

## 2.1.5.7.

ESTABELECIMENTO DAS MELHORES ÉPOCAS DE COLHEITA  
MECÂNICA DO MILHO, DE ACORDO COM A VARIEDADE,  
O CLIMA, TIPO DE MÁQUINA E POSTERIOR PROCESSAMENTO  
E ARMAZENAMENTO DO PRODUTO

Evandro Chartuni Mantovani \*  
Edwin Orville Finch \*\*  
Willian Dean Reiss \*\*

## INTRODUÇÃO

O milho é largamente cultivado no Brasil, ultrapassando 12 milhões de hectares, área esta especialmente concentrada na região Centro-Sul, responsável por cerca de 18 milhões de toneladas produzidas.

A demanda do produto, tanto pelo mercado interno como externo, são fatores altamente estimulantes ao aumento de rendimento e produção total da cultura.

Por outro lado, nas regiões onde o milho é cultivado em extensas áreas, a escassez e o elevado custo de mão-de-obra são fatores que oneram o custo de produção e mesmo afetam a produtividade do milho.

Segundo TOSELLO (1960), em nosso país, dada a deficiência no emprego de técnica agrônômica, a produtividade é muito baixa. Nestas condições, para que a mecanização agrícola tenha êxito, é necessário primeiramente aumentar a produtividade. Deve-se considerar que a mecanização é mais uma consequência da melhoria da produtividade do que a sua causa.

GILES (1974) notou que na Inglaterra e Japão a produtividade aumenta numa taxa maior que a mecanização até certo nível, a partir do qual a mecanização passou a aumentar em taxa maior que a produtividade. Ele acredita que para outros países seria mais justificável mecanizar numa ta-

---

\* Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA, Caixa Postal, 151 - CEP 35700 - Sete Lagoas, MG.

\*\* Professores Associados da Universidade de Purdue - Convênio - USAID/PURDUE/EMBRAPA.

xa intermediária. Julgamos que seja o caso do Brasil, onde certos fatores (expansão da fronteira agrícola, da indústria de máquinas agrícolas, da disponibilidade de implementos agrícolas no mercado, incentivos governamentais para investimentos no setor agro-industrial) nos levam a adotar este raciocínio.

Quando se fala em aumento de produtividade e, conseqüentemente, da produção de milho, a colheita mecânica aparece para complementar o sis tema de produção e melhorar as condições de trabalho. Para que se tenha um bom rendimento, há que considerar fatores de ordem direta: topografia do terreno, arquitetura da planta, umidade, ou indireta: precipitação, tem peratura, velocidade do vento, radiação solar.

O presente trabalho tem como objetivo principal:

- estabelecer as melhores épocas de colheita mecânica de milho, levando-se em consideração a variedade, o clima, o tipo de máquina, porcentagem admissível de perdas, danos mecânicos e pos terior processamento e armazenamento do produto.

#### REVISÃO DE LITERATURA

SITERLEY (1966) formulou um critério baseado em informações que levam em conta precipitação, umidade relativa do ar, temperatura do ar, velocidade do vento e radiação solar. Baseado nestes fatores, decide-se se um dia é favorável ou não para a colheita.

NEWMAN (1966) encontrou uma correlação direta entre dias de precipitação de 0,25 cm ou mais com dias favoráveis para colheita, não que o limite 0,25 cm previna a colheita, mas porque, precipitações maiores fariam a máquina ficar fora do campo. Como parte desta análise, foi estimado o número médio de dias com 0,25 cm de chuva ou mais durante outubro e novembro dos estados Centro-Norte dos EUA.

Segundo JOHNSON e LAMP (1966), há várias tentativas de se caracterizar períodos de colheita e cada uma se caracteriza por experiências de maior ou menor profundidade. Elas dizem pouco sobre o que esperar durante algum ano específico, mas servem como guias. Em qualquer evento, a caracterização do período da colheita mecânica requer estudo de probabili dades, o fazendeiro deve decidir em que época vai proceder sua operação de colheita, conscientizando-se do nível de risco que vai assumir com a programação que desenvolveu, seja por perda de grão, atrasos na colheita ou respectivos efeitos.

