

## Capítulo 3. Aspectos Fisiológicos do Milho para o Consumo Verde

---

*Paulo César Magalhães<sup>1</sup>  
Frederico Ozanan Machado Durães<sup>1</sup>*

### 3.1. Germinação e Emergência

Em condições normais de campo, as sementes plantadas absorvem água, incham e começam a crescer. A radícula é a primeira a se alongar, seguida pelo coleóptilo, com plúmula incluída. Esse estágio, conhecido como VE, é atingido pela rápida alongação do mesocótilo, o qual empurra o coleóptilo em crescimento para a superfície do solo. Em condições de temperatura e umidade adequadas, a planta emerge dentro de 4 a 5 dias, porém, em condições de baixa temperatura e pouca umidade, a germinação pode demorar até duas semanas ou mais. Assim que a emergência ocorre e a planta expõe a extremidade do coleóptilo, o mesocótilo pára de crescer.

O sistema radicular seminal, que são as raízes oriundas diretamente da semente, tem o seu crescimento nessa fase e a profundidade onde elas se encontram depende da profundidade do plantio. O crescimento dessas raízes, também conhecido como sistema radicular temporário, diminui após o estágio VE e praticamente não existe no estágio V3 (três folhas desenvolvidas).

O ponto de crescimento da planta de milho, nesse estágio, está localizado cerca de 2,5 a 4,0 cm abaixo da superfície do solo e se encontra logo acima do

---

<sup>1</sup>*Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151. 35701-970 Sete Lagoas, MG. E-mail: pcesar@cnpms.embrapa.br; fduraes@cnpms.embrapa.br*

mesocótilo. Essa profundidade onde se acha o ponto de crescimento é também a profundidade onde vai se originar o sistema radicular definitivo do milho, conhecido como raízes nodais ou fasciculada. A profundidade do sistema radicular definitivo independe da profundidade de plantio, uma vez que a emergência da planta vai depender do potencial máximo de alongamento de mesocótilo, conforme pode ser visto na Figura 3.1 (Ritchie & Hanway, 1989).



**Figura 3.1.** Três profundidades de plantio, mostrando detalhe do alongamento do mesocótilo.

O sistema radicular nodal se inicia, portanto, no estágio VE e o alongamento das primeiras raízes se inicia no estágio V1, indo até o R3, após o qual muito pouco crescimento ocorre (Magalhães et al., 1994).

No milho, não é constatada a presença de fatores inibitórios ao processo de germinação, visto que, sob condições ótimas de umidade, os grãos podem germinar imediatamente após a maturidade fisiológica, mesmo ainda estando presos a espiga.

Em síntese, na germinação ocorre a embebição da semente, com a conseqüente digestão das substâncias de reserva, síntese de enzimas e divisão celular.

Baixa temperatura no plantio geralmente restringe absorção de nutrientes do solo e causa lentidão no crescimento. Esse fato pode ser parcialmente superado por uma aplicação de pequena quantidade de fertilizante no sulco de plantio, ao lado ou abaixo da semente (Aldrich et al., 1982).

A lentidão na germinação predispõe a semente e a plântula a uma menor resistência a condições ambientais adversas, bom como ao ataque de patógenos, principalmente fungos do gênero *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytium* e *Macrophomina*. Para uma germinação e emergência mais rápidas, em plantio mais cedo, deve-se optar por uma profundidade de plantio mais rasa, onde a temperatura do solo é mais favorável. Em plantios tardios, as temperaturas do solo são geralmente adequadas em qualquer profundidade e a umidade do solo, nesse caso, é o fator limitante para rápido crescimento (Ritchie & Hanway, 1989; Aldrich et al., 1982).

Se a irrigação está disponível ou uma chuva recente aconteceu, não há com o que se preocupar. No entanto, na falta dessas situações, as camadas mais profundas do solo possuem maior teor de umidade nos plantios tardios.

