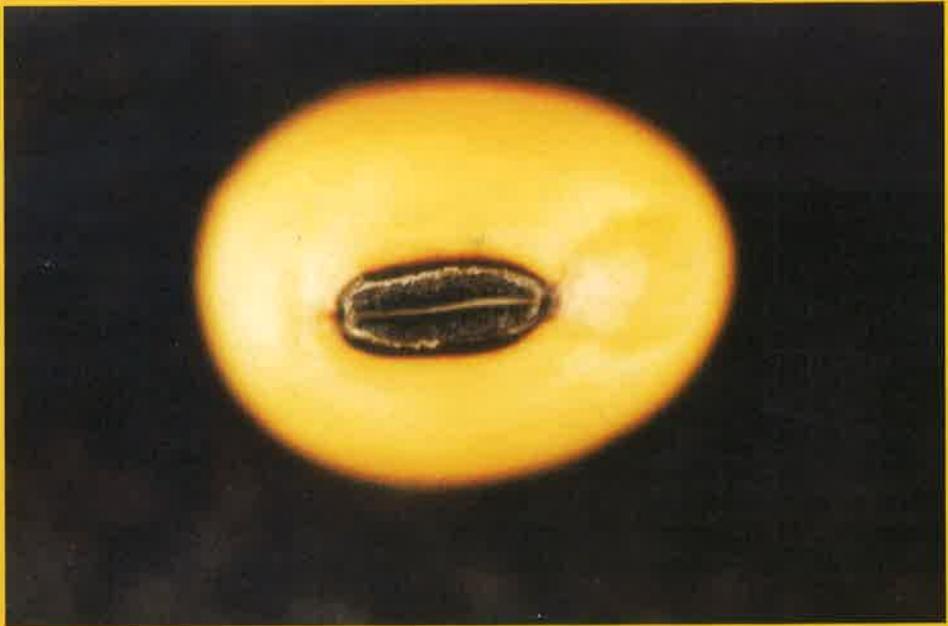


Cor do Hilo em Sementes de Soja



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Dietrich Gerhard Quast

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Trigo

Benami Bacaltchuk

Chefe-Geral

João Carlos Ignaczak

Chefe Adjunto de Administração

João Francisco Sartori

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

José Eloir Denardin

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Embrapa

ISSN 1516-5582

Novembro, 2003

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos 38

Cor do Hilo em Sementes de Soja

Emídio Rizzo Bonato

Passo Fundo, RS
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Trigo

Rodovia BR 285, km 174

Telefone: (54) 311-3444

Fax: (54) 311-3617

Caixa Postal 451

99001-970 Passo Fundo, RS

Home page: www.cnpt.embrapa.br

E-mail: biblioteca@cnpt.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Irineu Lorini

Membros: Beatriz Marti Emygdio, Emídio Rizzo Bonato, Gilberto Omar Tomm, José Maurício Cunha Fernandes, Martha Z. de Miranda, Renato Serena Fontaneli, Sandra Patussi Brammer, Sfrío Wiethölter

Tratamento Editorial: Fátima Maria De Marchi

Capa: Liciane Toazza Duda Bonatto

Ficha Catalográfica: Maria Regina Martins

1ª edição

1ª impressão (2003): Tiragem: 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Bonato, Emídio Rizzo.

Cor do hilo em sementes de soja / Emídio Rizzo Bonato. – Passo Fundo : Embrapa Trigo, 2003.

28 p. ; 21 cm. (Embrapa Trigo. Documentos, 38).

