



O mapeamento do algodoeiro

é um método prático de caracterização da estrutura e do padrão de florescimento das plantas pelo registro de local das estruturas frutíferas ou vegetativas. Ele pode ser usado para o monitoramento da cultura durante o ciclo; nesse caso, o mapeamento é uma ferramenta técnica para diagnosticar o estado atual da lavoura e para nortear tomadas de decisão relativas ao manejo. É também usado para avaliação retroativa do desenvolvimento das plantas; o mapeamento, nessa situação, tem por objetivo exclusivo a constatação de fenômenos ocorridos anteriormente. A distribuição na planta das estruturas produtivas pode ser bastante útil para verificar a influência de fatores específicos durante o ciclo e para prover informações sobre a formação da qualidade da fibra, item cada vez mais importante para os profissionais atuantes na cotonicultura.



INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODÃO

Rua Eng Edgard Prado Arze, 1777
Ed. Cloves Vettorato 2 andar Quadra 03
Centro Político Administrativo, Cuiabá - MT
CEP 78049-015
Fone: (65) 3624-1840
ima@imamt.com.br



Boletim de P&D

Mapeamento da produção no algodoeiro

N.5 | Abril de 2019

Boletim de P&D

Número 5 | Abril de 2019



Mapeamento da produção no algodoeiro: embasamentos e realização a campo



INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODÃO

**Mapeamento da
produção no algodoeiro:**
embasamentos e
realização a campo



INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODÃO

Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAmT)
Rua Eng Edgard Prado Arze, 1777
Ed. Cloves Vettorato 2 andar Quadra 03
Centro Político Administrativo, Cuiabá - MT
CEP 78049-015
Fone: (65) 3624-1840

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Raphael, Juan Piero Antonio; Rosolem, Ciro; Echer, Fabio R..

Mapeamento da produção no algodoeiro:

Embasamentos e realização a campo. Instituto Mato-grossense do Algodão: Cuiabá (MT), 2019.

193 p: il.; 14,8 x 21 cm

1. Tecnologia (Ciências Aplicadas). 2. Agricultura.

I. Título.

CDD: 600, 630

CDU: 001, 63

O Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAmT) informa que todas as informações e opiniões contidas neste Boletim P&D são de inteira responsabilidade dos autores que contribuíram para sua elaboração.

BOLETIM DE P&D
Número 5 | Abril de 2019

Mapeamento da produção no algodoeiro: embasamentos e realização a campo

Autores

Juan Piero Antonio Raphael (Unesp-Botucatu)
Ciro A. Rosolem (Unesp-Botucatu)
Fábio R. Echer (Unoeste-Presidente Prudente)

Editor

IMAmt

Colaboração



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



DIRETORIA DO IMAmt
Gestão 2017-2019

Presidente

Alexandre Pedro Schenkel

Vice-presidente

Eraí Maggi Scheffer

1º Secretário

Paulo Sérgio Aguiar

2º Secretário

Guilherme Mognon Scheffer

1º Tesoureiro

Sérgio Azevedo Introvini

2º Tesoureiro

Cleto Webler

Conselho Fiscal - Titulares

Alessandro de Souza Polato

Arlton Cesar Riedi

Evandro Dal Bem

Conselheiro Fiscal - Suplentes

Valdir Roque Jacobowski

Rudolf Thomas Maria Aernoudts

André Guilherme Sucolotti

Diretor executivo

Álvaro Lorenço Ortolan Salles



INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODÃO

O IMAmt foi criado pela AMPA em 2007 a fim de desenvolver pesquisa, extensão e difusão de tecnologia para atender os produtores Mato-grossenses.

Nota do Editor

O objetivo da série “Boletim de P&D” é de fornecer aos profissionais da área informações científicas que sustentem ferramentas de manejo do cultivo algodoeiro. O IMAmt não tem em seu quadro de funcionários um pesquisador na área de fisiologia vegetal e quando se faz necessário, trabalha em colaboração com outras instituições. Quando recebemos esse material sobre mapeamento da produção, percebemos que se enquadrava perfeitamente nessa série de Boletins. Além de apresentar um conteúdo de alta qualidade didática, com muitos exemplos práticos, ele leva o leitor a interpretar os diversos parâmetros de mapeamento em função do comportamento fisiológico da planta ao longo do ciclo da cultura. A nós, do IMAmt e AMPA, nos resta agradecer a oportunidade de disponibilizar esse valioso material pedagógico aos técnicos e agrônomos envolvidos com o manejo desta importante cultura.

Instituto Mato-grossense do Algodão - IMAmt

Apresentação

A obra “Mapeamento da produção no algodoeiro” é constituída por oito capítulos e propõe uma abordagem prática de todas suas etapas, desde o planejamento e as operações de campo até a apresentação final dos dados. O objetivo principal do boletim é suprir uma lacuna presente na literatura sobre a cultura do algodão, apresentando princípios e procedimentos práticos da técnica para os profissionais envolvidos na cotonicultura; trata-se de um primeiro esforço no país para formalizar as instruções já consolidadas e que são adotadas por especialistas na cultura para os mais variados tipos de estudo. Embora seja mais utilizado em trabalhos científicos, o mapeamento da produção em plantas de algodão pode também ser empregado em áreas comerciais para uma avaliação do padrão da lavoura. Agrônomos, técnicos, estudantes e outros interessados terão neste material um guia básico sobre a atividade, em uma linguagem simples e direta. O mapeamento é um procedimento que exige um treinamento inicial para sua execução; esperamos que os fundamentos necessários para esse treinamento sejam fornecidos ao longo do boletim.

Prefácio

Quando iniciamos os estudos da cultura do algodão, já há muitos anos, percebíamos o quão desafiador era para quem se envolvesse em suas inúmeras atividades nos campos de produção. O algodoeiro apresentava características particulares intrínsecas e relações com o ambiente ao redor que enunciavam uma complexidade peculiar em seu entendimento. Tal complexidade desafiadora obrigava-nos a revisar e atualizar os fundamentos de ecofisiologia vegetal que já conhecíamos, assim como buscar novas informações a respeito. Ao mesmo tempo em que passávamos gradualmente a compreender melhor seu comportamento, notávamos basicamente duas coisas; a primeira é a interação grande, para não dizer gritante, que a planta tem com o ambiente. Esta é realmente uma espécie em que os princípios de ecofisiologia são muito bem aplicados. Isto pode parecer redundante, mas não é; de fato, a planta de algodão é uma excelente professora de como

as plantas funcionam e reagem ao ambiente. A segunda é que isso tornava seu estudo, de certo modo, não só desafiador, mas também fascinante.

Nesse ponto, o algodoeiro é tão generoso que até mesmo após encerrar seu ciclo deixa sua própria história escrita para que a interpretemos, impressa ali, no campo, naquela planta já sem vida, no momento em que nos cederá as fibras de nossas roupas e, com elas, as sementes para os mais diversos fins.

Contar essa história... É disso que se trata este boletim. Após a oportunidade de estudarmos “algumas histórias” de plantas de algodão neste Brasil afora, gostaríamos de compartilhar como pode ser contada com o leitor. Afinal, em algum dia muito em breve, quem sabe, conheceremos novas histórias que poderão ser bastante úteis para os profissionais da cotonicultura; esta expressão “como contar uma história” pode ser traduzida no meio científico como mapeamento de plantas. Mas o fato de saber como contar a história não significa necessariamente que você a conhece; para conhecê-la, é preciso ter em mente o que ocorreu. É aí que entra a capacidade de avaliação, de conhecer os fatores que condicionaram aquele resultado final observado.

Esperamos que com este boletim possamos trazer os fundamentos e as aplicações do mapeamento da produção no algodoeiro de forma simples, “conversando” com o leitor, para compartilhar aquilo que vimos e fizemos. Acreditamos que, com isso, a leitura será mais agradável e proveitosa.

Os autores

AUTORES

Juan Piero Antonio Raphael

Doutorando em Agronomia pela FCA/Unesp-Botucatu/SP

Nascido em São Paulo/SP. Engenheiro agrônomo pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), Piracicaba/SP e Mestre em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP. Em fase de conclusão do curso de Doutorado pela FCA/Unesp. Integrante do Grupo de Estudos do Algodão da Esalq/USP (2008–2010) e da Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) (2016–atual). Trabalhou como assistente de Pesquisa do Programa de Melhoramento Genético de Algodão da Fundação MT e atualmente desenvolve tese direcionada ao estudo da ecofisiologia e do manejo do algodoeiro.

juanpiero1@gmail.com

Ciro A. Rosolem

Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal - Faculdade de Ciências Agrônômicas/Unesp-Botucatu/SP

Graduado em Agronomia em 1973, mestre em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) em 1978 e doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) em 1979, pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP). Cientista visitante da Universidade da Califórnia, Davis, em 1984/85. Foi fundador, diretor e diretor-presidente da Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. Foi Diretor do Instituto de Pesquisas Meteorológicas da Unesp. Foi coordenador da área de agrárias da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo de 1995 a 2007. É professor titular de Agricultura na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Foi vice-presidente da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e é membro do International Plant Nutrition Council. Vice-Presidente do CCAS (Conselho Científico Agro Sustentável). Tem experiência na área de Agricultura, com ênfase em fertilidade do solo, adubação, fisiologia aplicada, crescimento radicular, sistemas de produção agrícola, rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente nas culturas do algodão, soja, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária.

rosolem@fca.unesp.br

Fábio R. Echer

Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), Presidente Prudente/SP

Engenheiro Agrônomo (Unemat, Tangará da Serra 2006); Mestre em Agronomia (Unoeste, 2008); Doutor em Agronomia (FCA/Unesp-Botucatu, 2012), com período “sanduíche” na Universidade do Arkansas (2011-2012). Foi pesquisador do Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAmt), onde coordenou o Laboratório de Fisiologia. Pós-Doutor com bolsa do CNPq (FCA/Unesp, 2017). Especialista em Fisiologia do Algodão. Atualmente é Professor na Unoeste, Presidente Prudente/SP, nos cursos de graduação, mestrado e doutorado em Agronomia e vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Líder do Grupo de Estudos do Algodão (GEA – Unoeste).

fabioecher@unoeste.br

SUMÁRIO

I - O MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO NO ALGODOEIRO E SUA IMPORTÂNCIA	13
1.1 Introdução	13
1.2 O desenvolvimento do algodoeiro e o mapeamento	14
II - IDENTIFICAÇÃO DOS SÍTIOS DE FRUTIFICAÇÃO NAS PLANTAS	19
2.1 Introdução	19
2.2 Morfologia básica do algodoeiro aplicada ao mapeamento da produção	20
2.3 Ramos simpodias e seus pontos de inserção	27
2.4 Identificação da produção na planta - um exemplo prático	36
III - O MAPEAMENTO POR CONTAGEM DE CAPULHOS	41
3.1 Introdução	41
3.2 Contagem e registro dos capulhos	42
3.3 Agrupamento de capulhos	45
3.4 Notação dos sítios de frutificação	47
3.5 Registro alternativo de contagem em ramos frutíferos	48
3.6 Mapeamento em plantas inteiras individuais	49
3.7 Mapeamento em conjuntos de plantas homogêneas	55
3.8 Exercício de aplicação	59
3.9 Mapeamento dos abortamentos de estruturas reprodutivas	61
3.10 Avaliações complementares ao mapeamento de capulhos	61
IV - O MAPEAMENTO COM PESAGEM DE CAPULHOS	67
4.1 Introdução	67
4.2 Operações anteriores à pesagem	68
4.3 Umidade dos capulhos antes da pesagem	71
4.4 Pesagem dos capulhos - recomendações	72
4.5 Registro dos dados de pesagem de capulhos - plantas individuais	75

4.6 Registro dos dados de pesagem de capulhos - conjuntos de plantas	79
4.7 Mapeando a produção por unidade de área no campo	86
4.8 Correção dos cálculos do mapeamento com dados de produtividade - método indireto	90
4.9 Correção dos cálculos do mapeamento - método direto	93
4.10 Qualidade da fibra dos capulhos mapeados	96
4.11 Aprofundamento do estudo do mapeamento	97

V - AMOSTRAGEM DE PLANTAS PARA O MAPEAMENTO NO CAMPO 99

5.1 Introdução	99
5.2 Plantas e grupos de plantas representativas	100
5.3 Distribuição e número de plantas por amostra para o mapeamento	101

VI - ANÁLISE DOS DADOS DO MAPEAMENTO 107

6.1 Introdução	107
6.2 Números e percentuais de capulhos por nó da haste principal	108
6.3 Retenção e abortamento de frutos por nó da haste principal	116
6.4 Número de capulhos e abortamentos por planta	123
6.5 Número e percentual de plantas com capulho em posições de frutificação	124
6.6 Produção de capulhos por nós e grupos de nós da haste principal	128
6.7 Peso médio de capulho por nós e por grupos de nós da haste principal	133
6.8 Produção cumulativa absoluta e percentual a cada nó da haste principal	136
6.9 Um exemplo com ramos monopodiais	141
6.10 Interpretando os resultados	144

VII - A FENOLOGIA NO MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO 147

7.1 Introdução	147
7.2 Mapeamento dos frutos segundo o ordenamento cronológico real	148
7.3 Mapeamento de capulhos pela escala fenológica padrão - conceitos	150
7.4 Aplicação da escala fenológica padrão no mapeamento	156
7.5 Cálculo de posições fenológicas por interpolação linear	165
7.6 Posição fenológica ponderada	166
7.7 Uso da escala fenológica em dados de contagem de capulhos	167
7.8 Peso médio de capulho por posição fenológica	169
7.9 Peso médio de capulho para uma dada produção acumulada	169
7.10 Agrupamento de capulhos na escala fenológica padrão	174
7.11 Um exemplo com plantas com e sem adubação nitrogenada	175
7.12 A escolha da melhor opção	178

VIII - RESULTADOS EXPERIMENTAIS 179

8.1 Introdução	179
8.2 Experimento I - distribuição da produção e de capulhos em cultivares	180
8.3 Experimento II - distribuição da produção e de capulhos em diferentes densidades de planta	183
8.4 Experimento III - distribuição da produção e de capulhos em plantas com e sem irrigação	185
8.5 Experimento IV - estudo de componentes morfológicos e fenológicos da maturidade cultural	186
8.6 Experimento V - distribuição da produção e de capulhos em plantas sombreadas durante o florescimento	188
8.7 Considerações finais	190

Referências	191
--------------------	------------

O mapeamento da produção no algodoeiro e sua importância

1.1 Introdução

O algodoeiro é a planta fibrosa mais cultivada no mundo e proporciona uma parte significativa de toda a fibra destinada à indústria têxtil; ao mesmo tempo, sua semente, rica em óleo e proteínas, é também aproveitada para o consumo humano e animal. O Brasil tem-se destacado na produção de algodão mundial a partir do fim do último século, quando a cultura passou a ter importância nas grandes áreas agrícolas do Cerrado; a cotonicultura brasileira tornou-se conhecida por ser muito tecnificada e produtiva, especialmente para sistemas de produção não irrigados.

A espécie mais cultivada no mundo e no Brasil é identificada taxonomicamente como *Gossypium hirsutum* L. var. *hirsutum*, conhecida como algodão herbáceo, pertencente à família das malváceas; é referida também como algodão de fibra média. Seu uso na agricultura consolidou-se pela possibilidade de alta produtividade e qualidade de fibra satisfatória em ambientes diversificados e pela mecanização das operações de campo.

Pela importância da cultura, muitos estudos foram realizados para compreender seu crescimento e desenvolvimento e para otimizar as práticas de manejo; ao mesmo tempo, durante o século XX, muitas

inovações tecnológicas foram introduzidas na agricultura, desde os primeiros tratores e os implementos para aumentar a eficiência operacional no campo, passando pelos defensivos para controle de pragas e doenças, até, mais recentemente, os recursos biotecnológicos incluídos em programas de melhoramento genético. Em decorrência das inúmeras transformações, novas pesquisas foram conduzidas com o intuito de compreender as respostas das plantas às novas condições vigentes.

Como resultado, há atualmente muitas informações técnicas e científicas acerca do algodoeiro nas mais diversas áreas de estudo. Porém, independentemente das atuais e das futuras inovações disponíveis, verifica-se, após inúmeros trabalhos já publicados, que as plantas mantêm praticamente o mesmo padrão de crescimento e desenvolvimento constatado há muito tempo. Os princípios e conceitos ecofisiológicos elementares já consagrados na literatura continuam tendo grande aplicação e utilidade nos mais diversos contextos possíveis, sejam em grandes áreas de produção, ou em pequenos canteiros experimentais. E, certamente, é muito importante, para quem tenha interesse em especializar-se em uma cultura agrícola, conhecer o mais detalhadamente possível o desenvolvimento da planta e, finalmente, sua produção.

Um dos estudos possíveis de serem conduzidos com base na ecofisiologia — estudo das respostas fisiológicas de um organismo em interação com o ambiente — do algodoeiro é o mapeamento de plantas. O mapeamento, como o próprio nome diz, consiste em uma operação de “mapear”, ou “localizar”; o procedimento, por sua vez, produz resultados descritivos de respostas ecofisiológicas da planta durante o ciclo. A seguir, daremos mais atenção a esse ponto.

1.2 O desenvolvimento do algodoeiro e o mapeamento

Antes de entrarmos mais detalhadamente no mapeamento em si, é importante que algumas informações básicas sobre o desenvolvimento da planta sejam apresentadas.

O algodoeiro é uma planta originalmente perene e adaptada ao cultivo anual; possui hábito de crescimento indeterminado, caracterizado pela continuidade do crescimento vegetativo após a emissão das primeiras estruturas reprodutivas. O florescimento ocorre gradativamente ao longo do tempo, o que resulta em frutos formados em

diferentes épocas. O florescimento ocorre de baixo de para cima e do centro (haste principal) para a lateral da planta, conforme representado na figura 1.1.

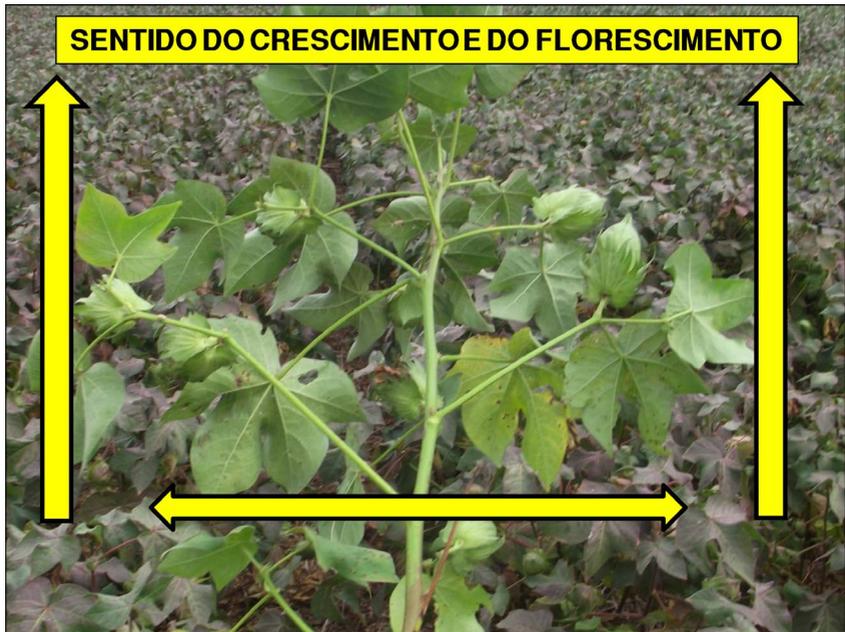


Figura 1.1. Sentido de crescimento e ordem de florescimento em planta de algodão (*G. hirsutum* L.): ascendente ao longo da haste principal e da haste para as extremidades laterais.