### **3.2. Estádio V3 (Três folhas desenvolvidas, Figura 3.2)**

O estágio de três folhas completamente desenvolvidas ocorre com aproximadamente duas semanas após o plantio. Nesse estágio, o ponto de crescimento ainda se encontra abaixo da superfície do solo e a planta possui pouco caule formado (Figura 3.3). Pêlos radiculares do sistema radicular nodal estão agora em crescimento e o

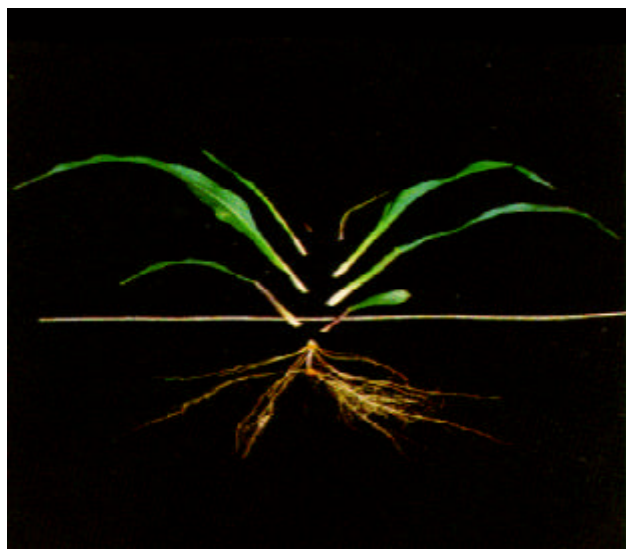
desenvolvimento das raízes seminais é paralisado (Magalhães et al., 1994).



**Figura 3.2.** Estádio de três folhas completamente desenvolvidas.

Todas as folhas e espigas que a planta eventualmente irá produzir estão sendo formadas no V3. Pode-se dizer, portanto, que o estabelecimento do número máximo de grãos ou a definição da produção potencial estão sendo definidos nesse estágio. No estágio V5 (cinco folhas completamente desenvolvidas), tanto a iniciação das folhas como das espigas vai estar completa e a iniciação do pendão já pode ser vista microscopicamente na extremidade de formação do caule, logo abaixo da superfície do solo (Magalhães et al., 1994).

O ponto de crescimento, que se encontra abaixo da superfície do solo, é bastante afetado pela temperatura do solo nesses estádios iniciais do crescimento vegetativo.



**Figura 3.3.** Planta no estágio V3, mostrando o ponto de crescimento abaixo da superfície do solo.

Assim, temperaturas baixas podem aumentar o tempo decorrente entre um estágio e outro, alongando o ciclo da cultura, podendo aumentar o número total de folhas, atrasar a formação do pendão e diminuir a disponibilidade de nutrientes para a planta. Uma chuva de granizo ou vento nesse estágio vai ter muito pouco ou nenhum efeito na produção final de grãos. Disponibilidade de água nesse estágio é fundamental; por outro lado, o excesso de umidade ou encharcamento, quando o ponto de crescimento ainda se encontra abaixo da superfície do solo, pode matar a planta em poucos dias (Ritchie & Hanway, 1989, Aldrich et al., 1982).

Controle de plantas daninhas nessa fase é fundamental para reduzir competição por luz, água e nutrientes. Como o sistema radicular está em pleno desenvolvimento, mostrando considerável porcentagem de pêlos absorventes e ramificações diferenciadas, operações inadequadas de cultivo (profundas ou próximas à planta)

poderão afetar a densidade e a distribuição de raízes, com conseqüente redução na produtividade. Portanto, é recomendada cautela no cultivo.

### **3.3. Estádio V6 (Seis folhas desenvolvidas, Figura 3.4)**



**Figura 3.4.** Estádio de seis folhas completamente desenvolvidas.

Nesse estágio, o ponto de crescimento e o pendão estão acima do nível do solo (Figura 3.5) e o colmo está iniciando um período de alongação acelerada. O sistema radicular nodal (fasciculado) está em pleno funcionamento e em crescimento.

Nesse estágio pode ocorrer o aparecimento de eventuais perfilhos, os quais encontram-se diretamente ligados à base genética da cultivar, ao estado nutricional da planta, ao espaçamento adotado, ao ataque de pragas e às alterações bruscas de temperatura (baixa ou alta). No entanto, existem poucas evidências experimentais que

demonstram a sua influência negativa na produção (Magalhães et al., 1995).



