

**FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SEMENTES**



Tese

**PARÂMETROS INDICATIVOS DO PONTO DE COLHEITA DE SEMENTES
DE MILHO**

ELIAS ABRAHÃO JACOB JUNIOR

Tese apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Silmar Teichert Peske, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Doutor.

Pelotas, março de 2010

ELIAS ABRAHÃO JACOB JÚNIOR

**PARÂMETROS INDICATIVOS DO PONTO DE COLHEITA DE SEMENTES
DE MILHO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Silmar Teichert Peske, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Pelotas, 2010

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

J15p Jacob Junior, Elias Abrahão

Parâmetros indicativos do ponto de colheita de
sementes de milho / Elias Abrahão Jacob Junior ;
orientador Silmar Teichert Peske. - Pelotas,2010.47f. ; il..-
Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas.
Pelotas, 2010.

1. Zea mays 2.Linha do leite 3.Camada negra I
Peske, Silmar Teichert(orientador) II .Título.

CDD 633.15

ELIAS ABRAHÃO JACOB JUNIOR

**PARÂMETROS INDICATIVOS DO PONTO DE COLHEITA DE
SEMENTES DE MILHO**

APROVADO:

Prof. Dr. Silmar Teichert Peske

Prof. Dr. Leopoldo Baudet Labbé

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Eng. Agrônomo Dr. Paulo Trajano Burk Santos Melo

Eng. Agrônomo Dr. Demócrito Amorin Chiesa Freitas

A minha família, em especial ao meu Filho Pedro Elias Briao Jacob
e Minha mãe Schirlei Larré Jacob,
professores,
funcionários,
e colegas que me ajudaram nesta caminhada.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Silmar Teichert Peske, pela valiosa orientação, confiança e amizade durante o curso e execução do trabalho, o qual não poupou dedicação ao meu amadurecimento e formação profissional.

Aos colegas pela amizade, carinho, incentivo e auxílio em todos os momentos em especial ao Fernando Henning e a Liliane Mertz.

Aos funcionários e estagiários do Laboratório Didático de Análise de Sementes.

A Syngenta pela oportunidade de poder desenvolver o trabalho.

A Syngenta na figura dos profissionais, Thiago Alves, Elcio Perretto e Diego Pegoraro, por terem sido figuras importantes na condução do trabalho.

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

SUMÁRIO

	Página
COMISSÃO EXAMINADORA	ii
DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	01
REFERENCIAL TEÓRICO	06
Determinação da maturidade fisiológica em semente de milho	06
MATERIAL E MÉTODOS	12
Local de manejo da área de implantação do ensaio	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
DISCUSSÃO GERAL	20
CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Valores médios das características físicas das sementes de milho do parental fêmea (H1), durante a maturação	28
Tabela 2 - Valores médios das características físicas das sementes de milho do parental fêmea (H2), durante a maturação	28
Tabela 3 - Valores médios das características físicas das sementes de milho do parental fêmea (H3), durante a maturação	29
Tabela 4 - Valores médios das características físicas das sementes de milho do parental fêmea (H4), durante a maturação	29

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01 - Representação gráfica das equações de regressão para os resultados de germinação (%), em função da época de colheita, para quatro parentais avaliados, após secagem (tempo 0) e após oito meses de armazenamento (tempo 8)	30
Figura 02 - Representação gráfica das equações de regressão para os resultados do teste de frio (%), em função da época de colheita, para quatro parentais avaliados, após secagem (tempo 0) e após oito meses de armazenamento (tempo 8) ..	31
Figura 03 - Representação gráfica das equações de regressão para os resultados do teste de envelhecimento acelerado (%), em função da época de colheita, para quatro parentais avaliados, após secagem (tempo 0) e após oito meses de armazenamento (tempo 8)	32
Figura 04 – Representação gráfica das equações de regressão para os resultados do teste de condutividade elétrica, em função da época de colheita, para quatro parentais avaliados, após secagem (tempo 0) e após oito meses de armazenamento (tempo 8)	33

PARÂMETROS INDICATIVOS DO PONTO DE COLHEITA DE SEMENTES DE MILHO

AUTOR: Elias Abrahão Jacob Junior

ORIENTADOR: Silmar Teichert Peske

RESUMO – O objetivo deste estudo foi identificar o momento ideal de colheita de sementes de milho por diferentes parâmetros, como a formação da camada negra, o desenvolvimento da linha do leite, o grau de umidade e a massa de matéria seca das sementes. Quatro genótipos utilizadas como parental fêmea para produção de híbridos comerciais de milho, foram utilizados neste trabalho. Foram coletadas espigas em mesmo estágio de desenvolvimento. A colheita das sementes, começou 40 dias após o florescimento, em intervalos regulares de quatro dias, até o ponto de maturidade fisiológica. Os parâmetros morfológicos avaliados foram a formação da camada negra, o desenvolvimento da linha do leite, teor de água e a matéria seca das sementes. A qualidade das sementes foi avaliada pelo teste de germinação, peso de 1000 sementes, massa seca da semente, teste de frio, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Com base nos resultados, o melhor momento de colheita varia para cada genótipo de milho e situa-se nas condições deste experimento entre 52 e 60 dias após a floração (DAF); por ser o intervalo onde as sementes apresentaram alto vigor e menor exposição a condições meteorológicas adversas.

Palavras chave: Zea mays, linha do leite, camada negra.

DIFFERENT PARAMETERS TO IDENTIFY IDEAL MAIZE SEED HARVEST MOMENT

STUDENT: Elias Abrahão Jacob Júnior

ADVISOR: Prof. Silmar Teichert Peske

ABSTRACT - The aim of this study was to identify the ideal maize seeds harvest moment by different parameters, like black layer formation, milk line development, seeds moisture content and seeds dry matter. Four genotypes that are used as female parental to produce commercial hybrids maize seeds, were used in this work. Ears from plants in the same development stage were collected. Seeds harvest began 40 days after the flowering at intervals of four days, until physiological maturity point. Morphological parameters evaluated were black layer formation, milk line development, seeds moisture content and seeds dry matter. Seeds physiological quality was evaluated by germination test, dry matter of seeds, 1000 seeds weight, cold test, accelerated ageing and electrical conductivity.. According to results of this study, the best indicative to ideal seeds harvest moment was between 52 and 60 days after flowering (DAF). This was the moment in which seeds presented high vigour and at the same time, prevented seeds exposure to adverse weather conditions.

Keywords: *Zea mays*, milk line, black layer .

INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. Devido a alta produtividade, composição química, valor nutritivo e energético e multiplicidade de aplicações, assume importante papel socioeconômico na agricultura mundial. Anualmente são cultivados no Brasil, cerca de 13 milhões de hectares com uma produção na safra 06/07 de aproximadamente 43 milhões de toneladas, e no mundo cerca de 132 milhões de hectares com uma produção aproximada de 626 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2008).

A semente, embora não seja o mais caro dos insumos, representa cerca de 6% do custo total de uma lavoura de milho, é sem dúvida o mais importante e, na maioria das vezes, responsável pelo sucesso ou fracasso do produtor. Caso a semente não apresente elevada germinação, todas as operações que antecedem a semeadura, como preparo do solo e adubação, serão parcial ou totalmente comprometidas, podendo chegar até a perda total da lavoura (ANDRADE, 1996).

Na cultura do milho, a demanda por sementes de híbridos com alta qualidade tem aumentado significativamente nos últimos anos em virtude da alta competitividade do mercado, fazendo com que as empresas produtoras de sementes adotem padrões de qualidade mais rígidos que os estabelecidos por órgãos oficiais.

A impossibilidade de efetuar a colheita no momento adequado ou a possível negligência do produtor de sementes de milho pode determinar a permanência da semente no campo durante um período prolongado expondo a mesma a ambientes menos favoráveis. Isso contribui para o decréscimo do potencial fisiológico, com velocidade e intensidade diretamente dependentes do nível de adversidade ou de estresse, acelerando a deterioração das sementes ainda presas à planta-mãe.