Assim, na figura 1.1, as maçãs — frutos do algodoeiro antes da deiscência — localizadas mais lateralmente em um mesmo ramo são mais jovens do que as mais próximas do caule. Ao mesmo tempo, maçãs localizadas mais acima, em uma mesma posição de ramo, são também mais jovens. Os conceitos relativos à localização das estruturas reprodutivas serão apresentados no próximo capítulo, e o padrão de florescimento, frutificação e seu uso no mapeamento serão discutidos no capítulo 7. Neste momento, o mais importante é entender que o desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro pode ser estudado mediante a localização das estruturas e dos pontos de florescimento dentro da planta. Uma vez que os capulhos — frutos do algodoeiro após a deiscência — são as flores que se desenvolveram em frutos, os mesmos princípios podem ser aplicados a eles.

A localização das estruturas da planta, mediante um critério sistemático de identificação, pode ser definida como mapeamento de plantas. Segundo Oosterhuis *et al.* (2008), o mapeamento é um método prático de caracterização da estrutura e do padrão de florescimento das plantas pelo registro de local das estruturas frutíferas ou vegetativas; ele pode ser realizado em diversos momentos, com basicamente duas finalidades:

a) Monitoramento da cultura durante o ciclo – Nesse caso, o mapeamento é uma ferramenta técnica para diagnosticar o estado atual da lavoura e para nortear tomadas de decisão relativas ao manejo; as avaliações são feitas durante o desenvolvimento das plantas em momentos variáveis. Portanto, o procedimento é utilizado tendo-se em vista o presente e o futuro; um exemplo dessa aplicação é a contagem do número de nós do caule acima da maçã de primeira posição em abertura como critério para definir o momento de aplicação de desfolhantes.

b) Avaliação retroativa do desenvolvimento das plantas – O mapeamento, nessa situação, tem por objetivo exclusivo a constatação de fenômenos ocorridos anteriormente. As avaliações podem ser feitas durante o desenvolvimento da planta e também ao final do ciclo, na época de colheita. Geralmente, são aplicadas em pesquisas científicas, embora também possam ter utilidade às áreas comerciais. Quando realizado no ponto de colheita, o mapeamento é aplicado aos capulhos, ou seja, à produção de algodão a ser colhida; por esse motivo, atribui-se comumente a essa modalidade a denominação de mapeamento de capulhos ou mapeamento da produção. Há algumas diferenças sobre esses tipos citados, que serão discutidos nos capítulos seguintes.

O mapeamento de capulhos é muito empregado em estudos que avaliam a produtividade e os componentes de produção. A distribuição na planta pode ser bastante útil para verificar a influência de fatores específicos durante o ciclo e para prover informações sobre a formação da qualidade da fibra, item cada vez mais importante para os profissionais atuantes na cotonicultura (figura 1.2).

Este boletim terá como foco o mapeamento de plantas em ponto de colheita, mais especificamente o número e a produção de capulhos; atentamo-nos principalmente aos elementos práticos do método, buscando apresentá-los do modo mais simples possível. Constitui-se em um guia básico visando a introduzir técnicos, pesquisadores, consultores, estudantes e outros profissionais no estudo do mapeamento da produção no algodoeiro.



Figura 1.2. Algodoeiro (*G. hirsutum* L.) em fase de colheita. A distribuição do número e da produção de capulhos, e das demais posições de frutificação sem produção indica o efeito de fatores atuantes durante o desenvolvimento da planta. A localização da produção também afeta a qualidade da fibra. (foto: acervo dos autores)

Identificação dos sítios de frutificação nas plantas

2.1 Introdução

Suponhamos que você, neste momento, esteja visitando uma área de algodão pronta para ser colhida; seguindo-se as práticas recomendadas de manejo, todas as plantas nesta área já foram desfolhadas e todo o algodão que se deseja colher já está facilmente acessível à colheita mecânica. Você não observa mais folhas presas às plantas, estão todas no chão. Ao mesmo tempo, você percebe que cada planta se resume visualmente a um caule, a inúmeros ramos originários desse caule e, nesses ramos, à produção final. Suponhamos também que você queira avaliar, em um pequeno grupo de plantas, a distribuição da produção de capulhos dentro delas. Em outras, palavras, você gostaria de **mapear** a produção em cada planta.

Embora esse **mapeamento** seja feito na época de colheita, a distribuição da produção é resultante de um longo ciclo de uma planta viva, a qual apresentou inúmeras estruturas, como folhas, botões florais, flores etc. Uma parte dos botões transformou-se em flores, enquanto outra parte sofreu abscisão (abortamento). As flores, uma vez abertas, foram fecundadas, o que iniciou o processo de formação dos frutos. Alguns frutos jovens foram naturalmente abortados pela própria planta, enquanto outros continuaram seu desenvolvimento, incrementando gradativamente seu tamanho e

transformando-se em estruturas comumente conhecidas como maçãs. Quando completaram seu desenvolvimento, as maçãs naturalmente foram abertas, expondo as fibras e as sementes de algodão desenvolvidas em seu interior. No ponto de colheita, nota-se que esses frutos abertos, conhecidos como capulhos, estão localizados em diferentes partes da planta.

Para que o mapeamento da produção de capulhos seja bem-sucedido, faz-se necessário identificar e localizar com precisão os sítios (pontos) de frutificação distribuídos nas plantas de algodão; essas operações práticas são relativamente simples, mas é recomendável que se realize um treinamento inicial, preferencialmente supervisionado por um técnico que as domine. No entanto, antes de qualquer iniciação ou treinamento, é fundamental que conceitos básicos de morfologia do algodoeiro envolvidos com a prática do mapeamento sejam apresentados. O objetivo deste capítulo, portanto, residirá, em primeiro momento, em possibilitar a compreensão necessária da estrutura das plantas de algodão visando ao mapeamento e, em seguida, garantir a identificação correta, bem como a localização precisa da produção final. Não serão apresentados, porém, detalhes relacionados ao desenvolvimento do algodoeiro nas diferentes fases de seu ciclo; o foco será a aplicação desses conceitos no mapeamento da produção final. Caso o leitor tenha maior interesse em uma abordagem mais aprofundada do desenvolvimento morfológico e fisiológico do algodoeiro ao longo do ciclo, algumas sugestões de leitura são as revisões escritas por Gridi-Papp (1965), Deterling & El-Zik (1982), Oosterhuis (1999), Ritchie *et al.* (2007), Rosolem (2007), Beltrão *et al.* (2008) e Souza *et al.* (2008).

2.2 Morfologia básica do algodoeiro aplicada ao mapeamento da produção

Retomemos situação descrita no início do capítulo. Temos o objetivo de avaliar a distribuição da produção em algumas plantas; para isso, decidimos isolar uma planta, aleatoriamente escolhida dentro da área de produção. Uma vez isolada, precisamos realizar uma espécie de “radiografia visual”, ou seja, devemos observar atentamente a planta e entender seu “esqueleto”; o esqueleto da planta, nesse sentido, corresponde às estruturas visíveis em seu

atual estágio. Percebemos então que nesta planta destaca-se uma haste principal, da qual emergem inúmeros ramos, nos quais os capulhos estão distribuídos, como visto na figura 2.1.

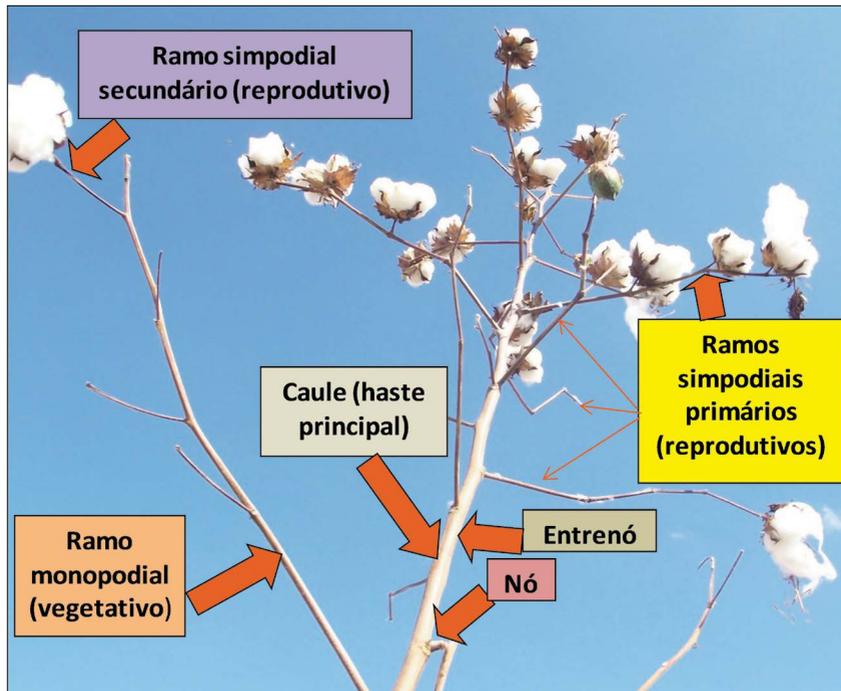


Figura 2.1. Planta de algodão (*G. hirsutum* L.) em estágio de colheita, com identificação de estruturas básicas para o mapeamento (ramos, nó, entrenó e caule). (foto: acervo dos autores)

A haste principal consiste em uma série de nós e entrenós e apresenta crescimento **monopodial**, ou seja, governado por uma única gema, situada no ápice da planta; os nós estão localizados ao longo da haste principal. O número final de nós da planta varia, dependendo de características genéticas, duração do ciclo, condições edafoclimáticas etc. De modo geral, pode-se inferir que o número total de nós da haste principal em algodoeiros cultivados no Brasil varia entre quinze e 25.

Durante o desenvolvimento da planta, folhas verdadeiras originam-se de gemas laterais situadas na haste principal; nos mesmos nós de inserção destas folhas, desenvolvem-se os ramos, a partir de uma gema localizada na axila foliar. Há dois tipos de ramos no algodoeiro: vegetativos e frutíferos.

Os ramos vegetativos são estruturalmente similares à haste principal, apresentando **crescimento monopodial** governado pela gema localizada no ápice do ramo. A partir de seus nós, esses ramos originam ramos vegetativos e ramos frutíferos de segunda, terceira e demais ordens.

Um ramo vegetativo ou frutífero proveniente diretamente da haste principal é denominado primário; os ramos vegetativos primários podem originar ramos vegetativos ou frutíferos secundários. Dos ramos vegetativos secundários, podem emergir ramos frutíferos terciários, ou ramos vegetativos terciários, e assim sucessivamente.

Os ramos frutíferos são produzidos na haste principal ou em ramos vegetativos e também apresentam nós em seu interior; quando um ramo frutífero é formado na haste principal, um proflor (folha rudimentar inicial), uma folha verdadeira e um botão floral são formados no mesmo nó. O alongamento do entrenó abaixo da gema do botão floral e da folha faz com que esses órgãos distanciem-se da haste principal; o desenvolvimento desse ramo termina em um botão floral, mas uma segunda folha e um segundo botão floral podem desenvolver-se na axila da primeira folha e, de forma similar, distanciar-se da primeira folha e do primeiro botão floral por meio do alongamento do novo entrenó imediatamente abaixo. A repetição desse processo possibilita a formação de diversos botões florais, folhas e entrenós (Oosterhuis, 1999). Os ramos frutíferos são também conhecidos como **ramos simpodiais**, pois seu crescimento é governado por várias gemas localizadas consecutivamente. Em geral, o número de ramos monopodiais é pequeno, embora haja exceções; é comum encontrar de dois a cinco ramos vegetativos por planta no algodoeiro. Geralmente, o primeiro ramo simpodial primário aparece entre o quarto e o oitavo nó da haste principal; quando o primeiro ramo simpodial primário surge em um nó da haste principal, todos os ramos que surgem nos nós superiores a esse também serão simpodiais. Os ramos monopodiais são facilmente diferenciados dos simpodiais pela aparência geral

do ramo; enquanto **os ramos monopodiais apresentam um crescimento linear e reto**, **os simpodiais aparentam uma forma de zigue-zague**. Para melhor compreensão dessas estruturas, suponhamos que, após observarmos uma planta de algodão no campo, decidamos desenhar seu “esqueleto”, considerando nós e ramos, mas desconsiderando sua produção final, tendo-se como resultado a figura 2.2.

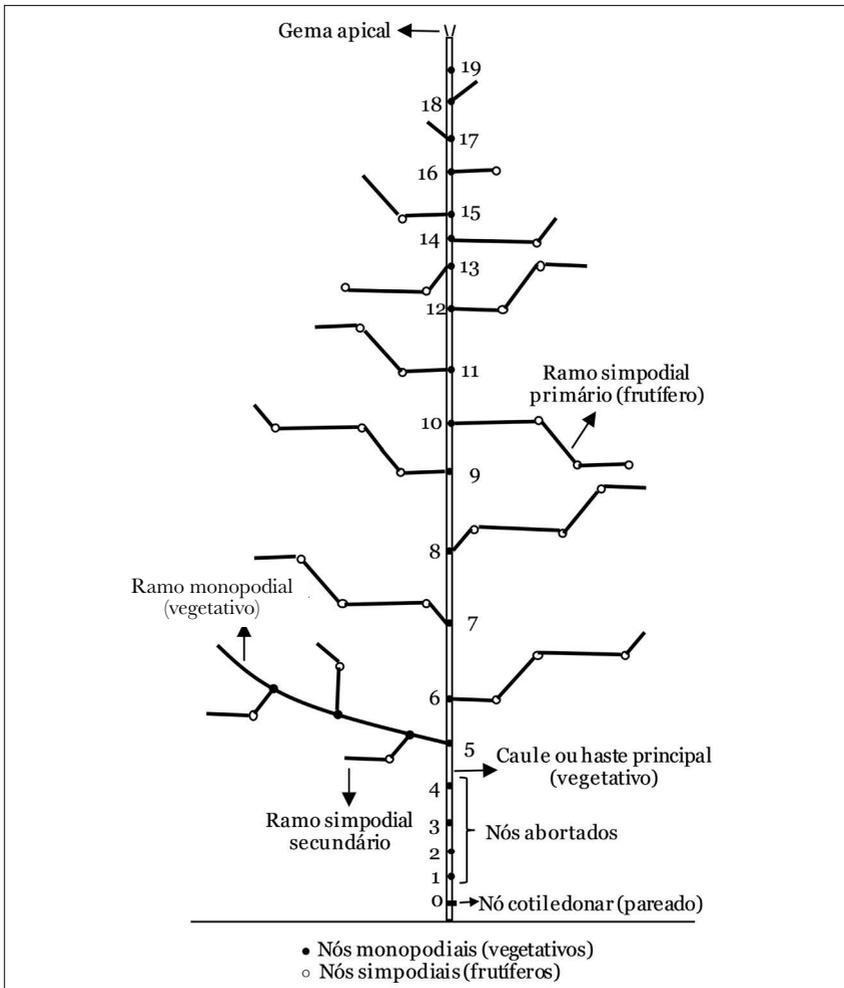


Figura 2.2. Representação esquemática da estrutura de uma planta de algodão em estágio de colheita, com identificação da haste principal e ramos vegetativos (monopodiais) e frutíferos (simpodiais). (fonte: adaptado de Oosterhuis - 1999)

Observamos na figura 2.2 que, logo acima do solo, o primeiro nó detectável na planta é o nó cotiledonar; ele é pareado, ou seja, é composto por dois pontos de inserção na haste principal, localizados em lados opostos do caule. Esta é uma característica peculiar do nó cotiledonar, pois é onde se situavam os dois cotilédones logo após a emergência da planta, no início do ciclo; como as sementes de algodão contêm dois cotilédones, o nó cotiledonar é pareado. Apesar de ser o primeiro nó localizado, o nó cotiledonar não é contabilizado como nó verdadeiro, visto que seus primórdios já existiam na semente, sendo considerados nós verdadeiros somente aqueles que se desenvolvem após a emergência. Por convenção, o nó cotiledonar é contado como nó “0” (zero). No mapeamento de plantas, a localização correta do nó cotiledonar é fundamental para evitar erros de contagem de nós. Na época de colheita, essa localização pode ser um pouco dificultada por conta da lignificação do caule, no entanto, **determina-se a localização do nó cotiledonar quando se percebe a cicatriz pareada logo acima do solo, tanto visualmente, quanto por contato**; pode-se observar o nó cotiledonar de um caule na figura 2.3. **Posteriormente é necessário realizar a contagem dos nós da haste principal, que tem início no primeiro nó verdadeiro** (o primeiro acima do nó cotiledonar), que é realizada no sentido ascendente até o último nó antes da gema apical (figura 2.2).

Notamos, na figura 2.2, a presença de nós na haste principal sem o desenvolvimento de ramos, ou seja, cujo desenvolvimento foi abortado, entre os nós “1” e “4”. Na figura 2.3, observa-se que, embora entre os nós “1” e “5” ocorram folhas na haste principal, também não houve o desenvolvimento de ramos. Essa ausência de ramos é normal nos primeiros nós da planta.

Voltemos agora à figura 2.2 e observemos o quinto nó, onde está localizado o primeiro ramo da planta; esse ramo é vegetativo (monopodial). Como é governado somente por uma única gema terminal, apresenta um crescimento praticamente retilíneo ou ligeiramente curvado; no decorrer desse ramo, localizam-se nós de onde emergem ramos simpodiais. Um ramo simpodial cresce parcialmente até um nó terminal, de onde o crescimento do ramo continua governado por outra gema axilar situada no nó.

