c	38,38d	37,88b	21,13c	18,13d	23,13b
H025	56,06b	59,48b	72,40b	63,65a	78,28b	2,70a	2,60a	1,38c	1,03d	1,45b	44,38c	45,00a	18,88c	14,38d	15,75c
H016	66,68b	60,65b	73,80b	58,00a	80,68b	3,25a	2,08b	1,43c	1,03c	1,25c	44,75c	38,25b	20,63c	15,25d	19,25c
H014	74,51a	70,38a	67,20b	49,18b	71,43c	3,65a	2,18a	1,05e	1,05d	1,18c	36,25d	48,50a	18,25c	15,63d	18,63c
H026	81,10a	61,93b	71,30b	53,80a	83,10b	3,35a	2,25a	1,20d	1,00c	1,18c	44,38c	40,38b	19,13c	14,63d	18,63c
H004	74,68a	67,90a	71,95b	54,38a	82,50b	3,23a	2,00b	1,13d	1,03c	1,43b	48,75c	35,13b	19,88c	17,25d	15,75c
H036	66,51b	68,63a	66,38b	55,85a	79,73b	3,53a	2,00b	0,98e	1,03d	1,30c	40,13d	40,63b	22,13b	15,63d	18,13c
H040	76,73a	67,13a	69,35b	57,73a	78,05b	2,93a	1,75b	1,50c	1,10c	1,40b	36,38d	48,00a	18,75c	16,88d	16,50c
H031	86,69a	68,25a	63,83b	49,43b	76,68b	2,48a	2,53a	1,53c	1,03d	1,23c	38,63d	41,25b	20,50c	16,25d	18,75c
H024	59,81b	69,95a	73,63b	55,38a	63,58c	3,33a	2,08b	1,30d	1,05d	1,00c	44,00c	36,25b	23,38b	14,13d	17,63c
H050	89,71a	51,40b	67,65b	51,70b	92,78a	2,98a	2,48a	1,25d	0,93d	1,10c	43,75c	47,13a	15,38d	14,13d	14,63c
H023	83,44a	69,83a	70,53b	48,63b	72,43c	3,25a	2,05b	0,98e	0,98d	1,40b	42,13d	43,25b	16,63d	16,13d	16,88c
H019	68,07b	63,30b	75,13b	54,50a	73,60b	3,15a	2,08b	1,18d	1,03d	1,20c	35,50d	42,63b	23,38b	15,50d	17,88c
H002	76,29a	58,53b	72,28b	53,03a	76,98b	3,05a	1,80b	1,28d	1,13c	1,35b	37,75d	39,00b	22,25b	15,13d	19,88c
H046	77,69a	53,78b	63,20b	54,73a	89,28a	3,30a	2,20a	0,88e	1,05d	1,18c	42,08d	45,25a	19,38c	13,63d	13,50c
H018	83,14a	53,38b	74,08b	57,40a	73,98b	2,93a	2,08b	1,38c	1,00d	1,15c	41,88d	48,00a	15,13d	13,38d	15,38c
H029	54,49b	65,98a	69,73b	55,05a	68,75c	3,23a	2,05b	1,08d	1,13d	1,08c	48,63c	38,13b	15,88d	15,25d	14,88c
H012	75,46a	66,85a	66,08b	46,55b	78,30b	2,60a	2,00b	1,48c	0,98d	1,40b	38,00d	47,25a	14,28d	13,50d	19,00c
H044	68,89b	52,93b	75,68b	41,95b	77,35b	3,45a	1,98b	0,85e	0,93d	1,23c	35,75d	40,75b	20,33c	15,50d	19,50c
H010	74,70a	63,78b	66,33b	46,70b	79,13b	3,00a	1,88b	1,05d	1,13c	1,23c	32,63d	37,13b	25,63b	16,25d	20,05c
H034	72,40a	66,83a	67,55b	45,88b	69,25c	3,00a	1,78b	1,05d	1,10c	1,25c	47,50c	41,50b	14,00d	11,25d	16,13c
H032	71,66a	67,68a	64,55b	48,85b	73,85b	2,80a	1,65b	1,30d	1,13c	1,35b	40,00d	39,13b	17,88c	12,25d	20,25c
H028	73,00a	58,78b	62,05b	49,60b	75,03b	2,78a	1,78b	1,08d	1,25d	1,20c	35,50d	39,13b	20,88c	15,63d	16,75c
H033	65,31b	61,08b	68,03b	46,80b	67,40c	2,63a	1,80b	1,08d	1,13c	1,40b	37,13d	44,88a	15,63d	14,25d	15,25c
H048	64,08b	49,15b	62,28b	53,05a	78,58b	3,03a	1,95b	0,88e	1,05d	1,23c	40,63d	45,13a	14,13d	12,25d	14,75c
H003	68,71b	52,65b	70,30b	46,78b	70,73c	2,45a	1,70b	1,08d	0,95d	1,40b	33,25d	45,13a	16,38d	14,00d	17,50c
H039	61,80b	57,70b	62,13b	49,23b	60,50c	2,90a	1,53b	1,13d	0,95d	1,00c	37,13d	38,38b	19,63c	15,50d	14,88c
H042	60,39b	50,70b	62,03b	46,53b	64,85c	2,50a	2,05b	0,93e	0,93d	1,05c	36,75d	38,63b	18,63c	15,75d	14,63c
H043	55,06b	45,53b	56,80b	38,63b	68,18c	2,28a	1,58b	0,88e	1,00d	1,08c	37,13d	43,25b	16,00d	11,75d	15,50c
H030	61,00b	52,50b	53,58b	37,83b	58,05c	1,88a	1,48b	0,93e	1,00d	1,25c	32,00d	48,50a	14,00d	14,38d	14,13c