ISSN 1516-5582

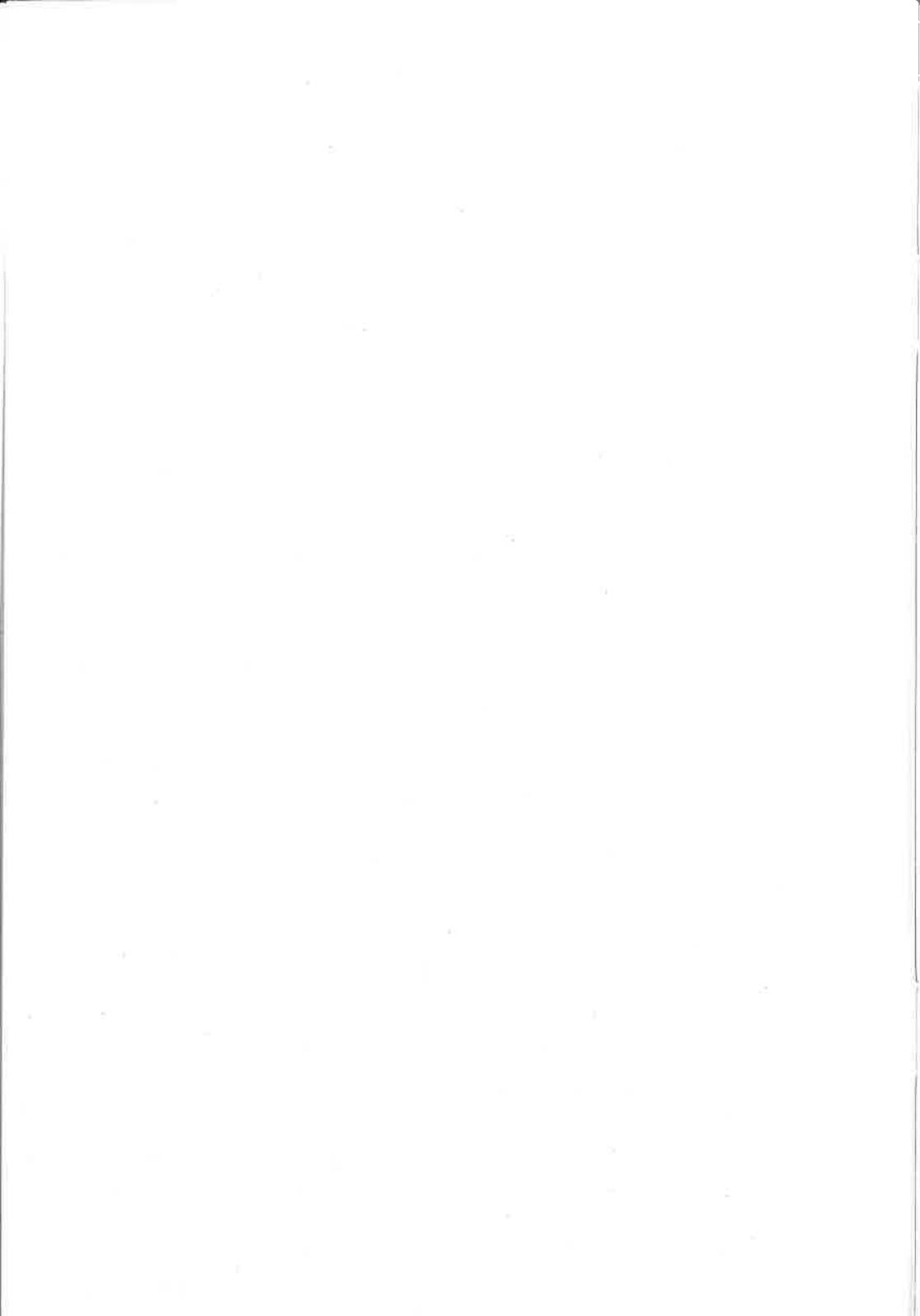
1. Soja – Semente – Cor do hilo. II. Título. III. Série.

CDD: 633.3421

© Embrapa Trigo - 2003

Autor

Emídio Rizzo Bonato
Engenheiro Agrônomo
Pesquisador, Dr.
Genética e Melhoramento de Plantas
Passo Fundo, RS
E-mail: erbonato@via-rs.net