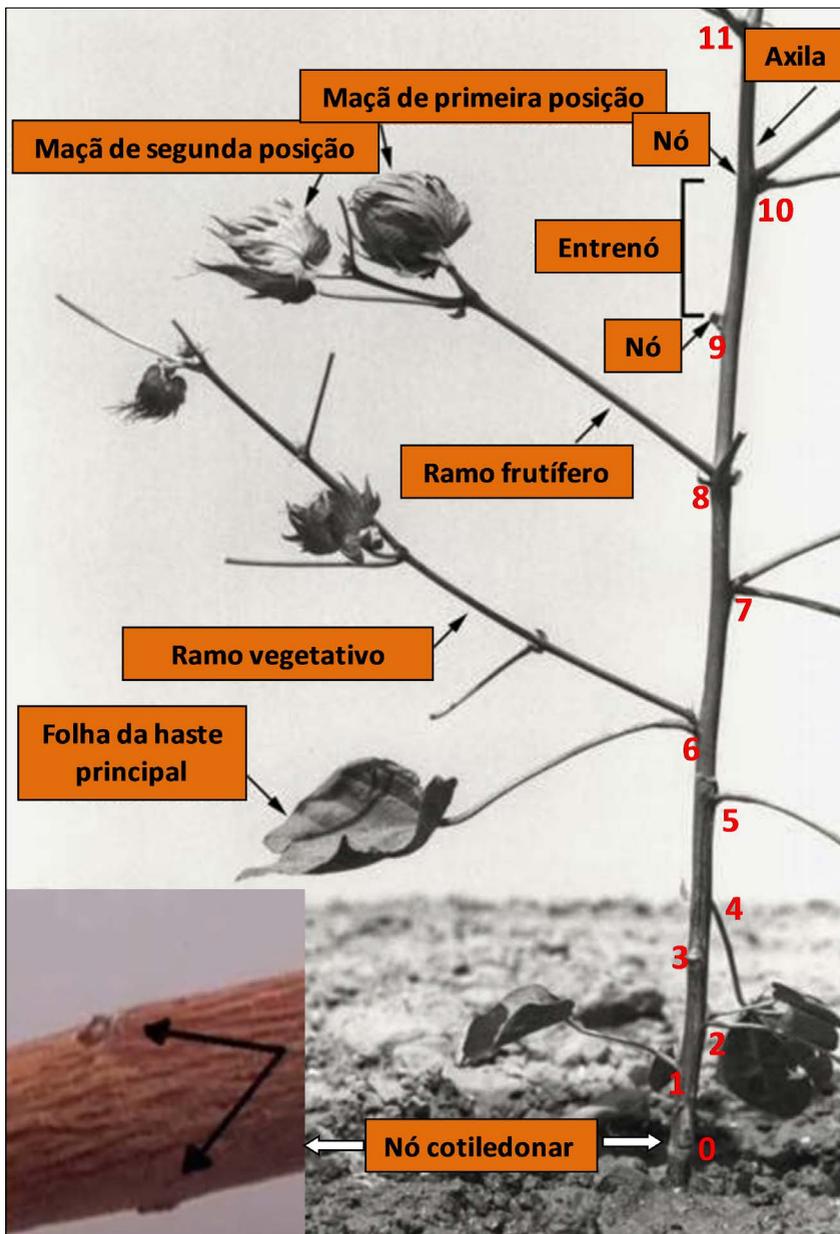


Figura 2.3. Planta de algodão (*G. hirsutum* L.) em desenvolvimento, com identificação de estruturas básicas para o mapeamento (nó cotiledonar, ramos, nós, entrenós e caule). (fotos: <http://centralvalleyfarmscout.blogspot.com.br/2014/09/following-3-legged-approach-for.html> http://cottoninfo.ucdavis.edu/Plant_Mapping/)

Vamos subir então ao sexto nó da figura 2.2, onde está situado o primeiro ramo simpodial primário, o qual, ao contrário do ramo monopodial situado abaixo, possui aparência de “zigue-zague”. Botanicamente, cada segmento do ramo frutífero é um entrenó e um ramo em si mesmo, isto porque cada parte do “ramo final” é constituída por eixos monopodiais individuais unidos pelas extremidades, governados cada um desses por uma gema diferente situada em seus respectivos nós de inserção. Consideraremos, neste boletim, a definição mais conhecida e prática, em que “ramo simpodial ou frutífero primário” é a totalidade de todo o crescimento simpodial originário desde o nó da haste principal. O ramo do nó “6” apresenta três nós em seu interior; em cada um desses nós desenvolvem-se uma folha e uma estrutura reprodutiva (botão floral), podendo esta última ser mantida até o fim do ciclo, ou abortada pela planta. **Cada nó em um ramo simpodial é um ponto de inserção de uma folha e de um órgão reprodutivo.** O ramo simpodial que surge do nó “13” na figura 2.2 apresenta dois nós, indicando, portanto, dois pontos de inserção. **As estruturas reprodutivas de um ramo frutífero são contadas de forma crescente a partir das mais próximas à haste principal em direção às mais distais.** Por exemplo, uma estrutura reprodutiva (botão, flor, maçã ou capulho) situada no primeiro nó do ramo simpodial é denominada como de “primeira posição” do ramo; aquela situada no segundo ponto de inserção é denominada como de “segunda posição” e assim sucessivamente. Um exemplo pode ser visto no ramo frutífero desenvolvido no oitavo nó da planta mostrada na figura 2.3, onde se observam estruturas de primeira e segunda posição.

Nota-se que o último nó verdadeiro da planta da figura 2.2 é o 19º, do qual, nesse caso, não se desenvolveu nenhum ramo, o que pode ter ocorrido porque a planta não tinha reservas suficientes para produzir um novo ramo e, conseqüentemente, flores, nesta posição mais tardia. Acima do último nó está situada a gema apical (ou terminal), que delimita o final do crescimento da planta.

Na figura 2.3, as estruturas básicas são apresentadas em uma planta verdadeira. A contagem de nós segue até o 11º nó; as diferenças entre formas de ramos de crescimento monopodial (sexto nó) e simpodial primário (oitavo nó) são bem evidentes. Verificam-se também estruturas reprodutivas retidas em ramos simpodiais

secundários desenvolvidos no ramo vegetativo.

Na figura 2.4 é apresentada a contagem completa em uma planta de vinte nós na época do florescimento. É bastante destacável nesta figura a diferença de crescimento entre tipos de ramo, constante em vegetativos (quinto nó), e alternado em frutíferos (oitavo nó em diante). Note-se também nesta figura a variação na distribuição das flores nas posições de frutificação em ramos simpodiais. Por exemplo, enquanto o ramo do nó “12” apresenta três posições de florescimento/frutificação, aquele emergente do nó “15” mostra somente uma, na qual se localiza uma flor branca.

2.3 Ramos simpodiais e seus pontos de inserção

Uma vez que já sabemos localizar e contar os nós da haste principal e conhecemos os tipos de ramo e suas respectivas características, este então é o momento de avançarmos nosso estudo em direção aos locais da planta onde o algodão é produzido, os ramos simpodiais.

Normalmente, a produção localiza-se majoritariamente em ramos simpodiais primários; portanto, um foco maior será dado a essas estruturas. A questão básica envolvendo o mapeamento da produção em ramos simpodiais reside em situar corretamente os pontos de inserção (nós) do ramo, onde se localizam as estruturas reprodutivas da planta. Tomemos como exemplo um ramo frutífero durante a fase de botões florais, conforme a planta da figura 2.5; são observados nesta figura dois botões florais, sendo o botão de primeira posição do ramo o mais próximo da haste principal, situado à esquerda, enquanto o segundo botão está situado à direita. Cada um desses botões está localizado em um ponto de inserção, de onde também se origina uma folha; as estruturas desta planta são apresentadas na figura 2.6. As folhas do ramo, através do pecíolo, e os correspondentes botões florais, através do pedúnculo, ligam-se ao ramo simpodial pelo ponto de inserção (nó). O primeiro e o segundo ponto de inserção contêm, assim, seus respectivos botões florais e folhas, conectados através do pedúnculo e do pecíolo, respectivamente.

Nas figuras 2.7 e 2.8 são apresentados ramos simpodiais primários, destacando-se os pontos de inserção e as respectivas estruturas de folhas e flores.

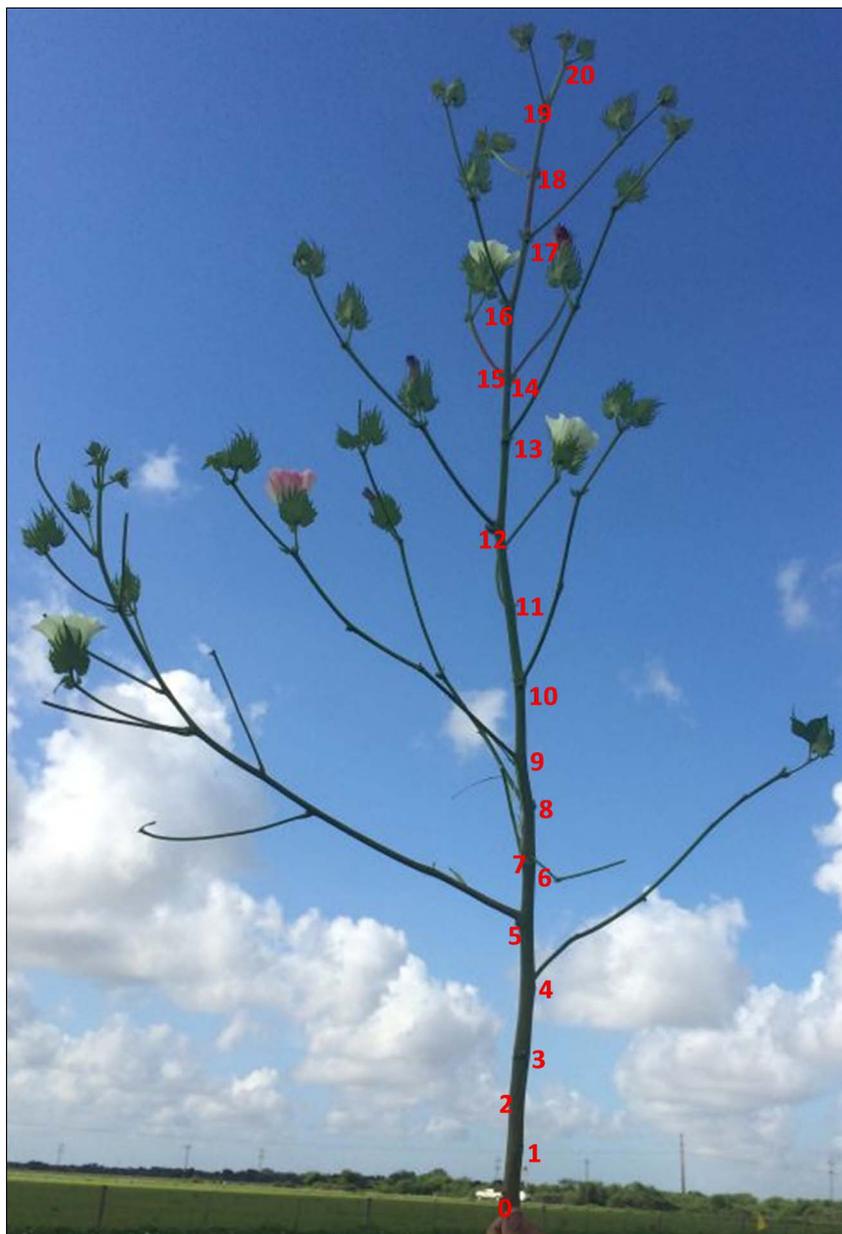


Figura 2.4. Planta de algodão (*G. hirsutum* L.) em florescimento, com contagem de nós. Notar a diferença entre ramos vegetativos (nó "5") e frutíferos primários (nó "8" em diante). (foto: <https://agfax.com/2015/07/20/texas-cotton-early-fruit-loss-brings-tough-pest-management-choices/>)



Figura 2.5. Localização dos pontos de inserção (nós) em ramos simpodiais, de onde se originam folhas e botões florais em planta de algodão (*G. hirsutum* L.). (foto: <https://cottageatthecrossroads.com>)

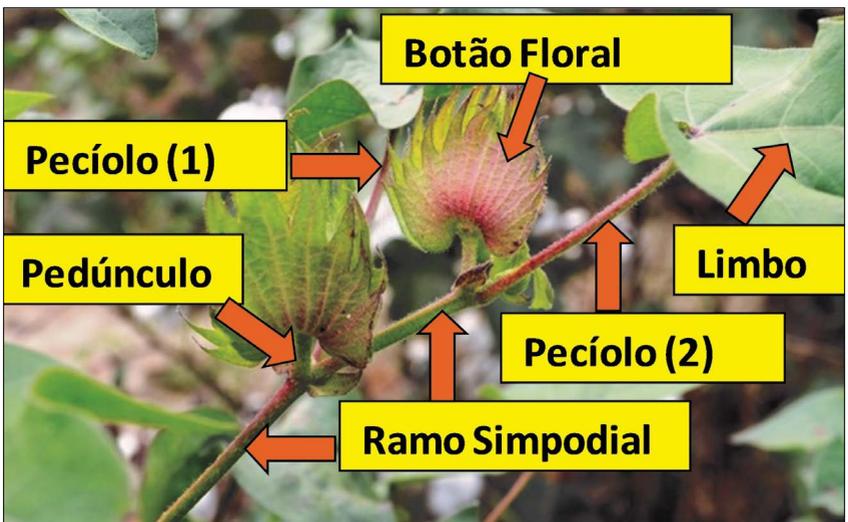


Figura 2.6. Estruturas situadas em ramos simpodiais em uma planta de algodão (*G. hirsutum* L.). (foto: <https://cottageatthecrossroads.com>)

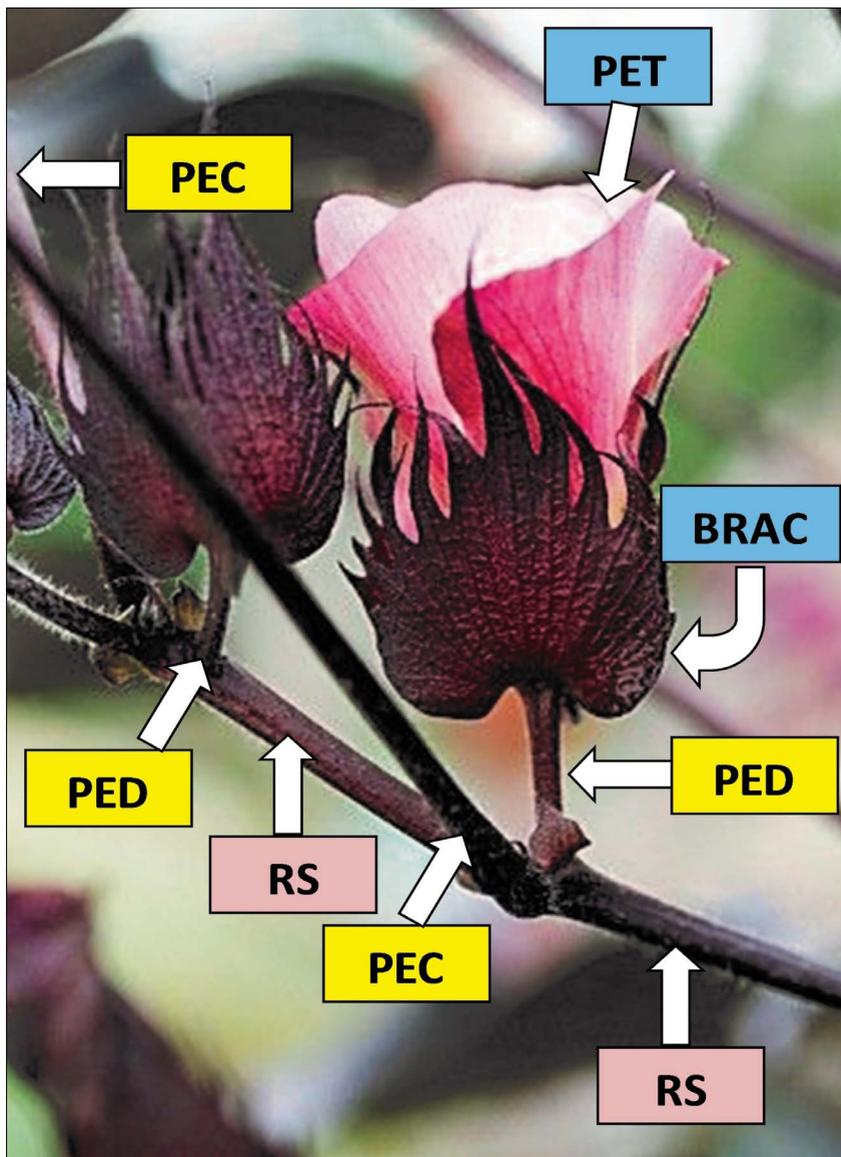


Figura 2.7. Estruturas situadas em ramos simpodiais em uma planta de algodão asiático (*G. herbaceum* L.). O ramo frutífero desenvolve-se da direita para a esquerda, com a flor púrpura localizada na primeira posição do ramo. BRAC = bráctea; PEC = pecíolo da folha; PED = pedúnculo da flor; PET = pétala; RS = ramo simpodial. Notar a localização do pedúnculo e do pecíolo na primeira posição (primeiro ponto de inserção). O padrão de desenvolvimento dos ramos é similar à espécie *G. hirsutum* L. (fonte: <https://www.alamy.com/stock-photo-gossypium-herbaceum-nigra-levant-cotton-52425594.html>)

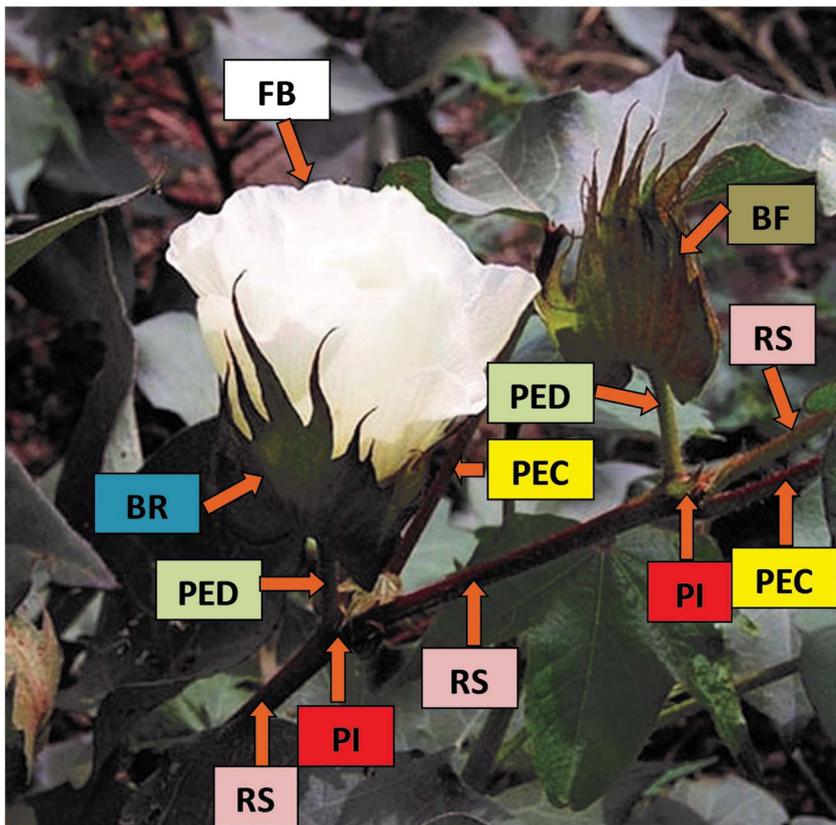
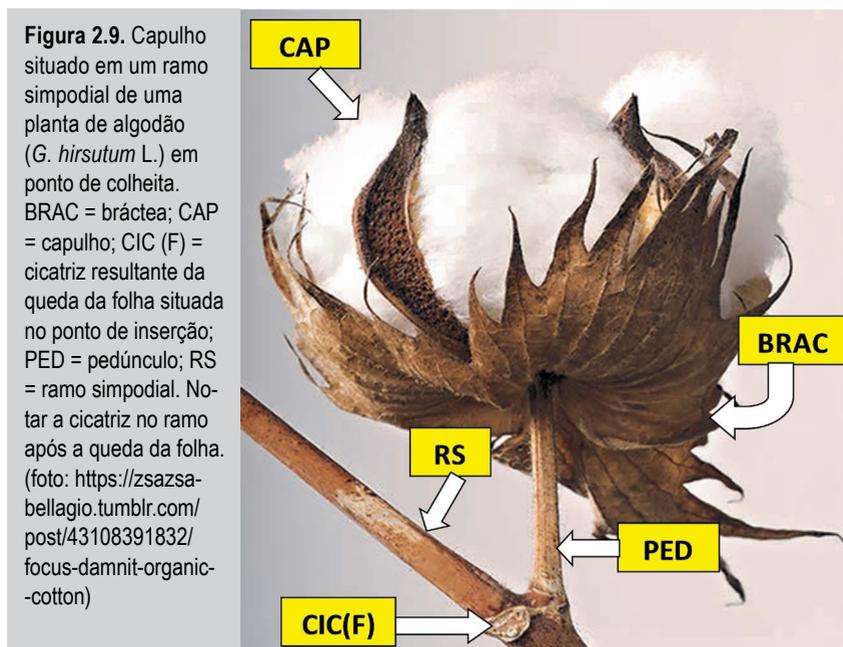


Figura 2.8. Estruturas situadas em ramos simpodiais em uma planta de algodão (*G. hirsutum* L.). O ramo frutífero desenvolve-se da esquerda para a direita, com a flor branca localizada na primeira posição do ramo. BF = botão floral; BR = bráctea; FB = flor branca; PEC = pecíolo da folha; PED = pedúnculo da flor; PI = ponto de inserção; RS = ramo simpodial. Notar a localização do pedúnculo e do pecíolo na primeira posição (primeiro ponto de inserção). (foto: <https://www.theartofdoingstuff.com/wp-content/uploads/2014/07/Cotton.jpg>)

A identificação correta da posição do ramo em que cada pedúnculo está inserido é essencial no mapeamento, sobretudo no fim do ciclo, quando folhas não estão mais presentes e alguns frutos foram abortados.

