

AVALIAÇÃO DE MUTANTES DE TRIGO (*Triticum aestivum*) OBTIDOS POR RADIAÇÕES GAMA RESISTENTES À FERRUGEM DO COLMO (*Puccinia graminis tritici*)*

A.A. VEIGA¹ - J.C. FELICIO¹ - C.E. CAMARGO¹ - B.C. BARROS²
A. TULMANN NETO³ - J.O.M. MENTEN³ - A. ANDO³

R E S U M O

Em 1974, iniciou-se um trabalho com o objetivo de se tentar selecionar mutantes resistentes à ferrugem do colmo, a partir da cultivar BH-1146. Sementes foram irradiadas na fonte de ⁶⁰Co do CENA e a seleção foi efetuada em plantas das progênes M₂. Algumas plantas mostraram menor intensidade de sintomas e foram selecionadas e depois de outra inoculação, 8 linhagens foram consideradas mutantes e chamadas TICENA.

Ensaio de produção com estes mutantes foram iniciados em 1977, em diferentes condições de cultivo no Brasil. Resultados de alguns destes, no que se refere à produtividade e reação à ferrugem do colmo (*Puccinia graminis tritici*) e da folha (*Puccinia recondita*) em relação à cultivar original, são apresentados e discutidos.

Conclui-se que uma linhagem mutante apresentou resistência a ferrugem no colmo, bem como menor intensidade de ataque a ferrugem da folha, nos vários ensaios. Outras linhagens apresentaram menor intensidade de sintomas de ferrugem do colmo, nos vários locais, enquanto que em outras a intensidade dependeu do local do ensaio.

*Trabalho realizado com o auxílio da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CENEN), apresentado no International Symposium on Induced Mutation as a Tool for Crops Plant Improvement, Viena, Austria, 1981.

¹Instituto Agronômico, Campinas, São Paulo.

²Instituto Biológico, São Paulo, São Paulo.

³Seção de Radiogenética - CENA.

Recebido em 03/12/81.

Aprovado em 09/03/82.

Com relação à produtividade, três linhagens apresentaram tendência a produzir mais que a cultivar original, enquanto que outras, produziram menos ou apresentaram produção semelhante.

EVALUATION OF WHEAT (*Triticum aestivum*) STEM RUST (*Puccinia graminis tritici*) RESISTANT MUTANTS OBTAINED BY GAMMA RADIATION

S U M M A R Y

Work was initiated in 1974 with the objective of attempting selection of mutant lines resistant to stem rust (*Puccinia graminis tritici*) from wheat variety BH-1146. Seeds were irradiated with ^{60}Co using the CENA source and selection was made from M_2 progenies. The selected plants showed a low level of symptoms of rust infection. After further inoculation and selection, eight lines were considered mutants and named TICENA.

Studies of the productivity of the mutants were initiated under different conditions of cultivation in Brazil. The productivity and reaction to stem rust and leaf rust (*Puccinia recondita*) of the mutants were compared with the performance of the original variety.

One of the mutant lines (TICENA-4) showed resistance to stem rust as well as low incidence of symptoms of stem rust at all sites, whereas other lines showed varying degrees of resistance according to the site of cultivation.

Three lines showed a tendency toward higher productivity than the original cultivar, whereas the productivity of others was lower than or equal to that of the original cultivar.

1. INTRODUÇÃO

Vários são os problemas que tem impedido que o Brasil alcance a auto-suficiência na produção de trigo, meta esta de importância quando se considera o grande gasto anual de divisas, necessário para sua importação. Um dos fatores que podem levar à obtenção de baixa produ

tividade em trigo, refere-se ao fato que muitos cultivares com bom potencial de produção, não são entretanto tolerantes a altos níveis de Al^{3+} que ocorrem em certos solos. No entanto, vários autores e dentre eles CAMARGO E VEIGA (1975), tem demonstrado que a cultivar BH-1146 é uma das que tem demonstrado possuir certa tolerância a estes altos teores. É mesmo comum observar-se que tal cultivar é introduzida como um dos materiais padrões em ensaios que visem analisar o comportamento de materiais onde o teor de Al^{3+} represente problema para a cultura.