O momento recomendável para a colheita de sementes depende de vários fatores, dentre os quais o conhecimento do processo de maturação das sementes parentais cultivadas. Geralmente, as características utilizadas para indicar a época de colheita de sementes de milho são o teor de água e o máximo

acúmulo de matéria seca; entretanto, essas características podem sofrer alterações devidas a fatores climáticos, genéticos e de manejo, não constituindo indicativo seguro do ponto de colheita (BORBA et al., 1994 & FEESEL et al., 2001).

Assim sendo a colheita é uma etapa importante no processo de produção de sementes, pois exerce influência significativa sobre a qualidade das mesmas, devendo ser realizada no momento adequado e seguindo as recomendações técnicas para reduzir ao mínimo as possíveis perdas qualitativas e quantitativas. Para a maioria das espécies, o momento mais adequado para a colheita de sementes é o mais próximo possível do ponto de maturidade fisiológica. Esse é o estágio em que a semente atinge o seu máximo em massa seca, interrompendo a conexão nutricional com a planta-mãe. No entanto, ao alcançar a maturidade fisiológica, a semente ainda se encontra com grau de umidade relativamente elevado, inviabilizando a sua colheita mecânica em grãos (FARIA et al., 2002).

Grande parte da colheita de sementes de milho tem sido realizada em espigas, método que possibilita a retirada das sementes do campo em estádios próximos à maturidade fisiológica, propiciando maior qualidade devido à menor exposição às condições ambientais adversas. A colheita em espigas é também vantajosa por permitir maior aproveitamento das áreas de cultivo, devido à possibilidade de desocupá-las mais cedo, além de propiciar melhor planejamento de secagem, permitindo a distribuição da secagem ao longo do período de colheita. Porém, algumas investigações necessitam ser realizadas, como a determinação do momento adequado de colheita para os genótipos de interesse, por meio de métodos precisos e práticos, o que fornecerá indicativos de quando as espigas poderão ser retiradas do campo sem prejuízo de seus atributos fisiológicos (FARIA et al., 2002).

Genótipos que apresentam rápida perda de água são desejáveis, apresentando entre as principais vantagens uma redução do período de exposição das sementes no campo e um menor custo de produção pela necessidade de menor energia durante a secagem das sementes (MAGARI et al., 1996). Entretanto, dependendo da morfologia da espiga o mesmo fator responsável pela perda de água poderá ser responsável pela deterioração das sementes no campo (SCHMIDT & HALLAUER, 1966; MCPHERSON &

BROOKING, 1989).

O grau de umidade das sementes e algumas características morfológicas das plantas e das próprias sementes têm sido considerados os principais pontos de referências para estabelecer o ponto de colheita. No entanto, ambos podem sofrer variações acentuadas em resposta a oscilação climática no final do ciclo e não constituem parâmetros para caracterizar possíveis atrasos na colheita. Há necessidade de informações mais precisas, tomando como base a identificação simples, rápida e consistente do momento em que as sementes atingem a maturidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2005).

As mudanças nas características morfológicas e fisiológicas que ocorrem durante a maturação das sementes têm sido usadas como parâmetros no desenvolvimento de métodos para identificar a maturidade, visando determinar o ponto de colheita sem prejuízo para sua qualidade fisiológica. Para o milho, os métodos mais freqüentemente utilizados são os que têm como base o teor de água das sementes e a ocorrência da camada negra. No entanto, esses métodos apresentam algumas limitações como indicadores ideais do momento de colheita (AFUAKWA & CROOKSTON, 1984).

Assim, tem-se procurado outros métodos para predizer e estimar não só o ponto de maturidade fisiológica, como também o ponto ideal de colheita das sementes de milho, como é o caso Da formação da camada negra na região do pedicelo-placenta e da linha do leite de transformação de amido.

Têm sido sugeridos que a “linha de leite”, camada transitória e limite entre a matriz sólida e a líquida do endosperma em maturação, podem ser utilizados como método para monitorar a maturidade da semente de milho, por ser facilmente detectável em campo, sem necessidade de instrumentos (HUNTER et al., 1991; TEKRONY & HUNTER, 1995).

A “linha de leite” é um marcador interessante para o acompanhamento do processo de maturação de sementes de milho, sendo externamente visível na face oposta ao embrião, iniciando no ápice e terminando na base da semente, seguindo a progressiva solidificação do endosperma leitoso.

No final do processo de desenvolvimento, as sementes ortodoxas, como as de milho, sofrem redução natural do teor de água, o que lhes permite entrar no estado quiescente, possibilitando, desta forma, seu armazenamento e

sobrevivência em várias condições ambientais (LEPRINCE et al., 1993). Essa dessecação tem um papel importante em terminar o programa de desenvolvimento e preparar a semente para eventos germinativos após reidratação. Tem sido demonstrado que essas sementes não germinam e também não apresentam síntese de enzimas essenciais à germinação, se não passarem pela secagem natural que ocorre na pós-maturação ou se não forem submetidas à secagem artificial em determinado estágio do seu desenvolvimento.

Antes da secagem natural, durante a fase de deposição de reservas, as sementes sofrem transformações que as tornam aptas a tolerar a perda de água em seus tecidos. Também à medida que perdem água lentamente adquirem tolerância à secagem em temperaturas mais elevadas. Diversas mudanças bioquímicas ocorrem nas células das sementes para prepará-las para tolerar a perda de água de seus tecidos. Dentre estas mudanças, está a síntese de determinadas proteínas na fase final de maturação, conhecidas como “LEA” (Late Embryogenesis Abundant) proteínas (BEWLEY & BLACK, 1994), cuja detecção e acúmulo nas fases finais do desenvolvimento de sementes têm sido correlacionados com aquisição de tolerância à dessecação em várias espécies (BLACKMAN et al., 1992 & THOMMAN et al., 1992).

A maturidade fisiológica de sementes de milho poderia ser determinada com base no movimento descendente da linha de solidificação do endosperma leitoso em amido segundo (AFUAKWA & CROOKSTON, 1984) e, que 95% do acúmulo de matéria seca seria atingido quando essa linha alcançasse a metade da semente, no sentido topo região de inserção da espiga. Esses mesmos autores verificam a ocorrência dessa linha para todos os híbridos examinados. Constataram também que o teor de água era de 40%, quando a linha de transformação em amido apresentava-se na parte mediana da semente.

No momento da colheita, além do grau de umidade, o estágio de maturação também é importante para determinar a sensibilidade das sementes às temperaturas de secagem, e o início da aquisição de tolerância à dessecação durante a maturação indica a época mais precoce em que as sementes podem ser colhidas e submetidas à secagem artificial (ELLIS et al., 1987).

Metodologias para secagem precisam ser investigadas em sementes de milho, principalmente quando se pretende realizar a colheita em espigas, com

altos teores de água. Uma vez que fatores ambientais influenciam o desenvolvimento e maturação de sementes, é interessante estudar o efeito de épocas de colheitas no uso dos estádios de linha de leite e formação de camada negra como marcador de maturação visando estabelecer o ponto de colheita.

Portanto, o estudo detalhado e o volume de conhecimento acumulados sobre o assunto são extremamente importantes, pois fornecem informações básicas para determinação da maturidade fisiológica e da época mais adequada para a colheita de espécies de importância econômica que é o caso do milho. Quando esta é efetuada em momento inadequado, acarreta prejuízos consideráveis à qualidade das sementes, além de provocar perdas quantitativas.

Assim, o processo de maturação fisiológica e suas relações com a época recomendável para a colheita devem ser perfeitamente conhecidos.

Com isso, objetivou-se, no presente trabalho, estudar a maturação de sementes de híbridos de milho por meio de colheita em diferentes estádios de “linha de leite”, em diferentes materiais genéticos, avaliando características físicas, bioquímicas e fisiológicas das sementes.