No ponto de colheita, os ramos simpodiais contêm os frutos abertos (capulhos) não abortados, mas normalmente estão sem as folhas, considerando-se a abscisão provocada naturalmente ou pela

aplicação de produtos desfolhantes. Esse caso é exemplificado na figura 2.9, onde podem ser observados o ramo simpodial com um capulho aberto e uma cicatriz localizada exatamente no local onde estava a folha do mesmo ponto de inserção. Quando uma estrutura reprodutiva é abortada em um ramo, forma-se também uma cicatriz em seu respectivo ponto de inserção, que permanece até o fim do ciclo. Esse caso está exemplificado nas figuras 2.10 e 2.11. A identificação e a localização dessas cicatrizes de abscisão frutífera nos ramos simpodiais são um requisito fundamental para que o mapeamento da produção seja bem-sucedido. O avaliador deve estar atento para não ignorar as cicatrizes de aborto (ou abortamento) enquanto realiza o mapeamento e registra a localização da produção. Do mesmo modo, é importante que posições de inserção frutíferas distintas no ramo não sejam confundidas, sobretudo em ramos pequenos que possuem mais de uma posição de frutificação. **Para evitar incorrer em erros de identificação e localização, o avaliador deve atentar-se à posição do ramo em que o pedúnculo se insere, ou seja, diagnosticar corretamente o ponto de inserção do ramo do qual o pedúnculo emerge.**



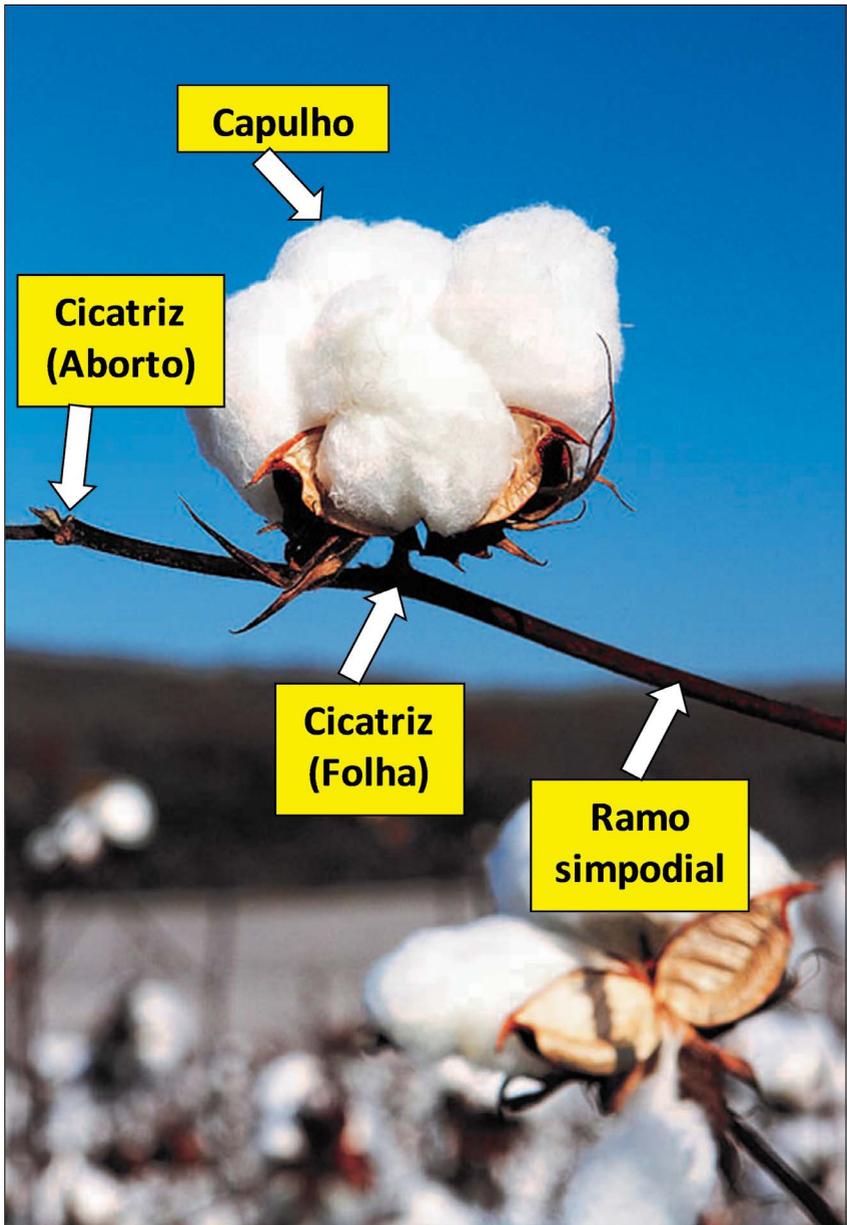


Figura 2.10. Capulho situado em um ramo frutífero (ou simpodial) de uma planta de algodão (*G. hirsutum* L.) em ponto de colheita, destacando-se as cicatrizes de folha e fruto. O ramo frutífero desenvolve-se da direita para a esquerda. (foto: <http://www.kevinandamanda.com/alabama-cotton/alabama-cotton-fields-10/>)

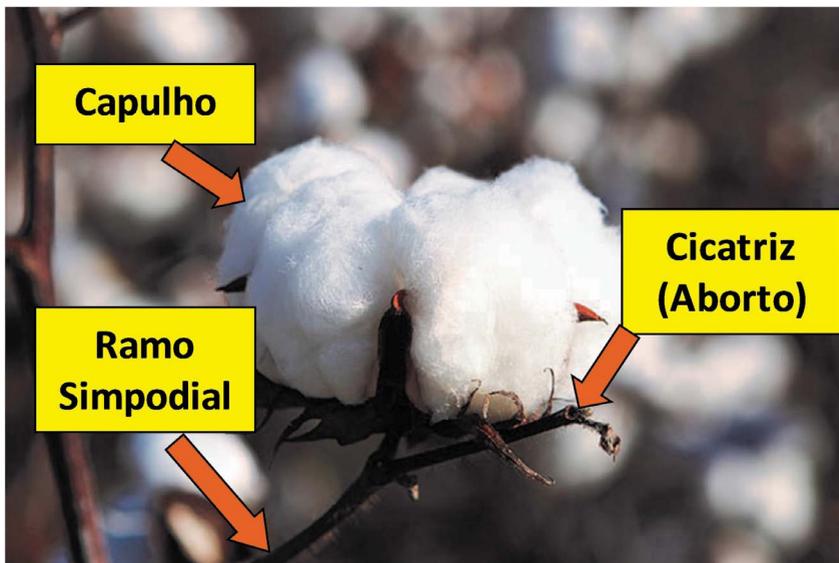


Figura 2.11. Capulho situado em um ramo simpodial ou frutífero de uma planta de algodão (*G. hirsutum* L.) em ponto de colheita, destacando-se a cicatriz de abscisão de estrutura reprodutiva. (foto: <http://www.kevinandamanda.com/alabama-cotton/alabama-cotton-fields-11/>)

Vejamos como exemplo desta situação o capulho destacado na figura 2.12. Nota-se que o ponto de inserção do pedúnculo desse capulho não é nem o primeiro nem o segundo, mas apenas o terceiro situado no ramo; os dois primeiros pontos de inserção (ou posições de ramo) do ramo do capulho apresentam somente cicatrizes indicativas de aborto. Portanto, como o capulho desenvolve-se a partir de uma gema situada no terceiro nó do ramo simpodial, esse capulho é de terceira posição; somente esse foi produzido no ramo. Em outras palavras, o capulho é de terceira posição porque seu pedúnculo projeta-se do terceiro ponto de inserção do ramo.

Distanciando-se um pouco das plantas, as cicatrizes de aborto de frutos são identificáveis como saliências entre os diferentes segmentos do ramo frutífero; podemos ver esta característica na planta da figura 2.13.

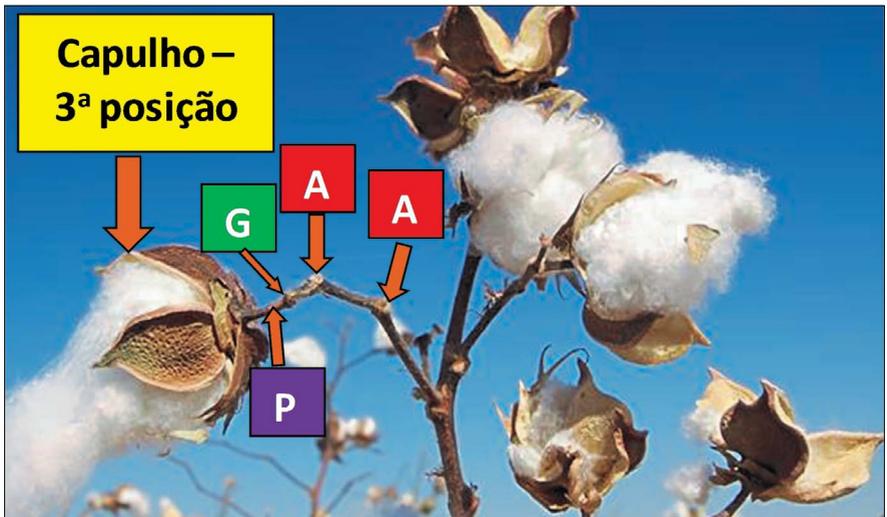


Figura 2.12. Ramo simpodial de uma planta de algodão (*G. hirsutum* L.) em ponto de colheita destacado. Observam-se as duas primeiras posições abortadas e um capulho desenvolvido a partir de uma gema na terceira posição. A = aborto; G = gema; P = pedúnculo. (foto: <http://www.jkhealthworld.com/english/cotton-plant>)

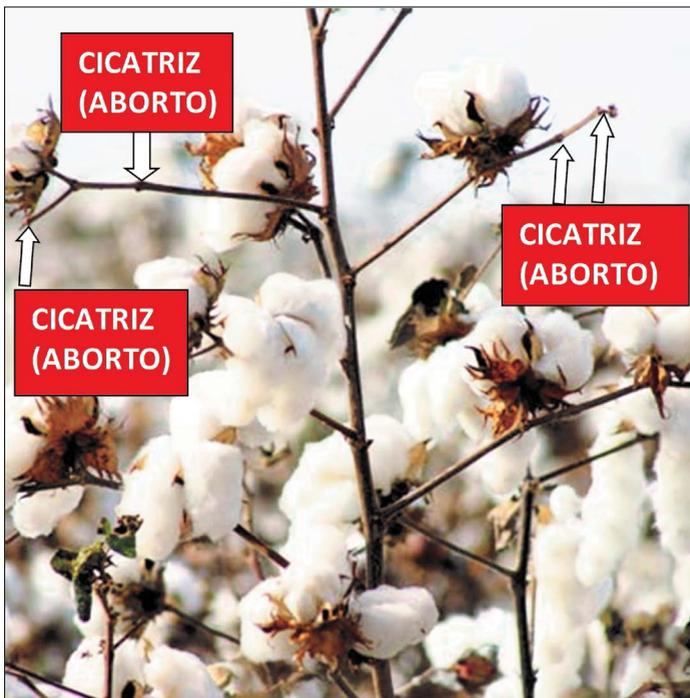


Figura 2.13. Pontos de inserção em ramos frutíferos onde ocorreu abscisão de estruturas reprodutivas em plantas de algodão (*G. hirsutum* L.) em ponto de colheita. (foto: <https://www.ecoticias.com/sostenibilidad/90530/noticia-medio-ambiente-Guia-ventajas-algodon-organico>)

Uma vez que já conhecemos a morfologia básica da planta e sabemos identificar e localizar nós, ramos, pontos de inserção de ramos, capulhos e abortos, este é um bom momento para começarmos a praticar o mapeamento da produção.

2.4 Identificação da produção na planta - um exemplo prático

Suponhamos amostrar a planta da figura 2.14 enquanto desejamos identificar a produção entre os nós “6” e “12”; o primeiro ramo produtivo origina-se do sexto nó. É possível notar também que esse é um ramo simpodial primário. Aplicando os conceitos de identificação vistos anteriormente, vamos diferenciar capulhos e abortamentos na planta; o resultado é a figura 2.15. Observam-se, ordenadamente, três capulhos no ramo simpodial originário do sexto nó da haste principal; um capulho e um aborto no ramo do sétimo nó; dois capulhos e um aborto no ramo do oitavo nó; um aborto e um capulho no ramo do nono nó; um capulho e dois abortos no ramo do décimo nó; três capulhos e um aborto no ramo do 11º nó; e um capulho e um aborto no ramo 12º nó.

É possível que nos últimos nós da planta sejam localizadas maçãs não abertas, que também devem ser contabilizadas. Uma vez identificados capulhos e abortos, devemos registrar os dados para analisá-los posteriormente; no entanto, deixaremos esse assunto para um próximo capítulo. É importante que, antes de registrar e analisar, o avaliador tenha a devida perícia em identificar e localizar as estruturas na planta. Assim, caso ainda tenham ficado dúvidas, a melhor sugestão é que o leitor volte e revise este capítulo. Reveja os conceitos iniciais, observe atentamente as figuras e tente compreendê-las. Caso precise ter um melhor entendimento do desenvolvimento da cultura para conseguir apreender os conceitos apresentados, verifique as revisões sugeridas no início do capítulo. Embora o mapeamento seja uma operação prática, entender melhor a planta sempre é bem-vindo nesse aspecto.



Figura 2.14. Fração de planta de algodão (*G. hirsutum* L.) em ponto de colheita. Os nós estão identificados com seu respectivo número em amarelo. (foto: acervo dos autores)

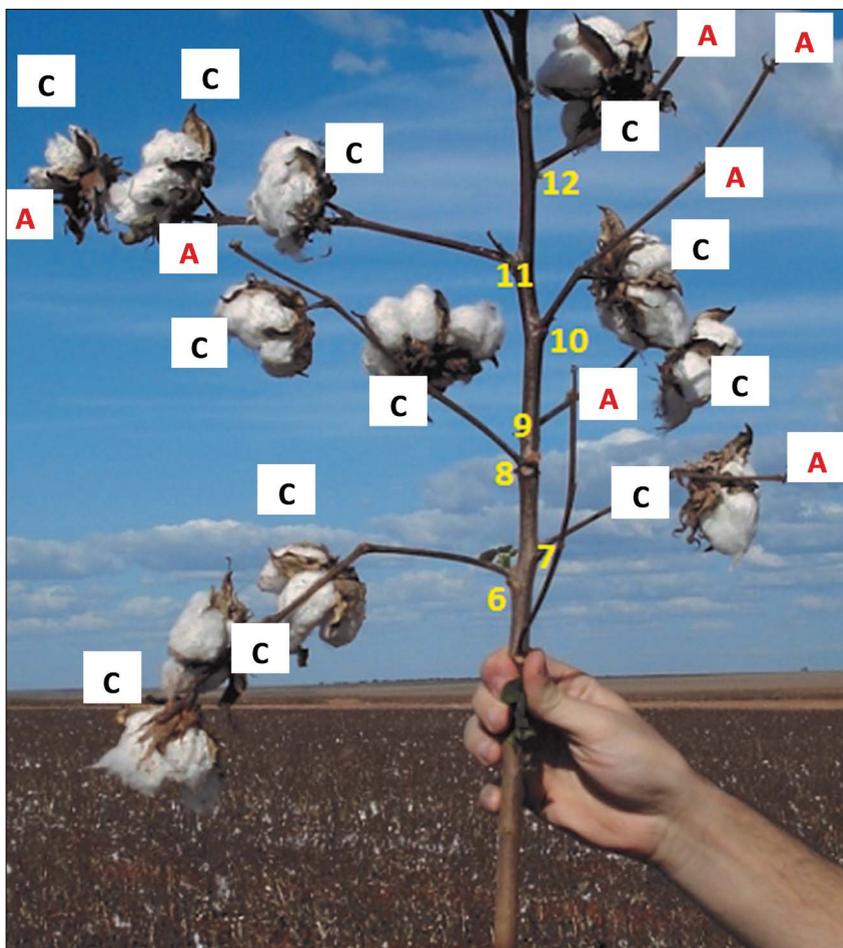


Figura 2.15. Fração de planta de algodão submetida ao mapeamento da produção de capulhos (sexto a 12º nós). O primeiro ramo simpodial está localizado no sexto nó da haste principal (nó “6”); os nós estão identificados com seu respectivo número em amarelo. Em cada ramo simpodial estão identificados capulhos (C) e abortos (A) nas posições de frutificação observadas. (foto: acervo dos autores)

Antes de finalizarmos o capítulo, uma observação. O leitor talvez esteja perguntando-se sobre a produção de capulhos em ramos frutíferos secundários, uma vez que não houve nenhum exemplo apresentado. Conforme veremos adiante, a produção acumulada desses capulhos pode ser contabilizada de diferentes maneiras; uma possibilidade é considerar, somente para fins de contagem, o ramo monopodial como se fosse um frutífero e agrupar toda a produção originada de seus respectivos ramos simpodiais secundários e demais como se fosse uma só, ou mesmo fracionada por nó de inserção. Outra maneira, adotada por pesquisadores, é considerar toda a produção desses ramos como equivalentes à de terceira ou superiores posições de frutificação de ramos simpodiais primários; o procedimento de organização desses dados de produção será visto mais adiante. De modo geral, o desenvolvimento de frutos em ramos vegetativos é mais lento do que o verificado em reprodutivos primários, conseqüentemente, o florescimento observado nos respectivos ramos reprodutivos não apresenta a mesma sincronia observada entre a produção dos ramos primários; para mais detalhes sobre esse assunto relativo à sincronia de florescimento nos ramos simpodiais, consulte as revisões escritas por Oosterhuis (1999) e Ritchie *et al.* (2007). Como os intervalos de florescimento em ramos secundários não têm a mesma sincronia, sendo, em geral, maiores, torna-se difícil a previsibilidade de sua produção na planta. Além disso, o número de ramos monopodiais, assim como a magnitude de seu desenvolvimento, pode variar muito, inclusive entre plantas vizinhas, o que complica ainda mais a situação; portanto, parece razoável a iniciativa de considerar a produção desses ramos como uma modalidade à parte. Veremos alguns casos no decorrer do boletim. No entanto, daremos maior atenção ao mapeamento em ramos simpodiais primários.