Ocorre porém que a cultivar BH-1146 é suscetível à ferrugem do colmo, doença que pode acarretar em certas condições, grandes perdas na produtividade. Por isto, em 1974, iniciou-se um projeto em que através da irradiação de sementes com raios-gama da fonte de ^{60}Co do CENA, se objetivava a indução de mutantes resistentes à ferrugem do colmo. Resolveu-se utilizar indução de mutação pois sabe-se que tal ferramenta de trabalho tem produzido resultados de interesse em vários países, especialmente na casa de plantas autógamas como o trigo. Assim é que por exemplo já foram liberadas para o cultivo mutante de trigo na Itália (PACUCCI e SCARASCIA-MUGNOZZA, 1974), China, Paquistão (LIST OF VARIETIES, 1981) entre outros países. No Brasil, segundo revisão feita por OSORIO (1972), trabalhos com indução de mutação foram iniciados em 1960, utilizando-se irradiação de sementes com vários objetivos. GOMES e IGNACZAK (1974), descrevem a cultivar de trigo IAS-63, para cultivo no Rio Grande do Sul, indicando que foi ela originada através do cruzamento entre duas linhagens mutantes, obtidas através de irradiação de sementes.

No presente trabalho, após a irradiação de sementes e colheita das plantas da geração M_1 em 1974, o trabalho de seleção foi efetuado a partir de 1975, após a inoculação de plantas das progênes M_2 com duas raças de ferrugem do colmo, mais comuns no Estado de São Paulo. Maiores detalhes sobre a metodologia utilizada, podem ser vistos em trabalho de VEIGA *et alii* (1978). Das seleções efetuadas surgiram 8 linhagens, que aqui serão denominadas de TICENA, caracterizadas por apresentarem menor quantidade de ferrugem do colmo, quando comparadas com a cultivar original.

A partir de 1977, foram iniciados ensaios de produção para

avaliação destes mutantes, em diferentes condições de cultivo no Brasil. Alguns dos resultados obtidos foram já publicados (SILVA *et alii*, 1979; LEITE *et alii*, 1980), porém, outros não.

O objetivo da presente publicação é o através da reunião de vários ensaios em que os mutantes foram incluídos, fazer-se uma avaliação destes mutantes tal que se permita uma visão geral de suas potencialidades em várias condições.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Sementes das linhagens mutantes TICENA 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, juntamente com a cultivar BH-1146, foram multiplicadas na Estação Experimental de Tietê, São Paulo, para serem utilizadas em vários ensaios em diferentes locais do Brasil. Dentre eles, citam-se as cidades de Tietê (São Paulo), Londrina, Cambarã e Palotina (Paraná), Planaltina (Distrito Federal) e Patos de Minas (Minas Gerais). Entretanto, como em alguns casos a cultivar multiplicada em Tietê não foi incluída, resolveu-se apresentar apenas os dados em que ela fez parte do experimento.

Em São Paulo, foram realizados ensaios em 1977 e 1978, na Estação Experimental de Tietê, sendo tais ensaios denominados SP-77 e SP-78. Em Planaltina, em 1978 o Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado montou um ensaio na época do verão, sem irrigação (plantio em fevereiro), denominado DF-78-1 e outro na época do inverno (plantio em junho) em que várias irrigações foram realizadas, denominando-se neste caso o ensaio de DF-78-2. Em 1979, ainda em Planaltina, o mesmo esquema foi repetido, sendo o ensaio de verão denominado de DF-79-1 e o de inverno DF-79-2. Em Patos de Minas, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais realizou em 1978 um ensaio, que será aqui denominado de MG-78. Nestes ensaios, entraram todos os mutantes, com exceção do ensaio MG-78, em que apenas foram introduzidos os mutantes TICENA-4 e TICENA-11.

Em todos os casos, foram feitas várias anotações típicas de avaliações de germoplasma de trigo, mas no presente trabalho, só será de interesse a discussão da produtividade e incidência de ferrugem do colmo e da folha. Quanto às estas doenças, em geral, anotou-se a inten

sidade do ataque em porcentagem, seguida do tipo de reação que podia variar de suscetível a resistente.

A época de instalação destes ensaios, foi a recomendada para cada local e o delineamento estatístico, tamanho de parcela, etc., foram realizados de acordo com as normas adotadas em cada instituto. Portanto, como os ensaios não seguiram um único modelo, no presente trabalho, as comparações efetuadas não sofreram tratamento estatístico. Como todos os ensaios tiveram em comum a cultivar original BH-1146, resolveu-se comparar os mutantes em relação à esta cultivar (cuja produtividade em cada ensaio foi considerada como 100,0) em diferentes "níveis de produtividade". Os níveis de produtividade foram obtidos a partir da produtividade média da cultivar original em cada ensaio e representa a variabilidade na produtividade como função de vários fatores tais como solo, doenças, clima, etc.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da avaliação da ferrugem da folha e do colmo em apenas 5 dos 7 ensaios realizados, pois para os ensaios DF-78-2 e DF-79-1, não houve a ocorrência destas doenças. Resolveu-se apresentar também a avaliação da ferrugem da folha, pois quando da seleção dos mutantes, havia sido observado que TICENA-4 além de resistência à ferrugem do colmo, parecia mostrar também menor incidência de ferrugem da folha.