**Figura 3.5.** Planta no estágio V6, mostrando o ponto de crescimento acima da superfície do solo.

No estágio V8, inicia-se a queda das primeiras folhas e o número de fileiras de grãos é definido. Durante esse estágio, constata-se a máxima tolerância ao excesso de chuvas. No entanto, encharcamento por períodos de tempo maior que cinco dias poderão acarretar prejuízos consideráveis e irreversíveis.

Estresse hídrico nessa fase pode afetar o comprimento de internódios, provavelmente pela inibição da alongação das células em desenvolvimento, concorrendo, desse modo, para a diminuição da capacidade de armazenagem de açúcares no colmo. O déficit de água também vai resultar em colmos mais finos, plantas de menor porte e menor área foliar (Magalhães et al., 1998).

Evidências experimentais demonstram que a distribuição total das folhas expostas nesse período, mediante ocorrência de granizo, geada, ataque severo de pragas e doenças, além de outros agentes, acarretará quedas na produção da ordem de 10 a 25% (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Períodos secos, aliados à conformação da planta, característica dessa fase (conhecida como fase do “cartucho”), conferem à cultura do milho elevada suscetibilidade ao ataque da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), exigindo constante vigilância. De V6 até o estágio V8, deverá ser aplicada a adubação nitrogenada em cobertura (Ritchie & Hanway, 1989; Aldrich et al., 1982).

### **3.4. Estádio V9**

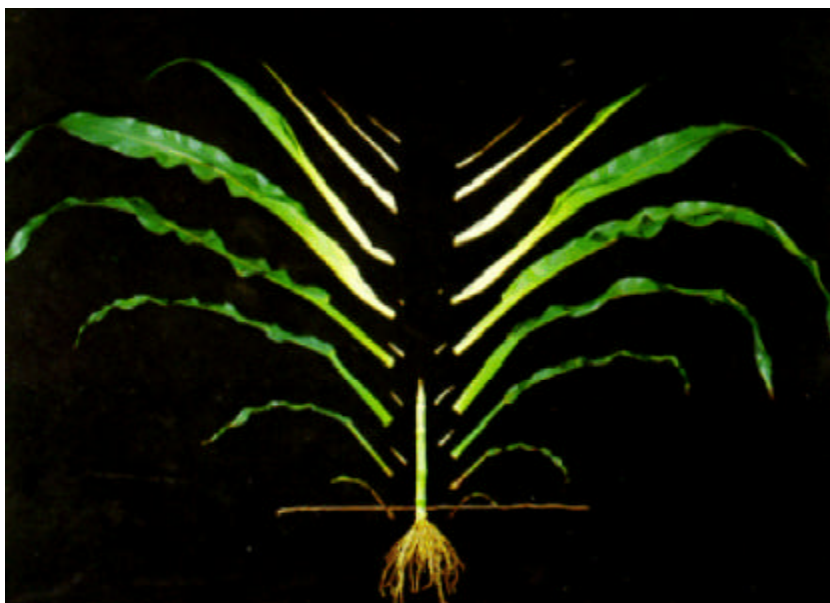
Nesse estágio, muitas espigas são facilmente visíveis se for feita uma dissecação da planta (Figura 3.6.). Todo nó da planta tem potencial para produzir uma espiga, exceto os últimos seis a oito nós abaixo do pendão. Assim, uma planta de milho teria potencial para produzir várias espigas, porém, apenas uma ou duas (caráter prolífico) conseguem completar o crescimento.

Nesse estágio, ocorre alta taxa de desenvolvimento de órgãos florais. O pendão inicia um rápido desenvolvimento e o caule continua alongando. A alongação do caule ocorre através dos entrenós. Após o estágio V10, o tempo de aparição entre um estágio foliar e outro vai encurtar, geralmente ocorrendo a cada dois ou três dias (Ritchie & Hanway, 1989; Magalhães et al., 1994).