O mapeamento por contagem de capulhos

3.1 Introdução

Uma vez compreendida a identificação e a localização dos sítios de frutificação nas plantas, a etapa seguinte é o registro dos capulhos contabilizados. A modalidade mais simples do mapeamento da produção consiste em avaliar a distribuição de capulhos efetuando-se a contagem em cada posição de frutificação. Nesse sentido, não é estritamente correto considerá-la como “mapeamento da produção”, uma vez que a medição não é da produção em si, mas do número de capulhos. Uma denominação mais correta para essa modalidade seria “mapeamento de capulhos” ou “mapeamento da distribuição de capulhos”. O mapeamento da produção deve incluir a quantificação da produção, o que envolve determinar o peso dos capulhos mapeados. No próximo capítulo trataremos mais detalhadamente do mapeamento com pesagem. A priori, vamos, porém, começar pelo mais simples; uma vez compreendidas as noções da primeira modalidade, será mais fácil avançarmos para avaliações mais complexas e detalhadas, visto que os conceitos básicos envolvidos são praticamente os mesmos. Portanto, neste capítulo, vamos entender melhor como é feita a contagem de capulhos e seu registro, em outras palavras, vamos colocar o mapeamento “no papel”. Trataremos também do agrupamento de capulhos em categorias considerando-se sua localização na planta, muito utilizado em estudos de mapeamento. Sabendo-se registrar corretamente os dados, sua interpretação poderá, em seguida, ser realizada.

3.2 Contagem e registro dos capulhos

Voltemos neste momento à última figura do capítulo anterior, a figura 2.15; nela, está apresentada uma fração de planta mapeada até o 12º nó da haste principal. Os capulhos estão identificados com a letra “C” e os abortos com a letra “A”; toda a produção, nesse exemplo, está concentrada em ramos frutíferos primários. Uma vez que identificamos capulhos e abortos, os resultados devem então ser transferidos para uma tabela que represente o mapeamento da planta, conforme apresentado na tabela 3.1.

Para facilitar a quantificação de capulhos por ramo, posição e totais, uma forma mais útil de representar a planta da figura 2.15 seria substituir as letras “C” da tabela 3.1 por “1”, pois cada letra “C” representa um capulho. Opcionalmente, também se pode substituir a letra “A” por “0”. A planta e seu registro são então representados conforme a figura 3.1 e a tabela 3.2, respectivamente.

Tabela 3.1. Resultados do mapeamento de capulhos da planta apresentada na figura 2.15 (capítulo 2)

Posição do ramo					
Nó	1	2	3	4	5
6	C	C	C		
7	C	A			
8	C	C	A		
9	A	C			
10	C	A	A		
11	C	C	C	A	
12	C	A			

Capulho = 1; aborto = 0.

Registrando-se os capulhos individualmente como número de contagem, conforme observado na tabela 3.2, é possível calcular o número total de capulhos por ramo (total de cada linha) e por posição (total de cada coluna); o mesmo pode ser feito com o número de abortos. Normalmente, o número de abortos não é contabilizado, a menos que seja pretendido ou necessário determinar a proporção de sítios de frutificação abortados. Desconsiderando-se os abortos registrados na tabela 3.2, obtemos a tabela 3.3.

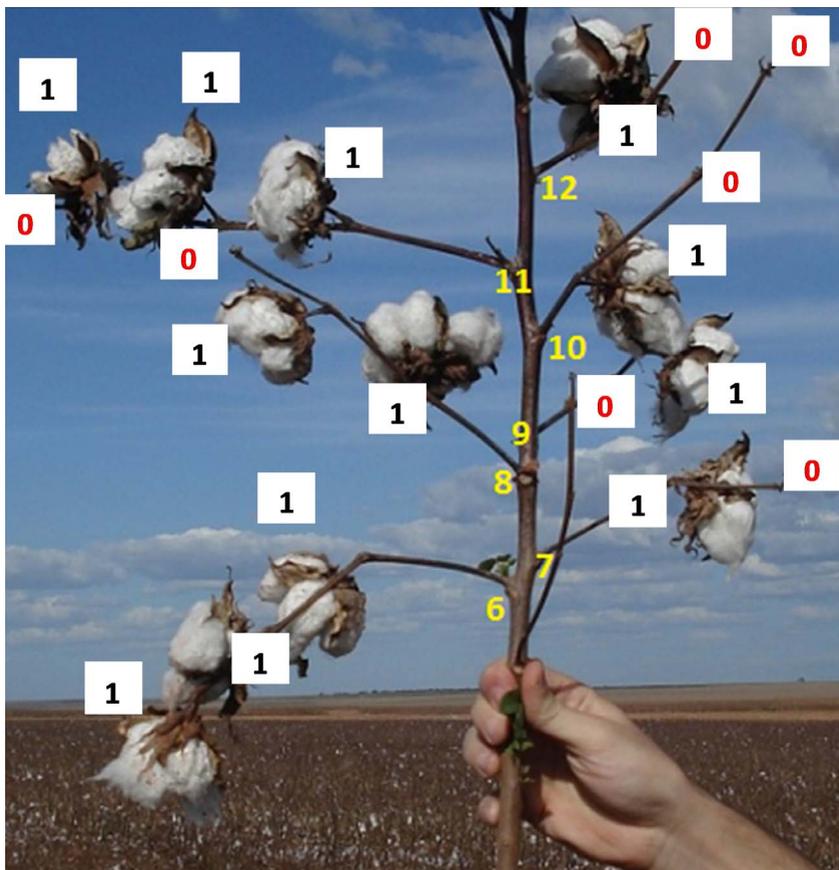


Figura 3.1. Fração de planta de algodão submetida ao mapeamento da produção de capulhos (sexto ao 12º nó). O primeiro ramo simpodial está localizado no sexto nó da haste principal (nó “6”); os nós estão identificados com seu respectivo número em amarelo. Em cada ramo simpodial estão identificados capulhos (1) e abortos (0) nas posições de frutificação observadas. (foto: acervo dos autores)

Tabela 3.2. Resultados do mapeamento de capulhos da planta apresentada na figura 3.1, convertendo-se os dados da tabela 3.1 em valores numéricos.

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6	1	1	1			3
7	1	0				1
8	1	1	0			2
9	0	1				1
10	1	0	0			1
11	1	1	1	0	0	3
12	1	0				1
Total	6	4	2	0	0	12

Capulho = 1; aborto = 0.

Tabela 3.3. Resultados do mapeamento de capulhos da planta apresentada na figura 3.1, convertendo-se os dados da tabela 3.1 em valores numéricos, desconsiderando-se os abortos.

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6	1	1	1			3
7	1					1
8	1	1				2
9		1				1
10	1					1
11	1	1	1			3
12	1					1
Total	6	4	2	0	0	12

Capulho = 1; aborto = 0.

Conforme os resultados apresentados na tabela 3.3, a planta da figura 3.2 apresenta doze capulhos. Seis capulhos, metade do total, estão localizados em primeira posição de ramo; quatro estão em segunda posição de ramo; e apenas dois localizam-se em terceira posição. Ao mesmo tempo, observa-se que no ramo frutífero do nó “6” acumulam-se três capulhos, um no ramo do nó “7”, dois no ramo do nó “8”, e assim sucessivamente, até o nó 12, cujo ramo acumula um capulho.

O uso de tabelas ou planilhas é o método básico de organizar os dados do mapeamento. Esse exemplo foi bastante simplificado, envolvendo poucos capulhos e nós da haste principal; veremos mais adiante casos de plantas inteiras e de conjuntos de plantas inteiras. Mas, antes disso, é necessário que tenhamos a noção básica de agrupamento de capulhos por nós da haste principal e por posições de ramo.

3.3 Agrupamento de capulhos

Voltemo-nos à tabela 3.3; para fins didáticos, podemos, se quisermos, dividir a planta em partes inferior e superior, agrupar os capulhos do nó “6” ao nó “9” como inferiores e aqueles acima do nó “9” como superiores. Nesse caso, teríamos sete capulhos (58,3% do total) na parte inferior da planta e cinco (41,7% do total) na parte superior. Suponhamos que, em vez de dividi-la em duas, gostaríamos de dividir a mesma planta em três seções ao longo da haste principal. Consideremos, nesse caso, que os ramos dos nós “6” e “7” constituam o “terço inferior”, que os ramos dos nós “8”, “9” e “10” constituam o “terço médio” e que os ramos dos nós “11” e “12” sejam o “terço superior”. Nesse tipo de agrupamento, teríamos quatro capulhos (33,33% do total) no terço inferior, quatro (33,33% do total) no terço médio e mais quatro (33,33% do total) no terço superior.

Para uma mesma planta, realizamos, conforme o exemplo, dois tipos de agrupamento na haste principal, distribuindo os capulhos em dois ou três grupos principais; em plantas inteiras, o agrupamento dos capulhos em terços (três partes) é bastante comum em experimentos que envolvem mapeamento. O agrupamento em duas partes (inferior e superior) é menos frequente, mas também pode

ser útil. No entanto, o mais importante é sabermos que os capulhos podem ser reunidos por grupos de nós da haste principal; o número de grupos pode variar de acordo com a opção do avaliador: dois, três, quatro ou até mesmo mais grupos, caso o objetivo seja mais específico. O aumento no número de grupos pode, no entanto, resultar em uma necessidade de avaliar-se um maior número de plantas. As recomendações de amostragem e o número necessário de plantas para o mapeamento serão discutidos no capítulo 5.

O agrupamento por posições de ramo é fornecido pela soma de capulhos em cada coluna. Na tabela 3.3, o total em primeira posição de ramo são seis capulhos, o total em segunda posição são três e o total em terceira posição são dois. Normalmente, os capulhos são agrupados como de primeira, segunda e a soma nas demais posições (três grupos). Outra possibilidade seria agrupar os capulhos como de primeira posição e de demais posições (soma de todas as outras posições), em dois grupos; nesse último caso teríamos seis capulhos de primeira posição e mais seis nas posições restantes (tabela 3.3). Portanto, assim como foi observado para os nós da haste principal, há também possibilidades diversas de agrupamento de capulhos ao longo dos pontos de inserção de ramos frutíferos; o pesquisador pode optar por um tipo de agrupamento específico, dependendo do objetivo do estudo.

É possível também agrupar os capulhos por combinações entre nós da haste principal e posições de ramo. Por exemplo, se quisermos determinar na tabela 3.3 o número de capulhos do terço médio (oitavo, nono e décimo nós) localizados em primeira posição, obtemos a soma de dois capulhos, o que corresponde a um sexto do total. É possível ainda utilizar a mesma abordagem para outras partes da planta.

O leitor pode perguntar-se o porquê de agruparmos os capulhos em diferentes categorias. O agrupamento possibilita uma série de vantagens para interpretação e análise dos dados. Vejamos novamente o caso da distribuição dos ramos frutíferos em três seções da haste principal: os frutos do terço inferior, sobretudo os de primeira posição, são os primeiros a desenvolver-se na planta, seguidos pelos do terço médio e, finalmente, pelos do terço superior. Sabendo disso, podemos avaliar de forma mais ampla o padrão de distribuição de capulhos no início, no meio e no fim do ciclo, agrupando os capulhos por terço vertical. Além disso, a separação por

terços possibilita, dependendo do número e da produção das plantas amostradas, um acúmulo de capulhos suficiente para análise de rendimento e qualidade de fibra sem a necessidade de amostragem em um grande número de plantas, caso sejam colhidos para essa finalidade. Ao mesmo tempo, os agrupamentos facilitam análises estatísticas, reduzindo o número de análises necessárias e as chances de resultados sem qualquer capulho contabilizado, o que pode prejudicar a análise. A mesma discussão também é válida para posições de ramos frutíferos, mas, nesse caso, o número de posições raramente é superior a “4” em um ramo, o que por si só já facilita os agrupamentos e as análises dos dados. Posições mais distantes da haste principal em um ramo frutífero são, com raríssimas exceções, mais tardias do que aquelas mais próximas ao caule; veremos posteriormente que os capulhos também podem ser agrupados segundo a fenologia da planta.

Os agrupamentos facilitam, portanto, a detecção de variações gerais na distribuição de capulhos nas plantas, seja por conta de fatores genéticos, seja em resposta a condições ambientais ou de manejo da cultura.

Outra questão envolvendo o agrupamento de capulhos, sobretudo por grupos de nós da haste principal, é a identificação de quais nós serão reunidos em um mesmo grupo. Se a planta for dividida em três seções verticais, por exemplo, pode-se optar por três grupos de mesmo número de nós totais ou nós com ramos simpodiais produtivos. No entanto, o critério não é fixo; os números de nós por grupo podem ser diferentes entre si, dependendo das definições e das escolhas do avaliador.

3.4 Notação dos sítios de frutificação

Para que continuemos este capítulo e sejam discutidos outros exemplos de plantas mapeadas, convém apresentarmos a notação das posições de frutificação em ramos frutíferos primários. Um capulho localizado na primeira posição do ramo do sexto nó apresenta posição 6.1. O primeiro algarismo refere-se ao nó da haste principal e o segundo à posição do ramo; um capulho localizado na segunda posição do ramo do sétimo nó tem posição 7.2. A posição de um capulho situado na quarta posição do ramo frutífero do décimo nó é referida como 10.4, e assim sucessivamente.

3.5 Registro alternativo de contagem em ramos frutíferos

Um modo alternativo de efetuar o registro da contagem de capulhos é iniciá-la no primeiro ramo frutífero primário; nesse caso, a tabela 3.3 é convertida em outra equivalente, apresentada na tabela 3.4.

Tabela 3.4. Tabela da planta da figura 3.1, iniciando-se a contagem nos ramos frutíferos.

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
1	1	1	1			3
2	1					1
3	1	1				2
4		1				1
5	1					1
6	1	1	1			3
7	1					1
Total	6	4	2	0	0	12

Capulho = 1; aborto = 0.

Assim, o nó “6” passa a ser nó “1”, o nó “7” passa a ser nó “2”, e assim sucessivamente. Essa tabela é mais fácil de ser elaborada e padronizada para avaliações no campo, mas há aí um problema: plantas diferentes podem ter o primeiro ramo frutífero primário em nós diferentes; conseqüentemente, a posição “1.1” da tabela 3.4 pode representar posições diferentes em plantas diferentes. O efeito será transferido para outras posições da planta.

Se o objetivo for realizar uma análise comparativa entre tratamentos ou cultivares diferentes que propiciem variações no nó do primeiro ramo simpodial, utilizar os dados diretamente da tabela 3.4 não é o procedimento correto. Para contornar esse possível problema e utilizar esse modelo de tabela, é necessário registrar o nó da haste principal em que se situa o primeiro ramo frutífero produtivo. Após os dados serem registrados no campo, a tabela deve ser convertida em uma do tipo da tabela 3.3, para que se conheça a posição real de cada capulho. Outro ponto importante é que a posição real do nó, conforme mostrado na tabela 3.3, indica mais claramente respostas das plantas a fatores ambientais ou genotípicos que podem não ser detectados no modelo adotado na tabela 3.4. Por exemplo, há um efeito conhecido provocado por altas doses de fertilizante nitrogenado em fazer com que o primeiro ramo simpodial produtivo seja localizado em um nó superior. Cultivares tardios e precoces podem também diferir quanto à primeira posição de frutificação e aos grupos de nós localizados nos ramos mais produtivos. Portanto, a determinação dos nós deve ser feita quando se adota o modelo de registro alternativo, o que é possível com a identificação do nó do primeiro ramo frutífero produtivo.

3.6 Mapeamento em plantas inteiras individuais

Tomemos como exemplo uma planta que, na avaliação final, resultou em 23 nós na haste principal. O nó do primeiro ramo simpodial foi o sétimo; todos os capulhos localizados em ramos simpodiais provenientes de monopodiais foram reunidos em uma única categoria à parte de ramos secundários, totalizando dois capulhos. O mapeamento da planta está representado na tabela 3.5, a partir da qual observamos um total de dezoito capulhos retidos na planta.

O objetivo é agruparmos os capulhos dos ramos frutíferos primários segundo os seguintes critérios:

- a) terços inferior, médio e superior ao longo da haste principal;
- b) capulhos de primeira (P1), segunda (P2) e terceira e demais posições de ramo (P3+).

Parece razoável, neste exemplo, dividirmos a planta nas seguintes seções:

- a) terço inferior: do sétimo ao décimo primeiro nó (cinco nós);
- b) terço médio: do décimo segundo ao décimo sexto nó (cinco nós);
- c) terço superior: do décimo sétimo ao vigésimo primeiro nó (cinco nós).

Tabela 3.5. Representação da distribuição de capulhos em planta inteira de algodoeiro (*G. hirsutum* L.)

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6						
7	1					1
8						0
9		1				1
10	1					1
11	1	1				2
12	1	1				2
13		1				1
14	1					1
15	1	1				2
16						0
17	1					1
18	1	1				2
19						0
20	1					1
21	1					1
22						
Total	10	6	0	0	0	16
RFS	2					

RFS: ramos frutíferos secundários.

Somando-se os capulhos, teremos então os totais em cada terço:

a) terço inferior: cinco capulhos (5/16 ou 31,25% do total em ramos frutíferos primários);

b) terço médio: seis capulhos (6/16 ou 37,5% do total em ramos frutíferos primários);

c) terço superior: cinco capulhos (5/16 ou 31,25% do total em ramos frutíferos primários).

Portanto, o terço médio é aquele com maior quantidade de capulhos. Podemos, também, combinar as somas dos terços; por exemplo, de acordo com esses resultados, a planta apresenta dez capulhos (62,5% do acumulado) nos terços inferior e médio, ou seja, até o 16º nó. Acima desse nó, somente 31,25% dos capulhos da planta foram retidos.

Somando-se os capulhos por posição de ramo, temos:

a) capulhos de primeira posição de ramo (P1): dez (62,5% do total);

b) capulhos de segunda posição de ramo (P2): seis (37,5% do total);

c) capulhos de terceira e demais posições de ramo (P3+): zero.

Vemos, então, que 62,5% dos capulhos de ramos simpodiais primários situam-se em primeira posição e o restante (37,5%) em segunda, não havendo capulhos de terceira ou demais posições.

Podemos, em vez de calcular as proporções de cada terço em relação ao total de dezesseis capulhos em ramos simpodiais primários, determinar as proporções percentuais em relação ao total da planta, considerando também os dois capulhos originários de ramos simpodiais secundários, totalizando dezoito capulhos. Nesse caso, teríamos:

a) terço inferior: 5/18 (27,78%);

b) terço médio: 6/18 (33,33%);

c) terço superior: 5/18 (27,77%);

d) capulhos de primeira posição: 10/18 (55,55%);

e) capulhos de segunda posição: 6/18 (33,33%).

Calculamos também o percentual em ramos frutíferos secundários; como são dois capulhos, temos 2/18, o que equivale a 11,11% do total.

É possível dividirmos a planta em duas seções da haste principal, ou quatro, e refazermos os cálculos; vejamos um segundo exemplo na tabela 3.6.

Tabela 3.6. Representação da distribuição de capulhos em planta inteira de algodoeiro (*G. hirsutum* L.)

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6						
7						
8						
9			1			1
10		1	1			2
11		1	1			2
12	1	1	1			3
13		1	1			2
14		1	1			2
15	1	1				2
16	1					1
17	1					1
18			1			1
19	1					1
20		1				1
21	1					1
22	1					1
Total	7	7	7			21
RFS	4					

RFS: ramos frutíferos secundários.

