



CARLOS EDUARDO CAIXETA DE CASTRO

**CONSEQUÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HÍBRIDOS
DUPLOS DE MILHO**

LAVRAS - MG

2013

CARLOS EDUARDO CAIXETA DE CASTRO

**CONSEQUÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO NA PRODUÇÃO DE
SEMENTES DE HÍBRIDOS DUPLOS DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Magno Antônio Patto Ramalho

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Castro, Carlos Eduardo Caixeta de.

Conseqüências da contaminação na produção de sementes de híbridos duplos de milho / Carlos Eduardo Caixeta de Castro. – Lavras : UFLA, 2013.

53 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho.

Bibliografia.

1. *Zea mays*. 2. Pólen. 3. Porcentagens de contaminação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.523

CARLOS EDUARDO CAIXETA DE CASTRO

**CONSEQUÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO NA PRODUÇÃO DE
SEMENTES DE HÍBRIDOS DUPLOS DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de fevereiro de 2013.

PhD. João Cândido de Souza UFLA

Maria Laene Moreira de Carvalho UFLA

Dr. Magno Antônio Patto Ramalho
Orientador

LAVRAS - MG

2013

RESUMO

O trabalho foi realizado para verificar as consequências das diferentes porcentagens de contaminação devido ao pendão não retirado das linhas fêmeas, quando se utiliza como genitor feminino a população em equilíbrio derivada do híbrido simples, durante a produção de sementes F_1 de híbrido duplo de milho. Os tratamentos avaliados foram oito porcentagens (0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100%), com plantas do genitor feminino (C), no desempenho da geração F_1 do híbrido duplo de milho UFLA 1. Os experimentos foram conduzidos em três ambientes, um no município de Ribeirão Vermelho e dois outros no município de Lavras, semeadura em novembro e outro em janeiro. O delineamento foi em blocos ao acaso com seis repetições e quatro linhas com 100 plantas por parcela. As plantas contaminantes foram identificadas em todas as parcelas. Foram avaliados os caracteres altura de plantas, altura de espiga e produtividade de grãos (g/planta) nas plantas do genitor feminino C e na geração F_1 do híbrido (H). Foi também obtida a produtividade de grãos por área. Constatou-se que no híbrido a altura da planta e espiga aumentam com o incremento na porcentagem de plantas híbridas na parcela ($b_1 = 0,004$ m). No caso da planta C, ocorreu o contrário. A produtividade, g/planta, tanto para C como para H incrementou com o aumento na porcentagem de plantas contaminantes. Cada um por cento de plantas oriunda do genitor feminino reduziu a produtividade de grãos, por área, em $58,4\text{kg ha}^{-1}$ no campo de produção de grãos da geração F_1 do híbrido duplo.

Palavras-chave: *Zea mays*. Pólen. Porcentagens de Contaminação.

ABSTRACT

This study was performed to verify the consequences of the different percentages of contamination due to the unremoved tassel from the female lines when the population derived from the single cross maize hybrid is used as female parent during the production of double cross hybrid maize seeds. The treatments assessed were eight percentages (0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100%), with plants of the female parent, in the performance of the double cross hybrid maize UFLA 1. The experiments were conducted in three environments – one in the city of Ribeirão Vermelho and two others in the municipality of Lavras, with sowing in November and another in January. The experimental design was randomized blocks with six replications and four rows with 100 plants per plot. The contaminated plants were identified in all the plots. The traits of plant height, ear height and grain yield (g/plant) were assessed in the contaminated plants (C) and in the hybrids (H). Grain yield per area was also obtained. It was found that in the hybrid, plant height and ear height increases along with the increase in the hybrid plants ($b_1 = 0.004$ m). In the case of the contaminating plant, the opposite occurred. The yield, g/plant, both for C and for H increased with the increase in the percentage of contaminated plants. Each one percent of plants derived from the female parent reduced grain yield, per area, by 58.4 kg ha⁻¹.

Keywords: *Zea mays*. Pollen. Percentages of Contamination.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	Morfologia floral do milho	9
2.2	Polinização e fertilização na cultura do milho	11
2.3	O milho híbrido, sua origem e desenvolvimento da indústria de sementes	13
2.4	Tipos de milho híbridos	15
2.5	Alternativa para obter híbridos duplos sem a necessidade das linhagens parentais do híbrido simples	17
2.6	Implicações da contaminação por pólen do parental feminino durante a produção de sementes	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Locais	21
3.2	Verificação do efeito da percentagem de contaminação no híbrido duplo	21
3.3	Análises estatística	23
3.4	Verificação do percentual de grãos originados pela polinização de um pendão	24
3.5	Verificação da competição entre o alopólen e o autopólen em um campo de polinização controlada	25
4	RESULTADOS	25
4.1	Percentual de grãos originados pela polinização de um pendão	35
5	DISCUSSÃO	38
6	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS	43
	ANEXOS	49

1 INTRODUÇÃO

No Brasil ainda existe um grande contingente de produtores de milho, especialmente de agricultura familiar, que não utilizam sementes híbridas de milho. Normalmente, eles empregam os grãos colhidos na safra anterior como sementes. Nessa condição a produtividade é reduzida, o que acarreta prejuízo para os agricultores. O argumento para o não emprego do milho híbrido é o custo da semente. Uma opção seria o emprego de híbridos duplos utilizando a tecnologia preconizada por Souza Sobrinho, Ramalho e Souza (2002).

Na produção de híbridos duplos são envolvidas quatro linhagens. Essas são cruzadas duas a duas obtendo dois híbridos simples. Esses são novamente cruzados para originar o híbrido duplo. Por esse método, é necessário manter as quatro linhagens parentais. Souza Sobrinho, Ramalho e Souza. (2002) verificaram que quando se utiliza no lugar da geração F_1 do híbrido simples a sua segunda geração, obtém-se um híbrido duplo idêntico ao da geração F_1 dos correspondentes híbridos simples. Considerando que exceto para os genes ligados, a população F_2 do cruzamento de duas linhagens está em equilíbrio, basta semear a geração F_2 de cada híbrido simples isolado para se manter a população. Desse modo, o híbrido duplo pode ser obtido indefinidamente pelo cruzamento das populações em equilíbrio de Hardy e Weinberg dos dois híbridos simples. Ou seja, é possível obter os híbridos duplos sem a necessidade das quatro linhagens parentais (SOUZA SOBRINHO; RAMALHO, SOUZA 2002).

Uma vantagem adicional desse procedimento é que os próprios agricultores, especialmente aqueles das comunidades de agricultura tipicamente familiar podem produzir as suas próprias sementes (RAMALHO et al., 2013). Uma dificuldade nesse caso é a operação de despendoamento do genitor feminino. Nesse despendoamento certamente deve ocorrer algumas

contaminações, isto é a não eliminação do pólen de plantas do genitor feminino. Sendo assim, nas sementes do híbrido duplo deve ocorrer alguma contaminação com sementes do genitor feminino. O que se questiona é qual a percentagem de contaminação seria tolerável. No uso de híbridos duplos, em que a fêmea é a geração F_2 de um híbrido simples essa informação não está disponível. As informações existentes são relativas à contaminação com a linhagem fêmea na produção de híbrido simples (HUTCHCROFT, 1959; VON PINHO, 1995).

Do exposto, foi realizado o presente trabalho para verificar as consequências das diferentes porcentagens de contaminação devido ao pendão não retirado durante a produção de sementes de híbrido duplo de milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Morfologia floral do milho

O milho possui órgãos masculinos e femininos distintos em uma mesma planta, sendo assim classificada como monoica (MARCOS FILHO, 2005). É uma espécie protândrica, isto é, o órgão masculino está apto para a fecundação antes do feminino. É uma espécie alógama porque apresenta uma taxa de autofecundação inferior a 5% e possui predominantemente polinização anemocórica (FANCELLI, 2002; LUNA et al., 2001).

O desenvolvimento da espiga ocorre no ápice do ramo axilar, tendo como proteção um conjunto de folhas modificadas que quando maduras, recebem o nome de palhas. Estas se diferenciam das demais folhas por possuírem nervuras e não possuírem lígula, sua bainha é mais delicada e larga que as folhas normais, sendo que as suas lâminas são reduzidas podendo até desaparecer (LEON, 1987). A palha é uma sobreposição de bainhas foliares, originadas de um único nó, que envolve a espiga (VIANA et al., 1999).

A inflorescência feminina tem origem na espiga, e é semelhante a um colmo com entrenós próximos. Suas folhas são opostas e se inserem nos nós da sua base possuindo uma estrutura similar ao ramo central (LEON, 1987). O seu surgimento se dá por diferenciação das gemas existentes nas axilas foliares do colmo, e são constituídas de palha, sabugo e as inflorescências (VIANA et al., 1999).

A diferenciação da espiga é de certo modo correspondente à da inflorescência masculina, mas a diferença é que não ocorre o envolvimento de gemas. O alongamento do meristema da espiga se dá logo após o desenvolvimento inicial das folhas da palha. A maior parte dos meristemas é

uma potencial espiga, mas somente uma ou duas persistem (SASS; LOEFFEL, 1959).

No começo do desenvolvimento, o sabugo possui uma superfície lisa, e com o decorrer do desenvolvimento, surgem da base para o ápice, protuberâncias alternadas em fileiras (KIESSELBACH, 1999). As flores estaminadas fixam-se aos pares no eixo cilíndrico formando um espiral (LEON, 1987). Dessas proeminências originam-se dois lóbulos, e cada um deles originará um gineceu (espigueta) com duas flores, sendo que somente uma sobreviverá após a polinização, e cada um destes originará um grão. Dessa forma, as espigas quase sempre estão em linhas aos pares, formando um espiral em torno do sabugo (KIESSELBACH, 1999).