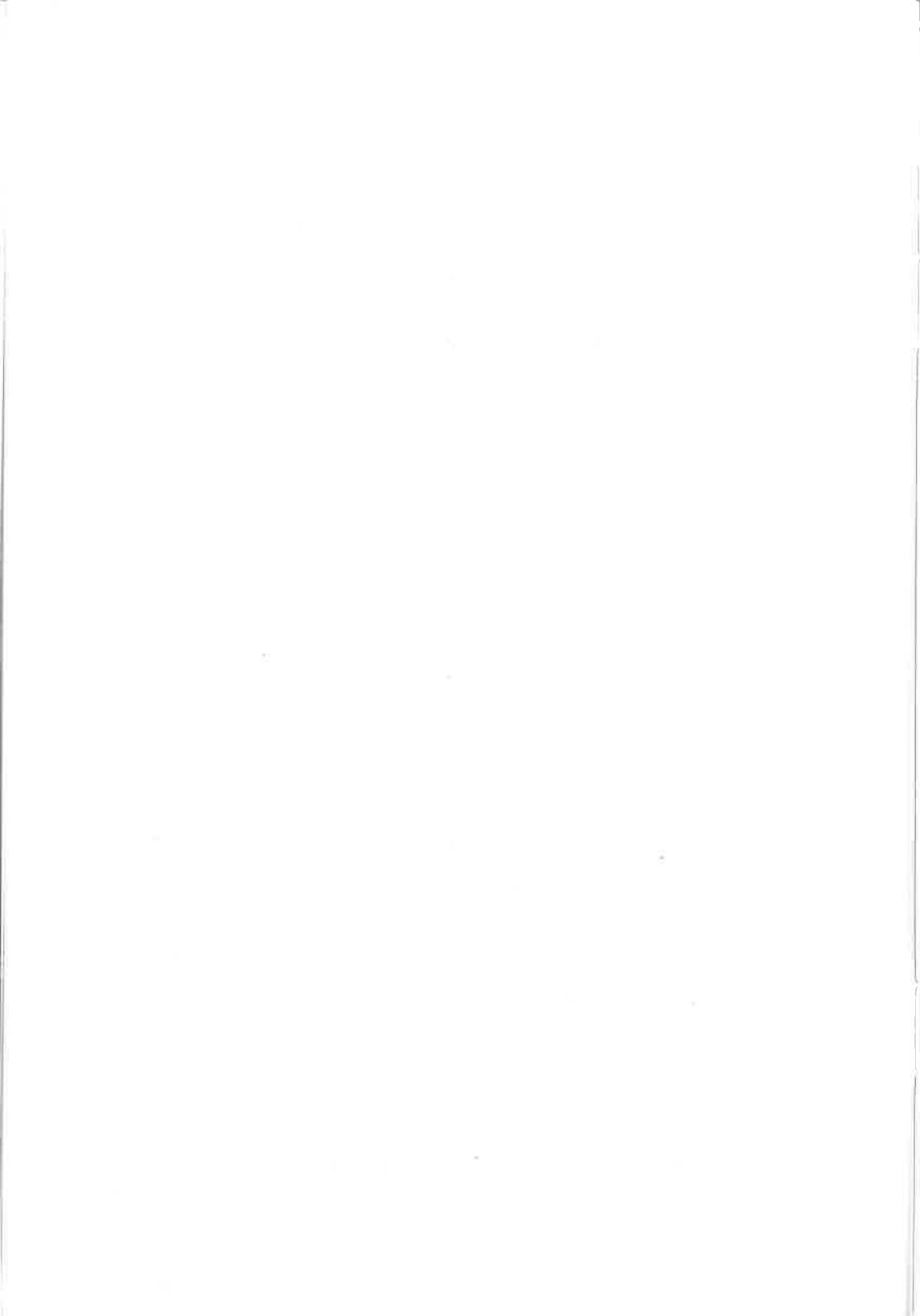
Apresentação

A existência de características que permitam a fácil diferenciação do material genético de soja posto no mercado tem na cor hilo um indicador de identidade extremamente seguro. No entanto, diferentes fatores afetam a previsibilidade dessa característica.

Este trabalho tem a função de oferecer as informações necessárias para que técnicos e produtores, no campo, por ocasião da colheita, ou mesmo em lotes já colhidos, possam avaliar a possível origem e identidade de sementes ou de grãos. O autor enfatiza as possíveis variações que podem ocorrer na intensidade dessa coloração causada por fatores ambientais ou mesmo por diferenças possíveis na mesma cultivar.

A Embrapa Trigo, ao oferecer mais esta publicação para uso de seus clientes, espera estar consolidando sua missão de disponibilizar soluções tecnológicas para o agronegócio em que seu trabalho está inserido, permitindo que possíveis dúvidas sejam sanadas antes mesmo do questionamento.

Benami Bacaltchuk
Chefe-Geral da Embrapa Trigo



Sumário

Introdução	9
Genética da coloração do hilo de sementes de soja	10
Efeito do ambiente na expressão da cor do hilo	13
Considerações finais	22
Referências Bibliográficas	27

COR DO HILO EM SEMENTES DE SOJA

Emídio Rizzo Bonato

Introdução

A cor do hilo da semente é um dos descritores empregados para caracterizar cultivares de soja. Por isso, esse caráter tem grande importância em análises laboratoriais de pureza genética. A interpretação correta dos padrões fenotípicos dessa característica tem ocasionado problemas em vários laboratórios. A expressão fenotípica da cor do hilo é complexa, em virtude da interferência de diversos genes, alguns com alelos múltiplos. Por sua vez, quanto mais complexa a herança genética de um caráter, mais acentuado é o efeito das condições ambientais sobre a manifestação deste. A variação dos padrões de coloração do hilo dentro de um mesmo genótipo tem de ser entendida pelos laboratoristas e pelos técnicos de laboratório que avaliam a pureza genética das sementes das cultivares. O desconhecimento dos tipos de variações, dentro de cada padrão de cor do hilo, pode implicar condenação de lotes de sementes de elevada qualidade genética ou aprovação de lotes com problemas de mistura de cultivares.

Esta revisão pretende, ao tratar dos efeitos genéticos e ambientais sobre a coloração do hilo de sementes de soja, ressaltar a influência que pode ser exercida por fatores ambientais sobre a expressão desse caráter geneticamente controlado.

Genética da coloração do hilo de sementes de soja

As cores do hilo e do tegumento em sementes de soja são, basicamente, controladas pelo mesmo sistema genético. Na manifestação e na distribuição dessas cores, estão envolvidos diversos genes maiores. A diferença fundamental na manifestação da cor do tegumento e do hilo é dada, como será visto mais adiante, pela série alélica do gene *I*. Neste documento, será discutida, em detalhes, a determinação da cor do hilo.