Na planta em questão, o primeiro ramo frutífero é originário do sétimo nó da haste principal; no entanto, todos os frutos foram abortados tanto no sétimo como no oitavo nó. A planta produziu 25 capulhos e 24 nós totais, sendo o último ramo produtivo localizado no 22º nó. Vamos manter o mesmo critério do exemplo anterior e efetuar a divisão em terços ao longo da haste principal e seguir os mesmos agrupamentos por posição de ramo:

- a) terço inferior (do sétimo ao 11º nó): cinco capulhos, equivalente a $5/21$ (23,81%) do total em ramos frutíferos primários, ou $5/25$ (20%) do total de capulhos da planta;
- b) terço médio (do 12º ao 16º nó): dez capulhos, o que equivale a $10/21$ (47,62%) do total produzido em ramos frutíferos primários, ou $10/25$ (40%) do total de capulhos da planta;
- c) terço superior (do 17º ao 22º nó): seis capulhos, o que equivale a $6/21$ (28,57%) dos capulhos situados em ramos frutíferos primários, ou $6/25$ (24%) do total de capulhos da planta;
- d) capulhos de posição de ramo “1 (P1)”: sete capulhos, o que equivale a $7/21$ (33,33%) dos capulhos situados em ramos frutíferos primários, ou $7/25$ (28%) do total de capulhos da planta;
- e) capulhos de posição de ramo “2” (P2): sete capulhos, o que equivale a $7/21$ (33,33%) dos capulhos situados em ramos frutíferos primários, ou $7/25$ (28%) do total de capulhos da planta;
- f) capulhos de posições de ramo “3” e superiores (P3+): sete capulhos, o que equivale a $7/21$ (33,33%) dos capulhos situados em ramos frutíferos primários, ou $7/25$ (28%) do total de capulhos da planta;
- g) capulhos de ramos frutíferos secundários: quatro capulhos, equivalente a $4/25$ (16%) do total de capulhos da planta.

Comparando-se a planta da tabela 3.5 com a da tabela 3.6, podemos notar que a segunda apresentou maior número de capulhos, maior proporção de capulhos nos terços médios e superior, além de possuir uma proporção importante de capulhos após a segunda posição de ramos frutíferos. Temos a possibilidade, portanto, de comparar plantas diferentes, desde que sigamos os mesmos critérios para categorizar os capulhos para todas elas.

Acreditamos que esse entendimento seja suficiente como uma base para a análise dos capulhos contabilizados visando-se a observação comparativa entre plantas distintas. Recomendamos que você retorne aos dois exemplos anteriores e refaça o mesmo processo que fizemos, mas, desta vez, adotando diferentes tipos de agrupamento. Por exemplo, em vez de dividir as plantas em três seções da haste principal, divida-a em duas ou em quatro. Suponhamos que a metade inferior da planta seja até o 14º nó e a metade superior a partir do 15º. Determine as quantidades e as proporções em cada uma das seções; faça o mesmo com relação às posições de ramo, isolando, por exemplo, os capulhos de primeira posição de todos os demais. Estabeleça seus próprios critérios de combinar os capulhos por grupo e determine as quantidades segundo o que foi estabelecido. Enfim, é importante saber “brincar” com os dados das tabelas para entender melhor as combinações para o estudo que se pretende realizar.

Uma vez que já temos uma noção da contabilização e do agrupamento de plantas individuais, podemos agora ver exemplos práticos mais aplicados para análises experimentais. Para que os dados do mapeamento sejam minimamente confiáveis, é necessário que o procedimento seja feito não em uma, mas em um conjunto de plantas. Uma única planta não possui representatividade suficiente para uma área submetida à avaliação; é necessário que seja realizado em um conjunto de plantas homogêneas próximas entre si que, se possível, estejam localizadas sequencialmente na mesma linha de semeadura. Além disso, repetições dessas avaliações em conjuntos de plantas são necessárias para trabalhos que envolvam análises estatísticas. Discutiremos mais detalhadamente os critérios de amostragem e de número mínimo de plantas a ser adotado para cada mapeamento individual no capítulo 5. Por enquanto, gostaríamos de realçar a necessidade de que os valores finais sejam originários de um conjunto de plantas homogêneas, não de apenas uma planta. Trataremos da representação da contagem de capulhos de conjuntos de plantas a seguir.

3.7 Mapeamento em conjuntos de plantas homogêneas

O mapeamento em um conjunto de plantas é basicamente a soma dos resultados do mapeamento em plantas individuais. Para o mapeamento da planta representada na tabela 3.5 foi necessária somente uma tabela ou planilha para obtermos os totais da planta; cada planta possui sua respectiva tabela, em que são anotados os dados de contagem. Quando são mapeadas mais de uma planta e consideramos que elas fazem parte de uma mesma amostra, o resultado final é obtido pela soma, em cada uma das posições de frutificação, dos capulhos de todas as plantas mapeadas.

Consideremos, por exemplo, que, em uma área de algodão, cada amostra selecionada para o mapeamento é constituída por sete plantas sequenciais distribuídas em 1 m de comprimento. Portanto, serão mapeados os capulhos em cada uma dessas sete plantas, sendo os valores de cada uma anotados em uma tabela como a da tabela 3.5. Uma vez que as contagens de cada uma das plantas estiverem anotadas em sua respectiva tabela, somamos os valores em cada posição de frutificação e obtemos uma tabela final com os totais. Um exemplo com os resultados das sete plantas é apresentado na tabela 3.7; o valor médio do número de nós totais calculado das sete plantas foi de 23,14. O número total de capulhos em ramos frutíferos primários foi de noventa capulhos, enquanto o total absoluto, somando-se os demais, foi de 106 capulhos.

Calculando o total em cada terço e considerando os mesmos intervalos de nós dos exemplos anteriores, temos:

- a) terço inferior (até o 11^o nó): 31 capulhos, o que equivale a $31/90$ (34,44%) dos capulhos de ramos frutíferos primários e $31/106$ (29,24%) do total de capulhos das sete plantas;
- b) terço médio (do 12^o ao 16^o nó): 44 capulhos, o que equivale a $44/90$ (48,89%) dos capulhos de ramos frutíferos primários e $31/106$ (41,71%) do total de capulhos das sete plantas;
- c) terço superior (17^o nó em diante): 15 capulhos, o que equivale a $15/90$ (16,67%) dos capulhos de ramos frutíferos primários e $15/106$ (14,15%) do total de capulhos das sete plantas;

Tabela 3.7. Resultados da contagem de capulhos em sete plantas sequenciais de algodoeiro (*G. hirsutum* L.)

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6						
7	2					2
8	2	2				3
9	4	3				7
10	4	3	3			10
11	2	5	2			9
12	3	5				8
13	7	4				11
14	6	4				10
15	6	2				8
16	6	1				7
17	5	1				6
18	2	1				3
19	2					2
20	1					1
21	2					2
22	1					1
Total	55	30	5			90
RFS	16					

RFS: ramos frutíferos secundários.

- d) capulhos de primeira posição: 55 capulhos, o que equivale a 55/90 (61,11%) dos capulhos de ramos frutíferos primários e 55/106 (51,89%) do total de capulhos das sete plantas;
- e) capulhos de segunda posição: trinta capulhos, o que equivale a 30/90 (33,33%) dos capulhos de ramos frutíferos primários e 30/106 (28,30%) do total de capulhos das sete plantas;
- f) capulhos de terceira e demais posições: cinco capulhos, o que equivale a 5/90 (5,56%) dos capulhos de ramos frutíferos primários e 5/106 (4,72%) do total de capulhos das sete plantas;
- g) capulhos de ramos frutíferos secundários: dezesseis capulhos, o que equivale a 16/106 (15,09%) do total de capulhos das sete plantas.

O uso de plantas homogêneas em conjunto permite também estimar o número de capulhos por unidade de área; como mencionado anteriormente, as sete plantas estão distribuídas sequencialmente, de forma homogênea, em 1 m. Conhecendo-se o espaçamento entre linhas, é possível calcular o número de capulhos por metro quadrado (m^2). Suponhamos que o espaçamento entre linhas seja de 0,9 m; portanto, temos:

- a) área em 1 m de plantas: $1 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} = 0,9 \text{ m}^2$
- b) o número total de capulhos por metro quadrado é calculado, nesse caso, dividindo-se o número de capulhos pela área: $106/0,9 = 117,78$ capulhos/ m^2 . Podemos aplicar esse princípio aos agrupamentos utilizados; por exemplo, nos terços inferior, médio e superior temos 34,44 (ou $31/0,9$); 48,88 (ou $44/0,9$); e 16,67 (ou $15/0,9$) capulhos/ m^2 , respectivamente. Em ramos simpodiais secundários há 17,78 capulhos por m^2 .

Podemos, se quisermos detalhar mais o mapeamento dos ramos frutíferos primários da tabela 3.7, propor uma segunda tabela, calculando o número de capulhos por área das combinações entre os terços adotados ao longo da haste principal e os pontos de frutificação do ramo; teríamos então a tabela 3.8.

A apresentação dos dados de mapeamento de contagem de capulhos por unidade de área é comum e apresenta a vantagem de poder ser expressa por hectare, o que facilita a discussão de resultados de produtividade apresentados em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. É preciso, porém, para que os dados sejam expressos por unidade de área, efetuar correções para evitar valores superestimados de número de capulhos, correções essas que serão abordadas nas seções 4.8 e 4.9 do próximo capítulo. Por enquanto, vamos considerar os valores fornecidos como se não precisassem de correção, para facilitar a compreensão dos conceitos apresentados.

Tabela 3.8. Número de capulhos por metro quadrado combinando-se os agrupamentos por terço da haste principal e posições dos ramos frutíferos primários.

Capulhos por m²			
	P1	P2	P3
Terço inferior	15,56	13,33	5,56
Terço médio	31,11	17,78	0
Terço superior	14,44	2,22	0

P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo; terço inferior = até o 11º nó; terço médio = entre o 12º e o 16º nó; terço superior = a partir do 17º nó até a gema apical.

Outra possibilidade é determinar os valores médios por planta, o que é feito dividindo-se os valores de contagem totais finais, ou de cada agrupamento, pelo número de plantas utilizadas. No presente exemplo, deve-se dividir por sete.

3.8 Exercício de aplicação

Reservamos esta parte do capítulo para fazer com que o leitor aplique os conceitos apresentados a conjuntos de plantas inteiras de algodão.

Dado o mapeamento de sete plantas inteiras de algodão da tabela 3.9:

- a) Complete a tabela calculando os totais por cada ramo frutífero (linha) e posição de frutificação de ramo (coluna). Calcule o número total de capulhos na planta com e sem a inclusão dos capulhos de ramos frutíferos secundários.
 - b) Determine o total de capulhos nos terços inferior, médio e superior. O critério empregado é: terço inferior = até o décimo nó; terço médio = do 11^o ao 13^o nó; terço superior = a partir do 14^o nó.
 - c) Determine o total de capulhos por posição de frutificação de ramo em dois grupos: P₁ = primeira posição de ramo; e P₂₊ = segunda e demais posições de ramo.
 - d) Calcule os percentuais em relação ao total de capulhos situados em ramos frutíferos primários.
 - e) Calcule os percentuais em relação ao total das sete plantas (incluindo capulhos de ramos secundários).
 - f) Calcule, para cada um dos grupos determinados nos itens “b” e “c”, o número de capulhos por metro quadrado (m²). Dados: número de plantas por metro = 7; espaçamento entre linhas = 0,9 m.
- e) Complete a tabela 3.10.

Tabela 3.9. Resultados da contagem de capulhos em sete plantas sequenciais de algodoeiro (*G. hirsutum* L.)

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6		1	1			
7	1					
8	3	3	2			
9	4	4				
10	3	3				
11	5	6				
12	5	4				
13	7	2				
14	7	1		1		
15	4					
16	4	1				
17	6		1			
18	3	2				
19	2	1				
20						
21	1					
22						
Total						
RFS	19					

RFS: ramos frutíferos secundários.

Tabela 3.10. Exercício – Número de capulhos por metro quadrado combinando-se os agrupamentos por terço da haste principal e posições de dois ramos frutíferos primários da tabela 3.9.

Capulhos por m²		
	P1	P2+
≤ 10° nó		
do 11° ao 13° nó		
≥14° nó		

P1 = primeira posição do ramo; P2+ = segunda e demais posições de ramo.

3.9 Mapeamento dos abortamentos de estruturas reprodutivas

O avaliador pode interessar-se em estudar o número de abscisões na planta ou no conjunto de plantas; para realizar essa avaliação é necessário, inicialmente, registrar todos os abortos observados nas plantas. Em seguida, os números de abortos por posição podem ser incluídos em uma tabela à parte, similar à tabela 3.7, mas exclusiva para esse registro. Uma vez registrados, os dados podem ser agrupados por nós da haste principal e posições de ramos frutíferos para uma interpretação mais ampla, ou mesmo analisados por sítio individual de frutificação. As avaliações de números ou percentuais de abortos podem fornecer resultados importantes e complementares aos de número de capulhos contados. O avaliador definirá a necessidade ou não do estudo das taxas de aborto no mapeamento de plantas.

3.10 Avaliações complementares ao mapeamento de capulhos

Além do mapeamento de capulhos e abortos nas plantas, envolvendo contagens de nós e pontos de inserção (posições) em ramos frutíferos, é recomendável que sejam feitas, se possível, algumas avaliações complementares. Essas avaliações são importantes para

completar informações faltantes e facilitar a compreensão dos dados do mapeamento com relação ao desenvolvimento final da planta. Sempre que possível, deve-se estar atento aos seguintes itens adicionais:

a) Número de maçãs não abertas: é desejável que o mapeamento seja feito em uma época em que todos os frutos que se pretendem colher estejam abertos. No entanto, é possível que sejam encontradas maçãs em diferentes fases de desenvolvimento; isso pode acontecer se a operação for feita antes do ponto de colheita, ou mesmo por conta da retenção de frutos mais tardios na planta, que não completaram a fase de maturação ou a deiscência. Como as maçãs são frutos, uma opção é contabilizá-las como capulhos normais. No entanto, pode-se optar por registrá-las como uma categoria à parte. Se uma maçã não for viável para a colheita, por ser muito pequena em virtude de um desenvolvimento limitado, ou por ser muito jovem, o avaliador pode decidir descartá-la da avaliação e não contabilizá-la.

b) Número total de nós da planta: se você retornar algumas páginas aos exemplos anteriores, perceberá que o número total de nós é apresentado no próprio texto. Isso não é por acaso; o número total de nós não é contabilizado nas tabelas de capulhos apresentadas anteriormente, mas sim o último nó com ramo produtivo. O registro do número total de nós é importante, pois indica indiretamente a magnitude do desenvolvimento vegetativo; uma planta que produz mais nós geralmente está associada a um maior desenvolvimento vegetativo. No entanto, o número total de nós pode ser menos afetado do que o último nó com ramo produtivo; isso ocorre porque o número total de nós da planta é mais influenciado por características genéticas.

c) Nó do primeiro ramo frutífero primário: quando o primeiro ramo frutífero não é produtivo, o nó do caule no qual esse ramo está inserido não é incluído na tabela, caso os abortos não estejam anotados. Esse nó é influenciado geneticamente, mas também pode ser afetado por fatores ambientais. Seu registro é útil como indicador do desenvolvimento vegetativo anterior ao início da fase reprodutiva.

d) Altura de plantas: a altura de plantas é uma medida feita frequentemente durante o ciclo da cultura, servindo como um diagnóstico do crescimento vegetativo, podendo também ser utilizada como critério para definir o manejo de regulador de crescimento. Os valores podem variar muito entre plantas, dependendo do cultivar e do manejo. Sua medição ao fim do ciclo, no período de colheita, é uma informação complementar para compreender melhor os dados do mapeamento de plantas. Suponhamos, por exemplo, que você tenha realizado um experimento testando doses baixas e altas de adubo nitrogenado; de modo geral, a altura da planta é fortemente influenciada pelo nitrogênio (N), apresentando aumento considerável quando altas doses são utilizadas. No entanto, nem sempre o aumento de doses de N resultará em maior retenção de capulhos e maior produtividade final. O aumento da altura final de plantas, nesse caso, é um indicador de que elas foram influenciadas pelo N, ainda que isso não implique em alterações na retenção de capulhos. A maior altura pode indicar também que o desenvolvimento vegetativo é mais intenso e prolongado, cuja possível consequência é uma maior proporção de capulhos em ramos frutíferos situados em nós superiores. Esse atributo pode ser um critério adicional de diferenciação entre genótipos precoces e tardios. Portanto, caso não se tenha medido a altura final da planta anteriormente, recomenda-se determiná-la durante a realização do mapeamento. No algodoeiro, a altura é o comprimento da haste principal desde o solo até a gema apical.

Esses itens podem ser incluídos em cada registro, conforme realizado para a planta da tabela 3.11. Quando a tabela incluir quantidades de um conjunto de plantas, tal como a tabela 3.7, os valores de cada um dos itens complementares acrescentados podem ser as médias calculadas a partir de todas as plantas avaliadas. Pode-se observar na tabela 3.11 que o primeiro ramo simpodial primário ocorre no sétimo nó da haste principal, embora o primeiro capulho tenha sido registrado somente no oitavo nó. O número total de nós é 24 e a altura da planta, 92 cm.

Tabela 3.11. Tabela de mapeamento de uma planta com itens complementares.

Nó (1° RF)	7	NT	24	AP (cm)	92	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6						
7						
8	1					1
9						0
10			1			1
11		1				1
12		1	1			2
13		1				1
14			1			1
15				1		1
16	1					1
17						
18	1					1
19						
20	1					1
21	1					1
22	1					1
Total	6	3	3	1		13
RFS	4					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1° RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta (em centímetros).

Se você chegou até aqui e apreendeu os princípios de identificação, registro e contabilização propostos, então já dispõe das atribuições necessárias para realizar um mapeamento dos capulhos nas plantas. Uma vez que você tenha compreendido bem como agrupar os capulhos e como calcular os valores totais, pode utilizar os recursos eletrônicos disponíveis para facilitar as quantificações provenientes de um grande número de plantas. Atualmente, as somas finais de uma grande quantidade de capulhos por local de frutificação são facilmente calculadas com o auxílio de planilhas eletrônicas, que se constituem em uma ferramenta valiosa para prover maior agilidade e reduzir erros durante a análise dos dados.

Conforme mencionado no início do capítulo, o mapeamento por contagem é o mais empregado em áreas de algodão; a razão é bastante simples: praticidade e rapidez. O mapeamento é uma operação bastante trabalhosa e pode demandar, dependendo do tamanho da área, do número de plantas por unidade experimental e do tempo disponível, que vários avaliadores participem da operação.

No mapeamento por contagem não se exige que capulhos sejam colhidos ou plantas inteiras sejam removidas do campo; o procedimento não é destrutivo e pode facilmente ser feito no campo, bastando uma prancheta, uma caneta e folhas de papel impressas com as tabelas de anotação, como as apresentadas no decorrer deste texto. No campo, a operação consiste essencialmente em localizar os capulhos e registrá-los em suas respectivas posições, segundo os critérios apresentados neste capítulo e no capítulo anterior. Para essa modalidade de mapeamento recomendam-se, no campo, grupos de dois avaliadores, um para identificar e localizar os capulhos nas plantas e outro para anotar os resultados encontrados.

No próximo capítulo, vamos abordar o mapeamento com pesagem de capulhos; trata-se de uma avaliação mais completa, mas operacionalmente mais trabalhosa. No entanto, os conceitos envolvidos não diferem daqueles que estudamos até agora; assim, caso ainda tenha dúvidas, vale a pena revisar as tabelas apresentadas, os agrupamentos de capulhos e os cálculos envolvidos. Realize o exercício proposto na seção 3.8 deste capítulo, caso não o tenha feito; ele certamente será útil para fixar o conteúdo e facilitar o entendimento dos tópicos discutidos ao longo das próximas páginas.