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, dentro de cada grupo de genótipos (linhagens ou híbridos), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## Conclusões

1. Existe variabilidade genética para resistência ao acamamento e ao quebraamento do colmo em milho tropical.

2. A resistência ao acamamento de plantas e ao quebraamento do colmo interage significativamente com locais, e a seleção desses caracteres deve ser realizada com base em médias de experimentos com repetições nos diversos locais.

3. A metodologia de avaliação da resistência ao acamamento de plantas e ao quebraamento do colmo é eficiente na discriminação de genótipos.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à empresa Syngenta Seeds, pelo auxílio financeiro.

## Referências

CRUZ, P.J.; CARVALHO, F.I.F. de; SILVA, S.A.; KUREK, A.J.; BARBIERI, R.L.; CARGNIN, A. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, p.5-8, 2003.

- EASSON, D.L.; WHITE, E.M.; PICKLES, S.J. The effects of weather, seed rate and cultivar on lodging and yield in winter wheat. **Journal of Agricultural Science**, v.121, p.145-156, 1993.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FEDERIZZI, L.C.; FANTINI, A.C.; CARVALHO, F.I.F. de. Efeito do acamamento artificial em alguns genótipos de trigo de porte alto e baixo. **Ciência Rural**, v.24, p.465-469, 1994.
- FERREIRA, J.M.; MOREIRA, R.M.P.; HIDALGO, J.A.F. Capacidade combinatória e heterose em populações de milho crioulo. **Ciência Rural**, v.39, p.332-339, 2009.
- FONTOURA, D. da; STANGARLIN, J.R.; TRAUTMANN, R.R.; SCHIRMER, R.; SCHWANTES, D.O.; ANDREOTTI, M. Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.28, p.545-551, 2006.
- HOLBERT, J.R. Anchorage and extent of corn root system. **Journal of Agronomy Research**, v.27, p.71-78, 1924.
- INSTITUTO FNP. **AGRIANUAL 2007**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2007. 520p.
- MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.M.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p.93-101, 2005.
- MARTIN, T.N.; STORCK, L.; DAL'COLLÚCIO, A.; CARVALHO, M.P. de; SANTOS, P.M. dos. Bases genéticas de milho e alterações no plano experimental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.35-40, 2005.
- PINTHUS, M.J. Lodging in wheat, barley, and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. **Advances in Agronomy**, v.25, p.208-263, 1973.
- SALMON, S.C. An instrument for determining the breaking strength of straw and a preliminary report on the relation between breaking strength and lodging. **Journal of Agricultural Research**, v.43, p.73-82, 1931.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, L.A. de; LECH, V.A.; GRACIETTI, L.C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, v.58, p.271-276, 2001.
- SAS INSTITUTE. **SAS: user's guide**. Version 8.1. Cary: SAS Institute, 2000.
- ZANATTA, A.C.A.; OERLECKE, D. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agronômicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L.) Thell. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1001-1016, 1991.

---

Recebido em 24 de novembro de 2009 e aprovado em 30 de dezembro de 2009