O loco gênico primeiro responsável pela manifestação da pigmentação do hilo em sementes de soja é o *R/r* (Nagai, 1921; Woodworth, 1921; Stewart, 1930; Williams, 1952). Os pigmentos básicos produzidos por esse gene são o preto e o marrom (Tabela 1).

A expressão desse gene responsável pela determinação da cor do hilo das sementes de soja é modificada por outros genes. Assim, os alelos dos genes que governam a cor da pubescência em plantas de soja, *T e t*, e a cor da flor, *W₁ e w₁*, modificam a expressão dos alelos *R e r*, originando o padrão de cores constante na Tabela 2, segundo Nagai (1921), Woodworth (1921) e Stewart (1930).

Tabela 1. Efeito do loco R/r na determinação da cor do hilo em sementes de soja.

Genótipo	Fenótipo
R_*	Pigmento preto
Rr	Pigmento marrom

* $R_$ indica tanto o genótipo homozigoto dominante (RR) quanto o genótipo heterozigoto (Rr).

Tabela 2. Efeito dos alelos dos genes responsáveis pela cor da pubescência, T e t , e pela cor da flor, W_1 e w_1 , na expressão dos alelos R e r .

Genótipo ¹	Fenótipo
$R_ T_$	Pigmento preto
$R_ tt W_{1-}$	Pigmento preto-imperfeito ²
$R_ tt w_1w_1$	Pigmento marrom-claro ³
$rr T_$	Pigmento marrom
$rr tt$	Pigmento marrom-claro ³

¹ $T_ =$ pubescência marrom; $tt =$ pubescência cinza

$W_{1-} =$ flor roxa; $w_1w_1 =$ flor branca

² O hilo preto-imperfeito caracteriza-se por apresentar a parte central da elipse, de cor preta, circundada por uma estreita faixa de cor marrom-claro (Verneti, 1983).

³ Também chamado de marrom-claro-rosado ou de bege. Em inglês é denominado de "buff".

O pigmento marrom, determinado pelos genes $rr T_-$, relacionado na Tabela 2, pode ser modificado pelos alelos do loco O/o , segundo Nagai (1921), Williams (1952) e Weiss (1970), conforme indicado na Tabela 3.

Tabela 3. Efeito dos alelos O e o na expressão do pigmento de cor marrom do hilo em sementes de soja.

Genótipo	Fenótipo
$rr T_- O_-$	Pigmento marrom
$rr T_- oo$	Pigmento marrom-avermelhado

Enquanto os alelos dos genes relacionados anteriormente, T e t , W_1 e w_1 e O e o , atuam modificando a expressão dos alelos R e r , uma série alelomórfica de quatro alelos, II , ii , i^*i^* e ii , governa a distribuição das cores no tegumento e no hilo da semente. O modo como as cores do hilo e do tegumento se expressam, segundo Nagai (1921), Nagai & Saito (1923), Owen (1928), Woodworth (1933), Mahmud & Probst (1953), Bhatt & Torrie (1968), está sintetizado na Tabela 4.

Com base nos estudos feitos por Williams (1952), por Mahmud & Probst (1953), por Bhatt & Torrie (1968), por Specht & Williams (1978) e por Palmer & Stelly (1979), os efeitos dos alelos do gene I na supressão das cores escuras da cor do hilo, determinadas pelos genes R/r , T/t , e W_1/w_1 , estão esquematizados na Tabela 5.

As modificações na expressão das cores do hilo determinadas pelo alelo I , em genótipos com os alelos R e r , T e t e W_1 e w_1 , podem ser mais bem entendidas a partir das informações da Tabela 6.

Tabela 4. Efeito da série alélica do gene *I* na expressão das cores do hilo e do tegumento em sementes de soja.

Genótipo	Fenótipo
<i>I</i> _	Impede a expressão das cores escuras no tegumento e no hilo
<i>ii</i>	As cores escuras aparecem somente no hilo
<i>i[*]i[*]</i>	As cores escuras aparecem no hilo e espalham-se em volta deste, até atingirem metade do tegumento
<i>ii</i>	As cores escuras cobrem toda a semente

Efeito do ambiente na expressão da cor do hilo

Na prática, sabe-se que os padrões das cores nem sempre são observados com tanta nitidez, como definidos pela descrição do efeito dos genes, visualizados na Fig. 1. É comum encontrar variações na tonalidade da cor do hilo em sementes da mesma cultivar, geneticamente pura. Há casos em que variações na intensidade da coloração são encontradas entre as sementes produzidas por uma mesma planta geneticamente homocigota. Esses fatos devem-se à interferência de condições ambientais na expressão dos genes.