Segundo SMITH (1967) alguns fatores afetam o rendimento das máquinas de colher milho: característica da planta, época de colheita e velocidade de marcha da máquina de colher.

BAINER (1955) obteve os seguintes resultados em Nebraska, EUA, sobre perdas: colheita manual, 1,25% e colheita mecânica 10%.

RYG *et alii* (1970) estabeleceram que o nível aceitável de perdas

para milho, nos EUA, é em torno de 190 kg/ha e que a velocidade de colheita na faixa de 4,5 a 5,8 km/h se tem a menor perda de espiga.

Como se verifica pelos registros históricos, a mecanização sempre apareceu lado a lado com os trabalhos da genética ao conseguir novas variedades, e com o desenvolvimento de culturas em maiores áreas e com melhores produtos. Para tanto, é necessário obter-se plantas de porte baixo, resistentes ao acamamento e um pouco mais precoces.

Os cultivares em comercialização no Brasil atualmente são de portes altos, tardios e pouco resistentes ao acamamento. Há necessidade, portanto, de se obter populações com as características desejáveis e que possam ser utilizadas como fonte de linhagens.

Trabalhos de PATERNIANI (1971), LEITE (1973), GALVÃO (1973), mostram as perspectivas do gen braquítico-2 para abaixar o porte de planta, bem como material mais apto a plantios mais densos. Foi obtido o cultivar Piranão, contendo o gen *br2*, que se mostrou muito promissor, principalmente por apresentar:

- 1) boa produtividade;
- 2) baixa altura das plantas e das espigas;
- 3) maior diâmetro do colmo; e
- 4) maior eficiência produtiva, possibilitando a sua utilização em plantios mais densos.

#### MATERIAL E MÉTODO

Foram usadas terminologias para componentes, desempenhos e danos de colhedoras de acordo com a ASAE Standard 5343, que recomenda também que os testes sejam feitos na faixa de 15 até 30% de umidade do grão. Os testes foram feitos em faixas de teores de umidade da seguinte maneira:

- 1) 22 - 25%;
- 2) 17 - 20%; e
- 3) 30 dias após, a fim de alcançar condições climáticas idênticas à prática muito usada no Brasil.

A ampla diferença de arquitetura entre variedades atuais e também aquelas melhoradas no Brasil, constitui uma variável importante a ser estudada; por isto os testes incluíram variedades com as seguintes características:

- Piranão, material de porte baixo, com gen braquítico 2
- Cargill lll, material de porte alto.

Para se obter épocas diferentes de maturidade e diminuir riscos climáticos, foram necessárias três datas de plantio. O delineamento foi em blocos casualizados com esquema fatorial, cujos fatores são M, C, V, B, respectivamente com 2, 3, 2, 3, níveis em três repetições (M - máquina, C - colheita, V - variedade e B - bloco).

Uma consideração para trabalhos deste tipo é que o comprimento da área seja de tal forma que a colhedeira possa desenvolver-se bem na cultura, para se observar o seu desempenho. Para este trabalho foram usadas duas colhedeadas: uma automotriz Case 960 e outra acoplada ao trator, Penha CLM 350.

A área disponível para cada amostra foi de 0,1 ha. Desta maneira cada máquina foi testada numa área total de 5,4 ha.

As colhedeadas foram ajustadas no campo antes que as medidas de perdas fossem iniciadas. Os ajustes seguiram as recomendações das fábricas e experiências de pesquisas realizadas na região do Corn Belt nos Estados Unidos, da seguinte maneira:

**Rotação do motor** - deve ser ajustada dentro dos limites do mecanismo de controle, para manter um bom funcionamento do cilindro trilhador e da unidade de separação;

**Rotação do cilindro trilhador** - deve ser ajustada de acordo com as recomendações da fábrica e reajustadas com variações de até 25 rpm, de modo que a melhor condição seja obtida;

**Distância entre cilindros e concavidades** - deverá ser ajustada de acordo com as recomendações da fábrica e reajustadas com variações de até dois mm de modo que a melhor condição seja obtida;

**Abertura das chapas que retiram as espigas da planta** - deverá ser bem ampla, não permitindo que as espigas saiam; todas as linhas deverão ter os mesmos ajustes;