O mapeamento com pesagem de capulhos

4.1 Introdução

O mapeamento aplicado exclusivamente à contagem de capulhos estudado no capítulo anterior, apesar de apresentar grandes vantagens operacionais e fornecer informações valiosas sobre o padrão de frutificação na planta de algodão, não possibilita uma avaliação completamente exata da distribuição da produção final. Isso ocorre porque o peso dos capulhos não é constante ao longo das posições de frutificação, podendo, inclusive, variar consideravelmente; as mudanças das condições ambientais, em conjunto com a própria fisiologia da planta, em seus mecanismos de equilíbrio entre fontes e drenos de fotoassimilados e nutrientes, resultam nessa heterogeneidade. A presença de estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos (restrições de temperatura, disponibilidade hídrica, luz etc.) durante o desenvolvimento dos frutos também é outro fator que leva a alterações no acúmulo de massa. Nos ambientes tropicais do Brasil, é bastante comum, por exemplo, que os últimos capulhos da planta tenham menor peso, ao que se dá por conta da redução de temperatura e de chuvas no fim do ciclo. Assim, se o objetivo do mapeamento é uma avaliação direta da produção dentro da planta, os capulhos precisam ser pesados. Embora esse procedimento seja bem mais trabalhoso do que a simples contagem, pode ser realizado com relativa facilidade, se houver mão de obra adequada, local apropriado e recursos disponíveis, o que será tratado mais detalhadamente a seguir.

Os dados do mapeamento com pesagem possibilitam, portanto, uma avaliação mais completa das plantas. Não devemos nos esquecer, no entanto, de que o uso do mapeamento por contagem deve também ser utilizado; contar o número de capulhos por ponto de frutificação é fundamental para que se conheça, posteriormente, o respectivo peso médio. Neste capítulo, detalharemos as etapas que envolvem a pesagem de capulhos no mapeamento, assim como a obtenção e a identificação de seus respectivos dados. Ao final do capítulo, veremos também algumas técnicas para estimar indiretamente a produção de capulhos dentro da planta.

4.2 Operações anteriores à pesagem

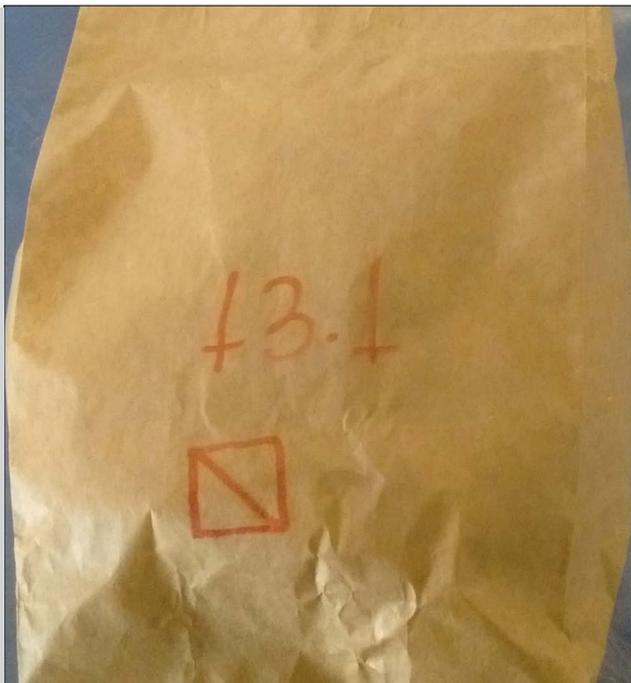
O mapeamento com pesagem é um procedimento destrutivo, ou seja, é necessário remover os capulhos do campo para que a avaliação seja feita; nesse sentido, devemos buscar a melhor opção disponível no local da colheita para que a pesagem dos capulhos por posição de frutificação seja possível. Temos, de modo geral, duas possibilidades, detalhadas a seguir.

a) Colher e individualizar os capulhos por posição de frutificação ainda no campo, sem remover as plantas: nesse caso, devemos, em cada planta selecionada, colher os capulhos e transferi-los para sacos de papel previamente identificados com sua respectiva posição (figura 4.1). Deve-se, simultaneamente, realizar a contagem dos capulhos a cada posição colhida. Para facilitar essa modalidade de colheita, podem ser utilizadas caixas com células individuais, que representam as posições de frutificação das plantas (figura 4.2), antes de se transferirem os capulhos para os sacos de papel; como geralmente uma amostra é obtida de várias plantas sequenciais ou próximas, cada célula pode acomodar todos os capulhos de mesma posição da amostra em questão.

Pode ocorrer, no entanto, que o avaliador busque, mesmo quando as plantas fizerem parte da mesma amostra, individualizar as posições dos capulhos por planta, para um estudo mais detalhado. Nesse caso, a individualização deve ser feita separadamente por planta, assim como os sacos de papel com as posições de frutificação devem ser identificados por planta. Esse procedimento é muito

Figura 4.1.

Saco de papel com capulhos identificados com a respectiva posição. Posição 13.1 indicando a primeira posição do ramo frutífero encontrado no 13º nó da haste principal. Cada traço abaixo do número indica um capulho, havendo, portanto, cinco capulhos de posição 13.1. (foto: acervo dos autores)



trabalhoso e, dependendo do número de plantas por amostra, pode exigir grandes quantidades de sacos de papel e muita mão de obra.

A individualização dos capulhos no campo apresenta a vantagem de impedir as perdas de amostras que ocorrem quando plantas inteiras são transportadas para outro local. No entanto, é operacionalmente mais difícil, porque as plantas avaliadas permanecem no solo, rodeadas de outras plantas, que podem atrapalhar o manuseio dos materiais na avaliação. Além disso, aumenta-se a propensão a erros de identificação dos pontos de inserção dos capulhos, por conta da maior dificuldade de localização dos nós e ao entrelaçamento de ramos de plantas diferentes, que podem confundir o avaliador. Em cada ponto de amostragem, recomendam-se, ao menos, dois avaliadores: um para realizar a colheita por posição e identificar os capulhos e outro para transferi-los e anotar sua identificação nos sacos de papel. O número de plantas colhidas, o espaçamento entre linhas e o número de plantas por metro também devem ser anotados.



Figura 4.2. Caixa dividida em células para acomodação dos capulhos colhidos no mapeamento de plantas; cada seção longitudinal (dezesseis células) representa os nós da haste principal de onde emergem os ramos frutíferos primários, ao passo que cada seção transversal (quatro células) representa as posições dos pontos de inserção dos ramos frutíferos. (foto: acervo dos autores)

b) Remover as plantas de seus locais originais no campo para outro onde os capulhos serão colhidos e individualizados: esta opção apresenta a vantagem de as plantas serem transferidas para um local mais apropriado ao avaliador para a individualização dos capulhos, podendo inclusive ser o mesmo onde a pesagem será feita. Para isso, as plantas devem ser cortadas na haste principal; o corte deve ser feito na altura do solo, para evitar que nós inferiores sejam deixados na parte não removida e para permitir uma avaliação precisa da altura da planta caso seja realizada posteriormente. A retirada das plantas de seus locais originais tem como desvantagem o aumento do risco de perda de capulhos durante a remoção e o transporte, principalmente quando a aderência da fibra é baixa. Assim, cuidados devem ser tomados para evitar a perda de capulhos.

Outro ponto importante é que, dependendo de seu crescimento, as plantas de algodão podem desenvolver ramos longos e ocupar muito espaço, o que dificulta sua condução para o local desejado; assim, a definição da forma de transporte das plantas deve ser planejada com antecedência. Uma operação que pode reduzir essa dificuldade consiste em remover os ramos vegetativos da planta antes do transporte, colhendo-se e identificando-se os capulhos originá-

rios de ramos frutíferos secundários previamente; tal procedimento pode reduzir consideravelmente o espaço ocupado pelas plantas. Após a remoção e antes do transporte, plantas que pertencem a uma mesma amostra podem ser cuidadosamente reunidas com o auxílio de linhas, fitas, barbantes ou fitilhos, sempre identificadas, e buscando-se ao máximo evitar a perda de capulhos.

Após a transferência para o local desejado, o procedimento é o mesmo do que seria feito no campo: os capulhos devem ser contados e reunidos por posição de frutificação antes da pesagem, seja por grupo de plantas, seja por planta individual, em sacos de papel; os capulhos devem ser colhidos secos, sem presença de água adsorvida na superfície. Caso o local seja o mesmo onde a pesagem será feita, os capulhos podem ser pesados logo após serem colhidos, antes mesmo de serem colocados em sacos de papel. Se o mapeamento com pesagem for feito por planta individual, o número de capulhos não precisa ser contado, visto que cada valor de pesagem refere-se a um único capulho. Porém, se a pesagem for feita por grupos de capulhos de mesma posição provenientes de plantas diferentes, é necessário atentar-se para que o número de capulhos seja contado. Finalmente, as mesmas três informações simples requeridas no item anterior, mas muito importantes, também devem ser obtidas antes de cortar as plantas. O número de plantas colhidas por amostra, o espaçamento entre linhas e o número de plantas por metro na linha. Assim como descrito para a amostragem no campo, são recomendados avaliadores para colheita e identificação dos capulhos e para realizar as anotações e as identificações dos sacos de papel; como a operação não é feita dentro da área a ser colhida, o tempo disponível para concluí-la pode ser maior, o que poderá resultar em redução de número total de avaliadores necessários.

4.3 Umidade dos capulhos antes da pesagem

Recomenda-se que os capulhos não tenham água adsorvida em sua superfície na pesagem. Antes desse procedimento, é indicado que sejam temporariamente secos ao sol para remoção do excesso de umidade adsorvida, caso seja notada; o tempo de secagem pode variar, de modo que a umidade dos diferentes capulhos deve estar homogênea ao final. Um período de meio dia de exposição ao sol pode ser suficiente, mas um aumento desse período pode

ser requerido se o avaliador notar que os capulhos estão úmidos ou molhados; se a umidade for muito alta, recomenda-se retirá-los dos sacos de papel e expô-los diretamente ao ar e à radiação solar. Alternativamente, os sacos de papel com os capulhos podem ser temporariamente mantidos em estufa de circulação forçada de ar, em temperaturas entre 20°C e 30°C para secagem. O avaliador deve diagnosticar a necessidade e, caso positivo, o tempo requerido para os capulhos serem secos antes da pesagem. É importante, porém, que todos os capulhos a serem avaliados sejam submetidos ao mesmo procedimento de secagem.

4.4 Pesagem dos capulhos - recomendações

Uma vez colhidos e devidamente identificados, os capulhos são então encaminhados para a pesagem. O local de pesagem deve ser fechado e livre de fatores que possam eventualmente interferir na exatidão das medições, como, por exemplo, ventos. A pesagem deve ser feita em balanças de precisão de, pelo menos, duas casas decimais (figura 4.3); a precisão da balança deve ser maior quanto menor for a quantidade de capulhos por pesagem como, por exemplo, em caso de pesagem individualizada por posição de frutificação por planta (figura 4.4), visto que capulhos individuais apresentam normalmente peso entre 3 g e 6 g.

Na figura 4.3, podemos notar que uma amostra de cinco capulhos apresenta 21 g. O peso médio de capulho é, portanto, $21/5 = 4,2$ g. Uma informação adicional é de que esses cinco capulhos foram encontrados em um total de sete plantas, ou seja, somente cinco das sete plantas da amostra apresentaram capulhos na posição 13.1. Na figura 4.4, um capulho proveniente da posição 11.1 da planta apresenta 5,22 g na pesagem.

Caso capulhos de várias plantas de uma mesma posição de frutificação sejam reunidos em uma mesma amostra, recomenda-se que sejam pesados juntos, em uma mesma medição, para evitar o acúmulo de eventuais variações resultantes de imprecisão intrínseca da balança e, também, de alterações no ambiente durante seu funcionamento.

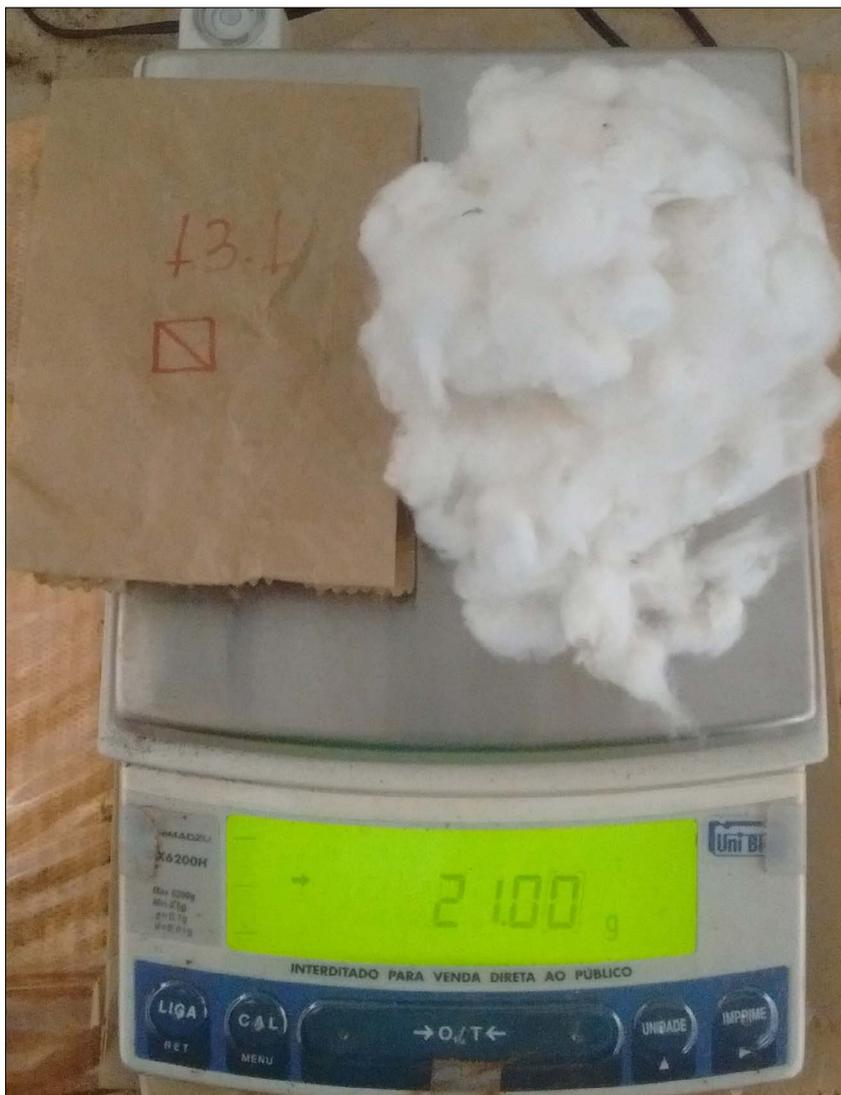


Figura 4.3. Pesagem de capulhos em balança de precisão de duas casas decimais, após tara com o saco de papel. Os capulhos são provenientes da posição de frutificação “13.1”, após colheita de sete plantas inteiras. Os traços abaixo do número da posição indicam o número de capulhos. Há, portanto, cinco capulhos, que, juntos, somam 21 g. (foto: acervo dos autores)

Os valores determinados na pesagem devem, então, ser anotados em planilhas ou tabelas tais como as apresentadas nos capítulos anteriores. Necessitam-se, nesse caso, de três planilhas por medição; na primeira serão anotados os números de capulhos por posição, conforme visto no capítulo 3; na segunda, os dados de pesagem; e, na terceira, serão calculados os pesos médios de capulho a partir das duas planilhas anteriores, quando a avaliação é feita em um conjunto de plantas. O registro dos valores de pesagem e os cálculos de peso médio por posição serão abordados a seguir.

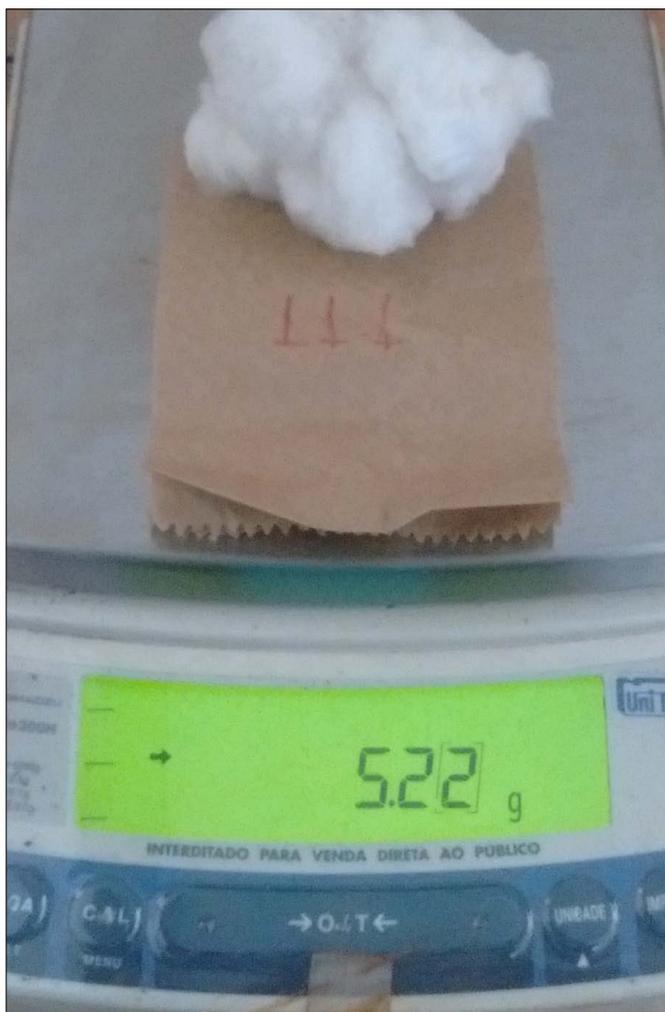


Figura 4.4. Pesagem de capulho individual proveniente da posição “11.1” em balança de precisão de duas casas decimais, após tara com o saco de papel. O capulho apresenta 5,22 gramas, um peso pequeno, o que exige uma balança de ao menos duas casas decimais. (foto: acervo dos autores)

Antes disso, é conveniente fazer uma observação. Os cuidados com as etapas de preparação, colheita e pesagem de capulhos são imprescindíveis para que os dados finais tenham boa qualidade e representatividade da área da lavoura que se pretende estudar ou avaliar. É importante lembrar que essa modalidade de mapeamento é operacionalmente bastante exigente. Assim, caso seja realizada, um bom planejamento e uma boa execução de todas as etapas, com a disponibilidade adequada de recursos humanos e materiais, devem ser levados em conta para que a operação seja compensatória. Se todos esses requisitos forem satisfeitos, os resultados poderão ser bem aproveitados nas etapas seguintes para a obtenção de informações detalhadas acerca do padrão da produção de frutos no algodoeiro.

4.5 Registro dos dados de pesagem de capulhos - plantas individuais

Suponhamos que os capulhos de uma planta tenham sido mapeados. A partir da contagem deles por ponto de frutificação, obtivemos como resultado representativo a tabela 4.1; trata-se de uma planta com dezesseis capulhos totais (treze em ramos frutíferos primários e três em secundários). Os capulhos foram então pesados em balança de precisão, e os respectivos valores de peso foram anotados na tabela 4.2. A produção total foi de 71,2 g (57,33 g em ramos primários e 13,87 g em ramos secundários). Podemos, a partir dessas duas tabelas, determinar vários outros valores.

Tabela 4.1. Tabela de mapeamento por contagem de uma planta.

Nó (1º RF)	8	NT	23	AP (cm)	97	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
5						
6						
7						
8	1					1
9	1					1
10	1	1				2
11		1	1			2
12		1				1
13	1					1
14	1					1
15	1					1
16						0
17	1					1
18	1					1
19	1					1
20						
21						
22						
23						
Total	9	3	1			13
RFS	3					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta (em centímetros).

Tabela 4.2. Tabela de mapeamento com pesagem (em gramas) da planta da tabela 4.1.