Tabela 5. Efeitos dos alelos do gene *I* na manifestação das cores do hilo em sementes de soja determinadas pelos genes *R*, *T*, e *W_i*.

Genótipo	Cor do hilo determinada pelos alelos		
	<i>i</i>	<i>i^k</i>	<i>I</i>
<i>R_ T_</i>	preto	preto	preto
<i>rr T_ O_</i>	marrom	marrom	marrom
<i>rr T_ oo</i>	marrom- avermelhado	marrom- avermelhado	marrom- avermelhado
<i>R_ tt W_{i-}</i>	preto-imperfeito	preto-imperfeito	preto-imperfeito
<i>R_ tt w_iw_i</i>	marrom-claro	marrom-claro	marrom-claro
<i>rr tt</i>	marrom-claro	marrom-claro	marrom-claro

Tabela 6. Alterações na cor do hilo em sementes de soja determinadas pelo alelo dominante *I*.

Genótipo	Fenótipo
$I_R_T_$	Hilo de cor cinza e não de cor preta
$I_R_ttW_{1-}$	Hilo de cor cinza e não de cor preta-imperfeita
$I_R_ttw_1w_1$	Hilo de cor amarela e não marrom-claro
$I_rrT_O_$ ou I_rrT_oo	Hilo de cor amarela e não marrom ou marrom-avermelhado
I_rrtt	Hilo de cor amarela e não marrom-claro

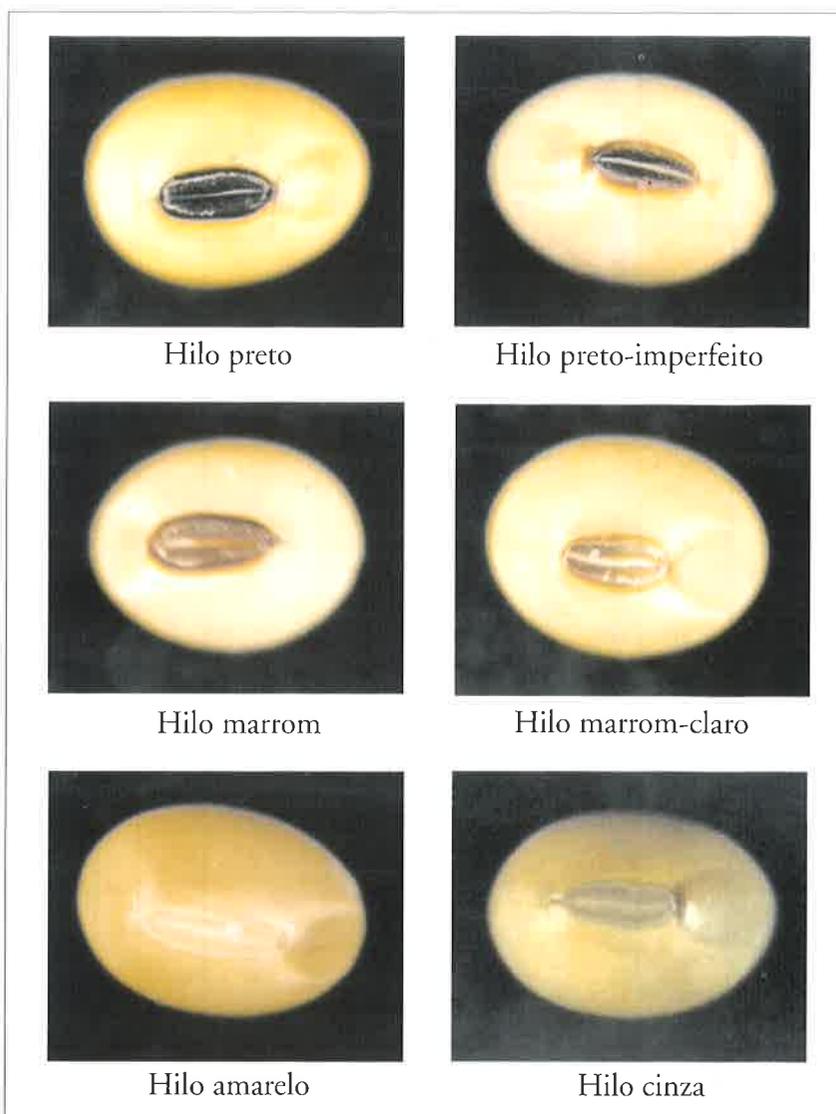


Fig. 1. Pigmentações típicas das cores preta, preta-imperfeita, marrom, marrom-claro, amarela e cinza do hilo em sementes de soja.