**A corrente que direciona as plantas** - deverá ficar visivelmente a seis mm lateralmente às chapas que retiram as espigas;

**Os rolos deverão** - ser ajustados para que a espiga seja coletada quando estiver a 2/3 de seu comprimento;

**Os bicos da plataforma serão** ajustados da seguinte maneira: o bico central deverá tocar levemente o terreno, de modo que a corrente fique dez mm acima; os outros bicos deverão ficar mais ou menos cinco mm abaixo do central; e

Velocidade da unidade de separação - deve ter regulagem de fábrica e os ajustes de ventilação serão feitos para melhorar a limpeza e obter menor perda de grãos.

A operação da colhedeira no campo deve seguir as seguintes normas:

1. a altura da plataforma deve ser controlada de maneira que os bicos da mesma toquem levemente o terreno;
2. o delineamento da plataforma de colheita com a linha da cultura deverá ser o mais certo possível; e
3. a velocidade de deslocamento da colhedeira deve ser controlada na faixa de 4,5 a 5,8 km/h.

As medidas determinadas foram as seguintes:

**Fatores da cultura:** Stand final, plantas tombadas, altura da planta, diâmetro do colmo, altura da espiga, diâmetro da espiga e produção. A taxa de secagem (umidade de grão dia a dia) no campo também foi anotada para que se tivesse controle total da umidade do grão.

**Fatores da colheita:** perdas de espiga, perda de grãos, perdas invisíveis, material estranho, danos mecânicos de grãos, e umidade de grãos, considerando como níveis aceitáveis os seguintes:

- perda de espiga .....	=	0 - 60 kg/ha
- perda de grãos .....	=	24 - 60 kg/ha
. perda de grãos ocasionada pelo rolo espigador .....	=	12 - 30 kg/ha
. perda por separação .....	=	12 - 30 kg/ha
- perda de grãos no sabugo, ocasionada pelo cilindro .....	=	12 - 30 kg/ha
- perda total .....	=	36 - 150 kg/ha

**Parâmetros de operação da colhedeira:**

- rotação do motor
- rotação do cilindro trilhador
- ajuste do cilindro e concavidade
- ajuste da corrente que direciona as espigas
- abertura da chapa que retira espigas
- ajuste dos rolos que retiram as espigas
- ajuste dos bicos da plataforma
- verificação da distância entre linhas da plataforma e da cultura (devem ser iguais).

Perdas de espigas antes e depois da colheita foram medidas, contando todas as espigas caídas em uma área de 50 m<sup>2</sup>, de acordo com o se-

guinte (Quadro 1 e Figura 1).

QUADRO 1. Comprimento da fileira em m por 50 m<sup>2</sup>.

Espaçamento (m)	Nº de fileiras do cabeçote					
	uma fileira	duas fileiras	três fileiras	quatro fileiras	seis fileiras	oito fileiras
0,75	66,6	33,3	22,2	16,65	11,10	
1,00	90	25	16,6	12,5		

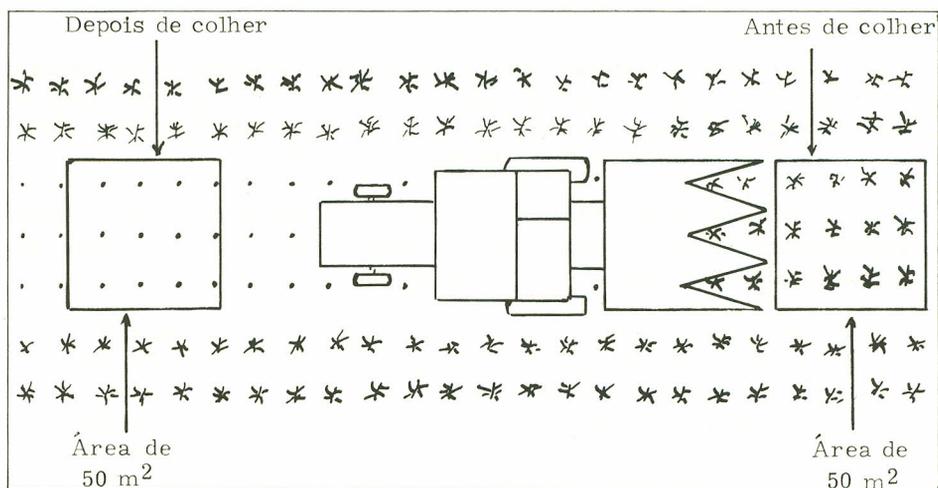


FIGURA 1. Determinação de perda de espiga.

