

**QUALIDADE DE SEMENTES DE HÍBRIDOS
DUPLOS DE MILHO OBTIDAS A PARTIR DAS
GERAÇÕES F₁ OU F₂**

PAULA NOTINI LOBATO

2003

PAULA NOTINI LOBATO

**QUALIDADE DE SEMENTES DE HÍBRIDOS DUPLOS DE MILHO
OBTIDAS A PARTIR DAS GERAÇÕES F₁ OU F₂**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Lobato, Paula Notini

Qualidade de sementes de híbridos duplos de milho obtidas a partir das gerações F₁ ou F₂/ Paula Notini Lobato. -- Lavras : UFLA, 2003.

50 p. : il.

Orientador: Renzo Garcia von Pinho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Semente. 3. Híbrido. 4. Qualidade fisiológica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.1521

PAULA NOTINI LOBATO

**QUALIDADE DE SEMENTES DE HÍBRIDOS DUPLOS DE MILHO
OBTIDAS A PARTIR DAS GERAÇÕES F₁ OU F₂**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 8 de agosto de 2003

Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho

DBI/ UFLA

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães

DAG/UFLA

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho

DAG/UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus,

pela vida, por vencer mais esta etapa ;

À minha mãe e ao meu avô

que, de algum lugar, estão torcendo por mim

OFEREÇO

À minha “mãe”, avó, tios, irmãos, afilhadas, sobrinho, outros familiares
e amigos, pelo incentivo, dedicação e apoio durante este período

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho, pela confiança, ensinamento, orientação e amizade durante a realização do trabalho.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

À Profa. Édila Vilela de Resende Von Pinho, pela dedicação, paciência, amizade e ajuda nos trabalhos e a todos os professores, funcionários e alunos do setor de sementes.

Aos Prof. Magno Antônio Patto Ramalho e João Cândido de Souza, do Departamento de Biologia, pela concessão da área para desenvolvimento dos experimentos e ajuda para que esses fossem realizados.

Aos funcionários do DAG, DBI e Laboratório de Sementes da UFLA, Sr. Francisco, João Pila, Manguinho, Alessandro, Júlio, Dalva e Dona Elza.

Ao meu avô, Benjamin Hannicut.

Às amigas de república, Adriene, Renata e Rose.

Aos amigos Tio Carlos, Anastácia, Juliane, Ênali, Claudinha, Rafael, Marcelo Guilherme, Lourenço, Zé Sérgio, pelo apoio, carinho e amizade.

Aos amigos do milho: Max, Ramon, Fabrício (Sementes), Tiago, Goiano, Magal, Alan, Fabrício, Denão, Victor, Dênis e André pela colaboração.

Ao Sr. Edilson Paiva, pela confecção do abstract.

Às minhas tias Marita e Bernadete, pelo apoio financeiro.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA !

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Produção e utilização do milho híbrido.....	3
2.2 Formação e composição química das sementes.....	9
2.3 Qualidade de Sementes.....	11
2.3.1 Qualidade fisiológica.....	12
2.3.2 Qualidade física.....	13
2.3.3 Qualidade sanitária.....	15
2.4 Época de semeadura.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Instalação, condução e colheita dos campos de produção de sementes.....	20
3.1.1 Altura de plantas.....	22
3.1.2 Altura de inserção de primeira espiga.....	22
3.1.3 Peso de espiga.....	22
3.1.4 Produção de sementes.....	23
3.2 Avaliação da qualidade de sementes.....	23
3.2.1 Teste de germinação.....	23

3.2.2 Teste frio sem solo.....	24
3.2.3 Envelhecimento artificial.....	24
3.2.4 Índice de velocidade de emergência (IVE).....	25
3.2.5 Emergência em bandeja.....	25
3.2.6 Peso de matéria seca.....	26
3.2.7 Blotter test.....	26
3.3 Análise estatística.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Avaliação das características agronômicas.....	28
4.2 Avaliação da qualidade de sementes.....	31
4.2.1 Qualidade fisiológica.....	31
4.2.2 Qualidade sanitária.....	39
5 CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Porcentagem dos diferentes tipos de sementes de cultivares de milho vendidas no Brasil 2002.....	5
2	Produtividade média de híbridos simples de milho das gerações F ₁ , F ₂ e F ₃ , depressão por endogamia (d) e redução esperada de F ₂ em relação a F ₁ em %, em Lavras e Lambari, em 1997/98.....	8
3	Características dos híbridos utilizados.....	21
4	Dados médios de altura de plantas (m), altura de espiga (m) e produtividade de sementes (Kg.ha ⁻¹), obtidos nos campos de produção de sementes, considerando as duas épocas de semeadura, os dois híbridos e as duas gerações de origem das sementes parentais dos híbridos. UFLA, Lavras, MG, 2003.....	30
5	Resumo das análises da variâncias de porcentagem de germinação (G), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento artificial (EA), emergência em bandeja (EB), índice de velocidade de emergência (IVE), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca da parte aérea (MSPA). UFLA, Lavras, MG, 2003.....	34
6	Resultados médios dos testes frio (TF), envelhecimento artificial (EA), emergência em bandeja (EB) e índice de velocidade de emergência (IVE), considerando os dois híbridos, as duas gerações e as duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2003.....	36

7	Resultados médios do peso de matéria seca da raiz em gramas dos híbridos DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012, com sementeiras em setembro e dezembro de 2001. UFLA, Lavras, MG, 2003.....	37
8	Resultados médios do peso de matéria seca da parte aérea em gramas, dos híbridos obtidos a partir das gerações F ₁ e F ₂ , com sementeira em setembro e dezembro de 2001. UFLA, Lavras, MG, 2003.....	38
9	Resultados médios do peso de matéria seca da parte aérea em gramas, dos híbridos DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012, nas gerações F ₁ e F ₂ . UFLA, Lavras, MG, 2003.....	38
10	Porcentagem de fungos presentes em sementes tratadas e não tratadas dos híbridos DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012 nas gerações F ₁ e F ₂ , do plantio realizado em setembro de 2001. UFLA, Lavras, MG, 2003.....	41
11	Porcentagem de fungos presentes em sementes tratadas e não tratadas dos híbridos DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012 nas gerações F ₁ e F ₂ , do plantio realizado em dezembro de 2001. UFLA, Lavras, MG 2003.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Dados médios mensais de temperatura máxima (T _{máx}), temperatura média (T _{média}) e temperatura mínima (T _{min}), de setembro de 2001 a maio de 2002, em Lavras – MG. Dados obtidos no Setor de Bioclimatologia de UFLA, Lavras, MG, 2002.	19
2	Dados mensais precipitação, de setembro de 2001 a maio de 2002, em Lavras – MG. Dados obtidos no Setor de Bioclimatologia de UFLA. Lavras, MG, 2002.....	20

RESUMO

LOBATO, Paula Notini. **Qualidade de sementes de híbridos duplos de milho obtidas a partir das gerações F₁ ou F₂**. 2003. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Com este trabalho, objetivou-se comparar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de híbridos duplos obtidas a partir da geração F₁ e F₂ de híbridos simples. Os campos de produção de sementes foram conduzidos em área experimental da UFLA em duas épocas distintas, sendo a primeira semeadura realizada em setembro e a segunda, em dezembro de 2001. Em cada época foram instalados quatro campos isolados para a produção de sementes dos híbridos duplos DKB333/AG9012 e DKB901/AG9012. Em dois campos de produção, utilizaram-se como parental feminino a geração F₁, dos híbridos simples DKB333 e DKB901, e como masculino, o híbrido simples AG9012. Nos outros dois campos de produção, as sementes dos híbridos duplos foram produzidas a partir da geração F₂ dos mesmos híbridos simples, que foram obtidas por autofecundações de plantas dos respectivos híbridos. Nos campos de produção, foram avaliadas as seguintes características agronômicas: altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, peso de espiga e produção de sementes. Após a debulha, as sementes retidas na peneira 22 foram utilizadas para realização dos testes de germinação, frio, envelhecimento artificial, índice de velocidade de emergência, emergência em bandeja, peso de matéria seca e análise sanitária pelo “blotter test”. O delineamento foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 (híbridos) x 2 (gerações) x 2 (épocas de semeadura), com 4 repetições. Com relação à produtividade de sementes, a redução foi, em média, de 28,7% quando o parental feminino era a geração F₂ dos híbridos simples, comparado à utilização da geração F₁. Por meio de todos os testes utilizados para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes, evidenciou-se a superioridade das sementes produzidas a partir da geração F₁ dos híbridos simples. A qualidade das sementes não foi afetada pelas diferentes épocas de semeadura.

* Comitê Orientador: Dr. Renzo Garcia Von Pinho - UFLA (Orientador), Édila Vilela de Resende Von Pinho - UFLA, Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA.

ABSTRACT

LOBATO, Paula Notini. **Quality Of Double Crosses Maize Hybrids Seeds Obtained From F1 or F2 Generations.** 2003. 50 p. Dissertation (Master in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

The objective of this work was to compare the health and physiological quality of double crosses maize hybrids seeds obtained from F1 and F2 generations of single crosses hybrids. Field trials were carried out at the Federal University of Lavras – UFLA in two sowing dates, september and december 2001. Four isolated plots were used in each sowing date to produce seeds of the double crosses DKB333/AG9012 and DKB901/AG9012. In two plots the female parental consisted of the F1 generations of the single crosses DKB333 e DKB901 and the male parental was the single crosses AG 9012. On the other two plots, the female parental consisted of F2 generations of the single crosses DKB333 e DKB901. The following agronomic characteristics were measured: Plant height, ear insertion, ear weight and seed production. Seeds, size 22, were used to analyse: germination, cold test, artificial aging, velocity of emergency, tray emergency, dry weight matter and health analysis by the blotter test. The experimental design was completely randomized using a factorial with two hybrids, two generations (F1 and F2), two sowing date and four replications. The results showed a 28.7% decrease in seed production when, the female parental came from the F2 generation instead of the F1 generation. All physiological assays showed a better performance for seeds obtained from F1 generations of the single crosses. The same was true for the health tests. The two sowing dates had no effect on seed quality.