Pouca informação é encontrada na literatura sobre o efeito das condições ambientais na manifestação da cor do hilo. Temperaturas iguais a 15 °C, ou menores, durante o desenvolvimento das sementes podem determinar intensificação da coloração do hilo e do tegumento das sementes (Srinivasan & Arihara, 1994; Takahashi & Abe, 1994; Takahashi & Asanuma, 1996).

Takahashi & Abe (1994) constataram que temperaturas baixas (≤ 15 °C) 2 a 4 semanas após o início da floração causam uma pigmentação marrom ao redor do hilo em cultivares com pubescência cinza e semente de tegumento e hilo amarelos (*rrIIttW₁W₂*).

Takahashi & Asanuma (1996) observaram que uma linha isogênica de pubescência cinza e hilo marrom-claro (*rriiitt*) desenvolveu pigmentação marrom na região próxima ao hilo, quando exposta a temperaturas mais frias, enquanto outra, de pubescência marrom e com sementes de hilo marrom (*rriiTT*), não desenvolveu essa pigmentação. Morrison et al. (1998), por sua vez, verificaram, em linhas isogênicas com sementes de tegumento e hilo amarelos, que, quando as plantas foram expostas a temperaturas mais baixas durante o desenvolvimento da semente, a cor do tegumento ficou mais intensa. As linhas com pubescência marrom (*rrIITT*) escureceram mais que as linhas com pubescência cinza (*rrIitt*), tanto em condições de campo como nas de casa-de-vegetação. O tegumento das sementes com pubescência marrom aparentava ser cinza-amarronzado. A intensificação da cor aumentou com a duração de temperaturas iguais a 15 °C, ou menores.

Como se vê, existem informações divergentes, entre os autores, quanto ao efeito das temperaturas mais baixas durante o desen-

volvimento da semente sobre alterações da intensidade de coloração das sementes em genótipos com pubescência cinza e marrom. O fato, no entanto, é que a coloração pode ser modificada pela temperatura que ocorre durante a formação da semente.

Taylor & Caviness (1982) constataram que o hilo preto-imperfeito tem pigmento marrom-claro, mas, em desenvolvimento normal, o pigmento antocianina mascara a cor de marrom-claro no centro do hilo. Citam casos em que genótipos de maturação precoce apresentaram hilo marrom-claro, em nada parecendo-se com o preto-imperfeito das sementes que foram semeadas. Sendo o hilo da semente de soja formado de tecido materno, todas as sementes da planta devem ter o mesmo hilo, a não ser que ocorram mutações, afirmam Taylor e Caviness (1982). Esses autores concluem que é possível não haver síntese da antocianina em cultivares que têm pigmento para hilo preto-imperfeito. Entretanto, uma planta de genótipo de hilo preto-imperfeito muitas vezes tem sementes com cor que varia desde intenso preto-imperfeito a leve preto-imperfeito ou até marrom-claro. As causas dessa variação, segundo esses mesmos autores, não são bem entendidas, mas parecem estar associadas a intensidade de luz, temperatura, seca, injúrias por doenças e outros fatores ambientais.

Sementes pequenas ou malformadas em decorrência de diferentes estresses ambientais, como maturação acelerada por deficiências de umidade, danos de percevejos, efeito de doenças etc., normalmente apresentam alterações na tonalidade das cores típicas do hilo da cultivar. Por essa razão, em análises de labora-

tório de pureza genética, essas sementes não devem ser usadas, a fim de evitar interpretações errôneas.

No Brasil, segundo Moreira et al. (1999), são comuns variações na cor do hilo resultantes de influências ambientais. Segundo esses pesquisadores, temperaturas altas, associadas ou não à ocorrência de veranicos, durante a fase de desenvolvimento da semente, normalmente, contribuem para modificar a coloração típica do hilo. Cultivares com sementes de hilo de cor preta ou marrom podem sofrer descoloração de intensidade variada, podendo parte do hilo ficar descolorida ou assumir outra cor que não é típica da cultivar (fig. 2, 3 e 4). Hilo de cor marrom-claro pode ficar totalmente despigmentado, aparentando cor amarelada. Em casos extremos, em que há maturação antecipada da lavoura por ocorrência de veranico e/ou altas temperaturas (ou mesmo de doenças), as sementes podem apresentar hilos descoloridos e com redução de tamanho. Segundo esses mesmos pesquisadores, no sul do Paraná, onde as temperaturas são mais amenas na fase de maturação, as sementes apresentam cor e tonalidade típicas, enquanto, na região norte do mesmo estado, onde ocorrem temperaturas mais elevadas nessa fase, observa-se uma diminuição na tonalidade da cor. Um exemplo disso pode ser visualizado na Figura 5, na qual se compara a intensidade da pigmentação preta no hilo de sementes da cultivar BRS 137 produzidas em Passo Fundo, RS, e em Maracaju, MS, na safra 2002/03. A semente produzida em Passo Fundo, RS, com registro de temperatura mais amena entre os dois locais, apresentou coloração preta típica, enquanto a produzida em Maracaju, MS, local com temperatura mais elevada, evidenciou uma coloração preta-esmaecida, aproximando-se da cor cinza.