Próximo ao estágio V10, a planta de milho inicia um rápido e contínuo crescimento, com acumulação de nutrientes e peso seco, os quais continuarão até os



estádios reprodutivos. Há uma grande demanda no suprimento de água e nutrientes, para satisfazer as necessidades da planta (Magalhães & Jones, 1990a).



**Figura 3.6.** Estádio V9, mostrando detalhes de várias potenciais espigas.

### **3.5. Estádio V12**

O número de óvulos (grãos em potencial) em cada espiga, assim como o tamanho da espiga, são definidos em V12, quando ocorre perda de duas a quatro folhas basais. Pode-se considerar, que nessa fase, inicia-se o período mais crítico para a produção, o qual estende-se até a polinização.

O número de fileiras de grãos na espiga já foi estabelecido; no entanto, o número de grãos/fileira só será determinado cerca de uma semana antes do florescimento, em torno do estágio V17 (Magalhães et al., 1994).

Em V12, a planta atinge cerca de 85% a 90% da área foliar, e se observa o início de desenvolvimento das raízes adventícias (“esporões”).

Devido ao número de óvulos e ao tamanho da espiga serem definidos nessa fase, a deficiência de umidade ou nutrientes pode reduzir seriamente o número potencial de sementes, assim como o tamanho das espigas a serem colhidas. O potencial desses dois fatores de produção está também relacionado com o período de tempo disponível para o estabelecimento deles, o qual corresponde ao período de V10 a V17. Assim, genótipos precoces geralmente, nesses estádios, possuem um período mais curto de tempo e usualmente têm espigas menores que as dos genótipos tardios. Uma maneira de compensar essa desvantagem dos precoces seria aumentar a densidade de plantio (Ritchie & Hanway, 1989).

### **3.6. Estádio V15**

Esse estágio representa a continuação do período mais importante e crucial para o desenvolvimento da planta, em termos de fixação do rendimento. Desse ponto em diante, um novo estágio foliar ocorre a cada um ou dois dias. Estilos-estigmas iniciam o crescimento nas espigas.

Em torno do estágio V17, as espigas atingem um crescimento tal que suas extremidades já são visíveis no caule, assim como a extremidade do pendão já pode também ser observada (Magalhães et al., 1994).

Estresse de água ocorrendo no período de duas semanas antes até duas semanas após o florescimento vai causar grande redução na produção de grãos. Porém, a maior redução na produção poderá ocorrer com déficit hídrico na emissão dos estilos-estigmas (início de R1). Isso é verdadeiro também para outros tipos de estresse, como

deficiência de nutrientes, alta temperatura ou granizo. O período de quatro semanas em torno do florescimento é o mais importante para a irrigação (Magalhães et al., 1995).

### **3.7. Estádio V18**

É possível observar que os “cabelos” ou estilos-estigmas dos óvulos basais alongam-se primeiro em relação aos “cabelos” dos óvulos da extremidade da espiga. Raízes aéreas, oriundas dos nós acima do solo, estão em crescimento nesse estágio. Essas raízes contribuem na absorção de água e nutrientes.

Em V18, a planta do milho se encontra a uma semana do florescimento e o desenvolvimento da espiga continua em ritmo acelerado.

Estresse hídrico nesse período pode afetar mais o desenvolvimento do óvulo e espiga que o desenvolvimento do pendão. Com esse atraso no desenvolvimento da espiga, pode haver problemas na sincronia entre emissão de pólen e recepção pela espiga. Caso o estresse seja severo, ele pode atrasar a emissão do “cabelo” até a liberação do pólen terminar, ou seja, os óvulos que porventura emitirem o “cabelo” após a emissão do pólen não serão fertilizados e, por conseguinte, não contribuirão para o rendimento (Magalhães et al. 1994; Magalhães et al., 1995; Magalhães et al., 1999).

Híbridos não prolíficos produzirão cada vez menos grãos com o aumento da exposição ao estresse, porém, tendem a render mais que os prolíficos em condições não estressantes. Os prolíficos, por sua vez, tendem a apresentar rendimentos mais estáveis em condições variáveis de estresse, uma vez que o desenvolvimento da espiga é menos inibido pelo estresse (Aldrich et al., 1982; Ritchie & Hanway, 1989).