No período de desenvolvimento a inflorescência masculina permanece no interior do colmo. Dependendo da temperatura e da cultivar, ela irá surgir com aproximadamente 40 a 60 dias após a emergência. Nesse momento, considera-se como o início do florescimento, sendo o mesmo classificado como estágio V9 na fenologia de Fancelli (2002). A inflorescência estaminada, consiste de uma panícula com eixo central denominado ráquis. Nesse eixo, surgem ramificações laterais que podem ramificar. Essas se localizam ao longo das ramificações, e os androceus estão dispostos aos pares, arranjados alternadamente, sendo um sésil e outro pedunculado. A origem do pendão se dá por diferenciação do meristema apical, após a emergência da plântula.

A descrição do que ocorre no momento da germinação até a formação da semente foi descrito por Davide et al. (2009), em que a germinação ocorre após o contato do grão de pólen com os pelos viscosos do estilo estigma. Podendo ser verificada 3 horas depois da polinização, e para que ocorra uma elevada porcentagem de germinação é necessário que tenha passado 8 horas após o grão de pólen cair no estigma. A germinação ocorre quando o contato direto do grão de pólen e os pelos viscosos do estigma estimulam a germinação e dá origem ao

tubo polínico. O seu crescimento se dá devido às substâncias de reserva contidas no grão de pólen. Substâncias produzidas pelas células de cada ovário são responsáveis por direcionar o tubo polínico para o óvulo (CHANG; NEUFFER, 1992).

2.2 Polinização e fertilização na cultura do milho

A dispersão do pólen varia com a cultivar e as condições ambientais. Ela pode durar de 2 a 14 dias, mas a maior concentração da dispersão ocorre nos dois primeiros dias após a antese. O pólen começa a ser disperso uma hora após o nascer do sol, no entanto, o tempo frio e nublado pode atrasar a liberação do mesmo por até 2 horas (BURRIS, 2001).

Em média, cultivares de milho temperado possuem pendões menores que as cultivares tropicais, produzindo cerca de 25 milhões de grãos de pólen por planta. Tomando como referência uma população de 50.000 plantas por hectare, a área ocupada por planta é de 0,20 m², tem-se aproximadamente 12.500 grãos de pólen por cm². É estimado que a área ocupada pelo estilo/estigma seja de 25,8 cm x planta⁻¹. Se uma espiga produz 500 sementes, é esperado que em cada estilo/estigma ocorram 645 grãos de pólen. A competição entre eles é enorme, pois apenas um irá fertilizar a oosfera como já mencionado (RAMALHO; SILVA, 2004).

A descrição do que ocorre na antera até a produção das células haploides é descrito em algumas publicações e não será relatado aqui. A célula haploide que origina o grão de pólen sofre duas endomitoses logo após o término da microsporogênese. A primeira endomitose originará uma célula com dois núcleos, sendo um vegetativo e outro reprodutivo. O último sofre nova divisão gerando dois núcleos reprodutivos. Os grãos de pólen que são emitidos pelo pendão são interceptados pelo estilete para que germinem. Como será

comentado posteriormente, em um mesmo estilete (cabelo da espiga) caem centenas de grãos de pólen, onde vários gametófitos podem germinar sobre um mesmo estilete, contudo, apenas um será bem sucedido na fertilização (KIESSELBACH, 1999).

O tubo polínico pode seguir na superfície do estilo estigma e se inserir entre as células dos pelos do estigma até que sua ponta atinja a micrópila. Já na micrópila, ele continua se desenvolvendo entre as células do tecido nucelar, até atingir o saco embrionário, ocorrendo o rompimento da sua extremidade e a liberação de dois núcleos reprodutivos (KIESSELBACH, 1999). Após o rompimento do saco embrionário, um dos núcleos reprodutivos se funde com a oosfera, gerando a célula ovo ou zigoto e essa por meio de mitoses sucessivas, dará origem ao embrião da semente. O outro núcleo reprodutivo se funde com os dois núcleos polares, formando uma célula triploide ($2n = 3x$) que origina o endosperma por meio de divisões mitóticas (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2012).

O pericarpo da semente é formado antes da fertilização. Essa estrutura tem sua origem a partir do crescimento da parede do ovário, sendo um tecido materno que independe da fertilização (KIESSELBACH, 1999). Na fertilização como já mencionado, é formado o zigoto, que por meio de vários ciclos de divisão celular amplia o número de células e possibilita o crescimento. Além do mais, o tecido formado sofre diferenciação dando origem no final, ao que denominamos de embrião (MERCER, et al. 2002).

Um aspecto a ser considerado, são quais caracteres da semente manifestam o efeito de xênia e que possam ser utilizados como marcador genético. Como se sabe, xênia é o fenômeno pelo qual o resultado do cruzamento já se manifesta na planta-mãe. Ele só se manifesta em caracteres que estejam na semente e mais ainda do que foi comentado anteriormente, caracteres

que se expressam no embrião ou endosperma (DENNY, 1992; RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2012).

A vantagem dos caracteres que apresentam xênia é que eles estão sempre uma geração à frente dos demais. Como já comentado, por essa razão, eles normalmente são utilizados como marcadores genéticos. Um dos caracteres que é utilizado com essa finalidade é a cor do endosperma. Um dos genes envolvidos é o Y, cujo alelo dominante é o responsável pela cor amarela e o alelo recessivo pela cor branca. Se uma fêmea de genótipo yyy de cor branca é polinizada por pólen contendo o alelo Y, o endosperma terá a constituição Yyy e a cor será amarela, indicando que o cruzamento ocorreu (NEUFFER; COE; WESSLER, 1997).

2.3 O milho híbrido, sua origem e desenvolvimento da indústria de sementes

A primeira proposta para o uso de híbridos em plantas foi feita por Shull (1908). Ele observou que plantas de milho, quando autofecundadas, perdiam vigor. Por meio de sucessivas autofecundações eram obtidos indivíduos com a maioria dos locos em homozigose, sendo assim denominadas de linhagens. Essas linhagens, quando cruzadas tinham restaurado ou até mesmo aumentado o vigor. Tal inovação não foi adotada de imediato, devido ao fato de que as linhagens primitivas apresentaram reduzido vigor e conseqüentemente baixa produtividade, aumentando muito o custo de produção das sementes e tornando inviável a comercialização das sementes híbridas (HALLAUER, 2007; PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

Com a sugestão de Jones (1918) para se produzir híbridos duplos (HD), foi possível contornar os problemas tornando a produção e comercialização das sementes viável. Isso porque no HD, a fêmea é um híbrido simples (HS) e assim evita-se a dificuldade de produzir toda semente comercial a partir de linhagens.

Este trabalho foi o grande propulsor da produção e da comercialização de milho híbrido. Isso estimulou as empresas a obterem híbridos comerciais de milho para fornecerem aos agricultores e para substituir as variedades de polinização aberta (PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

A partir de 1955, praticamente todo o cultivo de milho nos (EUA) era realizado utilizando sementes de híbridos duplos. O primeiro contrato firmado para a produção de sementes de milho híbrido dava direitos exclusivos de produção do híbrido “*Copper Cross*” para George Kurtzweil que recebeu as sementes em 1923 e semeou quase um *acre* na propriedade de seu pai Mathias Kurtzweil, em Altoona, que fica a Leste de *Des Moines* no Estado de *Iowa*. Ruth Kurtzweil, irmã de George, ficou responsável pela produção do primeiro campo comercial de sementes. Para tornar o processo viável ela desenvolveu a semeadura de linha macho e fêmea, sendo essas últimas despendoadas para que toda a polinização fosse realizada pela linha de macho. O híbrido “*Copper Cross*” foi o primeiro híbrido a ser desenvolvido no cinturão do milho para ser vendido em *Iowa* e outros locais, onde toda a semente disponível em 1924 foi vendida por \$2.20/kg (WYCH, 1988).

No Brasil, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) foi pioneiro na obtenção de milho híbrido já em 1932. A Universidade Federal de Viçosa (UFV) iniciou o seu programa de híbridos logo depois. O programa da UFV contribuiu para a criação da primeira empresa privada de sementes a AGROCERES. O primeiro híbrido intervarietal foi lançado pela UFV e o híbrido duplo pelo IAC (PATERNIANI; CAMPOS, 2005). O primeiro híbrido duplo do IAC foi obtido a partir de linhagens extraídas de uma população de milho cateto. O HD H3531 teve sua produção iniciada em 1945/46 e este tinha produtividade de 8% a 16% maior que a população cateto de onde foram retiradas as linhagens. O IAC franqueou os seus híbridos para empresas produtoras de sementes. Esse fato permitiu o surgimento de inúmeras empresas privadas produtoras de sementes,

sem terem um programa próprio de melhoramento genético (SAWAZAKI; PATERNIANI, 2008).

Nos anos seguintes, a demanda por sementes híbridas cresceu, estimulando outras instituições públicas e privadas. A partir da década de oitenta do século passado, as empresas multinacionais de sementes de milho iniciaram suas atividades no Brasil. Mais recentemente, ocorreu a aquisição e fusão de algumas empresas, e atualmente o número de empresas produzindo sementes híbridas no Brasil é muito pequeno (VENCOVSKY; RAMALHO, 2000).

2.4 Tipos de milho híbridos

Milho híbrido é a primeira geração proveniente do cruzamento entre variedades de polinização aberta, linhagens endogâmicas ou outras populações geneticamente divergentes (BORÉM; MIRANDA, 2005). Segundo Ramalho, Souza e Pinto (2012), o híbrido é o indivíduo resultante do acasalamento de dois genitores com genótipos diferentes. O número e a composição genética dos genitores podem diferir consideravelmente, possibilitando, assim, a obtenção de diversos tipos de híbridos (HALLAUER; RUSSEL; LAMKEY, 1988).