Fig. 2. Variações na intensidade da pigmentação da cor preta do hilo em sementes de soja da cultivar BRS 137, dentro de um mesmo lote, decorrentes de fatores ambientais.



Fig. 3. Variações na intensidade da pigmentação da cor marrom do hilo em sementes de soja da cultivar Embrapa 59, dentro de um mesmo lote, decorrentes de fatores ambientais.

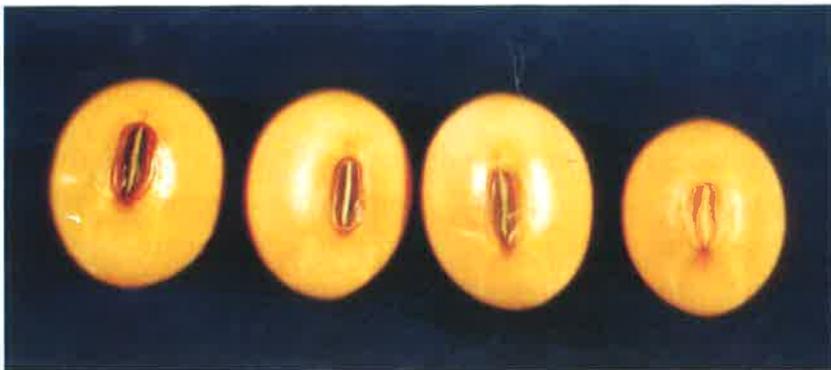


Fig. 4. Variações na intensidade da pigmentação da cor preta-imperfeita do hilo em sementes de soja da cultivar Ipagro 21, dentro de um mesmo lote, decorrentes de fatores ambientais.



Fig. 5. Variação na intensidade da pigmentação da cor preta em sementes de soja da cultivar BRS 137, produzida em diferentes locais em 2002/03. À esquerda, semente produzida em Passo Fundo, RS, e, à direita, semente produzida em Maracaju, MS.

Considerações finais

Nas atividades de laboratório de análise de sementes, são úteis as regras expressas na Tabela 7, compiladas a partir do efeito combinado dos genes *I*, *R*, *T*, *W₁*, tendo-se em mente, porém, que outros genes, como os alelos *O* e *o*, podem modificar a cor do hilo em sementes de soja.

Hilo de cor preta somente ocorre em sementes de cultivares de soja que tenham pubescência marrom, independentemente da cor da flor, enquanto a **cor preta-imperfeita** somente ocorre em cultivares que tenham as plantas com pubescência cinza e flores de cor roxa. Da mesma maneira, **hilo de cor marrom** somente está presente em sementes produzidas por cultivares de soja de pubescência marrom, tanto de flores de cor branca como de cor roxa, enquanto **hilo marrom-claro** (“buff”), também chamado de bege, somente ocorre em sementes produzidas por cultivares que apresentam pubescência cinza. Nesse caso, se a combinação gênica que determina a cor for *R₁ttw₁w₁*, as plantas têm, também, flor branca; e, se a combinação de genes for *rrttW₁_* ou *w₁w₁*, as plantas podem ter flor branca ou flor roxa. O **hilo de cor amarela** ocorre quando o genótipo que determina as cores marrom e marrom-claro tem a participação do alelo dominante *I*. Já o **hilo de cor cinza** ocorre quando o mesmo alelo dominante *I* ocorre em genótipos que condicionam o hilo de cores preta e preta-imperfeita. Tanto o hilo de cor amarela como o de cor cinza podem, portanto, ocorrer em grãos produzidos por plantas com flores roxas ou brancas e com pubescência de cor marrom ou cinza.

Pelo que foi visto, a análise da cor do hilo em sementes é um elemento que pode ser usado na avaliação da pureza genética de uma cultivar de soja. Contudo, em muitas situações, não deve ser considerada como uma informação definitiva. O conhecimento das condições de ambiente ocorridas durante os estádios de desenvolvimento das plantas no campo é fundamental para interpretar as variações nas tonalidades das cores. As informações de cor de flor e de pubescência observadas na lavoura, também, são importantíssimas para auxiliar na interpretação do resultado fornecido pela análise da cor do hilo das sementes.

Tabela 7. Fenótipo e genótipo da cor do hilo e combinação com as cores da pubescência e da flor, em cultivares de soja.

Cor do hilo	Genótipo*	Cor da pubescência e cor da flor
Preto	$RR^{ii}TTW,W;$ $RR^{ii}Ttw,w;$	Somente com pubescência marrom e flor branca ou roxa
Preto-imperfeito	$RR^{ii}ttW,W;$	Somente com pubescência cinza e flor roxa

Continua...