### 3.8. Pendoamento, Vt (Figura 3.7)



**Figura 3.7.** Estádio de pendoamento da planta.

Esse estágio inicia-se quando o último ramo do pendão está completamente visível e os “cabelos” não tenham ainda emergido. A emissão da inflorescência masculina antecede de dois a quatro dias a exposição dos estilo-estigmas; no entanto, 75% das espigas devem apresentar seus estilo-estigmas expostos, após o período de 10-12 dias posterior ao aparecimento do pendão. O tempo decorrente entre VT e R1 pode variar consideravelmente, dependendo do híbrido e das condições ambientais. A perda de sincronismo entre a emissão dos grãos de pólen e a receptividade dos estilos-estigmas da espiga concorre para o aumento da porcentagem de espigas sem grãos nas extremidades. Em condições de campo, a liberação do

pólen geralmente ocorre nos finais das manhãs e no início das noites. Nesse estágio, a planta atinge o máximo desenvolvimento e crescimento. Estresse hídrico e temperaturas elevadas (acima de 35° C) podem reduzir drasticamente a produção. Um pendão de tamanho médio chega a ter 2,5 milhões de grãos de pólen, o que equivale dizer que a espiga em condições normais dificilmente deixará de ser polinizada pela falta de pólen, uma vez que o número de óvulos está em torno de 750 a 1.000 (Magalhães et al., 1994; Magalhães et al., 1999; Fancelli & Dourado Neto, 2000).

A planta apresenta alta sensibilidade ao encharcamento nessa fase e o excesso de água pode contribuir, inclusive, com a inviabilidade dos grãos de pólen.

A falta de água nesse período, além de afetar o sincronismo pendão-espiga, pode reduzir a chance de aparecimento de uma segunda espiga em materiais prolíficos.

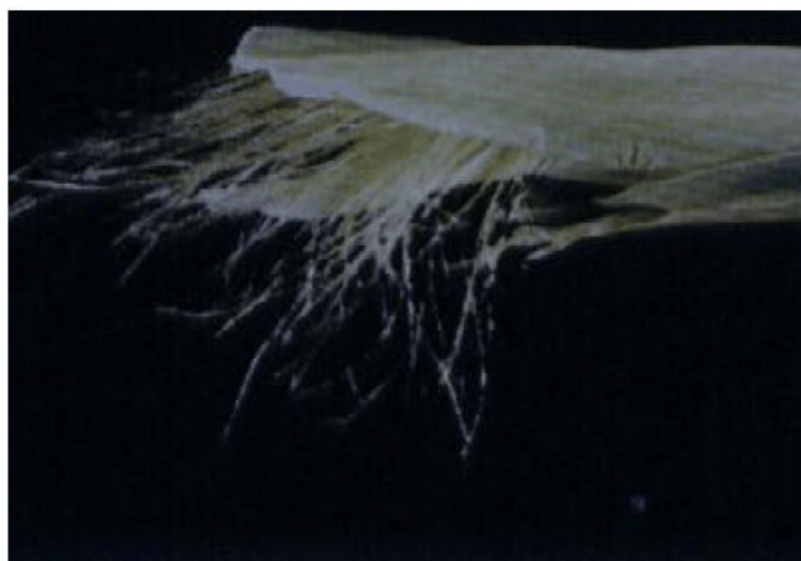
Nos estádios de VT a R1, a planta de milho é mais vulnerável às intempéries da natureza que em qualquer outro período, devido ao pendão e todas as folhas estarem completamente expostas. Remoção de folha nesse estágio por certo resultará em perdas na colheita (Magalhães et al., 1999; Fancelli & Dourado Neto, 2000).

O período de liberação do pólen se estende por uma a duas semanas. Durante esse tempo, cada "cabelo" individual deve emergir e ser polinizado para resultar num grão.