* Guidance Committee: Dr. Renzo Garcia Von Pinho (Major Professor), Édila Vilela de Resende Von Pinho - UFLA, Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil vem experimentando uma grande evolução nos últimos anos. Mesmo com a redução da área semeada, a produção total de grãos tem crescido. Contudo, há uma diversidade muito grande na tecnologia adotada pelos agricultores. Os agricultores brasileiros classificados no segmento A podem ser comparados aos agricultores das regiões mais evoluídas do mundo, quanto à utilização de tecnologias. No outro extremo, os do segmento D e E, com baixíssima tecnologia, ainda não utilizam sementes híbridas, uma das mais bem-sucedidas invenções do homem para a agricultura.

O argumento principal utilizado para o não-emprego de sementes híbridas é o seu elevado custo. Isso realmente ocorre, porque mesmo estando o preço relativo dos grãos em contínuo declínio, o da sementes tem crescido proporcionalmente. Por essa razão, deve-se procurar alternativas visando à redução no custo das sementes. Uma das alternativas é o emprego de híbridos duplos obtidos a partir da geração F_2 de híbridos simples. Foi constatado que geneticamente não existem diferenças no emprego da geração F_1 ou F_2 dos híbridos simples na obtenção do híbrido duplo visando à produção de grãos (Souza Sobrinho et al., 2002).

A grande vantagem dessa alternativa é que não há necessidade de se manter as linhagens parentais e nem de obter a geração F_1 do híbrido simples, pois a população F_2 , para os locos não ligados, está em equilíbrio de Hardy-Weinberg e suas propriedades genéticas não se alteram com as sucessivas gerações de cruzamento ao acaso.

Não se têm informações, entretanto, com relação à qualidade das sementes produzidas. Para alguns caracteres do milho, sabe-se que o vigor híbrido é grande e, desse modo, o desempenho da geração F_2 do híbrido simples

seria inferior ao da F_1 . Há escassez de informações a respeito dos caracteres agronômicos associados à qualidade de sementes. Se a depressão por endogamia e o efeito do ambiente de produção forem acentuados, o emprego de sementes da geração F_2 de híbridos simples pode não ser uma boa alternativa para a obtenção de híbridos duplos.

Há algumas informações de que o atraso na semeadura de milho acarreta redução na produtividade de grãos e em outros caracteres agronômicos. Contudo, se os campos de produção de sementes forem obtidos em semeadura tardia, em razão de menor precipitação, no momento da colheita, é esperado que a qualidade das sementes obtidas seja superior.

Do exposto, visando à comprovação dessas hipóteses, foi realizado o presente trabalho, no qual se compara a qualidade das sementes de híbridos duplos obtidas a partir da geração F_1 e F_2 em diferentes épocas de semeadura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção e utilização do milho híbrido

A introdução do milho híbrido, por volta de 1920, constituiu-se num dos maiores impulsos à agricultura moderna. O híbrido apresenta, na maioria das vezes, acréscimos em relação a uma série de caracteres, quando comparado à média dos parentais (Hageman et al., 1967; Suresh & Hanna, 1975; Fakorede & Agbana, 1983). A heterose foi empregada por Shull, em 1909, para expressar os efeitos benéficos da hibridação, ou seja, maior vigor da geração F_1 em relação à média dos pais ou ao pai mais produtivo (Hallauer & Miranda Filho, 1981). A utilização do fenômeno da heterose constitui um meio eficiente para incrementar a produtividade, embora outros caracteres agronômicos sejam melhorados (Allard, 1971).

Darwin foi o primeiro a comparar plantas autofecundadas e cruzadas do mesmo parental. Avaliando a altura de plantas, pôde observar superioridade em plantas cruzadas. Shull (1909) e East (1908) conduziram trabalhos no início do século passado sobre depressão por endogamia e heterose nos cruzamentos entre linhagens endogâmicas, e observaram que num campo de milho as plantas são híbridos complexos; a deterioração que resulta da autofecundação é uma decorrência da gradual redução da linhagem à condição homozigótica e que o propósito do melhorista de milho não dever ser o de obtenção da melhor linhagem, mas o de conseguir a melhor combinação híbrida (Miranda Filho & Viegas, 1987).

Para o desenvolvimento de híbridos, é preciso autofecundar o maior número possível de plantas para obter linhagens, cruzá-las para obter o maior número possível de híbridos e avaliá-las para se determinar o par de linhagens

com melhor comportamento. Após esse procedimento, a produção de sementes é de fácil obtenção, embora dispendiosa. Esse procedimento foi proposto por Shull (1909), e é usado até hoje. Após a obtenção e identificação das melhores linhagens, deve-se cruzá-las para se obter as melhores combinações. Daí, a ampla diversidade de tipos de híbridos que podem ser obtidos com a cultura do milho. Alguns foram apresentados por Viégas & Miranda Filho (1987):

1) “Topcross” - cruzamento entre uma família endogâmica parcial e uma variedade de base genética ampla.

2) Híbrido simples - é obtido pelo cruzamento de duas linhagens endogâmicas. Em geral, é mais produtivo do que os outros tipos de híbridos, apresentando grande uniformidade de plantas e de espigas. As sementes têm um custo elevado, porque a fêmea de um híbrido simples é uma linhagem que exibe produtividade mais baixa. Esse tipo de híbrido vem substituindo gradativamente os híbridos duplos.

3) Híbrido simples modificado - utiliza-se como genitor feminino o híbrido de duas linhagens muito próximas entre si, isto é, $A \times A'$, e como genitor masculino uma linhagem B, isto é, $(A \times A') \times B$.

4) Híbrido triplo - é obtido pelo cruzamento de um híbrido simples ($A \times B$) com uma terceira linhagem C. A linhagem polinizadora deve ser vigorosa para produzir pólen suficiente para garantir uma boa fertilização. O híbrido simples pode também ser obtido na forma de modificado, isto é, $(A \times B) \times (C \times C')$, em que C e C' são duas linhagens irmãs provenientes de uma mesma população.

5) Híbrido duplo - obtido pelo cruzamento de dois híbridos simples ($A \times B$) \times ($C \times D$), envolvendo quatro linhagens endogâmicas. Ainda é o mais utilizado, pelo fato de o custo de produção de sementes ser menor que para a produção de um híbrido simples.

6) Híbrido múltiplo - produzido mediante a utilização de seis ou mais linhagens, tem a vantagem de possuir maior variabilidade genética, que pode resultar em maior amplitude de adaptação

7) Híbrido intervarietal - pode ser utilizado comercialmente, pois permite a utilização da heterose, sem a necessidade da obtenção de linhagens. Apresenta grande desuniformidade quanto aos caracteres agronômicos, sendo, por isso, pouco utilizado.

Apesar do grande número de híbridos disponíveis no mercado, a taxa de utilização de sementes no Brasil ainda é baixa. No ano de 2002, atingiu 79% na média nacional e 60% no Estado de Minas Gerais. A baixa utilização de sementes melhoradas se deve, em grande parte, aos agricultores de subsistência, que ainda utilizam sementes de paiol para a semeadura.

TABELA 1. Porcentagem dos diferentes tipos de sementes de cultivares de milho vendidas no Brasil. 2002.

Tipos	Anos Agrícolas				
	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	Média
Híbrido simples	20,39	27,94	30,16	33,70	28,05
Híbrido triplo	27,62	25,00	27,20	24,62	26,11
Híbrido duplo	42,81	38,66	34,20	34,21	37,47
Variedade	9,18	8,44	8,44	7,47	8,37

Fonte: Associação Paulista dos Produtores de Sementes – APPS.

Em termos de quantidade de sementes vendidas, os híbridos duplos ainda predominam no mercado (Tabela 1), mas a melhoria do nível tecnológico

em regiões específicas e a maior competitividade do mercado nacional de sementes têm aumentado a oferta dos híbridos simples e triplos.

A comercialização dos tipos de híbridos existentes no mercado está diretamente relacionada com as características dos produtores, as quais foram divididas em 5 segmentos, de acordo com a adoção de tecnologia (Duarte, 2000). O segmento A, composto por agricultores profissionais altamente tecnicados, utiliza híbridos simples e híbridos triplos e representa 13,1% do mercado de sementes. O segmento B é composto por agricultores cujos fatores de produção estão, em grande parte, controlados, os quais utilizam híbridos triplos e duplos mais produtivos e representa 31,4% do mercado de sementes. O segmento C, composto por produtores cujos fatores de produção são parcialmente controlados, utiliza híbridos duplos e algumas variedades e representa 47% do mercado de sementes. O segmento D é composto por produtores de baixa tecnologia e utiliza sementes de variedade, representando 7,9% do mercado de sementes. E, por fim, o segmento E, composto por agricultores de subsistência, utiliza sementes de paiol.

Para evitar a utilização de sementes de paiol pelos agricultores de subsistência, sem aumentar muito o custo de produção da cultura, uma alternativa é a produção de híbridos duplos, utilizando a geração F_2 dos híbridos simples parentais, com o intuito de evitar a etapa de multiplicação de linhagens e reduzir o custo de produção de sementes. Na geração F_2 , quando está envolvido um único loco, a população atinge o equilíbrio de Hardy-Weinberg após uma geração de cruzamento ao acaso. Assim, a geração F_2 de um híbrido simples é uma população em equilíbrio e, portanto, na ausência dos fatores que alteram o equilíbrio, as suas frequências alélicas e genotípicas se manterão inalteradas nas sucessivas gerações de inter cruzamento (Souza Sobrinho, 2001).

A utilização da geração F_2 de híbridos simples para a obtenção de híbridos duplos foi empregada por Vasque (1969) e Manrique & Nevado (1970), citado por Sánchez (1988), em que foi observado superioridade de menos de 5% no rendimento dos híbridos duplos, originados da geração F_1 , quando comparado aos obtidos a partir da F_2 . Essa diferença poderia ser atribuída a problemas de amostragem, uma vez que o número de indivíduos da geração F_2 envolvidos na obtenção dos híbridos duplos era pequeno.