Uma variedade de milho é uma população em equilíbrio de Hardy e Weinberg. Se está em equilíbrio não é necessário a aquisição de semente todos os anos. Os grãos colhidos possibilitam a semeadura no ano seguinte, desde que a qualidade fisiológica da semente permita o seu emprego. Se forem cruzadas duas variedades tem-se o híbrido intervarietal. Entretanto, os híbridos mais utilizados são aqueles oriundos de linhagens. Como já mencionado, a linhagem é o indivíduo que possui todos os locos em homozigose. Elas podem ser obtidas por autofecundações sucessivas em uma população em equilíbrio ou de híbridos comerciais.

A obtenção dos híbridos simples é feita mediante o cruzamento de duas linhagens não relacionadas, ou seja, de grupos heteróticos diferentes. Normalmente são mais produtivos que os demais tipos de híbridos, apresentando grande uniformidade de plantas e espigas. Esses híbridos possuem um custo de produção mais elevado porque eles são obtidos de linhagens e estas por serem endogâmicas apresentam menor produção de sementes. Na década de sessenta do século passado, começou nos EUA o interesse pelo cultivo do milho híbrido simples, a partir de cruzamento de linhagens elite, as novas linhagens endogâmicas eram mais vigorosas, mais fáceis de manter e tinham maior produção de grãos que as primeiras linhagens desenvolvidas a partir de cultivares de polinização aberta (HALLAUER, 2007).

Com a utilização de linhagens mais vigorosas e com o desenvolvimento das práticas de manejo fitotécnico, a produção de híbridos simples apresentava custos mais aceitáveis. Esse fato contribuiu para expressivo aumento de produtividade que continua até hoje. Os híbridos simples modificados utilizam como genitor feminino o híbrido entre duas linhagens irmãs, isto é, $(A \times A')$, e como genitor masculino, uma linhagem (B) ou também um híbrido entre linhagens afins $(B \times B')$. Nesse caso, o custo de produção de sementes é reduzido porque o genitor feminino apresenta certo vigor que se manifesta em maior produção (COSTA et al., 2010; SOUZA JÚNIOR, 2001).

Quando se obtém um híbrido a partir do cruzamento de um HS $(A \times B)$ com uma terceira linhagem (C) este é denominado de híbrido triplo. Também podem ser obtidos sob a forma de híbrido triplo modificado, em que o híbrido simples é cruzado com uma linhagem modificada $(A \times B) \times (C \times C')$ (SOUZA JÚNIOR, 2001; VIEGAS; MIRANDA FILHO, 1987).

A obtenção de um híbrido duplo ocorre por meio do cruzamento de dois híbridos simples, $(A \times B) \times (C \times D)$, envolvendo, portanto, quatro linhagens. Os

híbridos múltiplos são produzidos mediante a utilização de cinco, seis ou mais linhagens (SOUZA JÚNIOR, 2001; VIEGAS; MIRANDA FILHO, 1987).

2.5 Alternativa para obter híbridos duplos sem a necessidade das linhagens parentais do híbrido simples

Na genética de populações é facilmente demonstrado que, para um loco, uma geração de cruzamento ao acaso é o suficiente para uma população atingir o equilíbrio. Entretanto, quando se considera vários genes, o equilíbrio é atingido após algumas gerações de intercruzamento (FALCONER; MAKAY, 1996). Contudo, Mettler e Gregg (1973) e Wricke e Weber (1986) apresentam algumas situações em que o equilíbrio é atingido após uma geração de intercruzamento, mesmo quando se considera vários locos. Isso ocorre no caso da geração F_2 de um híbrido simples. Nessa condição, a frequência dos gametas em atração e repulsão é a mesma. Desse modo, desconsiderando a ocorrência de ligação, uma população F_2 de um HS está em equilíbrio e, assim, a frequência alélica e genotípica não se altera com os sucessivos intercruzamentos. Também, os tipos e a frequência dos gametas não alteram entre a geração F_1 e F_2 ou qualquer outra derivada do intercruzamento de gerações avançadas de intercruzamento das plantas $F_2(F_{2i})$.

Desse modo, o HD obtido do cruzamento da geração F_1 de dois HS é o mesmo se forem utilizadas as gerações F_2 ou F_{2i} dos respectivos HS. Essa teoria foi confirmada por Souza Sobrinho, Ramalho e Souza (2002). Eles avaliaram HD provenientes do cruzamento de HS nas gerações F_1 , F_2 e F_{2i} . Foram avaliadas combinações de seis HD derivados de alguns HS comerciais (Tabela 1). Verificou-se que o desempenho dos HDs é praticamente o mesmo independente da geração do HS. A variabilidade dentro do HD, praticamente não se alterou com a geração do HS utilizado na sua obtenção.

Essa estratégia evidentemente reduz o custo de produção da semente híbrida. Permite inclusive que os agricultores possam produzir a sua própria semente híbrida, desde que seja disponibilizado para eles as populações, derivadas de HS, em equilíbrio de Hardy e Weinberg, e que possuam boa capacidade de combinação.

Tabela 1 Médias dos híbridos duplos nas gerações F₁, F₂ e em gerações avançadas de inter cruzamento das plantas F₂(F_{2i}), para o peso de grãos (t/há)

Tratamento	Produtividade média de grãos (t/ha).			Média
	F ₁	F ₂	F _{2i}	
AG9012 x C333	8,1 ^a	7,9 ^a	7,8 ^a	8,0
AG9012 x C901	7,4 ^a	7,5 ^a	7,3 ^a	7,4
AG9012 x C909	8,0 ^a	6,7 ^b	7,2 ^b	7,3
C333 x C901	7,4 ^a	6,5 ^a	7,2 ^a	7,0
C333 x C909	7,8 ^a	7,3 ^a	7,1 ^a	7,4
C901 x C909	6,8 ^a	6,6 ^a	6,5 ^a	6,7
Média	7,6 ^a	7,1 ^b	7,2 ^b	7,3

*Na mesma linha média seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade

Fonte: Souza Sobrinho, Ramalho e Souza (2002)

2.6 Implicações da contaminação por pólen do parental feminino durante a produção de sementes

Na produção de sementes híbridas, deve-se utilizar um campo isolado no tempo e/ou espaço. Na semeadura, as linhas com o genitor feminino e masculino são intercaladas. A proporção de linhas com o genitor feminino, para o masculino é dependente da quantidade de pólen que o genitor masculino produz. Sendo que o despendoamento manual, ou seja, a retirada do pendão, inflorescência masculina, antes da deiscência das anteras nas linhas do genitor feminino, é a operação mais trabalhosa e com grande demanda de mão de obra. Mesmo que ela seja realizada com muito critério, sempre fica algum pendão do genitor feminino no campo. Dessa maneira, normalmente são realizados de 2 a 3

repasses. Esse pendão indesejado acarreta na autofecundação ou polinização com pólen da população do genitor feminino, gerando endogamia. Essa contaminação, evidentemente, pode reduzir o desempenho da geração F₁ do híbrido produzido.

As normas para a produção de sementes híbridas no Brasil utilizam o mesmo padrão adotado nos EUA, em que para um campo de produção de sementes contendo cinco por cento das espigas do parental fêmea com os estigmas receptivos, o limite de pendões do parental fêmea liberando pólen é de um por cento em cada inspeção ou dois por cento em um total de três inspeções realizadas em datas sucessivas (WRIGHT, 1980; WYCK; SMITH, 1988). O pendão é considerado como liberando pólen quando apresenta 2,5 ou mais das anteras expostas (WRIGHT, 1980).

Hutchcroft (1959) estudou três taxas de despendoamento. Na primeira safra foi constatado que 10% do parental fêmea não despendoado, promoveram 20% de contaminação. E na segunda safra, 5% do parental fêmea promoveram uma contaminação superior a 30%.

No trabalho realizado por Pintér (1984 citado por VON PINHO, 1995, p. 17), utilizou-se um híbrido simples modificado e um híbrido duplo, e misturas com sementes do parental fêmea provenientes da sua autofecundação nas proporções de 0%, 5%, 10%, 20%, e 30% de contaminação. A redução na produção foi maior nos híbridos simples e simples modificado, do que no híbrido duplo. Considerando os três híbridos, o percentual de 10% de mistura, promoveu uma redução de 8% no rendimento médio de grãos. O efeito foi mais pronunciado em baixas porcentagens de contaminação, ou seja, a redução no rendimento de grãos depende do desempenho das plantas autofecundadas.

No Brasil, pesquisa detalhada a esse respeito foi realizada apenas por Von Pinho (1995) em que avaliou dois híbridos duplos, um híbrido triplo, um híbrido simples e cinco tratamentos por híbrido, sendo 0% (sem contaminação),

5%, 10%, 20% de contaminação e 100% (apenas o contaminante), em cinco locais. Observou-se que quando se considerou a produtividade por área, o efeito da contaminação variou com os híbridos. Ela foi maior nos híbridos duplos do que no híbrido simples e triplo. Isso por que, no caso desses últimos, a planta híbrida vizinha ao contaminante apresentou alta produtividade, compensando em parte a mistura. Constatou-se que na média dos quatro híbridos e dos quatro locais, a redução na produtividade para cada um por cento de contaminação com o parental feminino, foi de 27,05 kg ha⁻¹, correspondendo a 0,5% de produtividade por área.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais

O presente trabalho foi realizado em três ambientes, sendo que em novembro de 2011 foi semeado no município de Ribeirão Vermelho, cujas coordenadas são 800 m, 21° 10' 58'' de latitude Sul e 45° 04' 04'' de longitude Oeste; no município de Lavras foram instalados dois experimentos, o primeiro foi semeado em novembro de 2011 e as coordenadas são 915 m 21° 13' 32'' de latitude Sul e 44° 58' 55'' de longitude Oeste o segundo foi semeado em outubro de 2011 e as suas coordenadas são 930 m 21° 11' 55'' de latitude Sul e 44° 58' 35'' de longitude Oeste.