Tabela 7. Continuação.

Cor do hilo	Cor da pubescência e cor da flor	Genótipo*
Marrom	Somente com pubescência marrom e flor branca ou roxa	$rr^i i^i TT W_1 W_1$; $rr^i i^i TT w_1 w_1$
Marrom-claro	Somente com pubescência cinza e flor branca ou roxa	$RR^i i^i tt w_1 w_1$; $rr^i i^i tt W_1 W_1$; $rr^i i^i tt w_1 w_1$

Tabela 7. Continuação.

Cor do hilo	Genótipo*	Cor da pubescência e cor da flor
Amarelo	<i>rr II TT W₁ W₂</i> <i>rr II TT w w₂</i> <i>RR II tt w₁ w₂</i> <i>rr II tt W₁ W₂</i> <i>rr II tt w₁ w₂</i>	Com pubescência marrom ou cinza e flor branca ou roxa
Cinza	<i>RR II TT W₁ W₂</i> <i>RR II TT w₁ w₂</i> <i>RR II tt W₁ W₂</i>	Com pubescência marrom e flor branca ou roxa e com pubescência cinza e flor roxa

* Genótipos com sementes de tegumento de cor amarela, nos quais as cores escuras aparecem somente no hilo.

Referências Bibliográficas

- BHATT, G. M.; TORRIE, M. C. Inheritance of pigment color in the soybean. **Crop Science**, Madison, v. 8, p. 617-619, 1968.
- MAHMUD, I.; PROBST, A. H. Inheritance of gray hilum color in soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 45, p. 59-61, 1953.
- MOREIRA, C. T.; SOUZA, I. P. de M. de; FARIAS NETO, A. L. de; ALMEIDA, L. A. de. **Ocorrência de variações na coloração do hilo em sementes de cultivares de soja [(*Glycine max* (L.) Merrill]**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 5).
- MORRISON, M. J.; PIETRZAK, L. N.; VOLDENG, H. D. Soybean seed coat discoloration in cool-season climates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 4, p. 471-474, 1998.
- NAGAI, I. A genetic physiological study on the formation of anthocyanin and brown pigments in plants. **Tokyo University College of Agriculture Journal**, Tokyo, v. 8, p. 1-92, 1921.
- NAGAI, I.; SAITO, S. Linked factors in soybeans. **Japanese Journal of Botany**, v. 1, p. 121-136, 1923.
- OWEN, F. V. Inheritance studies in soybeans. III. Seed coat color and summary of all other mendelian characters thus far reported. **Genetics**, Baltimore, v. 13, p. 50-79, 1928.
- PALMER, R. G.; STELLY, D. M. Reference diagrams of seed coat colors and patterns for use as genetic markers in crosses. **Soybean Genetics Newsletter**, Ames, v. 6, p. 55-57, 1979.
- SPECHT, J. E.; WILLIAMS, J. H. Hilum color as a genetic marker in soybean crosses. **Soybean Genetics Newsletter**, Ames, v. 5, p. 70-73, 1978.

SRINIVASAN, A.; ARIHARA, J. Soybean seed discoloration and cracking in response to low temperatures during early reproductive growth. **Crop Science**, Madison, v. 34, p. 1611-1617, 1994.

STEWART, R. T. Inheritance of certain seed coat colors in soybeans. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 40, p. 829-854, 1930.

TAKAHASHI, R.; ABE, J. Genetic and linkage analysis of low temperature-induced browning in soybean seed coats. **Journal of Heredity**, Cary, v. 85, p. 447-450, 1994.

TAKAHASHI, R.; ASANUMA, S. Association of T gene with chilling tolerance in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 559-562, 1996.

TAYLOR, B. H.; CAVINESS, C. E. Hilum color variation in soybean seed with imperfect black genotype. **Crop Science**, Madison, v. 22, p. 682-683, 1982.

VERNETTI, F. de J. Genética da soja – caracteres qualitativos. In: VERNETTI, F. de J. (Coord.). **Soja: genética e melhoramento**. Campinas: Cargill, 1983. v. 1, p. 467-726.

WEISS, M. G. Genetic linkage in soybeans: linkage groups II and III. **Crop Science**, Madison, v. 10, p. 300-303, 1970.

WILLIAMS, L. F. The inheritance of certain black and brown pigments in the soybean. **Genetics**, Baltimore, v. 37, p. 208-215, 1952.

WOODWORTH, C. M. Genetics of the soybean. **Journal of American Society of Agronomy**, Geneva, v. 25, p. 36-51, 1933.

WOODWORTH, C. M. Inheritance of cotyledon, seed coat, hilum, and pubescence colors in soybeans. **Genetics**, Baltimore, v. 6, p. 487-553, 1921.





**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

**Governo
Federal**