Souza Sobrinho (2001) constatou ligeira superioridade dos híbridos oriundos da geração F_2 para algumas combinações híbridas, em relação àqueles oriundos da F_1 dos híbridos simples. Nos híbridos duplos obtidos por meio das gerações F_2 ou F_{2i} , a variabilidade esperada dentro desses híbridos deveria ser maior em decorrência da recombinação ocorrida. Entretanto, para todos os caracteres avaliados, a variância dentro de cada híbrido duplo foi muito semelhante, independente de sua origem, ou seja, se derivado da F_1 , da F_2 ou da F_{2i} . Desse modo, o autor concluiu que não há restrições quanto à obtenção de híbridos duplos utilizando as populações em equilíbrio dos respectivos híbridos simples. Resultados do desempenho dos híbridos duplos obtidos a partir das gerações F_1 e F_2 de diferentes híbridos simples foram consistentes nos diferentes locais e para os diferentes combinações. A média de produção de grãos considerando dois anos de avaliação dos híbridos produzidos a partir da geração F_1 foi de $8,18 \text{ t.ha}^{-1}$ e, a partir da geração F_2 , foi de $8,19 \text{ t.ha}^{-1}$, inferindo-se que a produção foi praticamente a mesma.

Neste mesmo trabalho, para verificar o equilíbrio de Hardy-Weinberg da geração F_2 do híbrido simples, plantas da geração F_2 foram intercruzadas manualmente, obtendo-se a geração F_{2i} . Posteriormente, foram sintetizados os híbridos duplos, considerando os cruzamentos da F_1 , F_2 e F_{2i} dos respectivos híbridos simples. Em apenas um dos híbridos houve diferença no desempenho

médio dos três tipos de híbridos duplos obtidos. Assim, ficou evidenciado ser possível obter semente F₁ de híbridos duplos em apenas uma etapa, sem a necessidade de manter as linhagens e obter as sementes da geração F₁ dos híbridos simples parentais todos os anos (Souza Sobrinho, 2001).

TABELA 2. Produtividade média de híbridos simples de milho das gerações F₁, F₂ e F₃, depressão por endogamia (d) e redução esperada de F₂ em ralação a F₁ em %, em Lavras e Lambari, em 1997/98.

Híbridos	Produtividade Média (t.ha ⁻¹)			Depressão por endogamia		Redução esperada de F ₂ para F ₁
	F ₁	F ₂	F ₃	d	d%	%
AG9012	11,1	8,3	6,2	6,35	57,44	28,72
P3069	12,6	7,3	5,2	9,91	78,68	39,34
DKB901	12,1	7,6	5,7	8,44	70,27	35,13
DKB909	11,9	7,6	5,2	8,94	74,95	37,47
DKB333	12,1	7,5	5,7	8,51	70,73	35,36
Z8329	12,3	7,9	5,6	8,91	72,56	36,28
Z8452	12,6	7,9	6,2	8,66	68,85	34,42
Média	12,1	7,7	5,7			

Fonte: Maydica - Souza Sobrinho et al., 2001.

Desse modo, conclui-se que é possível obter todos os anos o mesmo híbrido duplo a partir das populações em equilíbrio dos respectivos híbridos simples, reduzindo os custos de produção e, conseqüentemente, o da semente. Entretanto, sabe-se que quando se emprega a geração F₂ em vez da geração F₁, a

heterose reduz 50%, com reflexo na produtividade de grãos e outros caracteres. No que se refere à produtividade de grãos, há alguns relatos na literatura. Souza Sobrinho et al. (2001) estimaram a depressão por endogamia de alguns híbridos simples em uso no Brasil (Tabela 2). Como se observa, a redução no vigor variou para cada híbrido. Contudo, ela nunca foi inferior a 28,5%.

2.2 Formação e composição química das sementes

O processo de formação das sementes ocorre principalmente em três estágios. O primeiro é caracterizado pela fertilização, divisão celular e histodiferenciação dos principais tecidos. No segundo estágio ocorre grande acúmulo de proteína, lipídeos e amido, que pode ser comprovado pelo aumento de matéria seca. O terceiro estágio ocorre quando as sementes atingem o ponto de maturidade fisiológica, que culmina com a dessecação e paralisação da deposição de reservas (Raghavan, 1986 e Adams & Rinne, 1980).

O acúmulo de substâncias de reserva começa no estágio de diferenciação e continua durante a maturação. Existe uma suposição de que no final da maturação as células do endosperma morrem, ao passo que as da camada de aleurona permanecem em atividades e sobrevivem a desidratação (Olsen et al., 1992).

Como o endosperma acumula uma grande quantidade de tecidos de reserva, isso faz com que o mesmo, no momento da maturação das sementes, não consiga mais realizar suas atividades fisiológicas, pois esse se torna incapaz de sintetizar enzimas, De Mason Sexton & Grant Reid, 1983). No entanto, a camada de aleurona começa sua atividade na presença de ácido giberélico secretado pelo embrião durante a sua germinação (McCarty & Carson, 1991).

A composição química do grão varia de acordo com a cultivar e com as condições do ambiente (Coelho, 1997). As propriedades composicionais (oligossacarídeos, lipídeos, hormônios, enzimas, radicais livres e metabólitos intermediário) de organelas e suborganelas (mitocôndria, integridade da membrana, estrutura de cromatina e proteínas) das sementes de milho podem ser reportadas se estiverem associadas com germinação no frio e tolerância à dessecação (Perdomo & Burris, 1998).

Durante a maturação, o amido que é depositado nos amiloplastos podem assumir diferentes configurações. Em média, a concentração de amilose é de 25% e de amilopectina é de 75%, podendo variar em função da constituição genética (Hannah et al., 1993).

As proteínas são classificadas em albuminas, globulinas, prolaminas e gluteínas. As proteínas de reserva, ou zeínas, não possuem atividade enzimática, sendo fonte de aminoácidos e energia para o embrião e para as plântulas em crescimento; são ricas em prolina e glutamina, sendo deficientes nos aminoácidos lisina e triptofano. As proteínas que não possuem função de reserva são denominadas não-zeínas e possuem funções estruturais e enzimáticas, as quais são encontradas no embrião, possuindo elevado valor biológico. Essas proteínas podem ser verificadas em maior ou menor quantidade, por causa da influência do ambiente e do tipo de cultivar (Habben et al., 1993).

Os principais ácidos graxos encontrados nas sementes de milho são os palmíticos, esteáricos, oléicos, linoléico e linolênico, com grande diversidade na composição da semente de milho (Troyer & Mascia, 1999). Não só o genótipo influencia no enchimento de grãos, como também os fatores ambientais, como, por exemplo, a região em que o grão se encontra na espiga (Strumme et al., 1984).

2.3 Qualidade de sementes

A utilização de sementes de milho de alta qualidade é um dos principais fatores que interferem na produção de grãos e essa qualidade está diretamente vinculada às etapas do processo produtivo, visando à obtenção de sementes com características fisiológicas, físicas e sanitárias superiores, com qualidade genética preservada.

A qualidade da semente é fator a ser considerado em programas de produção agrícola, tendo em vista que o controle da qualidade é fundamental para o produtor de sementes, pois permite detectar falhas nas diferentes etapas da produção, orienta decisões e é uma garantia do produto. No caso do milho, a procura por avaliações eficientes e rápidas tem aumentado significativamente. Busca-se completar o teste de germinação com testes mais sensíveis, que possibilitem selecionar os melhores lotes para comercialização e que forneçam, com precisão, os dados para a semeadura (Dias & Barros, 1995).

Os programas de melhoramento de plantas são normalmente direcionados para a obtenção de cultivares de elevado padrão no que se relaciona ao rendimento, resistência às doenças e pragas, adaptabilidade ambiental e a alguns parâmetros especiais, tais como a fibra na forragem e a qualidade do grão, confiando a semente como fonte principal para a reprodução e distribuição de tais características (Krzyzanowski, 1998).

Conseqüentemente, há necessidade de se avaliar a qualidade das sementes nos programas de melhoramento de plantas, assegurando a produção de sementes de alta qualidade. Pesquisas na área de sementes podem auxiliar no desenvolvimento de métodos para a seleção de genótipos com alta qualidade de sementes, baseado em testes fisiológicos, sanitários e físicos. Desse modo, é

indiscutível a importância da avaliação da qualidade das sementes nos programas de melhoramento de milho, para fins de semeadura, comercialização e controle de qualidade no processo produtivo.

2.3.1 Qualidade fisiológica

A qualidade fisiológica da semente compreende todos os atributos que indicam sua capacidade de desempenhar funções vitais, sendo caracterizada pelo poder germinativo, pelo vigor e pela longevidade (Popinigis, 1985).

A qualidade fisiológica pode ser avaliada por meio de testes de germinação e vigor. O teste de germinação não oferece indicação segura do desempenho da semente, nas condições de campo, por propiciar condições ótimas às sementes e, com isso, permitir que sementes com avançado grau de deterioração originem plântulas consideradas normais (Krzyzanowski, 1998). No teste de germinação, transformações degenerativas ocorridas durante o processo de deterioração não são adequadamente avaliadas.

Teste de vigor, como o de frio, tem se mostrado eficiente para a seleção de linhagens e híbridos tolerantes às condições de baixa temperatura (Maryam & Jones, 1983; Hope et al., 1992). No teste de frio, a combinação de baixa temperatura com alta umidade é utilizada para permitir apenas a sobrevivência das sementes vigorosas, uma vez que essas condições podem reduzir a velocidade de germinação e favorecer o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais (Marcos Filho et al., 1987).

Com o teste de frio, objetivou-se inicialmente procurar simular condições desfavoráveis presentes na época de semeadura (excesso de umidade e baixas temperaturas) nos Estados Unidos. Ultimamente, esse teste é empregado tanto para prever o desempenho das sementes no campo como no

armazenamento, além de ser utilizado para avaliar efeitos de tratamentos fungicidas nas sementes. (Marcos Filho et al., 1987).