3.2 Verificação do efeito da percentagem de contaminação no híbrido duplo

Foi utilizado o híbrido duplo denominado UFLA1 (H) proveniente do cruzamento das populações derivadas dos híbridos simples G1 e G2. O genitor feminino foi a população G1 (C), a qual foi derivada da geração F₂ de um híbrido simples, após algumas gerações de intercruzamentos.

Os tratamentos avaliados foram proporções de contaminação com as sementes fêmea: 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 e 100%. No experimento de Lavras semeado em janeiro de 2012, foi incluído também a população utilizada como genitor masculino (G2). O experimento foi conduzido com seis repetições. As parcelas possuíam quatro linhas com 5m de comprimento. O espaçamento entre linhas de 60 cm e entre covas de 20 cm. Foram semeadas três sementes por cova, sendo mantida uma planta após o desbaste, perfazendo a população de 83333 plantas/ha.

Para o tratamento com um por cento de contaminação com o genitor feminino foi semeada uma semente no centro da parcela. No tratamento com dois por cento duas covas, sendo uma em cada linha no centro da parcela. Com cinco por cento de contaminação, foram semeadas cinco covas com o genitor feminino, sendo duas em uma linha e três na outra no centro da parcela. Com dez e 20% foram semeados metade em uma linha alternadamente e o restante na outra linha central. Para o tratamento de 50%, as quatro linhas da parcela foram utilizadas. Para a posterior identificação das plantas contaminantes, no momento do plantio as covas foram demarcadas. Após o desenvolvimento das plantas, as mesmas foram identificadas com etiquetas.

Foi utilizada uma adubação na semeadura que equivale a 350 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 (N, P₂O₅, K₂O) mais zinco. Após 30 dias da semeadura foi realizada a adubação de cobertura na dosagem de 200 kg de nitrogênio ha⁻¹. Os demais tratos da cultura foram realizados conforme as necessidades da cultura.

A altura de plantas e espigas foi avaliada em dois locais e tomadas às medidas das plantas contaminantes e da primeira planta F₁ híbrida (H) próxima à contaminação. Desse modo, para um por cento e dois por cento de contaminação foram mensuradas as alturas do contaminante e da planta híbrida ao lado. Já para cinco, dez, 20 e 50% de contaminação, foram mensuradas as alturas de cinco plantas contaminantes e cinco plantas híbridas. Para os tratamentos de zero e 100%, foram mensuradas as alturas de cinco plantas no centro da parcela.

A produtividade de grãos g/planta, foi obtida nos três ambientes tanto para C com H. Para um por cento e dois por cento de C foram colhidas as plantas originadas do genitor feminino e da planta F₁ híbrida ao lado. Já para cinco, dez, 20 e 50% de C, foram colhidas cinco plantas C e cinco plantas H. Para os tratamentos de zero e 100%, foram colhidas cinco plantas no centro da parcela. Para a produtividade de grãos por parcela, foram colhidas todas as plantas, C + H.

O teor de água foi aferido com o aparelho Gehaka G600. O padrão utilizado para a correção foi o de 13%, fazendo uso da seguinte expressão:

$$P_{13} = \frac{PC(100-U)}{87}$$

em que:

P_{13} : é o peso de grãos corrigido para a umidade padrão de 13%;

PC: é o peso de grãos sem correção;

U: é a umidade dos grãos na ocasião da pesagem das espigas, em porcentagem, amostrados de 10% das parcelas.

3.3 Análises estatística

Utilizando os dados médios de parcela para a altura de planta e espiga e produtividade de grãos por planta (g/planta), produtividade em kg ha^{-1} , foram efetuadas análises por local e as conjunta de acordo com o modelo estatístico (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012):

$$Y_{ij(k)} = m + t_i + l_k + b_{j(k)} + (tl)_{ik} + \bar{e}_{ijk}$$

em que: $Y_{ij(k)}$

$Y_{ij(k)}$: valor do tratamento i na repetição j dentro do local k ;

m : média geral do experimento;

t_i : efeito do tratamento i , i :porcentagem de C;

l_k : efeito do local k , sendo $k=1,2,3$;

$b_{j(k)}$: efeito da repetição j , dentro do local k , sendo $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;

$(tl)_{ik}$: efeito da interação tratamentos x locais;

\bar{e}_{ijk} = erro experimental médio associado à observação Y_{ijk} , com $\bar{e}_{ijk} \cap N(0, \sigma^2_e)$.

Foram estimadas equações de regressão linear para todos os locais e caracteres avaliados. Para altura de plantas, altura de espigas e produtividade g/planta, da geração F_1 do híbrido foi utilizado como variável independente (X) o percentual do híbrido na parcela (50, 80, 90, 95, 98, 99, 100%), no caso do C os níveis assumem os valores de: 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 que é o número de contaminante nas parcelas. Para a produção por área (kg ha^{-1}) foi utilizado como variável independente (X) o percentual de C com o genitor feminino (0,1,2,5,10,20,50,100%).

Para a realização de todas as análises foi utilizado o *software* Genes VS 7.0 (CRUZ, 2006).

3.4 Verificação do percentual de grãos originados pela polinização de um pendão

Foi realizado um experimento adicional para verificar a quantidade de pólen disperso por uma planta contaminante. Foi utilizada como marcador genético a cor da semente. Situada a 20m uma cova da outra, plantas com grãos amarelo (YY) e ao seu lado foram semeadas plantas com grãos brancos (yy). Na colheita foi coletada uma espiga nas plantas de grãos brancos a cada metro de distância, a partir da doadora de pólen na linha de semeadura. Na outra direção, nas entrelinhas, foi também coletada uma planta em linha reta, a cada 60 cm. Esse procedimento foi realizado nos quatro quadrantes. Na direção da linha foram coletadas 10 plantas e na entrelinha 10 de cada lado, perfazendo, para cada planta doadora de pólen, a amostragem de 40 plantas. Na espiga de cada planta foi contado o número de grãos brancos e amarelos.

3.5 Verificação da competição entre o alopólen e o autopólen em um campo de polinização controlada

Os híbridos de milho branco e amarelo foram semeados simultaneamente e a intervalos de uma semana por três vezes. A proteção do estilo estigma do milho de grão branco fora realizada antes da sua emissão. Os pendões do milho de grãos amarelo e branco foram coletados 16 horas antes da coleta do pólen. Estes foram mantidos em um ambiente fechado em que os pendões foram identificados e separados. O seu acondicionamento ocorreu em um recipiente contendo água, e a iluminação artificial foi mantida durante todo o processo. O pólen dos dois híbridos foi colhido e estes foram misturados na mesma proporção em volume e as plantas de milho branco foram polinizadas. Esse procedimento foi realizado em 23 plantas. O número de sementes amarelas e brancas em cada espiga foi contado. Foi estimado o percentual de grãos amarelos contidos em cada espiga.

4 RESULTADOS

O teste de F foi significativo ($P \leq 0,01$) tanto para o contaminante (C) (Tabela 1A) como para o híbrido (H) (Tabela 2A) e para ambos ambientes e para os diferentes percentuais de contaminação, para os caracteres altura da planta e altura de espiga.

Na análise conjunta dos dois ambientes observou-se diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre os percentuais (P) de contaminação tanto para C (Tabela 1) com H (Tabela 2) e para os ambientes (A). A interação A x P, foi significativa ($P \leq 0,01$) somente para altura das plantas (A. P.) C. Constatou-se que a altura de planta e espiga em Ribeirão Vermelho foi maior que em Lavras. Na média dos ambientes deve ser destacado que a altura de plantas H foi dez por cento superior ao C. Para a altura de espiga o híbrido foi 17% superior a do genitor feminino (Tabela 3 e 4).

As estimativas do coeficiente de regressão linear b_1 foram negativas para C. Com o aumento do percentual de contaminação com o genitor feminino, a altura média das plantas contaminantes (C) reduz. Na média a cada um por cento da adição das plantas do genitor feminino ocorre decréscimo de 0,4 centímetros na altura de plantas e 0,2 cm para espiga. Com relação às médias das plantas híbridas F_1 (H), contiguas a C, ocorreu o contrário. A altura de plantas e espiga a cada um por cento no incremento de plantas híbridas ocorre um aumento de 0,4 centímetros (Tabela 5).

Tabela 1 Resumo da análise da variância conjunta para a altura média de espiga (A. E.) e de planta (A. P.) em metros. Dados obtidos de plantas provenientes do genitor feminino que corresponde ao contaminante (C) nos diferentes percentuais de

contaminação. Experimentos conduzidos em dois ambientes na safra de 2011/2012

FV	GL	A. P.	A. E.
		QM	QM
Ambientes (A)	1	5,4449**	1,6986**
Percentual (P)	6	0,3306**	0,1655**
A x P	6	0,0893*	0,0191
Erro médio	60	0,0308	0,0165
Média		2,14	1,19
Acurácia (%)		95,22	94,88

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 2 Resumo da análise da variância conjunta para a altura média de espiga (A. E.) e de planta (A. P.) em metros. Dados obtidos das plantas híbridas F₁ (H) nos diferentes percentuais de contaminação. Experimentos conduzidos em dois ambientes na safra de 2011/2012

FV	GL	A. P.	A. E.
		QM	QM
Ambientes (A)	1	3,7859**	1,0682**
Percentual (P)	6	0,1431**	0,1520**
A x P	6	0,0209	0,0371
Erro médio	60	0,0101	0,0193
Média		2,36	1,40
Acurácia (%)		96,40	93,43

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹Mês da sementeira.

Tabela 3 Altura média de espiga (A. E.) e planta (A. P.) em metros. Dados obtidos de plantas provenientes do genitor feminino que corresponde ao contaminante (C) nos diferentes percentuais de contaminação. Experimentos conduzidos em dois ambientes na safra de 2011/2012

Percentual de plantas do genitor feminino	Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹		Lavras 11/2011		Média	
	A. P.	A. E.	A. P.	A. E.	A. P.	A. E.
1	2,57	1,55	2,05	1,16	2,31	1,36
2	2,52	1,38	2,00	1,13	2,26	1,26
5	2,55	1,38	1,92	1,08	2,24	1,24
10	2,42	1,35	1,85	1,06	2,14	1,21
20	2,38	1,28	1,85	1,05	2,12	1,17
50	2,25	1,16	1,86	1,00	2,05	1,09
100 (G1)	1,93	1,15	1,78	0,93	1,85	1,04
Média	2,37	1,32	1,90	1,06	2,14	1,19

¹ Mês da semeadura.

Tabela 4 Altura média de espiga (A. E.) e planta (A. P.) em metros. Dados obtidos das plantas híbridas (H) nos diferentes percentuais de contaminação. Experimentos conduzidos em dois ambientes na safra de 2011/2012

Percentual de plantas do híbrido F ₁	Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹		Lavras 11/2011		Média	
	A. P.	A. E.	A. P.	A. E.	A. P.	A. E.
50	2,39	1,38	2,03	1,14	2,22	1,26
80	2,39	1,48	2,12	1,17	2,26	1,33
90	2,55	1,45	2,13	1,22	2,34	1,34
95	2,45	1,52	2,22	1,28	2,39	1,40
98	2,60	1,59	2,20	1,27	2,40	1,43
99	2,64	1,53	2,09	1,43	2,37	1,48
100 (UFLA 1)	2,74	1,59	2,30	1,55	2,52	1,57
Média	2,55	1,50	2,16	1,06	2,36	1,40

¹ Mês da semeadura.

Tabela 5 Estimativas de b_0 e b_1 das equações de regressão linear entre a variável independente (X) porcentagem de contaminação com o genitor feminino, e variável dependente (Y) a altura da planta e de espiga. Dados obtidos com as médias das plantas híbridas F₁ (H) e do genitor feminino (C). Experimentos conduzidos em dois ambientes na safra de 2011/2012

Origem da planta		b_0	b_1	R^2
Genitor feminino	A. P.	2,24	-0,004	90,96 **
	A. E.	1,26	-0,002	76,33 *
Híbrido F_1 (UFLA 1)	A. P.	1,94	0,004	67,93*
	A. E.	0,99	0,004	64,67*

*,**Teste de T significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

A análise de variância para produtividade de grãos, g/planta, para o genitor feminino contaminante (C) e do híbrido F_1 (H) nos três ambientes é apresentada nas Tabelas 3A e 4A. Chama atenção à precisão experimental, obtida por meio da estimativa da acurácia que foi sempre, de magnitude inferior para o contaminante, exceto para a segunda época de Lavras. Em todos os ambientes tanto para C, como para H ocorreu diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre as porcentagens de contaminação.

A análise da variância conjunta dos três ambientes para a produtividade de grãos, g/planta, do C e do H, é demonstrada na Tabela 6. Verifica-se que a precisão experimental, foi alta segundo Resende e Duarte (2007). A alta estimativa da acurácia indica que o efeito da porcentagem de contaminação apresentou boa repetibilidade entre as repetições e nos três ambientes. Foi detectada diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre os ambientes para C e H.

A produtividade em Ribeirão Vermelho superou os outros locais. Nos dois ambientes de Lavras, a maior produtividade foi obtida no experimento semeado na época normal, em novembro com relação ao da safrinha, semeadura em janeiro (Tabela 7 e 8). O efeito das porcentagens de contaminação na produtividade por planta foi significativa ($P \leq 0,01$) tanto para o C (Tabela 3A) como para H (Tabela 4A). Já a interação porcentagens X ambientes só foi significativa ($P \leq 0,01$) para o comportamento das plantas híbridas F_1 .

A produtividade média por planta de C, em função da porcentagem de plantas contaminantes é apresentada na Tabela 7. Observa-se que em todos os

ambientes e na média houve tendência de aumento da produtividade, g/planta, com o incremento da porcentagem das plantas do genitor feminino. Essa observação é comprovada por meio das estimativas do coeficiente de regressão linear entre a porcentagem do genitor feminino, variável dependente (X), e a produtividade de grãos, variável independente (Y) (Tabela 9). Veja que a estimativa do coeficiente de regressão linear (b_1) foi sempre positivo. Na média dos três ambientes a cada adição de um por cento do genitor feminino contribuiu para o incremento de 4,61g/planta. Vale salientar que os coeficientes de determinação foram todos altos, exceto em Lavras na época normal, indicando que o ajustamento das observações à equação de regressão linear foi bom.

No caso da produtividade, g/plantas, das plantas híbridas F_1 (H), os resultados foram diferentes dos relatados para o genitor feminino. Ou seja, quanto maior a porcentagem de plantas híbridas F_1 , menor o número de contaminações, menor a produtividade por planta (Tabela 8). Aqui também as estimativas das equações de regressão linear comprovam esse fato, a única ressalva, foi a estimativa obtida em Lavras, em novembro que o R^2 foi de baixa magnitude. Na média dos ambientes a estimativa de b_1 foi de - 2,14 indicando redução de 2,14g a cada um por cento de plantas híbridas (H) adicionada, na parcela (Tabela 10).

Como era esperada a produtividade, g/planta, das plantas híbridas F_1 foi superior a do genitor feminino em todos os ambientes. Considerando a média dos ambientes a produtividade por planta dos híbridos (H) foi 77% acima da obtida pelo genitor feminino, quando se comparou os tratamentos com 100% de C ou 100% de H. (Tabela 7 e 8). Na média de todas as porcentagens de contaminação a produtividade relativa das plantas híbridas F_1 foi ainda maior 147% acima da média do genitor feminino (Tabela 6).

Tabela 6 Resumo da análise da variância conjunta para produtividade média de planta (g/planta). Dados obtidos das plantas híbridas (H) e de plantas provenientes do

genitor feminino que corresponde ao contaminante (C) nos diferentes percentuais de contaminação. Experimentos conduzidos em três ambientes na safra de 2011/2012

FV	GL	QM	QM
	0	C	H
Ambientes (A)	2	663,20**	6385,43**
Percentuais (P)	6	905,62**	237,12**
P x A	12	65,45	285,95**
Erro médio	90	121,22	75,85
Média		45,3	111,75
Acurácia (%)		93,00	82,47

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 7 Produtividade média de grãos por planta (g/planta) do genitor feminino contaminante (C). Dados obtidos nos experimentos conduzidos em três ambientes visando avaliar o efeito da percentagem de contaminação do genitor feminino no desempenho de híbridos duplos na safra de 2011/2012

Percentagem de plantas do genitor feminino	Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹	Lavras 11/2011	Lavras 01/2012	Média
1	40,0	29,0	31,0	33,3
2	39,8	35,5	31,3	35,5
5	41,0	40,5	35,3	38,9
10	48,3	47,4	37,6	44,5
20	57,4	51,4	41,6	50,2
50	59,6	59,5	44,3	54,5
100 (G1)	71,5	50,5	58,0	60,0

¹ Mês da semeadura.

Tabela 8 Produtividade média de grãos por planta (g/planta) do híbrido (H). Dados obtidos nos experimentos conduzidos em três ambientes visando avaliar o efeito da percentagem do UFLA 1 no desempenho de híbridos duplos na safra de 2011/2012

Percentagem de plantas híbridas F ₁	Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹	Lavras 11/2011	Lavras 01/2012	Média
50	142,8	102,9	100,5	115,4

80	135,2	131,5	92,2	119,6
90	130,2	125,5	91,1	115,6
95	115,8	121,0	91,9	109,6
98	111,0	122,7	93,8	109,2
99	112,5	118,5	89,2	106,7
100 (UFLA 1)	114,0	121,5	83,0	106,2

¹ Mês da sementeira.

Tabela 9 Estimativas de b_0 e b_1 das equações de regressão linear entre a variável independente (X) porcentagem de contaminação com o genitor feminino, e variável dependente (Y) produtividade de grãos por planta. Dados obtidos do genitor feminino (C) e na média dos três ambientes

Ambiente	b_0	b_1	R^2
Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹	42,73	0,31	86,74**
Lavras 11/2011	40,12	0,17	37,65
Lavras 01/2012	23,68	4,05	86,58**
Média	26,82	4,61	98,6**

*,**Teste de T significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹ Mês da sementeira.

Tabela 10 Estimativas de b_0 e b_1 das equações de regressão linear entre a variável independente (X) porcentagem de contaminação com o genitor feminino, e variável dependente (Y) produtividade de grãos por planta. Dados obtidos do híbrido (H) e na média dos três ambientes

Ambiente	b_0	b_1	R^2
Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹	178,97	-0,63	80,31**
Lavras 11/2011	116,63	-0,97	5,63
Lavras 01/2012	83,69	-1,99	67,84*
Média	120,31	-2,14	81,20*

*,**Teste de T significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹ Mês da sementeira.

Na análise conjunta da produtividade de grãos kg ha^{-1} , envolvendo os três ambientes, a interação entre os P x A não foi significativa (Tabela 11). A não significância da interação pode ser comprovada por meio das equações de regressão entre a variável dependente (Y) produtividade de grãos e a variável independente (X) porcentagem de contaminação com o genitor feminino, em

todos os ambientes (Figura 1A). Veja que a resposta às porcentagens de contaminação com o genitor feminino foi semelhante entre os ambientes.