REFERENCIAL TEÓRICO

Determinação da maturidade fisiológica em sementes de milho

O desenvolvimento da semente começa com a fertilização do óvulo e termina quando ela atinge o máximo peso seco na maturidade fisiológica. Nessa etapa, algumas características físicas e fisiológicas como tamanho teor de água, conteúdo de matéria seca, germinação e vigor sofrem modificações, que podem ser acompanhadas, constituindo boas ferramentas para o estudo desta fase da vida da semente (GUIMARÃES, 1999; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). O estudo do desenvolvimento de sementes visa determinar o ponto no qual a semente pode ser desligada da planta mãe, sem prejuízo para sua qualidade fisiológica. As mudanças nas características morfológicas e fisiológicas das sementes têm sido usadas no desenvolvimento de métodos para determinar a maturidade fisiológica de sementes (FARIA et al, 2002).

O processo de desenvolvimento ou maturação da semente é controlado geneticamente e envolve uma seqüência ordenada de alterações de varias naturezas, verificadas a partir da fecundação, até que as sementes se tornem indivíduos independentes da planta-mãe. Compreende um conjunto de etapas sucessivas de preparação para o sucesso da futura germinação; é caracterizado pela síntese e acúmulo de reservas, posteriormente mobilizadas durante a germinação, conduzindo à retomada do crescimento e à formação de uma plântula (MARCOS FILHO, 2005).

A determinação da maturidade fisiológica tem sido realizada utilizando diversos parâmetros como o teor de água, conteúdo de matéria seca, germinação, vigor, grau diário de crescimento, soma térmica, número de dias da emergência até a floração e outros (KNITTLE & BURRIS, 1976; BORBA et al., 1994; VON PINHO, 1997). No entanto, alguns desses parâmetros nem sempre podem ser acompanhados no campo e a fixação de períodos de ocorrência de maturidade fisiológica em função de eventos como semeadura, emergência das plântulas e florescimento que podem apresentar diferenças para uma mesma espécie e cultivar, em função das condições do meio ambiente.

Durante todo o processo de acúmulo de matéria seca, o conteúdo de água das sementes é elevado. Quando a semente atinge o máximo peso seco e cessa o recebimento fotoassimilados da planta mãe, o teor de água oscila entre 50 e 30%, dependendo da espécie. A partir deste ponto, inicia-se um processo de desidratação mais rápido e as reações metabólicas dentro da semente vão diminuindo até o ponto em que a respiração é quase nula. Nesta condição, as sementes podem ser armazenadas por longos períodos (GUIMARÃES, 1999).

O teor de água das sementes não é um bom indicador de maturidade fisiológica em milho, embora na prática, sementes de milho, independentemente do genótipo, sejam são consideradas fisiologicamente maduras quando o teor de água atinge 30 a 35%. Vários autores (HALLAWER & RUSSEL, 1962; DAYNARD & DUNCAN, 1969; RENCH & SHAW, 1971; DAYNARD, 1972; CARTER & PONELEIT, 1973) têm demonstrado que a maturidade fisiológica de sementes de milho pode ocorrer em conteúdo de água de 28 a 42%, dependendo do genótipo avaliado. Também HUNTER et al.(1991) comentam que, embora o teor de água das sementes seja amplamente utilizada para determinar a maturidade fisiológica, essa característica tem variado entre genótipos, épocas e anos de cultivo. A acumulação de matéria seca começa de forma lenta, mas em curto espaço de tempo este acúmulo passa a ser rápido e constante até atingir um máximo.

DAYNARD & DUNCAN (1969) propuseram o uso do desenvolvimento da camada negra como uma maneira de determinar a maturidade fisiológica das sementes de milho. Segundo esses autores, a camada negra ou de “fechamento” é formada a partir de células da base do endosperma e da área vascular do pedicelo na semente em desenvolvimento. Quando a maturidade fisiológica se aproxima, essas células se comprimem em uma densa camada de cor preta a olho nu. Ao mesmo tempo, as células de condução da base do endosperma se desorganizam e são esmagadas de modo que sua função de translocação provavelmente termina. Esses autores observaram que o início da ocorrência visual do desenvolvimento da camada negra foi altamente correlacionado com as datas preditas de máximo peso seco e que o ponto final de enchimento de grãos pode ser determinado com este parâmetro.

HUNTER et al. (1991) modificaram o sistema de RENCH & SHAW (1971) propondo os seguintes estádios de desenvolvimento da camada negra: 1: não

aparece pigmentação do endosperma basal ou tecido adjacente à região pediceloplacenta, o tecido tem uma aparência translúcida; 2: a região entre o embrião e a placenta-pedicelo está se tornando marrom, com ocorrência de bandas ou zonas escuras; 3: o tecido entre a base do embrião e a região pedicelo-placenta é mais fino e escuro que o estágio 2; 4: uma fina banda marrom escuro avança através de toda a base do grão, entre a junção do endosperma basal e o tecido do embrião; 5: o desenvolvimento da camada negra está completo e uma fina camada negra estende através de toda a base do grão.

O processo de maturação fisiológica pode ser influenciado por estresses ambientais como seca, dano por frio e doença. Muitos desses estresses reduzem a capacidade da planta de produzir assimilados para as sementes, ocorrendo redução no período de enchimento dos grãos e no peso seco dos mesmos, e precocidade no desenvolvimento da camada negra em sementes (HUNTER et al., 1991). Desenvolvimento diferenciado da camada negra foi reportado por DAYNARD (1972) para os mesmos híbridos de milho cultivados em épocas diferentes. Quando cultivados em época de temperaturas amenas, o autor observou que a camada negra formou-se com teores de água entre 30 e 37%, já para o cultivo em época de temperaturas mais baixas, encontrou o desenvolvimento da camada negra em sementes com grau de umidade entre 39 a 42%. Autores relataram a ocorrência de problemas associados ao uso da camada negra para assegurar a determinação da maturidade fisiológica, tais como a imprecisão quanto ao momento de ocorrência, sendo reportada em teores de água de 15,4 a 75% (CARTER & PONELEIT, 1973; AFUAKWA & CROOKSTON, 1984).

ALDRICH (1943) foi o primeiro a sugerir a utilização da linha de leite como método de monitorar a maturação de sementes de milho. A linha de leite é uma camada transitória ou limite entre a matriz sólida e a líquida do endosperma em maturação. Os estádios de desenvolvimento de sementes de milho são acompanhados pela progressiva solidificação do endosperma leitoso, começando no ápice e terminando na base da semente.

HUNTER et al. (1991) propuseram os seguintes estádios de desenvolvimento da linha de leite: 1 - o endosperma está inteiramente líquido, nenhuma linha de leite é visível; 2 - 25% do comprimento da semente estamos

preenchidos com endosperma solidificado, a linha de leite está localizada no quarto superior do comprimento da semente; 3 - 50% do endosperma sólido, linha de leite localizada no meio da semente; 4 - 75% do comprimento da semente com endosperma solidificado, a linha de leite está localizada no quarto inferior da semente; 5 - endosperma completamente sólido, a linha de leite está ausente.

Usando esse sistema de estádios para formação da linha de leite, vários pesquisadores têm identificado o ponto de maturidade fisiológica e a época ideal de colheita de sementes de milho (AFUAKWA & CROOKSTON, 1984; HUNTER et al., 1991; VIEIRA et al., 1995; TEKRONY & HUNTER, 1995).

A maturidade de sementes pode ser determinada segundo AFUAKWA & CROOKSTON (1984) pela localização da linha de leite na face abgerminal da semente e que aproximadamente 95% do máximo peso seco foi acumulado quando a linha de leite alcançou o meio da semente. Os autores enumeram cinco razões pela qual o monitoramento da linha de leite pode ser um meio útil de estimar a maturidade: o desaparecimento de todo o leite representa a solidificação do grão e a translocação de sacarose líquida não ocorre mais para a matriz sólida; a linha de leite é visivelmente detectável; ao contrário da camada negra, cujo aparecimento indica o final da maturação, o movimento da linha de leite pode ser acompanhado durante o desenvolvimento da semente; não são necessários instrumentos para determinar o estado da linha de leite e não são necessários registros para determinar o estado da linha de leite.