Resultados obtidos por Maryam & Jones (1983) indicaram superioridade da qualidade fisiológica de sementes híbridas de milho, em relação às sementes de suas linhagens parentais, quanto ao número de sementes germinadas e à velocidade de emergência. Nessa mesma linha, Pesey (1970) estudou a tolerância ao frio de híbridos duplos e simples e suas respectivas linhagens parentais. Maior emergência, sob baixas temperaturas, foi observada nos híbridos duplos, seguidos pelos simples e pelas linhagens. O autor atribuiu esse fato à combinação gênica do embrião e às características do endosperma e do pericarpo das sementes. Gomes (1999), também trabalhando com avaliação da qualidade fisiológica de sementes de linhagens e híbridos de milho, observou, de uma maneira geral, superioridade dos híbridos em relação às linhagens, mostrando que há expressão da heterose para a qualidade fisiológica das sementes.

Ênfase também tem sido dada ao teste de envelhecimento artificial para a avaliação do vigor de sementes, por ser de fácil condução e aplicável para várias espécies, além de produzir informações consistentes (Odiemah, 1991). O princípio básico desse teste é o de que o processo de deterioração, nas condições do teste, é similar ao que ocorre em condições normais de armazenamento, porém, com velocidade de deterioração aumentada.

2.3.2 Qualidade física

Características físicas das sementes, além do vigor híbrido e sanidade das sementes, podem afetar a sua qualidade. Tais características podem ser controladas geneticamente. A classificação das sementes de milho na etapa de

beneficiamento é realizada em função do tamanho das mesmas, por meio da utilização de peneiras de diferentes dimensões e do “trieur”, sendo essa classificação feita com o intuito de uniformizar e facilitar a semeadura.

O tamanho da semente, por exemplo, pode ter efeito sobre a *performance* da planta. Esse, inicialmente, é controlado geneticamente pela planta parental. Porém, condições ambientais durante o desenvolvimento da planta e a posição da sementes na espiga também afetam o tamanho das mesmas. O desenvolvimento seqüencial da espiga de milho da base ao topo causa uma variação na maturidade e no período de enchimento e afeta a habilidade das sementes em competir pelos fotossintetizados e espaço disponíveis no sabugo. O resultado disso é que sementes de uma única espiga podem apresentar três classes diferentes de tamanho. As classes grande-redondas vêm geralmente da base da espiga, as planas, do centro, e as pequenas-redondas, da ponta. É importante mencionar que, geneticamente, os vários tamanhos e formatos dos grãos provenientes de uma mesma espiga são idênticos (Seed..., 1992; 1996).

Alguns pesquisadores têm observado que o tamanho ou formato das sementes não afeta o potencial genético para produção. Para o milho, tem-se avaliado a *performance* de diversas combinações tamanho/forma e poucas diferenças têm sido observadas na emergência, crescimento ou rendimento. Sementes pequenas de milho têm sido associadas com ligeiro atraso no pendoamento e/ou embonecamento, sem, contudo, traduzir em perdas na produtividade dos grãos (Seed..., 2001).

Diferenças na qualidade das sementes podem ocorrer em razão das condições ambientais durante o desenvolvimento da planta e período de enchimento dos grãos e o controle de qualidade durante a manipulação das sementes. Severos estresses freqüentemente afetam as sementes do topo da

espiga, por serem as últimas a serem formadas, sendo, portanto, as sementes mais jovens da espiga. Já as sementes redondas-grandes, comparadas com as chatas, sofrem maiores danos durante seu processamento por causa da maior exposição do embrião (Corn..., 1998).

Por meio de trabalhos conduzidos com sementes de milho classificadas em peneiras de crivos circulares, foi observado que sementes maiores apresentaram maior potencial de germinação (Menezes et al., 1991) e melhor desempenho no teste frio sem solo (Martinelli-Seneme et al., 2000). No entanto, Marcos-Filho et al. (1987) não verificaram diferenças relacionadas ao tamanho das sementes de milho quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.

2.3.3 Qualidade sanitária

As sementes de milho podem ser infectadas por vários fungos durante a sua formação e o seu desenvolvimento, e até após a colheita, no armazenamento. Podem ainda permitir a sobrevivência e disseminação de patógenos, bem como a proliferação de fungos de armazenamento, responsáveis pela deterioração das sementes (Tuite & Forster, 1979; Luca-Filho, 1987; Fernandes & Oliveira, 1997).

A transmissão de grande parte das doenças que ocorre na cultura do milho é pelas sementes, nas quais a presença desses microrganismos pode causar o seu apodrecimento e a morte de plântulas no estágio de pré ou pós-emergência. Sementes de milho infectadas com fungos podem interferir na densidade populacional das plantas, ocasionando, além de podridão, a morte de plântulas e a podridão da base do colmo (Reis et al., 1997).

Os fungos presentes nas sementes armazenadas são tradicionalmente divididos em dois grupos: de campo e de armazenamento. Os fungos de campo invadem as sementes ainda no campo, requerendo para o seu crescimento, umidade relativa em torno de 90-95%. O tempo de sobrevivência desses fungos nas sementes está diretamente relacionado com as condições de ambiente do armazém (Lal & Kapoor, 1979; Berjak, 1987; Meronuck, 1987). Os fungos de armazenamento, por sua vez, estão presentes nas sementes recém-colhidas, geralmente em pequenas porcentagens. Esses são capazes de sobreviver em ambiente com baixa umidade e baixa temperatura, proliferando em sucessão aos fungos de campo e causando a deterioração das sementes (Berjak, 1987; Wetzell, 1987; Carvalho & Nakagawa, 1988).

Entre os fungos de campo veiculados pelas sementes de milho, no Brasil, *Fusarium moniliforme* é o mais freqüente (Reis et al., 1995; Peixoto et al., 1998; Goulart & Fialho, 1999). Vários outros fungos, podendo-se citar *Bipolaris maydis*, *Cephalosporium acremonium*, *Colletotrichum graminicola*, *Curvularia* spp., *Diplodia maydis*, *Drechslera* spp., *Epicoccum* spp., *Nigrospora oryzae*, *Rhizoctonia solani* e *Trichoderma* spp. também são comumente detectados em associação com as sementes de milho. Quanto aos fungos de armazenamento, os mais freqüentes geralmente são *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (Tuite et al., 1985; Luz, 1995; Pinto, 1998).

A associação da qualidade fisiológica, física e sanitária é fator fundamental para o alto vigor das sementes. Dessa forma, os produtores de sementes de milho, bem como os agricultores deverão conhecer todos os atributos de qualidade de uma semente, focalizando no potencial genético e no preço da semente ao selecionar uma cultivar para semeadura.

2.4 Época de semeadura

Um outro fator que pode interferir na qualidade de sementes é a época de semeadura, devido a sua influência no ciclo da cultura, o qual pode ser alterado pela temperatura média do ar e pela disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento das plantas (Souza, 1989). Esses fatores podem interferir ainda na infestação e ou na infecção das sementes por microorganismos.

A época de semeadura recomendada para a cultura do milho no Brasil varia entre regiões e até mesmo dentro de uma mesma região. Em Minas Gerais, a época recomendada é outubro-novembro (Gomes, 1990). Porém, a semeadura estende-se nos meses de dezembro, janeiro e até fevereiro, salientando que o florescimento e enchimento de grãos ocorrerá em meses nos quais as precipitações são escassas.

Ribeiro (1998) comparou vinte cultivares de milho em experimentos conduzidos em três localidades nos Estado de Minas Gerais, envolvendo variedades, híbridos simples, duplos e triplos, em três épocas de semeadura, a partir de 15 de outubro. Foi constatado que as semeaduras mais tardias acarretaram redução no número de dias para o florescimento masculino, altura de plantas e peso de espigas despalhadas. Nesse último caso, estimou-se uma redução média de 28,31 Kg/ha/dia, contribuindo com uma redução na produtividade em torno de 20% com relação à primeira época de semeadura.

Villela (2001), avaliando nove cultivares em duas épocas de semeadura para a produção de grãos, constatou uma redução média de 39 Kg/ha/dia.

Verificou-se também que algumas cultivares que se destacaram na semeadura realizada em novembro não tiveram um bom desempenho quando semeadas em dezembro.

Uma dúvida que surge é se a época de semeadura interfere na qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes, devido às altas precipitações na época de colheita, quando os campos de produção são instalados nos períodos de setembro, outubro, novembro e dezembro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em áreas experimentais do Departamento de Biologia, Departamento de Agricultura e no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras - MG. A cidade está situada na região sul de Minas Gerais, a 21°14' Latitude Sul, 4500' Longitude Oeste, 918 m de altitude, com 1529,7 mm de precipitação média e 19,4°C de temperatura média. Foram conduzidos campos de produção de sementes instalados em duas épocas distintas, entre os meses de setembro de 2001 e maio de 2002. As variações de temperatura e precipitação nesses períodos estão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

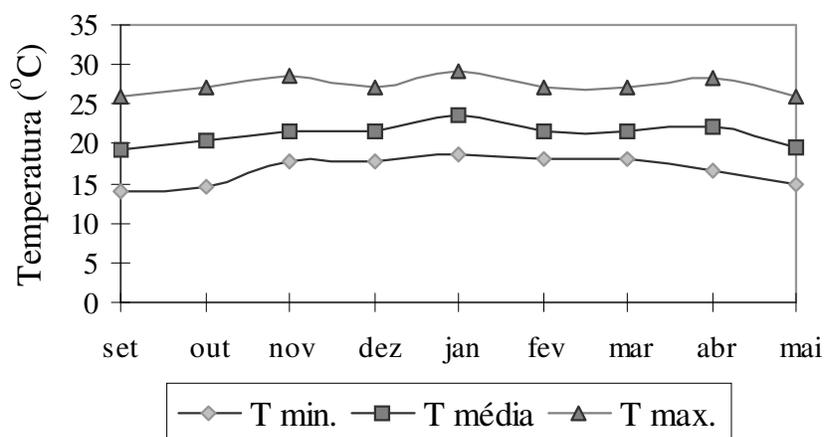


FIGURA1. Dados médios mensais de temperatura máxima (T_{máx}), temperatura média (T_{média}) e temperatura mínima (T_{min}), de setembro de 2001 a maio de 2002 em Lavras – MG. Dados obtidos no Setor de Bioclimatologia de UFLA, Lavras, MG, 2002.