A ênfase nos resultados do efeito das porcentagens da contaminação será direcionada às médias dos ambientes (Tabela 12). Deve se destacar que a produtividade média do híbrido duplo, sem a contaminação na média dos ambientes foi 60% acima da obtida pelo genitor feminino. No ambiente da safrinha em Lavras semeadura janeiro de 2012, foi incluído também o genitor masculino (UFLA 2). Nota-se que o desempenho dos dois genitores foi muito semelhante. Nesse caso o híbrido duplo apresentou produtividade (kg ha^{-1}) 52,8% acima da média dos genitores, ou seja, a heterose nesse ambiente foi de 52,8% em relação à média dos genitores.

Observou-se que houve tendência de redução na produtividade (kg ha^{-1}) com o incremento na porcentagem de contaminação do genitor feminino (C). A comprovação desse fato é observada por meio da estimativa da equação de regressão linear (Gráfico 1). Constatou-se que a estimativa de b_1 foi negativa (-58,4), ou seja, redução de 58,4 kg ha^{-1} por unidade de incremento na porcentagem de contaminação.

Tabela 11 Resumo da análise da variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha^{-1}) nos diferentes percentuais de contaminação com o genitor feminino. Dados obtidos nos três ambientes na safra de 2011/2012

FV	GL	QM
Locais (L)	2	21347629,2**
Percentual de contaminação (P)	7	33478098,0**
Blocos x Locais	15	2952720,4*

P. x L.	14	1399148,1
Erro Médio	105	1361319,3
Média	7579,0	
Acurácia (%)	97,94	

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 12 Produtividade média de grãos de milho (kg ha⁻¹). Dados obtidos nos três ambientes na safra de 2011/2012

Porcentagem de contaminante com o genitor feminino	Lavras	Ribeirão Vermelho	Lavras 01/2012	Média
	11/2011 ¹	11/2011		
0 (UFLA 1)	8887,1	9460,1	7428,2	8591,8
1	10293,3	8897,2	8142,8	9111,1
2	8323,9	8825,3	7879,6	8342,9
5	8681,8	8935,4	7366,3	8327,8
10	9010,6	8437,1	7082,1	8176,6
20	7588,9	6682,4	5950,4	6740,6
50	5865,7	6257,1	5767,4	5963,4
100 (G1)	5414,4	5854,0	4865,9	5378,1
Média	8008,2	7918,6	6810,3	7579,0
G2	-		4856,0	

¹ Mês da semeadura.

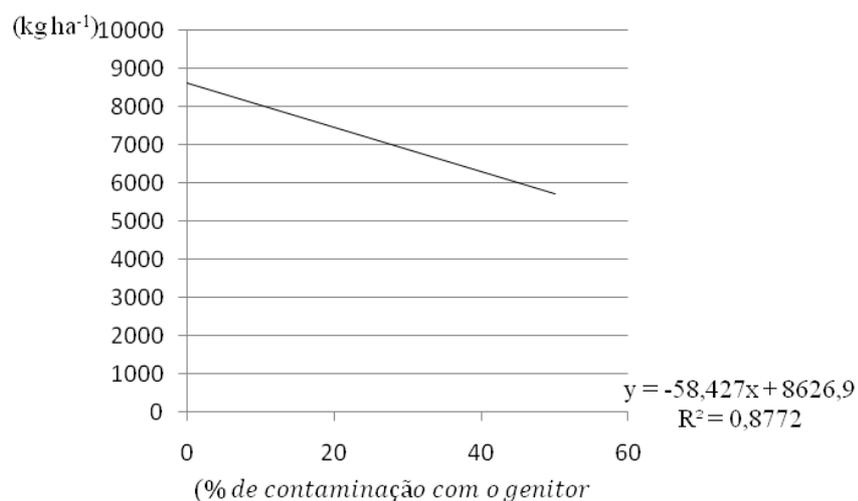


Gráfico 1 Equação de regressão linear entre a variável dependente (Y) produtividade de grãos e variável independente (X) porcentagem de contaminação com o genitor feminino. Dados médios obtidos nos três ambientes na safra de 2011/2012

4.1 Percentual de grãos originados pela polinização de um pendão

A quantidade de pólen disperso de acordo com a origem, como era esperado, é variável. A maioria dos grãos amarelos ocorreu até três metros da planta doadora, de pólen, com o alelo Y. Após dez metros a quantidade de grãos de cor amarela era muito pequena. Constata-se na Tabela 13 e 14 que a produtividade de grãos foi maior no sentido da linha de semeadura, direção norte e sul. Observa-se que na média de todas as plantas coletadas, a porcentagem de grãos amarelos foi de 0,85%.

Outro fator que poderia dificultar a inferência a respeito das porcentagens de sementes contaminantes com o genitor feminino no campo do agricultor, e a porcentagem de plantas desse genitor que não foram despendoadas no campo de produção de sementes é uma possível preferência do estigma por autopólen ou alopólen. A distribuição de frequência do número de grãos amarelos (YY) ou brancos (yy), na espiga polinizada com a mesma quantidade de pólen em volume, contendo o alelo Y, alopólen ou y autopólen, mostra que em todas as espigas a porcentagem de autopólen foi maior. Na média das 23 espigas apenas 30,31% dos grãos são amarelos (Gráfico 2).

Esse resultado pode explicar em parte porque a porcentagem de grãos amarelos nos resultados apresentados anteriormente não foi de 1%. Nessa condição a quantidade de sementes contaminantes seria igual ao número de pendões do genitor feminino não retirado em uma determinada área. Assim, como no trabalho foram consideradas diferentes porcentagens de contaminantes, poder-se-ia inferir que um por cento de contaminação equivaleria a um pendão

não retirado a cada 100 plantas do genitor feminino que deveria ser emasculado. Isso provavelmente deve ser o que ocorre na maioria das situações.

Tabela 13 Dispersão do pólen de um pendão de um híbrido de grãos amarelos, em um campo de um híbrido de grãos brancos em percentual de 10 em 10 metros lineares na safra 2011/2012

Direção	G. Amarelos	G. Brancos	Total	% Amarelo
Norte	60	4652	13018	0.46
Leste	22	5084	24810	0.09
Sul	64	5917	14172	0.45
Oeste	26	4398	26309	0.10
Total	172	20051	20224	0.85

Tabela 14 Distância percorrida em metros pelo pólen de uma planta doadora que tem o alelo Y. Dados obtidos em um ambiente na safra de 2011/2012

Distância (m)	Média do número de grãos amarelos			
	Norte	Sul	Leste	Oeste
1	41	49	17	23
2	16	13	3	4
3	3	2	2	2
4	1	1	2	1
5	2	1	0	0
6	1	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0

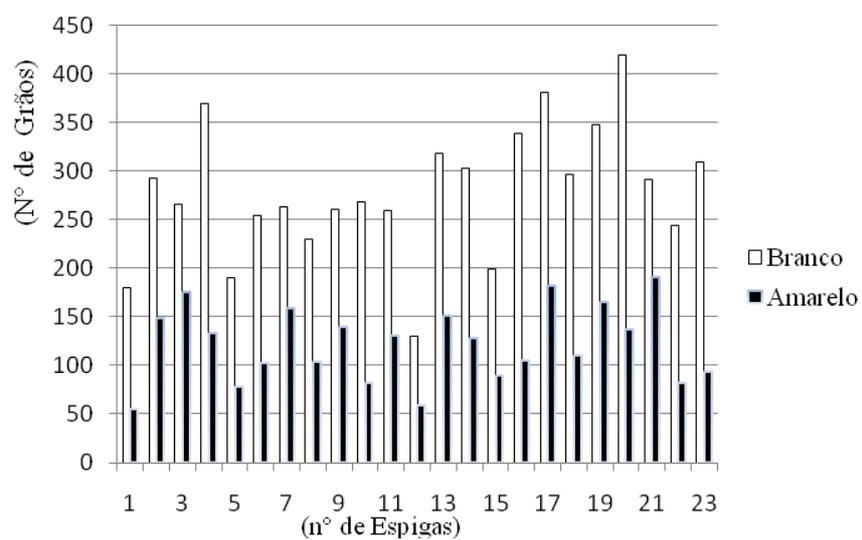


Gráfico 2 Distribuição de frequências de grãos brancos (autopólen) e amarelos (alopólen) por espiga na safra de 2011/12.

5 DISCUSSÃO

A obtenção do híbrido duplo UFLA1 envolve dois genitores (G1 e G2) que são populações derivadas da geração F_2 de um híbrido simples. A F_2 de um híbrido simples é considerada uma população em equilíbrio de Hardy e Weinberg para todos os locos desconsiderando a ocorrência de ligação (WRICKE; WEBER, 1986; SOUZA SOBRINHO; RAMALHO; SOUZA, 2002). Os genitores G1 e G2 são, portanto duas populações em equilíbrio e que já vem sendo utilizado no programa de melhoramento de milho do Departamento de Biologia da UFLA com essa finalidade há algum tempo.

Na produção de sementes é necessário que as plantas do genitor feminino sejam despendoadas antes do florescimento. Nesse caso por se tratar de uma população de plantas com ampla variação, o despendoamento é mais difícil do que quando se utiliza linhagens, sobretudo pela maior altura das plantas, desuniformidade na altura e no momento do florescimento. Esse fato exige que um ou mais repasse sejam realizados na operação de despendoamento. Mas mesmo assim, é esperado que algumas plantas deixem de ser despendoadas.