A perda de grãos foi determinada contando-se os grãos caídos dentro da área de 1 m<sup>2</sup> delimitada por uma moldura cujas dimensões são em função do espaçamento usado no plantio. (Quadro 2).

QUADRO 2. Dimensões da moldura usada para determinar perda de grãos.

Espaçamento (m)	Dimensões da moldura (m)
0,75	0,75 × 1,33
1,00	1,00 × 1,00

Há três tipos de perdas:

1. Perdas de grãos atrás da máquina.
2. Perdas de grãos no sabugo ocasionadas pelo cilindro, caídos atrás da máquina.
3. Perdas de grãos, ocasionadas pelo rolo espigador, caídos na frente da plataforma.

As perdas foram coletadas da seguinte maneira, como mostra na Figura 2.

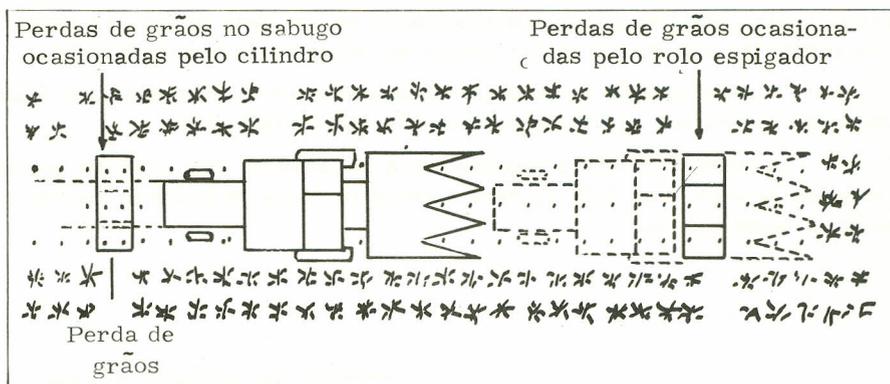


FIGURA 2. Determinação de perda de grãos.

Após a coleta no campo, os grãos e espigas foram pesados e as perdas comparadas com os níveis aceitáveis.

Todos os testes de colheita foram feitos entre as 13 horas e 16 horas para evitar variações no desempenho das colhedadeiras, e de modo a associar as condições meteorológicas do dia em que a colheita foi feita.

Os danos mecânicos sofridos pelos grãos durante a colheita estão sendo estimados e serão objeto de trabalho posterior.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se executar o presente trabalho, foram efetuados plantios em três épocas distintas a fim de se obter grãos em três faixas de teores de umidade e para que a colheita pudesse ser conduzida em épocas diferentes, com o propósito de estabelecer a melhor ocasião de colheita.

Entretanto, no decorrer do ciclo, a cultura sofreu ataque severo de *Spodoptera sp.* (lagarta do cartucho), que destruiu parte do experimento, tendo sido necessário um novo plantio, que resultou no quarto plantio. No local onde foi instalado o experimento, havia anteriormente capim elefante, que não foi totalmente eliminado com o preparo de solo. O capim remanescente competiu com o milho, chegando a ficar de porte mais elevado que este, dificultando a colheita. Outro problema encontrado foi a demora na chegada da colhedeira, falta de assistência técnica especializada e treinamento insuficiente de mão-de-obra para pesquisa de campo.

Devido a estes problemas, perderam-se três épocas de plantio, aproveitando-se somente o quarto plantio, no qual foram feitos testes em duas faixas de teores de umidade de grãos, com os resultados que vêm a seguir. Logo, neste primeiro ano de experimentação não se pode atingir os objetivos propostos que era de se determinar as melhores épocas de colheita.

A determinação da queda progressiva do teor de umidade dos grãos no campo é mostrada na Figura 3, para híbrido Cargill 111.