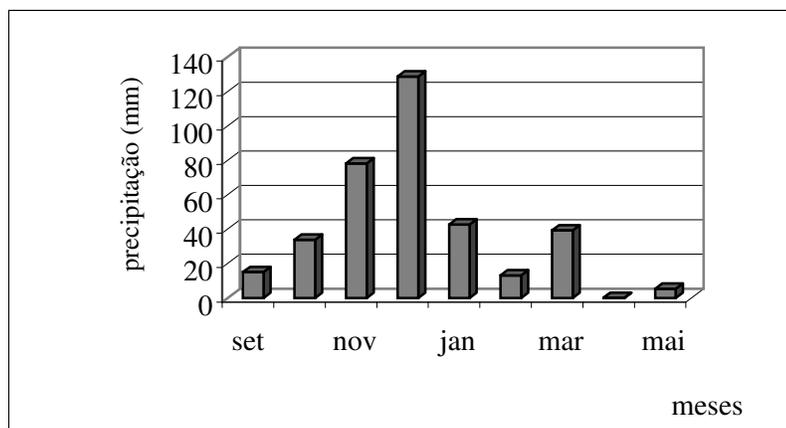


FIGURA 2. Dados mensais de precipitação, de setembro de 2001 a maio de 2002 em Lavras – MG. Dados obtidos no Setor de Bioclimatologia de UFLA. Lavras, MG, 2002.

3.1 Instalação, condução e colheita dos campos de produção de sementes

Os campos de produção de sementes foram conduzidos em duas épocas distintas. A primeira semeadura foi realizada no dia 18 de setembro de 2001 e a segunda, no dia 19 de dezembro de 2002. Em cada época, foram instalados quatro campos isolados de produção de sementes com as sementes das gerações F_1 e F_2 dos híbridos simples parentais. Em dois campos, foram utilizadas as sementes da geração F_1 dos híbridos simples DKB333 e DKB901, da Empresa Dekalb, e AG9012, da Agroceres e instalados no Departamento de Agricultura. Nos outros dois campos instalados no Departamento de Biologia, foram utilizadas sementes provenientes da geração F_2 dos mesmos híbridos. Em cada campo, os parentais femininos utilizados foram os híbridos simples DKB333 e DKB901 e como parental masculino, o híbrido simples AG9012. Na

Tabela 3, estão apresentadas as características dos híbridos simples utilizados como parentais para a obtenção dos híbridos duplos.

TABELA 3. Características dos híbridos utilizados.

Híbridos	Ciclo	Grão	Finalidade
AG 9012	Semiprecoce	Duro	Grão
DKB 333	Semiprecoce	Semiduro	Grão/silagem
DKB 901	Precoce	Semidentado	Grão

A proporção de fileiras dos parentais nos campos de produção de sementes foi de uma fileira do parental masculino para quatro fileiras do parental feminino. Cada campo foi constituído de 8 fileiras de 30 metros de comprimento para cada híbrido utilizado como parental feminino e 3 fileiras com o parental masculino. Como o parental masculino foi o mesmo para cada geração, para fins de isolamento, os campos de produção da geração F₁, foram instalados no Departamento de Agricultura e os da geração F₂, foram instalados no Departamento de Biologia, respeitando-se as distâncias de 500 m entre um campo e outro, evitando-se a contaminação genética.

O espaçamento foi de 90 cm entre as fileiras, com densidade de semeadura de 8 sementes por metro linear, deixando-se 5 plantas por metro após o desbaste, visando a uma população final de 55 mil plantas.ha⁻¹. A adubação de semeadura foi de 400 Kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 0,3 % Zn. Em cobertura, foram utilizados 300 Kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio, quando as plantas estavam com 4 - 6 folhas totalmente expandidas. A irrigação foi utilizada quando necessária, pelo método de aspersão .

O despendoamento do parental feminino foi manual e os pendões foram removidos antes da liberação do pólen e da emergência dos estilo-estigma, no final do estágio fenológico 3 (Fancelli & Dourado Neto, 2000). A colheita das espigas do parental feminino foi realizada manualmente, quando as sementes atingiram 20% de teor de água, nos dias 4 e 5 de março para a primeira época de semeadura e no dia 22 de maio para a segunda época. A despalha e a debulha também foram manual e as sementes foram secas ao sol até atingirem 12% de teor de água. Nos campos de produção, foram avaliadas as seguintes características:

3.1.1 Altura de planta

Por ocasião da colheita, foram avaliadas dez plantas por campo, escolhidas ao acaso, medindo-se do solo até a inserção do pendão floral.

3.1.2 Altura de inserção de primeira espiga

Foram amostradas dez plantas por campo, tomando-se a distância entre o nível do solo e a inserção da primeira espiga.

3.1.3 Peso de espigas

Foi determinado após a colheita, por meio de pesagem da produção total de espigas despalhadas, sendo os dados transformados para $t.ha^{-1}$ e corrigidos para 13% de umidade.

3.1.4 Produção de sementes

Foi determinada após a colheita, por meio de pesagem da produção total de sementes de cada campo, sendo os dados transformados em $t.ha^{-1}$ e corrigidos para 13% de umidade.

3.2 Avaliação da qualidade de sementes

A avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes foi realizada no laboratório de Análise de Sementes da UFLA. As sementes foram pesadas e separadas pela espessura na peneira de crivo oblongo (14) e pela largura em peneiras de crivos circulares (16, 18, 20, 22 e 24). As sementes retidas na peneira 22 foram utilizadas para realização dos testes de avaliação da qualidade fisiológica e sanitária.

Após a separação das sementes, parte dessas foi tratada com os fungicidas Tecto (60g/100Kg de sementes) e Captan (100g/100Kg de sementes) para a realização dos testes para a avaliação da qualidade fisiológica. A outra parte, que não recebeu o tratamento, foi utilizada no teste para a avaliação da qualidade sanitária. A qualidade fisiológica e sanitária das sementes foram avaliadas pelos seguintes testes:

3.2.1 Teste de germinação

Realizado com 4 repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada em papel-toalha, marca Germitest, na forma de rolo, e umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. A seguir, as sementes foram levadas para germinar à temperatura de 25°C

e, após 4 e 7 dias, foram realizadas as leituras de acordo com as prescrições contidas nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992).

3.2.2 Teste frio sem solo

Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento. As sementes foram distribuídas em papel-toalha e umedecidas a 2,5 vezes o peso do papel. Após a semeadura, os rolos foram colocados no interior de caixas plásticas (18x25x10 cm), as quais, após tampadas e vedadas com fita adesiva, foram mantidas em câmara regulada a 10°C durante 7 dias. Ao final desse período, as caixas foram abertas e os rolos transferidos para germinador a 25°C, onde permaneceram por cinco dias, quando foi realizada a contagem das plântulas normais (Marcos Filho et. al., 1987).

3.2.3 Envelhecimento artificial

Foram utilizadas 4 repetições com 50 sementes. Cada repetição foi acondicionada em mini câmara individual, tipo gerbox com tela. No fundo dessa câmara, foram adicionados 40 ml de água destilada e mantidos à temperatura de 42°C por 96 horas (Tao, 1980). Após o prazo de 96 horas, as sementes foram semeadas e levadas ao germinador regulado para 25°C, onde, após 5 dias, foi feita a contagem de plântulas normais.

3.2.4 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Utilizaram-se 4 repetições com 50 sementes. A velocidade de emergência foi realizada em bandeja com terra e areia na proporção de 2:1, respectivamente. Esse teste foi medido anotando-se o número de plântulas emergidas com mais de 4 cm de parte aérea, a cada dia, a partir da data de início da emergência até completa estabilização do estande. Posteriormente, foi determinado o IVE para cada amostra pela fórmula de Maguirre (1962):

$$IVE = \frac{G1}{T1} + \frac{G2}{T2} + \Lambda + \frac{Gn}{Tn}$$

Em que:

IVE: índice de velocidade de emergência;

G: número de plântulas emergidas em cada dia considerado;

T: número de dias da semeadura até a respectiva contagem.

3.2.5 Emergência em bandeja

Foi conduzido juntamente com o índice de velocidade de emergência, com a contagem única das plântulas emersas aos 21 dias após a semeadura (Dias & Barros, 1995).

Para a avaliação dos testes de germinação, frio, envelhecimento artificial, foi estipulado um padrão, no qual, plântulas que apresentassem mais de 2 cm de parte aérea, mais de 4 cm de raiz principal e pelo menos 4 raízes secundárias eram consideradas como plântulas normais. Para os testes de

velocidade de emergência e emergência em bandeja, o início das contagens ocorreu quando as plântulas atingiram um padrão de no mínimo 4 cm de parte aérea.

3.2.6 Matéria seca

As plântulas normais obtidas no teste de envelhecimento artificial foram utilizadas para a determinação da matéria seca. Foram utilizadas quatro repetições de 20 plântulas, totalizando 80 plântulas por tratamento. Separou-se a parte aérea da raiz, as quais foram pesadas e colocadas em estufa por 72 horas a 65°C. Após esse período, as amostras foram novamente pesadas e, pela diferença entre o peso fresco e peso seco, foi estimada a porcentagem de matéria seca da raiz e da parte aérea.

3.2.7 Análise sanitária “Blotter test”

Foram utilizadas 25 sementes distribuídas em placa de Petri de 15 cm de diâmetro contendo três camadas de folhas de papel de filtro absorvente, previamente esterilizado e umedecido com água destilada e esterilizada. As sementes foram inicialmente incubadas à temperatura ambiente por 24 horas, sendo posteriormente levadas para o congelador a -20°C por 24 horas. Em seguida, foram levadas para a câmara de crescimento a 25 ± 2 °C , com fotoperíodo de 12 horas com lâmpadas fluorescentes, por um período de 14 dias. Após esse período, foi realizada a avaliação do nível de incidência de fungos nas sementes, por meio de um microscópio estereoscópio (Machado, 1988).