Através da Tabela 1, pode-se observar através da reação da cultivar original BH-1146, que houve variação muito grande quanto a intensidade de sintomas e tipo de reação às duas doenças, nos vários locais. De fato, para a ferrugem da folha por exemplo, enquanto que em MG-78, BH-1146 apresentou 5% de sintomas e foi classificado como altamente resistente, em DF-79-2, mostrou 60% de sintomas e reação de susceptibilidade. Esta grande variabilidade também foi observada para a ferrugem do colmo, observando-se de 10% de sintomas e reação de moderadamente resistente, a 90% de intensidade de ataque e reação de susceptibilidade.

Uma das razões desta grande variabilidade pode ser atribuída às diferenças na intensidade de ataque ocorrida nos diferentes ensaios. Deste modo, pode-se classificar para a ferrugem do colmo, locais onde

Tabela 1 - Avaliação* da porcentagem da incidência e tipo de reação à ferrugem da folha (FF) e ferrugem do colmo (FC) da cultivar BH-1146 e dos mutantes em diferentes ensaios.

MATERIAL	DF-78-1		SP-77		DF-79-2		SP-78		MG-78	
	FF	FC	FF	FC	FF	FC	FF	FC	FF	FC
BH-1146	40S	10MR	20	90S	60S	30S	20-30S	90S	5AR	45S
TIGENA										
4	10S	10MR	0-5S	0	0	0	0-5S	0	5AR	5R
5	25S	5MR	20-30S	Tr-5S	5MS	Tr	5-20S	0-5S	-	-
6	50S	2R	10-30S	Tr-10S	60S	50S	5-20S	0-5S	-	-
7	20S	10MR	10-20S	0-5S	40S	5S	10-30S	0-5S	-	-
8	25S	5MR	20-30S	Tr-5S	50MS	10S	20-30S	0	-	-
9	30S	5R	10-30S	Tr-5S	70S	30S	10S	0	-	-
10	30S	5R	40S	Tr-5S	60S	30MS	20-30S	0	-	-
11	40S	5R	10-30S	0-5S	60S	Tr	10-20S	0	10IN	40MS

*Os números das colunas indicam a % de intensidade de ataque, variando de 0, Traços (Tr) a 100, seguido do tipo de reação: R (Resistente), MR (Moderadamente Resistente), IN (Intermediária), MS (Moderadamente Susceptível) e S (Susceptível).

a incidência da doença foi maior (SP-77 e SP-78) e locais de intensidade menor (DF-78-1) ou ainda locais intermediários (DF-79-2 e MG-78). Para a ferrugem de folha, pode-se classificar os locais como de maior ocorrência (DF-78-1 e DF-79-2), menor ocorrência (MG-78) e ocorrência intermediária (SP-77 e SP-78).

Independentemente desta variabilidade observada, pode-se tentar fazer alguma generalização com relação às reações dos mutantes, comparados à cultivar original nos vários ensaios.

Com relação à ferrugem da folha, com exceção do mutante TICENA-4, os demais mostraram intensidade de sintomas e tipo de reação semelhantes à cultivar original. Para o TICENA-4, parece ter se confirmado a observação inicial que tal mutante apresentava menor intensidade de ataque. De fato, com exceção de MG-78, nos outros 4 ensaios, a intensidade foi sempre menor. Em DF-79-2, por exemplo o mutante não apresentou nenhuma porcentagem de ataque, enquanto que a cultivar BH-1146 apresentou 60%.

Com relação à ferrugem do colmo, uma generalização parece não ser tão simples como no caso anterior, devido à grande variação nas notas atribuídas a um dado mutante, nos vários locais. Mas parece fora de dúvidas que o TICENA-4 pode ser considerado em média, como o que apresentou resistência em todos os locais.

Pode-se a seguir, fazer um agrupamento de mutantes que, embora tenham mostrado tipo de reação de susceptibilidade, mostraram em média menor intensidade de sintomas do que BH-1146. Neste caso, seriam incluídos TICENA-5, 7 e 8. Finalmente em um outro grupo, seriam incluídos TICENA-6, 9, 10 e 11. Este grupo é caracterizado por apresentar intensidade de sintomas menor em alguns ensaios, mas iguais a BH-1146 em outros ensaios.