Em principio o que se questiona é qual a correspondência entre a porcentagem de plantas não despendoadas e a porcentagem de sementes do genitor feminino contaminantes na semente produzida. Essa questão foi respondida por duas estratégias. Avaliando a porcentagem de grãos que uma planta contaminante irá fertilizar. Para isso foi utilizado um marcador genético a cor dos grãos, que é devido ao alelo dominante do gene Y (NEUFFER; COE; WESSLER, 1997). A planta contaminante de grãos amarelos (YY) é semeada ao redor de plantas com grãos brancos (yy). A dispersão do pólen, praticamente ocorreu em um raio não superior a seis metros nas quatro direções (Tabela 14). Na literatura existem alguns relatos a esse respeito, sobretudo visando ao estudo do fluxo gênico (SWEET; EASTHAM, 2002; RAMALHO; SILVA, 2004). Os

resultados são semelhantes aos obtidos neste trabalho, o maior fluxo gênico ocorre próximo à planta doadora do pólen (SWEET; EASTHAM, 2002; NASCIMENTO et al., 2012). Embora existam relatos de pólen que migraram a uma distância bem superior (LUNA et al., 2001, ARAGÃO, 2004).

Em um raio de aproximadamente dez metros, o percentual de grãos amarelos em relação aos brancos foi de 0,85% (Tabela 13). Informações a respeito dessa porcentagem não foram encontradas na literatura.

Outro questionamento para se inferir a respeito da relação da porcentagem de plantas e percentual de sementes contaminantes é com relação à preferência ao não do autopólen ou alopólen. No presente trabalho o alopólen foi responsável por apenas 30,31% dos grãos produzidos (Gráfico 2). Os trabalhos existentes na literatura a esse respeito são contrários aos observados; a preferência foi do alopólen (BALESTRE et al., 2007; MERCER et al., 2002).

Se forem associados os dados da migração do pólen e a preferência do autopólen, pode-se inferir que no campo de produção de sementes, quando ocorre contaminação, cada um por cento de planta do genitor feminino com pendão contribui com um por cento das sementes produzidas no referido campo. Assim, como já comentado, pode-se inferir que os percentuais de contaminação com pólen do genitor feminino têm correspondência direta com o número de sementes contaminantes.

Com relação à altura de plantas e espigas, o híbrido sempre foi mais alto. A heterose das plantas híbridas em relação ao genitor feminino quanto à altura de plantas foi de 10%, e para a altura de espigas 17% (Tabela 3 e 4). Estimativas da heterose positivas para a altura da planta de milho, em relação às médias dos genitores são frequentes na literatura (UZAROWSKA, 2007).

A medida da altura sempre foi realizada em plantas híbridas próximas da contaminante. Nessa condição, a planta híbrida era beneficiada pela presença da

contaminante que exercia menor demanda de nutriente e, sobretudo de luz. A estimativa do coeficiente de regressão linear, apresentado na Tabela 5, comprova esse fato. Já no caso da altura da planta contaminante ocorre o contrário, quanto menor a porcentagem do contaminante, maior a competição exercida pela planta híbrida e maior a altura da planta e espiga. As estimativas de b_1 negativas obtidas comprovam esse fato (Tabela 5). Em trabalho realizado por Von Pinho (1995) em campo de produção de híbrido simples, observou o contrário, a altura das plantas autofecundadas incrementou à medida que diminuiu a proporção de híbrido na lavoura.

A produtividade de grãos por plantas (g/planta) nas plantas híbridas foi maior que as plantas contaminantes em todos os locais. A heterose média da produtividade, g/planta, foi 77% em relação ao genitor feminino na média dos três locais (Tabela 7 e 8). Em um dialelo envolvendo linhagens de milho, conduzido nos mesmos locais, a heterose em relação à média dos pais foi de 102,6% para o mesmo caráter. Mas entre os dez híbridos avaliados a heterose variou de 42% a 149,5% (RIBEIRO, 2012). Em um levantamento realizado por Hallauer, Carena e Miranda Filho (2010) a heterose média para a produtividade de grãos, g/planta, envolvendo híbridos derivados de populações em equilíbrio de Hardy e Weinberg foi de 20,63%.

Como ocorre heterose para a produtividade de grãos por planta, o percentual de contaminação com o genitor feminino interfere no desempenho da planta F_1 híbrida. Como já mencionando uma planta F_1 híbrida próxima de contaminante certamente será beneficiada em relação à outra situada próxima de uma também híbrida. A estimativa de coeficiente de regressão linear negativa ($b_1 = - 2,14\text{g/planta}$) reforça essa observação (Tabela 10). Isso porque quanto menor o percentual de C, maior o número de plantas híbridas no campo. Em seu trabalho Von Pinho (1995) observou resultados que reforçam os encontrados neste trabalho.

Com relação à produtividade média por área, kg ha^{-1} , a heterose foi de 52,8% no ambiente em que foram avaliados os dois genitores do híbrido. Já a heterose média, dos três locais, em relação apenas ao genitor feminino foi de 59,75%. Em um experimento realizado no mesmo local observou-se uma heterose de 69,36% para produtividade de grãos (RIBEIRO, 2009).

Do que foi exposto, é esperado redução na produtividade por área, com o incremento na porcentagem de contaminação. A estimativa do coeficiente de regressão linear, na média dos três ambientes, foi de $58,4\text{kg ha}^{-1}$ (Gráfico 1). No caso do trabalho de Von Pinho (1995) já relatado a estimativa do coeficiente de regressão linear na média de cinco híbridos em cinco locais foi de $27,05\text{ kg ha}^{-1}$. Portanto, estimativa inferior à obtida no presente trabalho. Considerando que a referida autora avaliou híbrido simples e, portanto o genitor feminino contaminante era uma linhagem, esperava-se que a redução fosse maior do que quando se utiliza como genitor feminino uma população em equilíbrio derivada de híbrido simples. Em princípio, poder-se-ia argumentar que isso ocorreu porque o nível de produtividade do grão do experimento de Von Pinho (1995) foi inferior. Entretanto, quando se considera a redução na produtividade em função da média dos experimentos, a porcentagem ainda foi inferior isto é 0,51% no experimento de Von Pinho (1995) e 0,67% neste trabalho. Pode-se inferir que as linhagens utilizadas como genitor feminino no trabalho de Von Pinho (1995) apresentaram proporcionalmente ao híbrido maior produtividade de grãos.

6 CONCLUSÕES

A contaminação com o genitor feminino, a população derivada do híbrido simples de milho em equilíbrio de Hardy e Weinberg, no campo de produção da geração F_1 do híbrido duplo afeta a altura da planta e espiga e a produtividade de grãos. Na geração F_1 do H, a altura de planta e espiga aumenta com o incremento da porcentagem de plantas F_1 híbridas. No caso da planta contaminante ocorre o contrário.

Quando se considera a produtividade por planta de C ou H ocorre incremento com o aumento na porcentagem de plantas contaminantes.

Cada um por cento de plantas oriundas do genitor feminino reduz a produtividade de grãos, por área, em $58,4\text{kg ha}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, F. J. L. Organismos geneticamente modificados: impacto do fluxo gênico. In: MIR, L. (Org.). **Genômica**. São Paulo: Atheneu, 2004. v. 1, p. 767-783.
- BALESTRE, M. et al. Effect of alopollen in artificial crosses of White and yellow endosperm maize hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 7, p. 1-5, 2007.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. C. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 525 p.
- BURRIS, J. S. Adventitious pollen intrusion into hybrid maize seed production fields. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 56., 2001, Chicago. **Proceeding...** Washington: American Seed Trade Association, 2001.
- CHANG, M. T.; NEUFFER, M. G. Position of the vegetative and sperm cells of germinating pollen grain in maize (*Zea mays L.*). **Maydica**, Bergamo, v. 37, p. 233-243, 1992.
- COSTA, E. F. N. et al. Interação entre genótipos e ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 1433-1440, 2010.
- CRUZ, C. D. **Programa genes: biometria**. Viçosa (MG): UFV, 2006. p. 382.
- DAVIDE, L. M. C. **Controle genético de caracteres associados à dureza dos grãos e à degradabilidade ruminal de milho tropical**. 2009. 88 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

DENNY, J. O. Xenia includes metaxenia. **Hort Science**, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 722-728, July 1992.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to qualitative genetics**. Malaysia: Longman, 1996. 463 p.

FANCELLI, A. L. **Tecnologia da produção de milho: ecofisiologia e fenologia**. Piracicaba: Aldeia Norte, 2002. 51 p.

HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. New York: Springer, 2010. v. 6, p. 604.

HALLAUER, A. R. History, contribution, and future of quantitative genetic in plant breeding: lessons from maize. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 4-19, Jan. 2007. Suppl.

HALLAUER, A. R.; RUSSEL, W. A.; LANKEY, K. R. Corn breeding. In: SPRAGUE, G.F.; DUDLEY, J.W. (Ed.) . **Corn and corn improvement**. 3rd. ed. Madison: ASA, 1988. 468 p.

HUTCHCROFT, C. D. Contamination in seed fields of corn resulting from incomplete detasseling. **Agronomy Journal**, Madison, v.51 p. 267- 271, 1959.

JONES, D. F. The effects of in brreeding and cross breeding upon development. **The Connecticut Agricultural Experiment Station**, New Haven, v. 207, p. 5-100, 1918.

KIESSELBACH, T. A. **The structure and reproduction of corn**. 50th ed. Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor laboratory, 1999. 101 p.

LEON, J. **Botanica de los cultivos tropicales**. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1987. 445 p.

LUNA, S. S. et al. Maize pollen longevity and distance isolation requirements for 84 effective pollen control. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 5, p. 1551-1557, Sept./Oct. 2001.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MERCER, J. R. RAMALHO, M. A. P. RAPOSO, F. V. **Implicações do fenômeno Xênia nos programas de melhoramento de milho**. *Ciência e Agrotecnologia*. V. 26, n.6, p. 1338-1343, Nov./Dez., 2002.