3.3 Análises estatísticas

Os dados obtidos nos campos de produção de sementes não foram submetidos à análise estatística. Foram estimadas apenas a produção média de sementes, altura de plantas e altura de inserção de espiga.

Os dados obtidos em cada teste no laboratório foram submetidos à análise de variância, considerando o delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 (gerações: F_1 e F_2) x 2 (híbridos: DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012) x 2 (épocas de semeadura: setembro e dezembro), com quatro repetições. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação das características agronômicas

Inicialmente, é necessário salientar que a comparação em termos de caracteres agronômicos obtidos nos campos de produção foi prejudicada. Isso porque os campos isolados utilizados na produção das sementes não eram contíguos. Evitou-se, assim, a mistura de pólen dos campos. Desse modo, as inferências a serem obtidas devem ser consideradas com essa ressalva.

Com relação à produtividade de sementes, houve redução média de 28,7% quando foram utilizadas como parental feminino sementes da geração F_2 em relação à geração F_1 (Tabela 4). Essa diferença foi mais pronunciada na primeira época de semeadura. Para o híbrido DKB901/AG9012, com a instalação do campo em setembro, a redução na produção de sementes da geração F_2 em relação à F_1 foi de 46%. Quando a semeadura foi realizada em dezembro, a diminuição na produtividade foi de apenas 10,8%. Quanto ao híbrido DKB333/AG9012, a redução na produtividade de sementes quando utilizou-se a geração F_2 foi semelhante nas duas épocas.

A diminuição na produtividade de grãos quando se utiliza a geração F_2 é esperada, devido à redução na heterose. Como na geração F_2 50% dos locos, que estavam em heterozigose na geração F_1 , serão homozigotos, a redução na heterose será de 50% (Ramalho et al., 2000). A redução observada na produtividade quando foi realizada a semeadura na época normal (setembro) foi semelhante à relatada por outros autores, inclusive com alguns dos híbridos simples que constam no presente trabalho (Souza Sobrinho et. al., 2001). Já na semeadura tardia, a redução foi bem inferior. Essa diferença pode ter ocorrido devido à alta infestação de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), que

ocorreu na semeadura realizada em setembro. Uma outra hipótese que se pode inferir é que na semeadura tardia o híbrido não teve condições de expressar todo seu potencial produtivo. Depreende-se que a produtividade de sementes quando se utiliza sementes da geração F_2 como parental será sempre inferior ao das obtidas para a geração F_1 . O que necessita ser verificado é se a redução na produtividade pode ser compensada pelo gasto na multiplicação das linhagens e na obtenção da geração F_1 .

De modo geral, em todos os campos de produção houve também redução na altura de plantas e espigas quando foi utilizado a geração F_2 . A redução nas características agrônômicas quando da utilização da geração F_2 em relação à utilização da geração F_1 reflete o efeito negativo da depressão por endogamia, reduzindo o vigor das plantas e, conseqüentemente, a magnitude das características avaliadas. Isso ocorre devido ao aumento da homozigose após uma geração de autofecundação, diminuindo em 50% os locos em heterozigose, ou seja, ocorre redução do vigor do híbrido. Essa perda de vigor acarreta diminuição na produção, altura de plantas e espiga, entre outras características agrônômicas. Em trabalho realizado por Scapim (1997), utilizando sementes da geração F_1 , F_2 e F_3 de sorgo granífero e forrageiro, em duas épocas de semeadura (normal e sucessão), foram avaliadas várias características, como rendimento e qualidade de grãos e forragem, obtendo-se as estimativas de efeito gênicos, heterose média e depressão endogâmica nas gerações F_2 e F_3 . Na semeadura em época normal, as estimativas de depressão endogâmica inviabilizaram a produção de sementes, quando foi utilizada a geração F_2 como parental.

TABELA 4. Dados médios de altura de plantas (m), altura de espiga (m) e produtividade de sementes (Kg.ha⁻¹) obtidos nos campos de produção de sementes, considerando as duas épocas de semeadura, os dois híbridos e as duas gerações de origem das sementes parentais dos híbridos. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Características	DKB901/AG9012				DKB333/AG9012			
	Setembro		Dezembro		Setembro		Dezembro	
	F ₁	F ₂						
Altura de planta	1.58	1.51	1.72	1.57	2.01	1.81	1.90	1.69
Altura de espiga	0.89	0.91	0.82	0.73	1.07	0.86	0.98	0.83
Prod. de sementes	9727	5306	8009	7144	11103	6049	7621	6617

É importante ressaltar que a menor produção de sementes e vigor das plantas, quando foi utilizada a geração F₂, era esperada. Entretanto, uma dúvida que existia era sobre o efeito da utilização de sementes da geração F₂ dos híbridos simples parentais na qualidade fisiológica e sanitária das sementes produzidas. Se essa redução fosse drástica, isso poderia inviabilizar a produção comercial de sementes, uma vez que as sementes produzidas poderiam não atender aos padrões mínimos de germinação exigidos pelas entidades fiscalizadoras, caso o objetivo fosse a comercialização.

4.2 Avaliação da qualidade de sementes

4.2.1 Qualidade fisiológica

Pelos resultados das análises de variância dos dados obtidos na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, foi constatada significância ($P \leq 0,01$) para o efeito de gerações em todas as características avaliadas, com exceção do peso de matéria seca de raiz (Tabela 5). Isso significa que a qualidade das sementes foi afetada, quando utilizaram-se sementes da geração F₂ dos híbridos simples como parental feminino no campo de produção de sementes. Para algumas características, como, por exemplo, emergência em bandeja (EB), índice de velocidade de emergência (IVE), peso de matéria seca de raiz (MSR) e peso de matéria seca de parte aérea (MSPA), também foram constatados efeitos significativos para a fonte de variação épocas de semeadura.

Os híbridos diferiram entre si ($P \leq 0,01$) quanto à qualidade fisiológica somente nas características de peso de matéria seca de raiz (MSR) e peso de matéria seca de parte aérea (MSPA). Quanto às interações, constatou-se significância ($P \leq 0,01$) na interação épocas de semeadura x híbridos para MSR,

inferindo-se que o comportamento dos híbridos não foi semelhante para essa característica nas duas épocas de semeadura. Para a MSPA, também foi verificada significância ($P \leq 0,01$) nas interações épocas x gerações e híbridos x gerações. A interação épocas de semeadura x gerações x híbridos foi significativa ($P \leq 0,01$) para todas as características avaliadas, com exceção do teste de germinação e MSPA. A precisão avaliada pelo coeficiente de variação foi considerada ótima para a maioria das características, com C.V. quase sempre inferior a 10%.

Por meio dos resultados médios obtidos no teste de germinação, maiores valores foram observados para as sementes da geração F_1 , quando comparada com as da geração F_2 , nos dois híbridos utilizados, independentemente da época de semeadura. Para as sementes da geração F_1 , a média de germinação foi de 94% e para as da geração F_2 , 78%, uma diferença de 16% na germinação. Vale ressaltar que os valores observados para as sementes da geração F_2 são menores que aqueles estipulados pelo Ministério da Agricultura para a comercialização, que é de 85%.

Em todos os testes utilizados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes ocorreu superioridade das sementes produzidas a partir da geração F_1 dos parentais em relação às da geração F_2 , independentemente da época de semeadura e do híbrido considerado (Tabela 6). Exceção ocorreu para as sementes do híbrido DKB333/AG9012 produzidas em dezembro, nas quais não ocorreu diferença significativa quanto à qualidade em todos os testes utilizados considerando as duas gerações dos parentais.

Por meio desses resultados, evidencia-se o efeito da depressão por endogamia na qualidade fisiológica das sementes, o que poderá inviabilizar a utilização da geração F_2 para a produção de híbridos duplos. É importante ressaltar, contudo, que a semente obtida a partir da geração F_2 possibilitou

desempenho em produtividade de grãos e outras características agronômicas dos híbridos duplos, semelhantes aos obtidos a partir das gerações F_1 ou F_2 dos híbridos simples, conforme trabalho realizado por Souza Sobrinho (2001). Essa diferença na qualidade existente entre as gerações pode ser influenciada pela desuniformidade de florescimento e maturação existente na geração F_2 , pela maior infestação de fungos presentes na geração F_2 e também pela composição química da semente que, provavelmente, é diferente nas duas gerações.

No teste de Frio, a superioridade das sementes obtidas a partir da F_1 em relação à geração F_2 variou de 8% a 21%. Nesse teste, as condições de estresse são causadas pela baixa temperatura e alta umidade do substrato, o que permite a separação dos lotes quanto ao vigor.

Para o teste de envelhecimento artificial (Tabela 6), a superioridade das sementes provenientes da geração F_1 variou de 3,5% a 20%. O princípio desse teste é o processo de deterioração, similar ao que ocorre em condições de armazenamento em condições normais, porém, com a velocidade aumentada. Gomes (1999) observou, por meio de estimativa da heterose baseada no teste de envelhecimento artificial, que sementes híbridas possuem maior potencial de armazenamento, quando comparadas com as sementes de linhagens. Nesse teste, foi verificado maior vigor híbrido das sementes provenientes da geração F_1 em relação às da geração F_2 , evidenciando mais uma vez a depressão por endogamia. O comportamento médio das progênies de híbridos F_1 declinam em cada geração subsequente de autofecundação, juntamente com a heterozigose.

No teste de emergência em bandeja, as diferenças variaram de 9% a 17% em favor das sementes obtidas a partir da geração F_1 dos híbridos parentais. A superioridade das sementes obtidas a partir da geração F_1 no índice

TABELA 5. Resumo das análises da variâncias de porcentagem de germinação (G), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento artificial (EA), emergência em bandeja (EB), índice de velocidade de emergência (IVE), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca da parte aérea (MSPA). UFLA, Lavras, MG, 2003.