A colheita, para a segunda faixa de umidade, foi iniciada quando os grãos estavam com 18% e, para a terceira faixa de umidade, quando os grãos estavam a 15%.

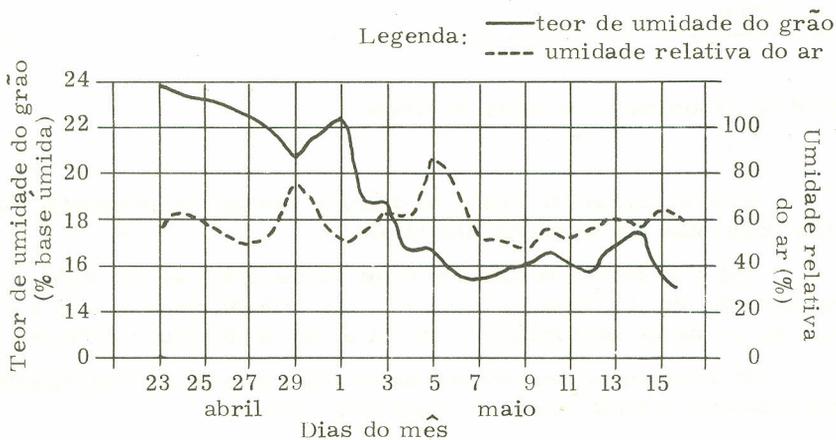


FIGURA 3. Queda progressiva no teor de umidade dos grãos da variedade Cargill 111 no campo.

Pelo Quadro 3, observa-se que as maiores perdas se concentraram na fileira central. Este fato deve-se ao seguinte: na máquina CASE, os dois condutores de espigas para o cilindro são localizados no centro da pla

taforma. Esses condutores são constituídos de material muito duro, que gira com o tubo de condução de espigas das outras fileiras, ocasionando a retirada de grãos da espiga antes da mesma entrar na máquina. Este fato é bastante acentuado ao chegar no final da fileira, quando o fluxo de espigas no condutor é interrompido. Para a colhedeira Penha, nota-se que há uma perda acentuada de grãos, devido a separação ser somente através de ventilação. Por outro lado, nesta máquina não há perda de grãos no sabugo, o que se pode atribuir ao bom sistema de debulha que possui.

Entretanto, dentro da máquina Penha, CLM 350 é quase certo que os grãos sofram grande impacto, embora este fato não tenha sido confirmado.

Notou-se uma apreciável perda de grãos devido à má vedação na máquina.

Comparando-se os dados dos Quadros 3, 4, 5, 6 e 8 com os níveis aceitáveis de perdas indicados por BYG *et alii* (1970) verifica-se que as perdas de grãos na frente da máquina ocasionadas pelo rolo espigador, para as duas máquinas, e a perda de grãos para o caso da máquina Case 960 apresentaram-se dentro dos níveis aceitáveis, enquanto que em todos os outros casos, exceto perdas de grãos no sabugo durante a colheita com a máquina Penha, que foram nulas, as perdas foram bem maiores que as admissíveis.

Para diminuir as perdas de grãos no sabugo, na máquina Case, quando os grãos têm alto teor de umidade, tem-se que diminuir a distância entre o cilindro e o côncavo e para grãos com baixo teor de umidade esta distância deve ser aumentada.

As perdas de espiga podem ser atribuídas aos seguintes fatores: número de plantas/ha, número de espigas/planta, número de plantas acamadas (Quadro 7), número de plantas quebradas (Quadro 7), diâmetro do colmo, altura de planta, altura de inserção da espiga na planta, altura de plataforma, teor de umidade do grão e variedade. Para correlacionar a perda de espigas em função destes fatores, está sendo estudado um modelo matemático, através do qual se poderá saber de que forma estes fatores contribuem em conjunto e isoladamente no processo.

Através de observações de campo, notou-se que a colhedeira Penha, devido ao desenho de sua plataforma e à altura de corte permite pouca regulação. Para variedades de porte baixo e grãos com baixo teor de umidade, a espiga é tombada, não sendo colhida, batendo na chapa do cabeçote e sendo arremessada ao campo. A colhedeira Penha dificilmente consegue colher quando as plantas estão acamadas (45º ou mais) ou quebradas, devido a pouca variação que a máquina permite quanto à altura de corte (40 - 60 cm).