O acompanhamento da linha de leite pode ser combinado com o método da camada negra para determinar a maturidade fisiológica em sementes de milho. Após estudarem diferentes indicadores de maturidade fisiológica de sementes de milho e utilizando carbono-14 como marcador, HUNTER et al. (1991) verificaram que a maturidade fisiológica ocorre quando 75% do comprimento das sementes continha endosperma solidificado e a linha de leite estava presente junto à base da semente, juntamente com a formação da camada negra, coincidindo com o estágio 4 para ambas. Observaram também que a ocorrência simultânea desses dois parâmetros representa um prático e real indicador da maturidade fisiológica das sementes.

VIEIRA et al. (1995) estudaram a relação entre o desenvolvimento da camada negra e da linha de leite para dois genótipos, CX 133 e IAC 100, em dois

anos agrícolas. Verificaram que a maturidade fisiológica foi alcançada antes do estágio 4 de desenvolvimento tanto da camada negra como da linha de leite, concluindo que, no campo, a linha de leite foi o melhor indicador, sendo mais viável para identificação dos diferentes estádios.

O vigor de uma semente, durante a maturação fisiológica, geralmente é uma característica que acompanha na mesma proporção o acúmulo de matéria seca. Assim, em geral, uma semente atinge seu máximo vigor quando apresenta o seu máximo peso de matéria seca. Investigando a maturidade fisiológica de sementes de milho, KNITTLE & BURRIS (1976) encontraram que os maiores valores de vigor associados à maturidade fisiológica das sementes foram específicos para cada híbrido e que o máximo peso seco das raízes e plúmulas foi correlacionado com o máximo peso seco das sementes, ocorrendo, no final do desenvolvimento da camada negra, com o teor de água das sementes variando de 33 a 37,3%. Por meio de investigações que relacionam a qualidade de sementes de milho com a maturidade, tem sido mostrado que o máximo vigor e germinação das sementes ocorrem com altos teores de água, antes que a semente tenha alcançado a maturidade fisiológica, baseada no acúmulo de matéria seca (KNITTLE & BURRIS, 1976; BORBA et al., 1994; TEKRONY & HUNTER, 1995). Pelos resultados obtidos por KNITTLE & BURRIS (1976), sementes de milho colhidas antes da maturidade fisiológica poderiam ser tão vigorosas quanto as colhidas na maturidade ou após esta. FAGIOLI et al. (1999) também constataram que a partir do estágio 3 da linha de leite, as sementes de milho apresentaram-se com alta qualidade fisiológica em diferentes genótipos estudados. Resultados semelhantes foram encontrados por AJAYI & FAKOREDE (2000), ao verificarem que sementes colhidas antes da maturidade completa, independentemente do peso seco, germinaram mais rápido que aquelas colhidas na maturidade completa.

Trabalhando com sementes de milho híbrido simples BR201 fêmea, cultivado no verão, BORBA et al. (1994) observaram que a maturidade fisiológica das sementes, com base no acúmulo de matéria seca, ocorreu aos 65 dias após a floração. Para a obtenção de sementes de alta qualidade, a colheita poderia ser iniciada a partir de 55 dias após a floração, quando as sementes apresentavam germinação de 87% e vigor de 82% avaliado pelo teste de envelhecimento

acelerado, com 95% das sementes apresentando camada negra. Nos mesmos experimentos, porém realizados no inverno (BORBA et al., 1995), a maturidade fisiológica ocorreu aos 58 dias após a floração.

Altos níveis de germinação e vigor podem ser encontrados antes da maturidade fisiológica em certos genótipos. Desta forma, o acompanhamento da maturação fisiológica por meio de indicadores precisos pode indicar quão cedo as sementes de milho em espigas poderão ser retiradas do campo sem prejuízo de seus atributos fisiológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e manejo da área de implantação do ensaio

O ensaio foi instalado nos campos de produção de sementes da Empresa Syngenta localizados no estado de Minas Gerais, nas Cidades de Uberlândia e Conceição das Alagoas, numa altitude média de 550 metros. Todos os quatro campos foram cultivados sob irrigação por pivot central.

Genótipos utilizados

Foram utilizados quatro genótipos, sendo todos pertencentes à Empresa Syngenta Seeds e para codificação no trabalho foram designados por H1, H2, H3 e H4.

Semeadura e demarcação das parcelas

Todos os materiais foram semeados na mesma época, as parcelas foram demarcadas no interior do pivô no sentido de fora para dentro, sendo 100 metros de comprimento por 5 metros de largura, que correspondem a uma passada de quatro linhas da semeadora no parental feminino.

A marcação das plantas (espigas)

Foram marcadas espigas no mesmo estágio de desenvolvimento, quando a parcela apresentava 50% das plantas com o estigma receptivo, sendo três para determinação da camada negra e linha do leite e para os demais teste de laboratório, três repetições de 750 espigas com mesmo estágio de maturação.

Colheita dos materiais

Após 40 dias da marcação das espigas, iniciou-se a colheita em intervalos de quatro dias.

Determinação da umidade

Utilizaram 100g de sementes inteiras, colocando-as em um frasco de vidro (Erlenmeyer), juntamente com a quantidade de óleo de cozinha, em

quantidade suficiente para cobrir as sementes, sob a qual se acendeu uma fonte de calor. A água volatilizada foi condensada, e recolhida dentro de uma proveta, quando a temperatura do óleo alcançou a temperatura de 195°C, a leitura direta do volume condensado na proveta forneceu o grau de umidade das sementes, em cerca de 20 minutos.

Secagem

As espigas colhidas para os testes de laboratório, foram secas em espigas em um secador estacionário de pesquisa, com temperatura constante de 35°C até 12% de umidade. Após a secagem, as espigas foram debulhadas e as sementes armazenadas em câmara fria com temperatura média de 10 °C e umidade relativa de 50 % até seu envio para o Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, onde foram realizados os testes de laboratório.

Avaliações

Camada negra

Após a colheita, a avaliação do desenvolvimento da camada negra se deu quando uma fina borda preta pode ser observada em toda a base da semente. Para esta avaliação foram utilizadas todas as sementes da espiga.

Linha de transformação em amido

Utilizaram-se as mesmas espigas mencionadas na avaliação do desenvolvimento da camada negra. Essa avaliação foi baseada em uma escala de 2 a 4, sendo o estágio 2: 25% do endosperma solidificado; estágio 3: 50% do endosperma solidificado e estágio 4: 75% do endosperma solidificado.

Testes de laboratório

As sementes foram debulhadas manualmente, e aplicados os testes de qualidade fisiológica aos zero e oito meses de armazenamento. Para estas

avaliações foram realizados os seguintes testes: teste de germinação, peso de 1000 sementes, frio sem solo, matéria seca, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado.

a) Teste de germinação

Quatro sub-amostras de 50 sementes foram colocadas sobre papel “germitest” umedecido com água destilada na razão de 2,5: 1 (peso de água x peso do papel). Depois, levadas ao germinador, regulado à temperatura constante de 25 °C, realizando-se a avaliação oito dias após a semeadura. Os resultados serão expressos em percentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

b) Peso de 1000 sementes

Foram determinadas utilizando-se oito repetições de 100 sementes para cada tratamento, pesadas em balança de precisão de 0,001g. A condução do teste de acordo com Brasil (2009) e a média dos dados expressa em gramas.

c) Testes de vigor

- Frio sem solo

A metodologia adotada para condução do teste de vigor (frio sem solo) foi a proposta por Krzyzanowski et al., (1999), com quatro sub-amostras de 50 sementes submetidas à temperatura de 7 °C, durante sete dias em refrigerador e após transferidas para o germinador, seguindo a metodologia utilizada para o teste padrão de germinação.

- Massa seca das sementes

Foi determinada a partir da diferença entre o peso de 1000 sementes e o seu conteúdo de água retirado em estufa a temperatura de mais ou menos 105° C por um período de 24 horas. Seu resultado expresso em gramas.

- Condutividade elétrica

Seguindo metodologia proposta por Krzyzanowski et al. (1999), onde quatro sub-amostras de 25 sementes foram pesadas em balança de precisão de 0.01g e embebidas em 75 ml de água deionizada para cada tratamento, durante 24 horas, sob temperatura de 20 °C. A seguir foi efetuada a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição, através de um condutivímetro DM – 31. Os resultados expressos em $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de sementes.