### **3.9. Estádio R1, Embonecamento e Polinização**

Esse estágio é iniciado quando os estilos-estigmas estão visíveis, para fora das espigas. A polinização ocorre

quando o grão de pólen liberado é capturado por um dos estilos-estigmas (Figura 3.8). O grão de pólen, uma vez em contato com o “cabelo”, demora cerca de 24 horas para percorrer o tubo polínico e fertilizar o óvulo; geralmente, o período requerido para todos os estilos-estigmas em uma espiga serem polinizados é de dois a três dias. Os “cabelos” da espiga crescem cerca de 2,5 a 4,0 cm por dia e continuam a se alongar até serem fertilizados (Ritchie & Hanway, 1989; Magalhães et al., 1994).



**Figura 3.8.** Estádio R1, estilos-estigmas captando grãos de pólen.

O número de óvulos que será fertilizado é determinado nesse estágio. Óvulos não fertilizados evidentemente não produzirão grãos.

Estresse ambiental nessa fase, especialmente o hídrico, causa baixa polinização e baixa granação da espiga, uma vez que, sob seca, tanto os “cabelos” como os grãos de pólen tendem à dessecação. Não se deve descuidar de insetos como a lagarta-da-espiga, que se alimentam dos

“cabelos”. Deve-se combater essas pragas, caso haja necessidade. A absorção de potássio nessa fase está completa, enquanto nitrogênio e fósforo continuam sendo absorvidos.

A liberação do grão de pólen pode se iniciar ao amanhecer, estendendo-se até o meio-dia. No entanto, esse processo raramente exige mais de quatro horas para a sua complementação. Ainda sob condições favoráveis, o grão de pólen pode permanecer viável por até 24 horas. Sua longevidade, entretanto, pode ser reduzida quando submetido a baixa umidade e altas temperaturas (Magalhães et al., 1994).

O estabelecimento do contato direto entre o grão de pólen e os pêlos viscosos do estigma estimula a germinação do primeiro, dando origem a uma estrutura denominada de tubo polínico, que é responsável pela fecundação do óvulo inserido na espiga. A fertilização ocorre de 12 a 36 horas após a polinização, período esse variável, em função de alguns fatores envolvidos no processo, tais como teor de água, temperatura, ponto de contato e comprimento do estilo–estigma (Ritchie & Hanway, 1989; Magalhães et al., 1994; Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Assim, o número de óvulos fertilizados apresenta estreita correlação com o estado nutricional da planta, com a temperatura, bem como com a condição de umidade contida no solo e no ar.

Evidencia-se, portanto, a decisiva influência do ambiente nessa etapa de desenvolvimento, recomendando-se criterioso planejamento da cultura, com referência principal à época de semeadura e à escolha do cultivar, de forma a garantir as condições climáticas favoráveis exigidas pela planta nesse estágio.

A escolha do genótipo para uma determinada região, assim como a época de semeadura, deve ser fundamentada em fatores como finalidade da produção, disponibilidade de calor e água, ocorrência de veranicos durante o ciclo, bem como no nível tecnológico a ser adotado, entre outros (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

### 3.10. Estádio R2, grão bolha d'água

Os grãos aqui se apresentam brancos na aparência externa e com aspectos de uma bolha d'água (Figura 3.9). O endosperma, portanto, está com uma coloração clara, assim como o seu conteúdo, que é basicamente um fluido cuja composição são açúcares. Embora o embrião esteja ainda se desenvolvendo vagarosamente nesse estágio, a radícula, o coleóptilo e a primeira folha embrionária já estão formados. Assim, dentro do embrião em desenvolvimento já se encontra uma planta de milho em miniatura. A espiga está próxima de atingir seu tamanho máximo. Os estilos-estigmas, tendo completado sua função no florescimento, estão agora escurecidos e começando a secar (Richie & Hanway 1989; Magalhães et al., 1994).



Figura 3.9. Grãos no estágio R2, conhecidos como bolha d'água.



A acumulação de amido se inicia nesse estágio, com os grãos experimentando um período de rápida acumulação de matéria seca, N e P continuam sendo absorvidos e a realocação desses nutrientes das partes vegetativas para a espiga tem início nesse estágio. A umidade é de 85% nos grãos (Magalhães & Jones, 1990 a,b ; Magalhães et al., 1994).