METTLER, L. E.; GREGG, T. G. **Genética de populações e evolução**. São Paulo: Polígono, 1973. p. 262.

NASCIMENTO, V. E. et al. Fluxo gênico de milho geneticamente modificado com resistência a insetos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, p. 784- 790, 2012.

NEUFFER, M. G.; COE, E. H.; WESSLER, S. R. **Mutants of maize**. New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1997. p. 401.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento de milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 491-552.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 491-452.

PINTÉR, L. Effect of genetic contamination on maize yield (*Zea mays* L.). **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, Berlin, v. 93 p. 101-105, 1984.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Difusão de híbridos de milho para comunidades de agricultura familiar**. Viçosa, MG: ELO Diálogo com Extensão, 2013.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2012. 305 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária**. 5. ed. LAVRAS: UFLA, 2012. v. 1, 472 p.

RAMALHO, M. A. P.; SILVA, N. O. Fluxo gênico em plantas. In: MIR, L. (Org.). MOREIRA FILHO, C. A. (Ed.). **Genômica**. São Paulo: Atheneu, 2004. v. 1, p. 863-884.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, set. 2007.

RIBEIRO, C. B. **Caracteres que explicam a heterose na produtividade de grãos de milho**. 2012. 64 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SASS, J. E.; LOEFFEL, F. A. Development of axillary buds in maize relation to barrenness. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 8, p. 484-486, 1959.

SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. M. (Ed.). **Tecnologia de produção do milho**. Viçosa, MG: UFV, 2008.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SHULL, G. H. The composition of a field of maize. **Reports of the American Breeders Association**, Washington, v. 5, p. 296-301, 1908.

SOUZA JÚNIOR, C. L. Melhoramento de espécies alógamas. In: NASS, L. et al. **Recursos genéticos e melhoramento**: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.159-199.

SOUZA SOBRINHO, F.; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. Alternatives for obtaining double cross maize hybrids. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 70-76, 2002.

SWEET, J.; EASTHAM, K. **Genetically modified organisms (GMOs)**: the significance of gene flow through pollen transfer. Copenhagen: [s. n.], p.75, 2002 (European Environment Agency, n. 28).

UZAROWSKA, A. et al. Comparative expression profiling in meristems of inbred-hybrid triplets of maize based on morphological investigations of heterosis for plant height. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 63, p. 21–34, 2007.

VENCOVSKY, R.; RAMALHO, M. A. P. Contribuição do melhoramento genético de plantas no Brasil. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Agricultura brasileira e pesquisa agropecuária**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 57-89.

VIANA, F. M. S. et al. Hibridação em milho. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 401-426.

VIEGAS, G. P.; MIRANDA FILHO, J. B. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v. 1, cap. 7, p. 275-340.

VON PINHO, E. R. V. **Consequências da autofecundação indesejável na produção de sementes híbridas de milho**. 1995. 129 p. Tese (Doutorado em

Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1995.

WRICKE, G.; WEBER, W. E. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. New York: W. Gruyter, 1986. 406 p.

WRIGHT, H. Commercial hybrid seed production. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. **Hybridization of crop plants**. Madison: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America 1980. p. 162-176.

WYCH, R. D. Production of hybrid seed corn. In: SPRAGUE, G.F. (Ed.). **Corn and corn improvement**. 3rd ed. Madison: Iowa State University, 1988. p. 565-607.

WYCK, R. D.; SMITH, J. S. C. The identification of female selfs in hybrid maize: Modifications of current technologies. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 14, p. 1-4, 1988.

ANEXOS

Tabela 1A Resumo das análises da variância da altura de espiga (A. E.) e planta (A. P) (metro). Dados obtidos das plantas provenientes do genitor feminino que corresponde ao contaminante (C) nos diferentes percentuais. Experimentos conduzidos em dois ambientes na safra 2011/2012

	Lavras 11/2011 ¹		Ribeirão Vermelho 11/2011		
	A. P.	A. E.	A. P.	A. E.	
FV	GL	QM	QM		
Porcentagem de contaminação	6	0,0546**	0,0372**	0,2999**	0,1211**
Erro	30	0,0087	0,0113	0,053	0,0217
Média		1,90	1,06	2,37	1,32
Acurácia (%)		91,65	83,43	90,66	90,59

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹ Mês da semeadura.

Tabela 2A Resumo das análises da variância da altura de espiga (A. E.) e planta (A. P) (m). Dados obtidos das plantas híbridas (H) nos diferentes percentuais de contaminação. Experimentos conduzidos em dois ambientes visando avaliar o efeito da percentagem do UFLA1 no desempenho do híbrido duplo na safra 2011/2012

	Lavras 11/2011 ¹		Ribeirão Vermelho 11/2011		
	A. P.	A. E.	A. P.	A. E.	
FV	QM		QM		
Porcentagem de contaminação	6	0,048**	0,1275**	0,0993**	0,0326*
Erro	30	0,0112	0,0076	0,0090	0,0131
Média		2,15	1,29	2,55	1,50
Acurácia (%)		87,69	96,97	95,35	77,25

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹ Mês da semeadura.

Tabela 3A Resumo das análises da variância da produtividade de grãos de milho por planta (g/planta) do genitor feminino (C). Experimentos conduzidos em três ambientes visando avaliar o efeito da porcentagem de contaminação do genitor feminino no desempenho de híbridos duplos na safra 2011/12

		Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹	Lavras 11/2011	Lavras 01/2012
FV	GL	QM	QM	QM
Porcentagem de contaminação	6	991,14**	653,04**	529,85**
Erro	30	166,3	152,37	45,01
Média		50,52	44,83	39,89
Acurácia (%)		91,22	87,56	95,65

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹ Mês da semeadura.

Tabela 4A Resumo das análises da variância da produtividade de grãos de milho por planta (g/planta) do híbrido (H). Experimentos conduzidos em três ambientes visando avaliar o efeito da porcentagem do UFLA1 no desempenho de híbridos duplos na safra 2011/12

		Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹	Lavras 11/2011	Lavras 01/2012
FV	GL	QM	QM	QM
Porcentagem de contaminação	6	979,33**	467,13**	164,22**
Erro	30	119,84	72,64	35,07
Média		123,07	120,51	91,66
Acurácia (%)		93,66	91,89	88,66

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹ Mês da semeadura.

Tabela 5A Estimativa de b_0 e b_1 das equações entre a variável independente (X) porcentagem de contaminação com o genitor feminino, e variável dependente (Y) a altura da planta e de espiga. Dados obtidos do genitor feminino contaminante (C) e do híbrido (H)

Ambiente			b_0	b_1	R^2
Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹	C	A. P.	2,53	-0,006	97,30**
		A. E.	1,41	-0,003	68,02**
Lavras 11/2011	C	A. P.	1,95	-0,002	54,62**
		A. E.	1,11	-0,002	85,51*
Ribeirão Vermelho 11/2011 ¹	H	A. P.	2,04	0,006	64,17**
		A. E.	1,19	0,004	75,18*
Lavras 11/2011	H	A. P.	1,84	0,003	50,07
		A. E.	1,11	0,002	85,51*

*,**Teste de T significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹ Mês da semeadura.

Tabela 6A Resumo das análises da variância da produtividade de grãos de milho (kg ha⁻¹). Experimentos conduzidos em três ambientes visando avaliar o efeito da porcentagem de contaminação do genitor feminino no desempenho de híbridos duplos na safra 2011/2012

		Lavras 11/2011 ¹	Ribeirão Vermelho 11/2011	Lavras 01/2012
FV	GL	QM	QM	QM
Percentual de contaminação (P)	7 (8) ²	16324533,35**	11990308,99**	7961551,39**
Erro Médio	35	2313925,08	867166,09	902864,72
Média		8008,2	7918,6	6810,3
Acurácia (%)		92,64	96,31	94,15

*,**Teste de F significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

¹ Mês da semeadura.

² Adição de um tratamento no ambiente de Lavras 01/2012.

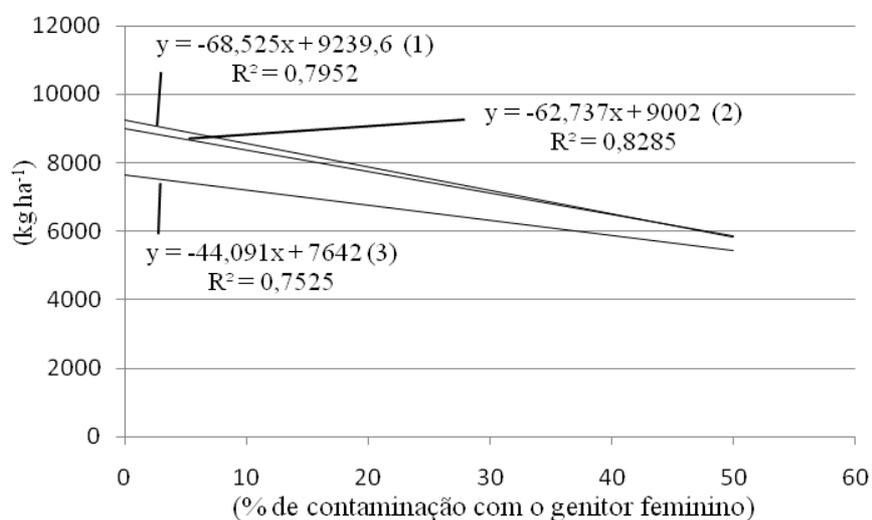


Figura 1A Equação de regressão linear entre a variável dependente (Y) produtividade de grãos e variável independente (X) porcentagem de contaminação com o genitor feminino. Dados obtidos em Ribeirão Vermelho (1) e Lavras semeaduras em novembro (2) de 2011, e Lavras semeadura em janeiro (3) de 2012