- Envelhecimento acelerado

Conduzido pelo método da caixa plástica (gerbox), descrito por Fessel (2001). As sementes de cada amostra foram distribuídas em camada única e uniforme, sobre a superfície de uma tela de aço inoxidável adaptada em caixa plástica, adicionando-se ao fundo de cada caixa 40 mL de água destilada.

A seguir, foram levadas para uma câmara do tipo B.O.D. regulada a 42 °C e 100% de umidade relativa do ar, permanecendo por 120 horas. Depois de retiradas da câmara, oito repetições de 50 sementes por amostras foram submetidos ao teste de germinação conforme Brasil (2009). Os dados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

- Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi um fatorial de genótipos (quatro) por época de colheita (variável para cada genótipo) com quatro repetições, distribuídos em blocos ao acaso. Para a análise estatística foi utilizado o Software Winstat, em que os dados expressos em percentagem foram transformados em $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações dos atributos físicos e fisiológicos das sementes mostraram interação positiva entre genótipos e época de colheita, assim a apresentação e discussão dos dados será por genótipo dentro da época de colheita.

A umidade das sementes na primeira colheita do genótipo 1 (H1) estava em 43% e 12 dias após estava em menos de 30%, evidenciando uma rápida perda de umidade pelas sementes (Tabela 1), sendo superior a um ponto percentual (pp)/dia. Estes resultados foram superiores aos constatados por FESSEL et al, 2001 e BORBA et al, 1994.

Em relação à primeira colheita do H1, quando a umidade média das sementes estava em 43%, já havia 1% de sementes com formação da camada negra desenvolvida e 62% delas já com mais de 75% de suas reservas transformadas em amido. As sementes com desenvolvimento da camada negra permanecem em 2% quatro dias após, entretanto com mais oito dias de maturação, praticamente todas as sementes apresentavam a camada negra desenvolvida (Tabela 1).

Em termos de matéria seca e peso de 1000 sementes do H1, aumentou o numero de dias após a floração, significando que o enchimento das sementes ocorreu até o final, ou seja, havia sementes na população que ainda não tinham completado a maturação (Tabela 1) até a última colheita aos 52 DAF (dias após o florescimento).

A qualidade fisiológica das sementes do H1 avaliada logo após a colheita ou oito meses após, mostrou tendência similar entre os testes de germinação e de frio, sendo a percentagem superior a 95% em todas as colheitas. Entretanto os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica mostraram diferença acentuada entre as épocas de colheitas, sendo que no de envelhecimento acelerado com oito meses de armazenamento, as sementes colhidas aos 40 DAF apresentavam menos de 80%, enquanto as colhidas aos 52 DAF apresentavam mais de 90% (Figuras 1, 2, 3).

A relação das épocas de colheita com as distintas avaliações da qualidade das sementes mostrou alta significância e alto coeficiente de

determinação, sendo todos praticamente lineares com exceção da avaliação aos oito meses de armazenamento, no teste de envelhecimento acelerado que foi quadrática, ou seja, permaneceu estável entre 48 e 52 DAF.

Assim pelos testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica e pela constatação de que ainda ocorria enchimento das sementes, pode-se considerar que o máximo da qualidade das sementes foi atingido aos 52 DAF.

Em relação ao H2, aos 40 DAF, o teor de água estava praticamente em 50% e não havia sementes com mais de 75% de amido solidificado ou com a camada negra desenvolvida, 3% das sementes possuíam mais de 50% do endosperma solidificado. Essa situação se manteve até aos 48 DAF em que a umidade média das sementes estava em 44% (Tabela 2).

O percentual de sementes com camada negra alcançou 65% aos 64 DAF e neste estágio 100% das sementes já apresentava mais de 75% de seu endosperma solidificado e as sementes com teor de água de 31% de umidade (Tabela 2).

Quanto à qualidade fisiológica das sementes, o híbrido H2 apresentou germinação e vigor, avaliado pelo teste de frio, superior a 95% aos 60 DAF, decrescendo após este estágio. Por outro lado, o teste de envelhecimento acelerado apresentou valor inferior a 85% na primeira colheita. Atingiu o máximo, tanto na avaliação logo após a colheita, como após oito meses de armazenamento, aos 60 DAF, sendo que aos 72 DAF o valor já havia decrescido acentuadamente (Figura 1, 2 e 3). Os testes de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado apresentaram tendências com a diferença que permaneceu após os 60 DAF. Em relação a condutividade elétrica, a medida que avançou o período de colheita, nota-se redução nos valores de condutividade. Resultados estes que divergem dos encontrados por POWELL (1986) e FAGIOLO & VIEIRA (2000), que observaram um aumento na condutividade elétrica das sementes, aos oito meses de armazenamento (Figura 4).

Em relação ao H3 constatou-se que aos 40 DAF, a umidade das sementes estava em 44%, decrescendo em média 0,5pp/dia até aos 64 DAF, o que demonstra a característica especial deste híbrido (Tabela 5). Aos 48 DAF, 50% das sementes já apresentavam mais de 75% de seu endosperma solidificado, enquanto a camada negra ainda não tinha se desenvolvido nas

sementes. Entretanto aos 60 DAF, 98% das sementes já apresentavam mais de 75% de endosperma solidificado e praticamente 80% das sementes já apresentavam camada negra, informando que a grande maioria das sementes já havia completado a maturação (Tabela 3). Também aos 60 DAF ocorreu o máximo do peso de 1000 sementes e da matéria seca (Tabela 3), decrescendo acentuadamente após este período, demonstrando que as perdas de massa pela respiração foram maiores do que o peso ganho com o enchimento das sementes que estavam imaturas. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por outros autores, que relacionaram qualidade fisiológica com máximo acúmulo de matéria seca (VIEIRA et al., 1995, BORBA et al., 1995, HUNTER et al., 1991, TEKRONY & HUNTER, 1995, AJAYI & FAKOREDE, 2000 e FARIA et al., 2002).

As sementes do híbrido H4 possuíam 47% de umidade aos 40 DAF, decrescendo praticamente 1pp/dia até 56 DAF, quando foi realizada a colheita final das sementes (Tabela 4). Em relação à camada negra e à linha do leite observa-se que até os 44 DAF não havia sementes com camada negra formada e nem com mais de 75% do endosperma solidificado. Entretanto, oito dias após, todas as sementes apresentavam mais de 75% do endosperma solidificado e 98% das sementes com camada negra (Tabela 4).

Em relação à tendência do peso de 1000 sementes e a matéria seca das sementes, observa-se que o aumento de peso foi acentuado até os 48 DAF e decrescendo até os 52 DAF, e a partir deste estágio permaneceu inalterado até aos 56 DAF (Tabela 4).

A qualidade fisiológica das sementes do H4 avaliada pela germinação e pelo teste de frio apresentou resultados similares, em que o percentual foi superior a 95% para todas as épocas de colheita nos dois períodos de avaliação, ou seja, logo após a colheita e após oito meses de armazenamento (Figura 1, 2). Por outro lado, o teste de envelhecimento acelerado, realizado após oito meses de armazenamento das sementes, evidenciou diferenças acentuadas na qualidade das sementes conforme a época de colheita (Figura 3).

O teste de envelhecimento acelerado realizado oito meses após a colheita mostrou que na primeira colheita menos de 80% das sementes conseguiam germinar após sofrerem os estresses por umidade e temperatura. Entretanto, aumentou praticamente para 80% aos 48 DAF, patamar que

permaneceu até 52 DAF para então decrescer.

Em relação ao teste de condutividade elétrica realizado tanto logo após a colheita das sementes, bem como após oito meses de armazenamento, apresentou resultados similares, de modo que as sementes exsudavam menos materiais conforme aumentava o período DAF, diminuindo o seu decréscimo a partir dos 52 DAF (Figura 4).