### **3.11. Estádio R3, Grão Leitoso**

Essa fase é iniciada normalmente 12 a 15 dias após a polinização. O grão se apresenta com uma aparência amarela e, no seu interior, um fluido de cor leitosa, o qual representa o início da transformação dos açúcares em amido. Esses açúcares são oriundos da translocação dos fotoassimilados presentes nas folhas e no colmo para a espiga e grãos em formação. A eficiência dessa translocação, além de ser importante para a produção, é extremamente dependente de água (Magalhães & Jones, 1990b; Magalhães et al., 1998). Embora, nesse estágio, o crescimento do embrião ainda seja considerado lento, ele já pode ser visto caso haja uma dissecação. Esse estágio é conhecido como aquele em que ocorre a definição da densidade dos grãos (Magalhães et al., 1994; Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Os grãos, nessa fase, apresentam rápida acumulação de matéria seca e cerca de 80% de umidade, sendo que as divisões celulares dentro do endosperma apresentam-se essencialmente completas. O crescimento a partir daí é devido à expansão e ao enchimento das células do endosperma com amido.

Um estresse hídrico nessa fase, embora menos crítico que na fase anterior, pode afetar a produção. Embora, nesse período, a planta deva apresentar considerável teor de

sólidos solúveis prontamente disponíveis, objetivando a evolução do processo de formação de grãos, a fotossíntese mostra-se imprescindível. Em termos gerais, considera-se como importante caráter condicionador de produção a extensão da área foliar que permanece fisiologicamente ativa após a emergência da espiga (Magalhães et al., 1995; Magalhães et al., 1998; Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Essa fase é crítica para o consumo do milho verde, pois representa a época de colheita. O descarregamento e transporte de açúcares para os grãos em desenvolvimento se dá via floema; a sacarose, penetrando no apoplasto, é dividida em frutose e glicose pela enzima invertase ácida (Shannon, 1982).

Na verdade, os estádios de desenvolvimento da planta de milho para o consumo verde, em "**R3**" ou "**grão leitoso**" (Figura 3.10) não se diferenciam do desenvolvimento da planta para consumo de grãos secos. Entretanto, é preciso ficar atento para as características exigidas pelo mercado consumidor dessa modalidade de milho, principalmente quanto à cultivar a ser utilizada, uma vez, que dependendo do ciclo, o momento de colheita (**R3**) é variável, assim como o tempo de permanência no campo na fase de **grão leitoso** apto para a colheita.



**Figura 3.10.** Milho verde no estágio R3 ou grão leitoso, com umidade em torno de 80%. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG, 2001.

### 3.12. Literatura citada

- ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. **Modern corn production**. 2.ed. Champaign: A & L Publication, 1982. 371 p.
- DELVIN, R.M. Water relations. In: DELVIN, P.M. **Plant physiology**. 3.ed. New York: D.van Nostrand, 1975. p. 43 - 86.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21 - 54.
- KLAR, S.R. Transpiração. In: KLAR, S.R. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. p. 347 - 385.

- MAGALHÃES, P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1755 -1761, 1990a.
- MAGALHÃES, P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1747 -1754, 1990b.
- MAGALHÃES, P.C.; RESENDE, M.; OLIVEIRA, A. C. de; DURÃES, F.O.M.; SANS, L. M. A. Caracterização morfológica de milho de diferentes ciclos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1994, Goiânia. **Centro-Oeste**; cinturao do milho e do sorgo no Brasil: resumos. Goiânia: ABMS, 1994. p.190.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; OLIVEIRA, A. C. de. Efeitos do quebramento do colmo no rendimento de grãos de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 279 - 289. jul/set. 1998.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; OLIVEIRA, A. C. de.; GAMA, E. E. G. Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.77-82 jan/mar. 1999.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).
- RITCHIE, S.; HANWAY, J.J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology/ Cooperative Extension Service, 1989. (Special Report, 48).
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. The Photosynthesis-transpiration compromise. In: CAREY, J.C. (Ed.) **Plant physiology**, 2 ed. Belmont: Wadsworth Publishing, 1982. p. 32-46.
- SHANNON J. C. A search for rate limiting enzymes that control crop production. **Iowa State Journal Research**, Ames, v. 56, p. 307 - 322, Feb. 1982.