FV	GL	QM						
		G (%)	TF (%)	EA (%)	EB (%)	IVE (p/dia)	MSR (g/p)	MSPA (g/p)
Épocas (E)	1	10,12	45,12	153,12	128,00**	0,75*	0,1060**	0,1903**
Híbridos (H)	1	15,12	10,12	190,12	18,00	0,35	0,0028**	0,0054**
Gerações (G)	1	2016,12**	1275,12**	1128,12**	684,50**	5,78**	0,0000	0,0066**
E x H	1	21,12	1,12	15,12	12,50	0,12	0,0092**	0,0001
E x G	1	78,12	6,12	0,12	128,00	0,49	0,0009	0,0058**
H x G	1	6,12	28,12	0,12	2,00	0,02	0,0011	0,0046**
E x G x H	1	55,12	253,12**	528,12**	180,50**	0,71*	0,0030**	0,0011
Erro	24	24,29	18,79	107,20	27,08	0,12	0,0003	0,0002
Média geral		85,62	81,56	75,93	90,62	6,04	0,1926	0,1202
CV (%)		5,75	5,31	13,64	5,74	5,89	9,24	9,59

* significativo a 5% e ** significativo 1% de probabilidade pelo teste de F.

de velocidade de emergência variou de 0,85 a 1,34. O índice determina o número de plântula emergidas a cada dia.

Essa superioridade da geração F_1 em relação à geração F_2 pode ser devida a processos bioquímicos que ocorrem em maior intensidade nas sementes da geração F_1 . Mino (1980) e Mino & Inoue (1994) reportam que o vigor híbrido, manifestado pela rápida germinação e crescimento vigoroso de plântulas, está associado com altas taxas de metabolismo de RNA, proteínas e DNA nos embriões. Esses autores estudaram o metabolismo de lipídios e proteínas na germinação de sementes de milho e analisaram o metabolismo da glicose no crescimento de plântulas de milho híbrido. Pelos resultados, infere-se que o alto metabolismo de proteínas e lipídios encontrados no embrião faz com que haja um crescimento mais vigoroso das células do eixo embrionário e induz à rápida germinação das sementes híbridas. Em relação ao metabolismo da glicose, houve rápida ativação da função metabólica no embrião, após o começo da absorção de água, em sementes híbridas, a qual foi atribuída à heterose, considerada um dos fatores-chave no mecanismo pelo qual o híbrido expressa esse vigor no processo de germinação.

Uma outra suposição para o melhor desempenho das sementes da geração F_1 em relação à qualidade fisiológica é a maior capacidade de extração de nutrientes pelas plantas F_1 e, conseqüentemente, a maior concentração desses nutrientes nas sementes obtidas. O efeito do ambiente na formação de sementes como temperatura, precipitação, presença de fungos, maturação e crescimento das plantas pode também influenciar na qualidade final de sementes.

O peso de matéria seca de plântulas do híbrido duplo DKB333/AG9012 foi maior do que o obtido nas plântulas do híbrido DKB901/AG9012, independentemente da época de semeadura. Essa diferença foi devida ao porte da planta (Tabela 7).

TABELA 6. Resultados médios dos testes frio (TF), envelhecimento artificial (EA), emergência em bandeja (EB) e índice de velocidade de emergência (IVE), considerando os dois híbridos, as duas gerações e as duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Testes	Época	Híbridos	Gerações	
			F ₁	F ₂
TF	Setembro	DKB901/AG9012	84,0 a	76,0 b
		DKB333/AG9012	88,5 a	73,0 b
	Dezembro	DKB901/AG9012	92,5 a	71,5 b
		DKB333/AG9012	86,0 a	80,5 a
EA	Setembro	DKB901/AG9012	74,0 a	70,0 a
		DKB333/AG9012	85,5 a	65,5 b
	Dezembro	DKB901/AG9012	85,0 a	65,0 b
		DKB333/AG9012	83,0 a	79,5 a
EB	Setembro	DKB901/AG9012	93,0 a	84,0 b
		DKB333/AG9012	97,0 a	80,0 b
	Dezembro	DKB901/AG9012	97,0 a	86,0 b
		DKB333/AG9012	94,0 a	94,0 a
IVE	Setembro	DKB901/AG9012	6,15 a	5,30 b
		DKB333/AG9012	6,73 a	5,39 b
	Dezembro	DKB901/AG9012	6,63 a	5,68 b
		DKB333/AG9012	6,37 a	6,12 a

Médias seguidas com a mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Com relação à época de semeadura, no híbrido DKB901/AG9012 houve diferença significativa, com maior peso de matéria seca de raiz quando a semeadura foi realizada em setembro. Já no híbrido DKB333/AG9012, não houve diferença no peso de seco de raiz nas duas épocas de semeadura.

Com relação à matéria seca da parte aérea, houve interação entre gerações e época e também entre híbridos e gerações (Tabela 8 e 9). Pode-se observar que a semeadura realizada em dezembro proporcionou maior peso da parte aérea quando foi utilizado a geração F₁.

TABELA 7. Resultados médios do peso de matéria seca da raiz em gramas, dos híbridos DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012, com semeaduras em setembro e dezembro de 2001. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Época de semeadura	Híbridos	
	DKB901/AG9012	DKB333/AG9012
Setembro	0,173 b A	0,254 a A
Dezembro	0,120 b B	0,269 a A

Médias seguidas com a mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Observa-se também superioridade da geração F₁, para o híbrido DKB901/AG9012, quanto à matéria seca, independentemente da época de semeadura. Para o híbrido DKB333/AG9012, não houve diferença significativa entre as gerações.

TABELA 8. Resultados médios do peso de matéria seca da parte aérea em gramas, dos híbridos obtidos a partir das gerações F₁ e F₂, com semeadura em setembro e dezembro de 2001. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Época de semeadura	Gerações	
	F ₁	F ₂
Setembro	0,101 a B	0,102 a B
Dezembro	0,284 a A	0,228 b A

Médias seguidas com a mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F, a 5% de probabilidade

TABELA 9. Resultados médios de peso de matéria seca da parte aérea em gramas, dos híbridos DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012, nas gerações F₁ e F₂. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Gerações	Híbridos	
	DKB901/AG9012	DKB333/AG9012
F ₁	0,218 a A	0,168 b A
F ₂	0,165 a B	0,163 a A

Médias seguidas com a mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Para o híbrido DKB901/AG9012, sementes provenientes da geração F₁ propiciaram plântulas com maior peso de matéria seca da parte aérea que as do híbrido DKB333/AG9012. Na geração F₂, não houve diferença significativa entre os híbridos para essa característica.

4.2.2 Qualidade Sanitária

O tratamento de sementes impede a proliferação de fungos de campo e armazenamento que prejudicam a germinação e o vigor das sementes. As sementes tratadas apresentaram baixa porcentagem de fungos em relação às sementes não tratadas (Tabelas 10 e 11). Os fungos de armazenamento *Penicillium* e *Aspergillus* foram controlados após o tratamento. A infestação das sementes pelo fungo *Fusarium* sp após o tratamento também foi reduzida; no entanto, não houve erradicação total do mesmo. A qualidade sanitária das sementes obtidas a partir da geração F₂ foi inferior à da geração F₁ (Tabelas 10 e 11). Para o fungo *Fusarium* sp, independente do híbrido e do tratamento fungicida, sempre ocorreu maior incidência nas sementes oriundas da geração F₂. Na maioria das vezes, quando as sementes não sofreram tratamento, a incidência desses fungos foi superior nas sementes obtidas a partir da geração F₂.

Maior incidência do fungo *Penicillium* sp foi observada nas sementes produzidas no verão; isso pode ter ocorrido devido à maior precipitação pluviométrica próxima à colheita. Quanto ao fungo *Aspergillus*, foi constatada presença do mesmo em sementes produzidas em dezembro, quando as mesmas não foram tratadas. Os fungos *Diplodia*, *Chaetomium*, *Dreschlera* e *Cephalosporium* apareceram esporadicamente nas sementes, não influenciando na sua qualidade.

Muito embora sob o ponto de vista de genética, a utilização da geração F₂ de híbridos simples para a obtenção de híbridos duplos seja viável (Souza Sobrinho, 2001), ficou evidenciado que a qualidade das sementes será um entrave no emprego dessa tecnologia. Para atenuar esse problema, deverão ser desenvolvidas estratégias que permitam a melhoria da qualidade da semente produzida por meio da geração F₂. Estratégias, como colher as sementes de

acordo com o florescimento para diminuir a variabilidade existente na geração F_2 e utilizar o parental macho da geração F_1 com o parental feminino da geração F_2 , visando a uma melhor qualidade fisiológica e sanitária das sementes, podem ser adotadas.

TABELA 10. Porcentagem de fungos presentes em sementes tratadas e não tratadas dos híbridos DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012, obtidos a partir das gerações F₁ e F₂, em semeadura realizada em setembro de 2001. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Fungos	Sementes tratadas				Sementes não tratadas			
	DKB901/AG9012		DKB333/AG9012		DKB901/AG9012		DKB333/AG9012	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
<i>Fusarium</i> sp	0,0	10,5	6,0	17,5	52,5	62,5	51,0	80,5
<i>Penicillium</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	51,0	30,0	20,5	28,0
<i>Aspergillus</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,5	0,0	4,0
<i>Chaetomium</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	4,0
<i>Dreschelera</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0
<i>Cephalosporium</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	1,0

TABELA 11. Porcentagem de fungos presentes em sementes tratadas e não tratadas dos híbridos DKB901/AG9012 e DKB333/AG9012, obtidos a partir das gerações F₁ e F₂, em semeadura realizada em dezembro de 2001. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Fungos	Sementes tratadas				Sementes não tratadas			
	DKB901/AG9012		DKB333/AG9012		DKB901/AG9012		DKB333/AG9012	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
<i>Fusarium</i> sp	2,0	2,0	0,0	1,5	56,0	87,0	53,5	53,0
<i>Penicillium</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	7,0	8,5	14,5
<i>Aspergillus</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	4,5	6,5	9,5
<i>Diplodia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
<i>Chaetomium</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
<i>Dreschelera</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cephalosporium</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0

5 CONCLUSÕES

- A qualidade fisiológica e sanitária das sementes de híbridos duplos obtidas a partir da geração F_2 é inferior às obtidas a partir da geração F_1 .