DISCUSSÃO GERAL

Como todo estudo científico, alguns cuidados experimentais devem ser tomados para que as constatações sejam confiáveis e mais fáceis de serem observadas, entre outros requisitos. Neste estudo em específico, dois cuidados principais foram tomados, como a época de semeadura para que todos os materiais estivessem sob a mesma exposição às condições climáticas, e o outro, em relação à marcação de espigas no mesmo estágio de desenvolvimento, para minimizar as diferenças de maturação entre as sementes.

Observou-se uma apreciável diferença na velocidade de maturação entre os híbridos; os híbridos H1 e H4 apresentaram uma perda de umidade de praticamente 1pp/dia, enquanto nos híbridos H2 e H3 esta velocidade foi aproximadamente de 0,5pp/dia. Esta constatação determina que os preparativos para a colheita das sementes sejam ajustados para o com maior perda de água por dia, isto para evitar a deterioração de campo ou colher sementes em que muito ainda se encontrem imaturas.

A qualidade fisiológica das sementes dos quatro materiais avaliados pela germinação e por três testes de vigor, pode ser considerada alta para todos os períodos de colheita com exceção da primeira realizada 40 DAF em que o percentual de sementes imaturas era alto. Isto se deveu ao fato das sementes terem permanecido pouco tempo no campo após terem formado a camada negra ou apresentado solidificação superior a 75% de endosperma.

O teste de germinação, como era de se esperar, mesmo considerando que as sementes eram de alta qualidade não foi eficiente para detectar diferença fisiológica entre as diferentes épocas de colheita, pois foram observadas, para os quatro genótipos, percentagem de germinação acima de 97, nas diferentes épocas de colheita. Após oito meses de armazenamento, observou-se um reduzido decréscimo na viabilidade das sementes para três dos quatro genótipos, entretanto, com taxas acima de 93% de germinação. Por outro, o teste de envelhecimento acelerado conseguiu detectar diferença acentuada praticamente para os quatro materiais, nas avaliações logo após a colheita e após oito meses de armazenamento, sensibilidade esta seguida pelo teste de condutibilidade

elétrica. Isto demonstra, como em outros estudos, a necessidade de se utilizar mais do que um teste de vigor para avaliar a qualidade fisiológica das sementes.

Em termos do melhor período de colheita das sementes, esse situa-se entre 52 a 60 DAF entre os quatro materiais, cujo período corresponde a sementes com umidade entre 28 a 34%. Essa ocorrência significa que cada material deve ser caracterizado quanto ao seu processo de maturação para que a colheita seja realizada no momento adequado. Esse percentual de umidade das sementes é inferior aos 35%, considerado como o ponto de maturidade fisiológica das sementes (máximo de qualidade). Este fato pode ser explicado pela desuniformidade de maturação das sementes dentro de uma população. Isto pode ser constatado pelo aumento do peso de 1000 sementes e da matéria seca das sementes mesmo após a população ter atingido o máximo de qualidade. O aumento de peso deve-se pelo enchimento das sementes ainda imaturas dentro da população e a redução da qualidade fisiológica pelo aumento do número de sementes, após terem alcançado o ponto de maturidade fisiológica.

De maneira geral, maiores porcentagens de germinação e vigor, foram observados em momentos distintos para cada um dos genótipos analisados, mostrando assim que as condições climáticas bem como o fator genético estão diretamente ligados a maturação e ao ponto ideal de colheita, onde cada material responde conforme sua característica genética e seu comportamento em relação ao ambiente.

CONCLUSÕES

O melhor momento de colheita varia para cada genótipo de milho e situa-se nas condições deste experimento entre 52 e 60 dias após a floração (DAF);

O momento ideal de colheita ocorre quando algumas sementes dentro da população (espiga) ainda não formaram a camada negra;

A colheita com umidade média das sementes superior a 40% pode ser detrimental para o lote;

O momento ideal de colheita dependendo do híbrido pode ocorrer antes do máximo peso de massa seca da semente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFUAKWA, J.J.; CROOKSTON, R.K. Using the kernel milk line to visually monitor grain maturity in maize. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 4, p. 687-91, 1984.

AFUAKWA, J.J.; CROOKSTON, R.K.; JONES, R.J. Effect of temperature and sucrose availability on black layer formation in maize. **Crop Science**, Madison, v.24, n.2, p. 285-8, 1984.

AJAYI, S.A.; FAKOREDE, M.A.B. Physiological maturity effects on seed quality, seedling vigour and mature plant characteristics of maize in a tropical environment. **Seed Science and Technology, Zurich**, v.28, n.2, p. 301-19, 2000.

ALDRICH, S. Maturity measurements in corn and an indication that grain development continues after premature cutting. **Journal of American Society of Agronomy**, Madison, v.35, n.8, p. 667-80, 1943.

ANDRADE, R.V. Efeito do tamanho e da forma da semente na produtividade do milho, EMBRAPA, Sorgo e Milho, 1996.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds - physiology of development and germination. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BLACKMAN, S.A.; OBENDORF, R.L.; LEOPOLD, A.C. Maturation proteins and sugar in desiccation tolerance in developing seeds. *Plant Physiology*, Rockville, v.100, n.1, p. 225-30, 1992.

BORBA, C.B.; ANDRADE, R.V. de; AZEVEDO, J.T. de. Maturidade fisiológica de sementes do híbrido simples fêmea do milho BR201 (*Zea mays* L.) produzidas no inverno. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.17, n.1, p. 129-32, 1995.

BORBA, C.B.; ANDRADE, R.V. de; AZEVEDO, J.T.; OLIVEIRA, A.C. de. Maturidade fisiológica de sementes do híbrido simples fêmea do milho BR201 (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes, Brasília**, v.16, n.1, p. 63-7, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para Análise de Sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 365p.

CARTER, M.W.; PONELEIT, C.G. Black layer maturity and filling period among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.13, n.3, p. 436-76, 1973.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. Sementes, ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 539p, 2000.

CONAB, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2007. Capturado em julho de 2008. On-line. Disponível na internet: <http://www.conab.gov.br/safra.asp>.

DAYNARD, T.B. Relationships among black layer formation, grain moisture percentage, and heat unit accumulation in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, n.6, p. 716-9, 1972.

DAYNARD, T.B.; DUNCAN, W.G. The black layer and grain maturity in corn. **Crop Science**, Madison, v.9, n.4, p. 473-6, 1969.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. The development of desiccation tolerance and maximum seed quality during seed maturation in six grain legumes. **Annals of Botany**, New York, v.59, n.1, p. 23-9, 1987.

FAGIOLI, M.; VIEIRA, R.D.; FORNASIERI FILHO, D.; CASAGRANDE, J.R.R. Efeito de genótipos e dos estádios de maturação na qualidade de sementes de

milho. Informativo ABRATES, Londrina, v.9, n. 1/2, p. 32, jul./ago. 1999.

FAGIOLI, M.; VIEIRA, R.D. Avaliação do desenvolvimento de sementes de milho (milk line) pelo teste de condutividade elétrica e lixiviação de nutrientes da solução de embebição. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia, Resumo... Sete Lagoas: ABS/ Embrapa Milho e Sorgo/ Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p.284.

FARIA, M.A.V.; VON PINHO, R.G.; VON PINHO, E.R.; GUIMARÃES, R.M.; FREITAS, F.E.O. Qualidade fisiológica de sementes de milho colhidas em diferentes estádios de “linha de leite”. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.93-104, 2002.

FEESSEL, S.A; MENDONÇA, E.A; CARVALHO, R.V. Maturação fisiológica em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p 191–7, 2001.

GUIMARÃES, R.M. Fisiologia de sementes. Lavras: UFLA-FAEPE, 1999. 132p. (Curso de Especialização Pós-Graduação “Lato Sensu” por Tutoria à Distância).

HALLAUER, A.R.; RUSSELL, W.A. Estimates of maturity and its inheritance in maize. **Crop Science**, Madison, v.2, n.4, p. 289-94,1962.

HUNTER, J.L.; TEKRONY, D.M.; MILES, D.F.; EGLI, D.B. Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of carbon-14 assimilate. **Crop Science**, Madison, v.31, n.5, p. 1309-13,1991.