Para a máquina Penha, CLM 350 um dos pontos críticos para boa condução da colheita é o alinhamento das fileiras. O tipo de desenho da plataforma frontal da máquina dificultará a colheita quando as plantas estão desalinhadas.

Para a colhedeira Case de três fileiras, um dos pontos críticos é a uniformidade no espaçamento. O plantio deve ser feito com plantadei-

ras de três linhas ou pelo uso de um marcador, para manter o espaçamento requerido pela máquina.

#### CONCLUSÕES

- As perdas de grãos, perdas de grãos no sabugo ocasionadas pelo cilindro e perdas de grãos ocasionadas pelo rolo espigador parecem ser atribuídas à má regulagem da máquina, em função da variedade a ser colhida.
- É possível que as perdas de espigas se devam principalmente à falta de homogeneidade nas características de uma mesma variedade (altura de planta, diâmetro de colmo, altura de inserção de espigas, etc).
- As duas máquinas apresentam detalhes de desenho que possivelmente ocasionam aumento nas perdas de espiga durante a colheita:
  - Máquina Penha CLM 350: altura de corte somente na faixa de 40-60 cm.
  - Máquina Case 960: o tipo de plataforma frontal ocasiona perda de espigas, devido à forma dos bicos, possivelmente.
- Os resultados apresentados no trabalho são preliminares e incompletos quanto ao fato de não terem atingido plenamente os objetivos propostos.

#### LITERATURA CITADA

- BAINER, R.; KEPNER, A.; BARGER, E. L. Principles of farm machirery. New York, J. Wiley, 1955. Citado por: TOSELLO, A. Curso de tratores e maquinária agrícola. Viçosa, UREMG, 1960. p. 20.
- BYG, D. M.; GILL, E.; HENRY, J. E.; JOHNSON, W. H. Guidelines for improved machine efficiency when field shelling corn. St. Joseph, Mich., American Society of Agricultural Engineers, 1970. 7p. (Paper, 70.605).
- GALVÃO, D. J. & PATERNIANI, E. Comportamento comparativo entre o milho Pirãão e milhos normais em diferentes densidades de sementeira e níveis de nitrogênio. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Instituto de Genética, 1973. p. 50-61. (Relatório científico, 7).
- GILES, G. W. Two basic concerns methods to assess future requirements of agricultural equipments. Ibadan, Nigeria, IITA, 1974. 12p.
- JOHNSON, W. H. & LAMP, B. Principles, equipment and systems for corn harvesting. Wooster, Ohio, Agricultural Consulting Associates, 1966. 104p.

- LEITE, D. R. Comportamento de milho (*Zea mays L.*) Braquítico-2 em diferentes densidades de plantio. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1973. 58p. (Tese de mestrado).
- NEWMAN, J. E. The weather risk during the corn harvest. Implement & Tractor, 78:21-2, 1963. Citado por: JOHNSON, W. R. & LAMP, B. J. Principles, equipment and systems for corn harvesting. Wooster, Ohio, Agricultural Consulting Associates, 1966. p.104.
- PATERNIANI, E. Comportamento de milho de porte baixo em duas densidades de plantio. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Instituto de Genética, 1971. p. 133-5. (Relatório científico, 5)
- SITTERLEY, W. H. & BERE, R. The effect of weather on the days available to do selected crop operations. [s. l.] Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, 1960. (Mimeograph Bulletin, 313). Citado por: JOHNSON, W. H. & LAMP, B. Principles, equipment and systems for corn harvesting. Wooster, Ohio, Agricultural Consulting Associates, 1966. p. 104.
- SMITH, H. P. Maquinaria y equipo agrícola. Barcelona, Omega, 1967. p. 397-8.
- TERMINOLOGY for combines and grain harvesting. Agricultural Engineers Yearbook, Saint Joseph, 1975. p. 387-9.
- TOSELLO, A. Curso de tratores e máquinas agrícolas. Viçosa, UREMG, 1960. 32p. (ETA-PROJETO-55).