- A qualidade das sementes foi pouco afetada pelas diferentes épocas de semeadura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS C. A.; RINNE, R. M. Moisture content as a controlling factor in seed development and germination. **International Review and Citology**, New York, v. 68, p. 1-8, 1980.

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paula: Edgard Blucher, 1971. 381 p.

BERJAK, P. Stored seeds: the problems caused by microorganisms. In: ADVANCED INTERNATIONAL COURSE ON SEED PATHOLOGY, 1987, Passo Fundo. **Proceedings...** Passo Fundo: EMBRAPA/ABRATES, 1987. p. 93-112.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MARA, 1992. 366 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424 p.

COELHO, C. M. **Caracterização das proteínas do endosperma do milho visando à alteração das frações que controlam qualidade nutricional**. 1997. 98 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CORN: corn observation and recommendation network. 1998.
Disponível em: <<http://www.ag.ohio.state.edu>>. Acesso em: 13. Out. 2001.

DeMASON, D. A.; SEXTON, R.; GRANT REID, J. S. Structure, composition and physiological state of endosperm of *Phoemix dactylifera* L. **Annals of Botanic**, London, v. 52, n. 1, p. 71-80, 1983.

DIAS, M. C. L. de; BARROS, A. S. do R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 41 p. (IAPAR. circular, 88).

DUARTE, W. O mercado brasileiro do milho. In: UDRY, C. V.; DUARTE, W. (Org.) **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**, Brasília: Paralelo 15, 2000. p. 137- 165.

EAST, E. M. **Inbreeding in corn**. Connecticut: Agriculture Experimental Station, 1908. p. 419.

FAKOREDE, M. A. B.; AGBANA, S. B. Heterotic effects and association of seedling vigor with mature plant characteristics and grain yield in some tropical maize cultivars. **Maydica**, Bergamo, v. 28, n. 4, p. 327-38, 1983.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 80 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 26).

FERREIRA, D. F. SISVAR: **Sistema de análise de variância**. Versão 3. 04, Lavras: UFLA/DEX, 2000. 1 CD-ROM.

GOMES, L. S. **Interação genotípica x época de plantio de milho (Zea mays, L.) em dois locais do oeste do Paraná**. 1990. 148 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GOMES, S. M. **Heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho**. 1999. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GOULART, A. C. P.; FIALHO, W. F. B. Incidência e controle de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 9, p. 110, 1999.

HABBEN, J. E.; KIRLEIS, A. W.; LARKINS, B. A. The origin of lysine containing proteins in opaque-2 maize endosperm. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 23, n. 4, p. 825-838, Nov. 1993.

HAGEMAN, R. H.; LENG, E. R.; DUDLEY, J. W. A biochemical approach to corn breeding. **Advances in Agronomy**, New York, v. 19, p. 45-85, 1967.

HALLAUER, A. R. Methods used in developing maize inbreed lines. **Maydica**, Bergamo, v. 35, n. 1, p. 1-16, 1990.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. Heterosis. In: HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. p. 337-373.

HANNAH, L. C. Biotechnological modification of carbohydrates for sweet maize improvement. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 55, n. 1/2, p. 177-197, Aug. 1993.

HOPE, H. J.; White, R. P.; Dwyer, L. M.; MAAMARI, R.; SEGUIN S.; HAMILTON, R. I. Low temperature emergence potential of short reaseon corn hybrids grow under controlled environment and plot condition. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 72, n. 1, p. 83-91, Jan. 1992.

KRZYZANOWSKI, F. C. Relationship between seed technology research and federal plant breeding programs. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, 1998. Número especial.

LAL, S. P.; KAPOOR, J. N. Succession of fungi in wheat and maize during storage. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 32, n. 1, p. 101-104, Mar. 1979.

LUCA FILHO, O. A. Testes de sanidade de sementes de milho. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. (Ed.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 430-440.

LUZ, W. C. **Diagnose e controle das doenças da espiga de milho no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. 28 p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 5).

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes** (fundamentos e aplicação). Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 106 p.

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison: v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. da. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 230 p.

MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTTO, M. D.; NAKAGAWA, J. Efeitos da forma e do tamanho na qualidade de sementes de milho, cultivar AL-34.

Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 22, n. 1, p. 232-238, 2000.

MARYAM, B.; JONES, D. A. The genetics of maize (*Zea mays* L.) growing at low temperatures. Germination of inbred lines and their Fls. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, n. 3, p. 535-542, Nov. 1983.

MCCARTY, D. R.; CARSON, C. B. The molecular genetics of seed maturation in maize. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 81, n. 2, p. 267-272, Feb. 1991.

MENEZES, D.; GOMES, A. C. S.; GUIMARÃES, R. M. Influência do tamanho da sementes de milho (*Zea mays* L.) na sua qualidade fisiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7., 1991, Campo Grande. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 4, p. 36, 1991.

MERONUCK, R. A. The significance of fungi in cereal grains. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, n. 3, p. 287-291, Mar. 1987.

MINO, M. Hibryd vigor in some characters of maize seedlings. **Japan Journal Breeding**, Tokyo, v. 30, n. 2, p. 131-138, 1980.

MINO, M.; INOUE, M. Analysis of glucose metabolism in the heterotic viability in seedling growth of maize F₁ hybrid. **Japan Journal Crop Science**, v. 63, n. 4, p. 682-688, Dec. 1994.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIEGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 277-340.

ODIEMAH, M. Relation of seed testing traits to grain yield of maize hybrids under different environments. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 19, n. 1, p. 25-32, 1991.

OLSEN, O. A.; POTTER, R. H.; KALLA, R. Histodifferentiation and molecular biology of developing cereal endosperm. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 2, n. 2, p. 117-131, June 1992.

PEIXOTO, A. R.; TORRES, S. B.; KARASAWA, N. Qualidade sanitária de sementes de milho produzidas no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 12-15, 1998.

PERDOMO, A.; BURRIS, J. S. Histochemical, physiological, and ultrastructural changes in the maize embryo during artificial drying. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 6, p. 1236-1244, Nov./Dec. 1998.

PESEY, N. V. Genetic factors affecting maize tolerance to low temperatures at emergence and germination. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 40, n. 8, p. 350-356, Dec. 1970.

PINTO, N. F. J. A. **Patologia de sementes de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 44 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 29).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1985. 289 p.

RAGHAVAN, V. Embryogenesis in angiosperms. **A developmental and experimental study**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. B. **Genética na agropecuária**. 2. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 359 p.

REIS, A. C.; REIS, E. M.; CASA, R. T.; FORCELINI, C. A. Erradicação de fungos patogênicos associados a sementes de milho e proteção contra *Pythium* sp. presente no solo pelo tratamento com fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 585-590, dez. 1995.

REIS, E. M. CASA, R. T.; ZAMBOLIM, L. Incidência de fungos em sementes de milho produzidas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 301, ago. 1997. Suplemento.

RIBEIRO, P. H. E. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do estado de Minas Gerais**. 1998. 126 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SÁNCHEZ, F. M. **Genotecnia vegetal** – métodos, teoria, resultados. México: AGT, 1988. tomo 2, p. 357-380.

SCAPIM, C. A. **Efeitos gênicos, heterose e depressão endogâmica em caracteres de sorgo granífero e forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench).** 1997. 89 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SEED corn quality and size. National Corn Handbook, 1992.
Disponível em: <<http://www.inform.umd.edu>>. Acesso em: 8 out 2001.

SEED size, seed quality, and planter adjustments. 1996.
Disponível em: <<http://www.agry.purdue.edu>> Acesso em: 12 dez. 2001.

SHULL, G. H. A pure-line method in corn breeding. **American Breeders Association Report**, Washington, v. 5, n. 1, p. 51-59, 1909.

SOUZA, F. R. S. **Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais.** 1989. 80 p.
Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA SOBRINHO, F. **Divergência genética de híbridos simples e alternativas para a obtenção de híbridos duplos de milho.** 2001. 96 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

SOUZA SOBRINHO, F.; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. Genetic diversity and inbreeding potential of maize commercial hybrids. **Maydica**, Bergamo, v. 46, n. 3, p. 171-175, 2001.

STRUMME, A. B. et al, Carbohydrate patterns in maize kernels cultures in vivo and in vitro from the tip and middle ear positions. **Agronomy Abstrats**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. 116 p.

SURESH, K. S.; HANNA, R. Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. **Advances in Agronomy**, New York, v. 27, p. 123-175, 1975

TAO, K. L. J. Vigor “referee” test for soybean and corn. **The Newsletter of the Association of Official Seed Analysis**, Mississippi, v. 54, n. 1, p. 40-58, 1980.

TROYER, A. F.; MASCIA, P. N. Key technology imprinting corn genetic improvement, past, present and future. **Maydica**, Bergamo, v. 44, n. 1, p. 55-68, Apr. 1999.

TUITE, J.; FORSTER, G. H. Control of storage diseases of grain. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 17, p. 343-346, 1979.

TUITE, J.; KOH-KNOX, C.; STROSHINE, R.; CANTONE, F. A.; BAUMAN, L. F. Effect of physical damage to corn kernels on the development of *Penicillium* species and *Aspergillus glaucus* in storage. **Phytopathology**, St. Paul, v. 75, n. 10, p. 1137-1140, Oct. 1985.

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

VILLELA, T. E. A. **Época de semeadura e de corte de plantas de milho para silagem**. 2001. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VON PINHO, R. G. et al. Efeito de métodos de adubação e épocas de semeadura em características agronômicas de cultivares de milho cultivadas na “safrinha”. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 26 n. 4, p. 719-730, jul./ago. 2002.

WETZEL, M. M. V. S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 260-275.