Como a seleção inicial dos mutantes, havia sido feita com inoculação artificial incluindo duas raças mais comuns de ferrugem do colmo, para o Estado de São Paulo, as diferenças na intensidade de sintomas e tipo de reação, podem ser devidas à presença de outras raças, nos diversos ensaios. É de interesse entretanto observar-se que TICENA-4, mostrou menor intensidade de sintomas e reação de resistência, em todos os locais. Se for correta a hipótese de raças diferentes nos dife

rentes locais, o mutante TICENA-4 apresentaria a particularidade de mostrar resistência à estas diferentes raças. Este aspecto merece ser melhor estudado em futuros trabalhos.

Quanto a avaliação da produtividade nos diferentes locais, os dados encontram-se na Tabela 2. Pelos níveis de produtividade, obtidos pela média de produtividade do cultivar BH-1146 em cada ensaio, pode-se observar que existiram grandes diferenças entre os vários ensaios. De fato, enquanto que em DF-78-1 o nível de produtividade foi de apenas 0,4 t/ha, em MG-78, o nível foi de 4,8 t/ha. Como se disse anteriormente, o nível de produtividade reflete as diferenças nos vários ensaios, devidas às condições de solo, clima, doenças, etc. Por exemplo, nos experimentos DF-78-1 e DF-79-1, em que se observaram os menores níveis de produtividade, uma das principais razões deste fato, refere-se a seca que prevaleceu durante o experimento. Já para o caso de MG-78, onde se observou o maior nível de produtividade (4,8 t/ha), o experimento sofreu irrigações periódicas que culminaram com elevada produtividade.

Observando-se inicialmente a média geral dos vários ensaios, pode-se tentar fazer um agrupamento de mutantes, em relação ao cultivar controle BH-1146, considerado como 100,0. Pode-se dizer neste caso que os mutantes TICENA-4, 9 e 11, apresentaram tendências a mostrar produtividade superior ao controle (17,1, 21,3 e 22,1%, respectivamente). Os mutantes TICENA 6, 7 e 10, mostraram tendência a produzir menos enquanto que TICENA 5 e 8 apresentaram produtividade semelhante à da cultivar original.

Observando-se agora dados individuais nos diferentes ensaios, pode-se notar a grande variação da produtividade em certos materiais. Para o mutante TICENA-10, por exemplo, a produtividade em relação ao controle foi de 28,5 (DF-79-1) a 143,7 (SP-77). Embora fatores como solo, doenças, etc, possam explicar tal faixa de variação, não se pode também excluir a possibilidade de fatores genéticos estarem também aí envolvidos. Como discutido por vários autores, e entre eles GOTTSCHALK (1976), a proporção de mutantes induzidos que mostram diferenças na adaptabilidade para condições ecológicas adversas, com relação ao material de origem, é relativamente grande. Mesmo no Brasil, TULMANN NETO

Tabela 2 - Produtividade média dos mutantes em diferentes níveis de produtividade, em relação ao cultivar original BH-1146.

Ensaio	Nível de Produtividade* (t/ha)	BH-1146 controle	MUTANTES : TICENA							
			4	5	6	7	8	9	10	11
DF-78-1	0,4	100,0	101,0	93,3	69,3	77,9	94,0	86,6	54,9	119,7
DF-79-1	1,1	100,0	155,8	42,4	52,2	36,0	28,5	134,2	29,6	78,2
DF-78-2	1,9	100,0	100,2	100,2	88,6	87,7	101,3	107,3	67,4	101,0
SP-77	2,4	100,0	141,7	165,8	99,4	111,9	143,7	160,3	93,4	178,9
DF-79-2	4,1	100,0	96,1	113,5	99,4	98,4	103,7	109,7	74,4	110,1
SP-78	4,2	100,0	116,2	117,7	104,7	109,2	135,5	129,4	122,2	143,9
MG-78	4,8	100,0	108,8	-	-	-	-	-	-	123,1
M É D I A		100,0	117,1	105,5	85,6	86,9	101,1	121,3	73,7	122,1

*Obtido através da produtividade média da cultivar BH-1146 em cada ensaio.

(1979), analisando o comportamento de um mutante induzido em feijão, observou que a falta de adaptabilidade para certas condições, seria uma das razões para explicar as grandes diferenças observadas em produção.