KNITTLE, K.H.; BURRIS, J.S. Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigor in mayze. **Crop Science**, Madison, v.16, n.6, p. 851-4, 1976.

KRZYZANOSWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. & HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1999.

LEPRINCE, O.; HENDRY, G.A.F.; McKERSIE, B.D. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.3, n.3, p. 231-46, 1993.

MAGARI, R.; KANG, M.S.; ZHANG, Y. Sample size for evaluation field ear moisture loss rate in maize. *Maydica Bergamo*, v.41, n.1, p. 19–24, 1996.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de Plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.: il.(Biblioteca de Ciencias Agrárias Luiz de Queros, v.12).

MCPHERSON, H.G., BROOKING, I.R. The impact weather on scheduling of sweet corn for processing. 2. Variation in crop duration with cultivar, season time of planting and site. *N. Z. J. Crop Horticultural Science*, Madison, v.33, n.1, p. 27–33, 1989.

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. *Journal of Seed Tecnology*, Springfield, v10, n2, p.81-100, 1986.

RENCH, W.F.; SHAW, R.H. Black layer development in corn. **Agronomy Journal**, **Madison**, v.63, n.2, p. 303-5, 1971.

SCHMIDT, J.L., HALLAUER, A.R. Estimating harvest date of corn in the field. **Crop Science**, Madison, v.6 n.1, p. 227–31, 1966.

TEKRONY, D.M.; HUNTER, J.L. Effect of seed maturation and genotype on seed vigor in maize. **Crop Science**, Madison, v.35, n.3, p. 857-62, May/June 1995.

THOMANN, E.B.; SOLLINGER, J.; WHITE, C.; RIVIN, C.J. Accumulation of group3 late embriogenesis abundant proteins in *Zea mays* embryos. Roles of abscisic acid and the viviparous-1 gene product. *Plant Physiology*, Rockville, v.99, n.2, p. 607-14, 1992.

VIEIRA, R.D.; MINOHARA, L.; CARVALHO, N.M.; BERGAMASCHI, M.C.M. Relationship of black layer and milk line development on maize seed maturity. *Siencia Agricola*, Piracicaba, v.52, n.1, p. 142-7, 1995.

VON PINHO, E.V. de R. Tecnologia e produção de sementes. Lavras: UFLAFAEPE, 1997. 75 p. (Curso de Especialização Pós-Graduação “Latu Sensu” por Tutoria à Distância).

ZIEGLER, P. Carbohydrate degradation during germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 447-74.

TABELA 1. Valores médios das características físicas das sementes de milho do parental fêmea (H1), durante a maturação.

Dias Após o Florescimento	Teor de água na colheita	Massa seca das sementes	Peso de mil sementes	Linha do leite			CN
				25	50	75	
	-----%-----	-----g-----	-----g-----	----%---	-----%-----	----%---	---%---
40	43	222	248	9	29	62	1
44	39	232	263	4	12	84	2
48	34	245	274	0	1	99	92
52	28	253	285	0	0	100	99

Linha do leite: 25% da semente com endosperma solidificado; 50% da semente com endosperma solidificado e 75% da semente com endosperma solidificado.

Camada negra: completo desenvolvimento da camada preta, tem uma fina borda preta, em toda a base da semente.

TABELA 2. Valores médios das características físicas das sementes de milho do parental fêmea (H2), durante a maturação.

Dias Após o florescimento	Teor de água na colheita	Massa seca das sementes	Peso de mil sementes	Linha do leite			CN
				25	50	75	
	-----%-----	-----g-----	-----g-----	----%---	-----%-----	----%---	---%---
40	49	247	277	97	3	0	0
44	46	266	298	95	5	0	0
48	44	287	327	93	7	0	0
52	37	329	365	0	8	92	2
56	36	339	385	0	4	96	13
60	34	368	414	0	3	97	26
64	31	369	411	0	0	100	65
68	30	370	411	0	0	100	78
72	25	370	410	0	0	100	99

Linha do leite: 25% da semente com endosperma solidificado; 50% da semente com endosperma solidificado e 75% da semente com endosperma solidificado.

Camada negra: completo desenvolvimento da camada preta, tem uma fina borda preta, em toda a base da semente.

TABELA 3. Valores médios das características físicas das sementes de milho do parental fêmea (H3), durante a maturação.

Dias Após o florescimento	Teor de água na colheita	Massa seca das sementes	Peso de mil sementes	Linha do leite			CN
				25	50	75	
	-----%-----	-----g-----	-----g-----	----%---	-----%-----	----%---	---%---
40	44	213	242	51	47	2	0
44	40	225	261	44	52	4	0
48	38	238	273	0	50	50	0
52	37	244	283	0	22	78	52
56	36	246	285	0	3	97	74
60	33	248	288	0	2	98	89
64	32	242	277	0	0	100	100

Linha do leite: 25% da semente com endosperma solidificado; 50% da semente com endosperma solidificado e 75% da semente com endosperma solidificado.

Camada negra: completo desenvolvimento da camada preta, tem uma fina borda preta, em toda a base da semente.

TABELA 4. Valores médios das características físicas das sementes de milho do parental fêmea (H4), durante a maturação.

Dias Após o florescimento	Teor de água na colheita	Massa seca das sementes	Peso de mil sementes	Linha do leite			CN
				25	50	75	
	-----%-----	-----g-----	-----g-----	----%---	-----%-----	----%---	---%---
40	47	170	194	100	0	0	0
44	44	203	228	96	4	0	0
48	40	213	244	37	6	57	33
52	33	219	250	0	2	100	98
56	32	221	256	0	0	100	100

Linha do leite: 25% da semente com endosperma solidificado; 50% da semente com endosperma solidificado e 75% da semente com endosperma solidificado.

Camada negra: completo desenvolvimento da camada preta, tem uma fina borda preta, em toda a base da semente.

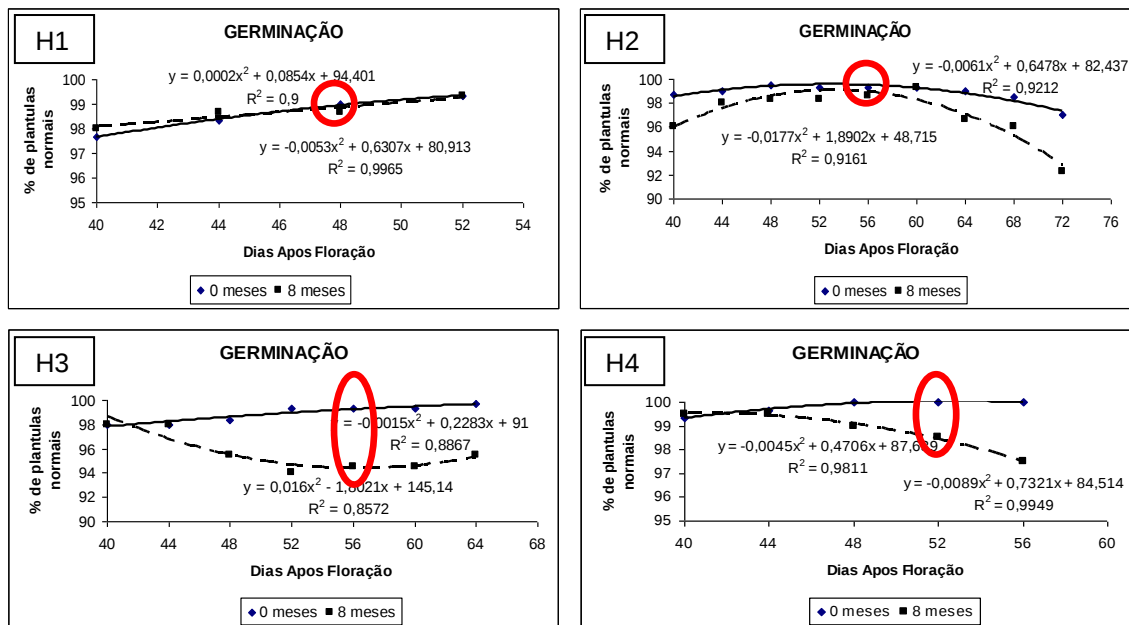


Figura 01. Representação gráfica das equações de regressão para os resultados de germinação (%), em função da época de colheita, para quatro parentais avaliados, após secagem (tempo 0) e após oito meses de armazenamento (tempo 8)