Um tipo de agrupamento de materiais, que pode ser feito, refere-se à produtividade apresentada de acordo com os níveis de produtividade. Assim é que os mutantes TICENA-5, 6, 7, 8 e 10, mostram uma tendência a aumentar a produtividade, de acordo com o aumento do nível de produtividade. Os mutantes TICENA-5 e TICENA-8 mostraram produtividade maior que o controle somente em altos níveis de produtividade (SP-77, DF-79-2 e SP-78). É de interesse observar-se que os mutantes TICENA-4, 9 e 11, que na média de todos os ensaios, foram superiores ao controle, mostraram em geral, boa adaptabilidade, tanto em condições de altos, como de baixos níveis de produtividade. Todas as linhagens foram colocadas à disposição de institutos no Brasil, tais como Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados e Instituto Agrônomo de São Paulo e do Paraná e algumas delas incluídas em blocos de cruzamento.

4. CONCLUSÕES

A avaliação em vários locais, de linhagens mutantes, em comparação com a cultivar BH-1146, das quais foram obtidas, revelou que:

1) O mutante TICENA-4 mostrou resistência a ferrugem do colmo, nos vários locais em que foi testado. Ao mesmo tempo, tal linhagem mostrou menor intensidade de ataque de ferrugem da folha.

Um grupo de mutantes (TICENA-5, 7 e 8) mostrou em média menor intensidade de sintomas, enquanto que outro grupo (TICENA-6, 9, 10 e 11) mostrou intensidade menor ou semelhante ao controle, conforme o local do ensaio.

2) Em média dos vários ensaios três linhagens (TICENA 4, 9 e 11) apresentaram tendência a produzir mais que o controle, enquanto que outras apresentaram produtividade menor (TICENA-6, 7 e 10) ou semelhante (TICENA-5 e 8).

Observando-se a produtividade de cada linhagem nos diferentes ensaios, em função do nível de produtividade de cada ensaio, pode-se

distinguir materiais que apresentam tendência a apresentarem maiores produtividades de acordo com o aumento do nível de produtividade. Existem entretanto linhagens com tendência a apresentarem boa produtividade, tanto em condições de baixo, como de alto nível de produtividade.

3) Através de indução de mutação obteve-se linhagens de interesse com relação às características analisadas, sendo que algumas delas poderiam ser utilizadas diretamente para o cultivo ou então em cruzamentos com outros materiais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, C.E.O. & VEIGA, A.A. Comportamento de cultivares de trigo em dois solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 34(3):115-123, 1975.
- GOMES, E.P. & IGNACZAK, J.C. Trigo, cultivares IAS-63 e IAS-64. *Boletim Técnico. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul* (94):1-15, 1974.
- GOTTSCHALK, W. Adaptability of mutants to diverse natural environmental conditions. In: IAEA. *Induced mutations in cross-breeding*. Vienna, 1976. p.37-44.
- LEITE, J.C.; SILVA, A.R.; ANDRADE, J.M. Experimentação de variedades e linhagens de trigo no Planalto Central em 1979. In: REUNIÃO ANUAL DA COMISSÃO NORTE BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 6.^a, Curitiba 1980. *Trabalhos com trigo, cevada e triticales no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados em 1979*. Brasília, EMBRAPA, 1980. v.1, p.1-25.
- LIST of varieties. *Mutation Breeding Newsletter*, 18:14-19, 1981.
- OSORIO, E.A. El mejoramiento genético del trigo en el Brasil y las posibilidades de utilización de mutaciones inducidas. In: IAEA. *Induced mutations and plant improvement*. Vienna, 1972. p.435-441.
- PACUCCI, G. & SCARASCIA-MUGNOZZA, G.T. Agronomic evaluation of the durum wheat mutant line Casteldelmonte. In: IAEA. *Polyploidy and induced mutations in plant breeding*. Vienna, 1974. p.247-258.

- SILVA, A.R.; LEITE, J.C.; ANDRADE, J.M.V. Avaliação de mutantes das variedades de trigo IAC-5 e BH-1146 do Centro de Energia Nuclear na Agricultura. In: REUNIÃO ANUAL DA COMISSÃO NORTE BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 5.^a, Dourados 1979. *Trabalhos com trigo, 1978, no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados*. Brasília, EMBRAPA, 1979. n.p.
- TULMANN NETO, A. Obtenção de resistência ou tolerância ao vírus do mo saico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) através de indução de mutação. Piracicaba, 1979. 109p. Livre-Docência/USP.
- VEIGA, A.A.; CAMARGO, C.E.O.; FELICIO, J.C.; TULMANN NETO, A.; ANDO, A.; BARROS, B.C. Indução de mutação no melhoramento do trigo. *Bragantia*, 37(12):1-03-108, 1978.