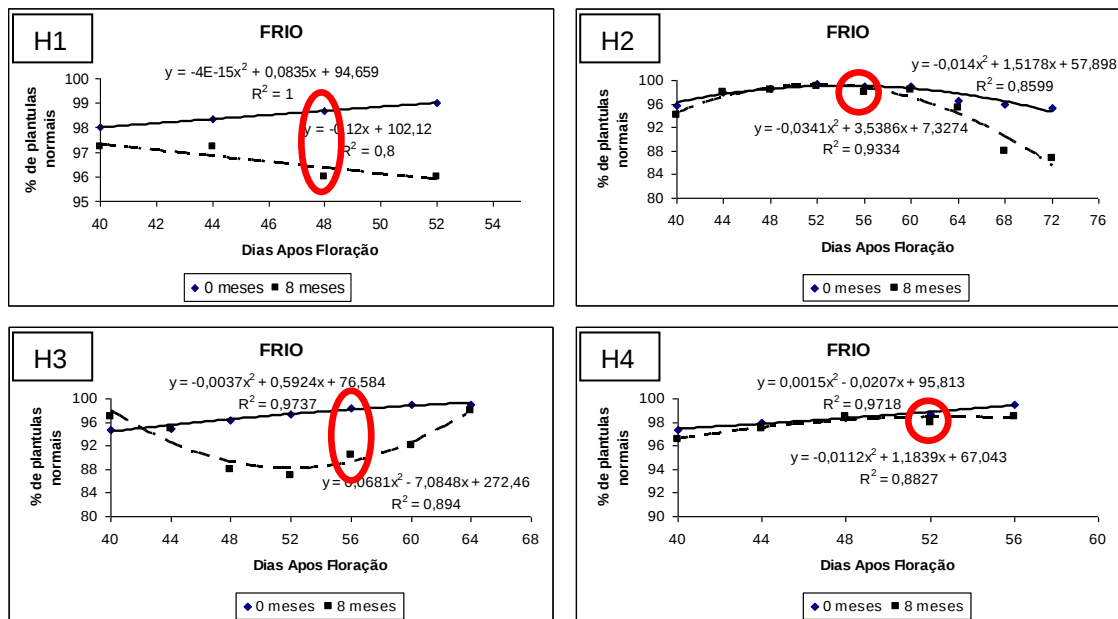


Figura 02. Representação gráfica das equações de regressão para os resultados do teste de frio (%), em função da época de colheita, para quatro parentais avaliados, após secagem (tempo 0) e após oito meses de armazenamento (tempo 8)

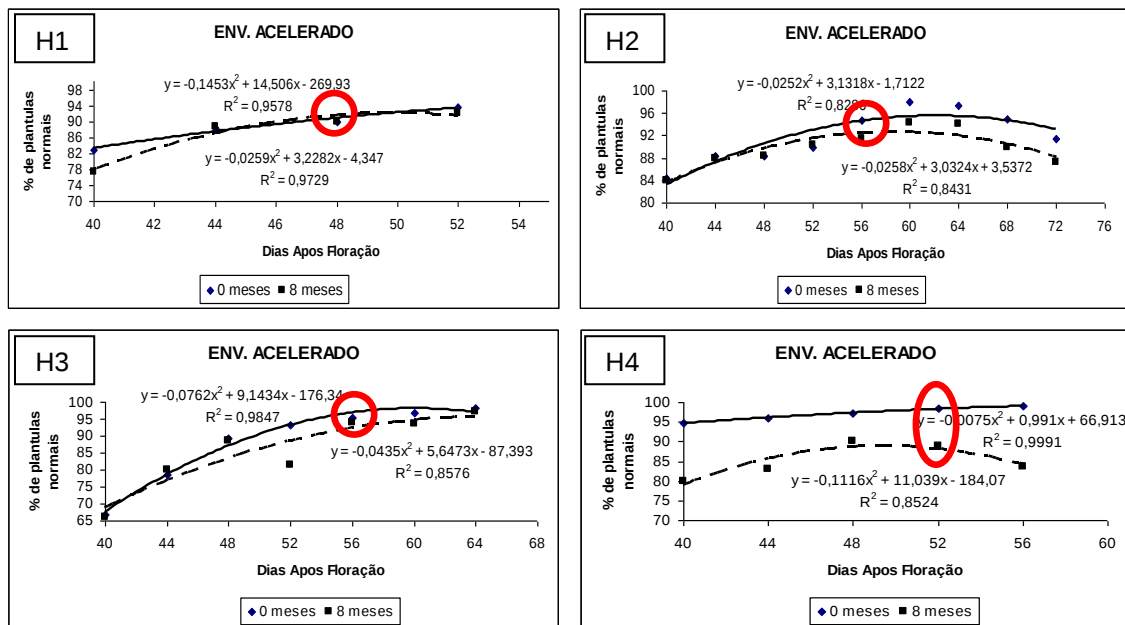


Figura 03. Representação gráfica das equações de regressão para os resultados do teste de envelhecimento acelerado (%), em função da época de de colheita, para quatro parentais avaliados, apos secagem (tempo 0) e apos oito meses de armazenamento (tempo 8)

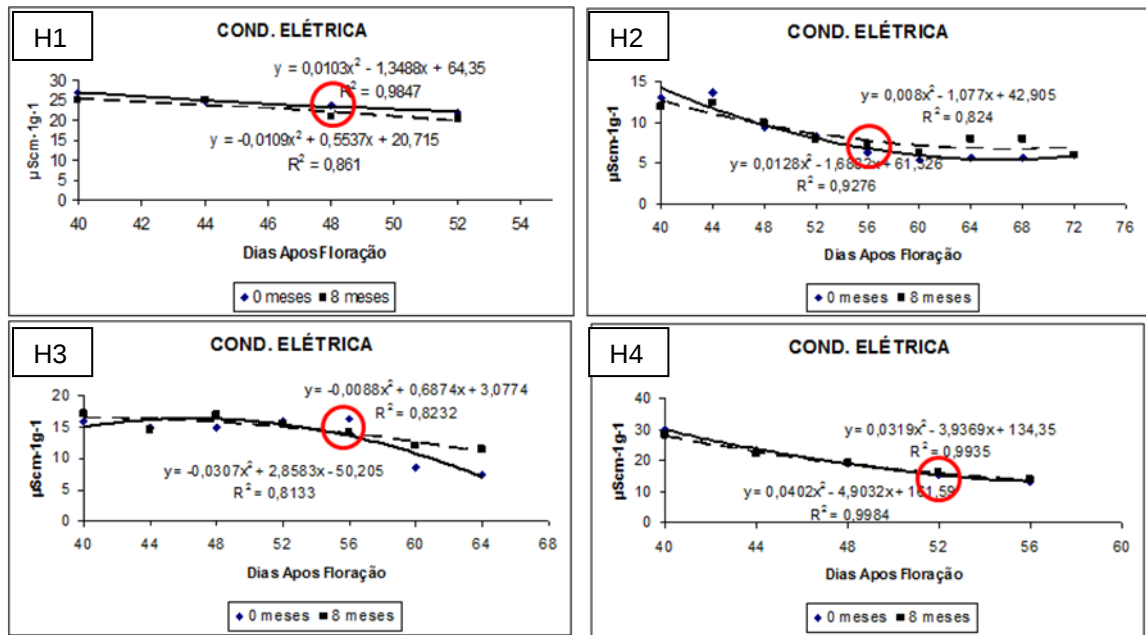


Figura 04. Representação gráfica das equações de regressão para os resultados do teste de condutividade elétrica, em função da época de colheita, para quatro parentais avaliados, após secagem (tempo 0) e após oito meses de armazenamento (tempo 8)