Nó (1° RF)	8	NT	23	AP (cm)	97	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
5						
6						
7						
8	4,88					4,88
9	3,39					3,39
10	2,43	4,11				6,54
11		2,47	1,11			3,58
12		5,02				5,02
13	5,71					5,71
14	6,02					6,02
15	5,46					5,46
16						0
17	5,96					5,96
18	5,49					5,49
19	5,28					5,28
20						
21						
22						
23						
Total	44,62	11,6	1,11			57,33
RFS	13,87					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1° RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta (em centímetros).

Por exemplo, o peso médio de capulhos da planta pode ser calculado dividindo-se o peso total pelo número total de capulhos ($71,2/16$), o que resulta em 4,45 g por capulho. Podemos também analisar as variações de peso acumulado ao longo dos nós da haste principal e dos ramos frutíferos. Nota-se, por exemplo, que os capulhos situados entre o sétimo e o 11º nó são, em geral, mais leves, o que pode ter ocorrido se a planta atravessou algum período de estresse durante o desenvolvimento dos primeiros frutos. Observa-se também que os capulhos situados em nós superiores (do 17º ao 19º, por exemplo) não apresentaram redução de peso, o que é um fenômeno comum no fim do ciclo nas regiões produtoras do Brasil, principalmente por conta da queda de temperaturas, fato que pode estar associado ao abortamento dos frutos do nó 16, o que altera a relação fonte/dreno. A manutenção dos valores de peso nas últimas posições indica que se desenvolveram em condições similares às que ocorreram na região central da planta. Verifica-se, porém, que entre o 20º e o 23º nó não houve produção de capulhos, o que pode ter ocorrido em decorrência de abscisões.

Outro resultado que pode ser notado na tabela 4.2 é a redução do peso médio em capulhos de segunda e terceira posições de ramo. Os de primeira posição somam 44,62 g que, divididos pelo número contado apresentado na tabela 4.1, possuem um valor médio de $44,62/9 = 4,96$ g. Os capulhos de segunda posição apresentam média de $11,6/3 = 3,87$ g, enquanto o único capulho de terceira posição teve um peso de 1,11 g.

Podemos, assim como fizemos no capítulo anterior, agrupar os capulhos por partes da planta, como terços ou metades da haste principal e posições em ramos frutíferos. Consideremos, por exemplo, para a planta da tabela 4.2, em que o intervalo entre o oitavo e o 12º nó seja o terço inferior; que o intervalo entre o 12º e o 17º nó seja o terço médio; e que os nós superiores remanescentes constituam o terço superior. Teremos então, incluindo todas as posições de frutificação dos ramos, 23,41 g no terço inferior; 23,15 g no terço médio; e 10,77 g no terço superior. Determinaríamos, se considerarmos somente os capulhos originários de ramos frutíferos primários (57,33 g), que os terços inferior, médio e superior apresentam 40,8%, 40,4% e 18,8% da produção da planta, respectivamente. Essas proporções são reduzidas para 32,9%, 32,5% e 15,1%, se incluirmos na totalização da produção da planta a produção dos

ramos frutíferos secundários (71,2 g). Os capulhos de ramos frutíferos secundários compõem 19,5% da produção total da planta. Os pesos médios de capulho nos terços inferior, médio e superior calculados utilizando-se os dados da tabela 4.1 são, respectivamente, 3,34 g (ou $23,41/7$); 5,79 g (ou $23,15/4$); e 5,39 g (ou $10,77/2$). Os capulhos de ramos frutíferos secundários apresentam peso médio de 4,62 g (ou $13,87/3$). A mesma abordagem que fizemos para terços da haste principal planta pode ser empregada para posições de ramos frutíferos; por exemplo, é possível calcularmos a soma dos capulhos de segunda (11,6 g) e terceira posições (1,11 g) e estimarmos seu porcentual em relação à produção total da planta. Deixamos a resolução desse cálculo para o leitor.

4.6 Registro dos dados de pesagem de capulhos - conjuntos de plantas

Vejamos um exemplo envolvendo não apenas uma planta, mas um conjunto de plantas. Nas tabelas 4.3 e 4.4 estão registradas a contagem e a pesagem do mapeamento de dez plantas coletadas em sequência. O número médio de nós calculado a partir dos valores das plantas é 23,4. O valor entre parênteses (25) indica o último nó, em qualquer uma das dez plantas, onde se registrou a presença de um capulho. O nó do primeiro ramo frutífero, calculado a partir da média das dez plantas, é de 7,4. O valor entre parênteses (6) indica o nó do primeiro ramo frutífero primário de qualquer uma das plantas em que se registrou a presença de um capulho. A altura média das plantas é de 99 cm; elas produziram 182 capulhos (156 em ramos frutíferos primários e 26 em secundários), cujos valores de pesagem somaram 809,03 g (692,62 g em ramos frutíferos primários e 116,11 g em secundários). O peso médio de capulho das plantas ($809,03/182$) foi de aproximadamente 4,45 g.

Tabela 4.3. Tabela de mapeamento por contagem de dez plantas sequenciais.

Nó (1º RF)	7,4 (6)	NT	23,4 (25)	AP (cm)	99	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
5						
6	1					1
7	3					3
8	3	2				5
9	5	5	2			12
10	4	4	5			13
11	3	8	4			15
12	5	7	2			14
13	9	6	1			16
14	8	7	1			16
15	9	4	1			14
16	9	2	2			13
17	6	2				8
18	5	1				6
19	3	2				5
20	4					4
21	5					5
22	2	1				3

Continua

Continuação

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
23	1					1
24	1					1
25	1					1
Total	87	51	18			156
RFS	26					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta (em centímetros).

Tabela 4.4. Dados de pesagem de capulhos (gramas) de dez plantas sequenciais de algodão.

Nó (1º RF)	7,4 (6)	NT	23,4 (25)	AP (cm)	99	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6	2,13					2,13
7	7,88					7,88
8	10,69	6,19				16,88
9	13,14	17,16	5,93			36,23
10	11,77	15,26	24,1			51,13
11	16,02	29,31	11,4			56,73
12	20,51	30,48	9,59			60,58
13	46,64	22,52	5,61			74,77

Continua

Continuação

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
14	40,67	34,81	4,71			80,19
15	47,45	20,15	5,83			73,43
16	48,64	8,27	7,72			64,63
17	31,05	12,35				43,40
18	29,73	4,36				34,09
19	16,29	10,57				26,86
20	21,07					21,07
21	22,20					22,20
22	6,01	3,52				9,53
23	4,64					4,64
24	3,55					3,55
25	2,7					2,7
Total	402,78	214,95	74,89			692,62
RFS	116,11					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta (em centímetros)

Podemos adotar os mesmos critérios vistos anteriormente para discutirmos a distribuição do número e da produção de capulhos nas posições de frutificação, agrupando os valores ao longo dos nós da haste principal (distribuição por metades, terços, quartos etc.). Também podemos reunir os dados por posições dos ramos frutíferos e, ainda, por combinações entre distribuição vertical (nós da haste principal) e horizontal (posições de ramo). Por exemplo, a produção de ramos frutíferos primários das dez plantas até o décimo nó da haste principal em primeira posição é 45,61 g, equivalente a 6,59% (ou $45,61/692,62$) da produção total de ramos frutíferos primários. Os resultados das tabelas 4.3 e 4.4 possibilitam uma longa discussão sobre a retenção e a produção de capulhos em função de seus pontos de inserção. Em geral, o avaliador dará maior atenção a aspectos que sejam de seu maior interesse.

Observamos na tabela 4.4 algumas características facilmente notáveis. O peso total de capulhos de terceira posição de ramo foi de 74,89 g, uma proporção relativamente pequena (10,8%) em relação ao total de 692,62 g em ramos frutíferos primários. Nota-se que a produção entre os nós 10 e 16 da haste principal é de 461,46 g, ou seja, 66,6% do total em ramos frutíferos primários e 57,0% do total das plantas, quando inclusos ramos frutíferos secundários. Em outras palavras, observamos que há grande concentração da produção entre o décimo e o 16º nó. A produção em ramos frutíferos secundários representa 14,35% ($116,11/809,03$) do total obtido nas dez plantas.

Podemos determinar o peso médio de capulho para cada ponto de inserção, por nó da haste principal e por posição de ramo dividindo os valores da tabela 4.4 pelos das células correspondentes da tabela 4.3; o resultado é a tabela 4.5. Por exemplo, para determinarmos o peso médio dos capulhos da posição 12.1, dividimos o peso nessa posição (20,51 g) dado na tabela 4.4 pelo número de capulhos contados dado na tabela 4.3 (cinco capulhos); fazendo-se $20,51/5$, temos 4,10 g por capulho. Os totais fornecidos nas extremidades de cada linha e cada coluna nas tabelas 4.3 e 4.4 são substituídos pelas respectivas médias. Por exemplo, fazendo-se a divisão do peso total de capulhos em primeira posição de ramo (402,78 gramas) pelo número total de capulhos de primeira posição de ramo (87), obtemos o peso médio dos capulhos de primeira posição de ramo de 4,63 g, conforme apresentado na tabela 4.5. Esse mesmo raciocínio é válido para as demais posições dos ramos simpodiais e para cada

nó da haste principal, conforme também apresentado na tabela 4.5.

Observando-se os pesos médios de capulho na tabela 4.5, percebe-se a existência de uma variabilidade entre as diferentes posições; há pontos em que o peso médio é bastante reduzido (abaixo de 3 g), como nas extremidades inferior e superior da planta, e outros em que o índice atinge valores relativamente elevados (acima de 5,5 g), predominando estes últimos em regiões mais centrais do dossel.

Nota-se também uma redução de mais de 0,4 g no peso médio dos capulhos de segunda posição de ramo (4,21 g) em comparação

Tabela 4.5. Pesos médios de capulhos (g) de dez plantas sequenciais de algodão.

Nó (1º RF)	7,4 (6)	NT	23,4 (25)	AP (cm)	99	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6	2,13					2,13
7	2,63					2,63
8	3,56	3,09				3,38
9	2,63	3,43	2,96			3,02
10	2,94	3,81	4,82			3,93
11	5,34	3,66	2,85			3,78
12	4,10	4,35	4,79			4,33
13	5,18	3,75	5,61			4,67
14	5,08	4,97	4,71			5,01
15	5,27	5,04	5,83			5,24

Continua

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
16	5,40	4,13	3,86			4,97
17	5,17	6,18				5,42
18	5,95	4,36				5,68
19	5,43	5,28				5,37
20	5,27					5,27
21	4,44					4,44
22	3,00	3,52				3,18
23	4,64					4,64
24	3,55					3,55
25	2,7					2,70
Média	4,63	4,21	4,16			4,44
RFS	4,47					

RFS: ramos frutíferos secundários; Nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta (em centímetros).

aos de primeira posição (4,63 g). Esse valor médio reduzido é praticamente mantido na terceira posição de ramo (4,16 g). Embora nem sempre ocorra, a redução de peso médio de capulho em posições mais distais dos ramos simpodiais é comum, uma vez que a disponibilidade de fotoassimilados tende a ser menor nesses pontos. Valores relativamente altos de peso de capulhos de segunda, ou mesmo terceira posição de ramo tendem a ocorrer mais frequentemente quando ocorre abscisão do fruto situado na primeira posição do mesmo ramo e o ambiente após esse evento é favorável a seu desenvolvimento.

Acreditamos que, neste momento, podemos avançar para um tema de grande interesse do avaliador: mapear a produção de

capulhos na planta em unidade de produtividade por área. Antes, recomendamos, porém, que as páginas anteriores sejam revisadas caso ainda ocorram dúvidas ou dificuldades em registrar e calcular os valores relativos ao mapeamento de capulhos com pesagem. Os pontos que serão abordados a seguir dependem dos procedimentos tratados nessas duas últimas seções.

4.7 Mapeando a produção por unidade de área no campo

Se retornarmos à seção 4.2 deste capítulo, encontraremos a menção da necessidade de registrarmos o número de plantas por metro e o espaçamento entre linhas. A razão disso é que esses valores possibilitam que estimemos os dados do mapeamento por unidade de área no campo. Consideremos que as dez plantas utilizadas para o mapeamento das tabelas 4.3 e 4.4, após medição com uma trena, ocupem 1,43 m de comprimento na linha e que o espaçamento entre linhas seja de 90 cm (0,9 m). Dividindo-se dez plantas por 1,43 m chegamos ao valor de 6,99 plantas por metro que, para fins práticos, arredondamos para sete plantas. Se quisermos estimar a produção de capulhos por metro quadrado, calculamos a área ocupada pelas dez plantas, ou seja, multiplicamos 1,43 m pelo espaçamento (0,9 m); assim, temos que $1,43 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} = 1,287 \text{ m}^2$. As dez plantas selecionadas ocupam, em área, $1,287 \text{ m}^2$. Podemos, então, calcular a produção por m^2 dividindo-se os pesos determinados na tabela 4.4 por 1,287; os resultados estão na tabela 4.6. Os resultados da tabela podem então ser convertidos em unidade de produtividade por hectare. Como um hectare tem 10.000 m^2 , bastaria multiplicarmos os valores da tabela 4.6 por 10.000. Porém, a unidade de pesagem utilizada nessa condição é quilograma, e não grama. Portanto, temos que converter de gramas para quilogramas, ou seja, dividir o valor por mil.

Tabela 4.6. Pesos de capulhos por unidade de área (g/m^2) das plantas da tabela 4.5.

Nó (1º RF)	7,4 (6)	NT	23,4 (25)	AP (cm)	99	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6	1,66					1,66
7	6,13					6,13
8	8,31	4,81				13,12
9	10,21	13,33	4,61			28,15
10	9,14	11,86	18,73			39,73
11	12,45	22,77	8,86			44,08
12	15,94	23,68	7,45			47,07
13	36,24	17,50	4,36			58,10
14	31,60	27,05	3,66			62,31
15	36,87	15,66	4,53			57,06
16	37,79	6,43	6,00			50,22
17	24,13	9,60				33,73
18	23,10	3,39				26,49
19	12,66	8,21				20,87
20	16,37					16,37
21	17,25					17,25
22	4,67	2,73				7,4

Continua

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
23	3,61					3,61
24	2,76					2,76
25	2,10					2,1
Total	312,99	167,02	58,2			538,21
RFS	90,22					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta

Dividindo-se os valores por mil e, em seguida, multiplicando-os por 10 mil, temos $10.000/1.000 = 10$. Portanto, para transformarmos os valores da tabela 4.6 em kg/ha, devemos multiplicá-los por dez; os resultados estão na tabela 4.7. A produtividade estimada a partir dos dados de mapeamento das plantas é de 5382,1+902,2 kg/ha, ou seja, 6284,3 kg/ha, que equivalem a aproximadamente 419 arrobas por hectare ($6284,3/15 = 418,95$), um valor bastante alto em comparação às produtividades reais encontradas na área.

Na realidade, os valores de produtividade das plantas apresentados nas tabelas 4.6 e 4.7 estão superestimados e precisam ser corrigidos; trataremos dos procedimentos de correção dos valores superestimados para os equivalentes em produtividade real nas próximas seções.

Tabela 4.7. Produção de capulhos por unidade de área (kg/ha) e posição, das plantas da tabela 4.5.

Nó (1º RF)	7,4 (6)	NT	23,4 (25)	AP (cm)	99	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6	16,6					16,6
7	61,3					61,3
8	83,1	48,1				131,2
9	102,1	133,3	46,1			281,5
10	91,4	118,6	187,3			397,3
11	124,5	227,7	88,6			440,8
12	159,4	236,8	74,5			470,7
13	362,4	175,0	43,6			581,0
14	316,0	270,5	36,6			623,1
15	368,7	156,6	45,3			570,6
16	377,9	64,3	60,0			502,2
17	241,3	96,0				337,3
18	231,0	33,9				264,9
19	126,6	82,1				208,7
20	163,7					163,7
21	172,5					172,5
22	46,7	27,3				74,0
23	36,1					36,1
24	27,6					27,6

Continua

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
25	21,0					21,0
Total	3129,9	1670,2	582,0			5382,1
RFS	902,2					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta.

4.8 Correção dos cálculos do mapeamento com dados de produtividade - método indireto

Suponhamos que, após a colheita final do algodão na área na qual as dez plantas da tabela 4.7 foram amostradas, a produtividade real em caroço, obtida de um número bem maior de plantas, tenha sido 5.692 kg/ha, mais baixa do que os 6.284,3 kg/ha calculados diretamente com os dados do mapeamento na seção anterior, mas também bem alta (379,4 arrobos/ha). Podemos, para buscar uma melhor representação da produtividade final, corrigir os valores do mapeamento para um equivalente da produtividade real. Para isso, calculamos um fator de correção, que se determina dividindo o valor da produtividade real final pela produtividade obtida no mapeamento. Temos então o fator de correção (FC) = $5.692/6.284,3 = 0,9057$. Devemos, então, multiplicar o valor do fator de correção por aqueles da tabela 4.7, o que resulta na tabela 4.8. O valor total corrigido de 5.691,67 foi um pouco abaixo do final de 5.692, por conta das aproximações de casas decimais nos cálculos, mas a diferença foi muito pequena (menos de 0,5 kg/ha). A discussão e a avaliação dos dados do mapeamento podem, então, ser feitas de acordo com as proporções calculadas em relação à produtividade real final. O mesmo raciocínio pode ser aplicado ao número de capulhos da tabela 4.3, multiplicando-se os valores da tabela por 0,9057.

Há também uma terceira possibilidade para aplicar o método

Tabela 4.8. Produtividade (em caroço) de capulhos (kg/ha) por posição de frutificação.

Nó (1º RF)	7,4 (6)	NT	23,4 (25)	AP (cm)	99	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6	15,03					15,03
7	55,52					55,52
8	75,26	43,56				118,82
9	92,47	120,73	41,75			254,95
10	82,78	107,42	169,64			359,84
11	112,76	206,23	80,24			399,23
12	144,37	214,47	67,47			426,31
13	328,22	158,50	39,49			526,21
14	286,20	244,99	33,15			564,34
15	333,93	141,83	41,03			516,79
16	342,26	58,24	54,34			454,84
17	218,54	86,95				305,49
18	209,22	30,70				239,92
19	114,66	74,36				189,02
20	148,26					148,26
21	156,23					156,23
22	42,30	24,73				67,03
23	32,70					32,70
24	25,00					25,00

Continua

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
25	19,02					19,02
Total	2834,73	1512,71	527,11			4874,55
RFS	817,12					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta.

indireto: quando os capulhos também são contados em um maior número de plantas, além da contagem do mapeamento. Essa é uma situação mais rara, mas pode ocorrer, por exemplo, em experimentos de parcelas pequenas, em que na própria colheita da produção, feita manualmente, os capulhos são contados. Assim, na colheita já são obtidos a produtividade estimada e o número de capulhos por unidade de área, que resultarão em um peso médio de capulho. Nesse contexto, os dados do mapeamento podem ser corrigidos tanto para a produção final, conforme descrito nesta seção, como para o número de capulhos colhidos na maior área. Teremos, no referido caso, dois fatores de correção, um para cada variável, visando-se a manter o peso médio de capulho da colheita de produção. Conforme indicado, trata-se de uma possibilidade adicional.

Cabe aqui uma ressalva: se a colheita de produção envolver contabilização de um grande número de capulhos, as chances de erros de contagem aumentam, o que pode prejudicar a qualidade dos dados finais. O avaliador deverá definir a melhor estratégia para aplicação do método indireto caso tenha intenção de aplicá-lo.

Se os dados de produtividade não estiverem disponíveis, ainda assim é possível corrigir os dados do mapeamento para unidade de área utilizando-se somente os valores determinados, para evitar valores superestimados. Trata-se de um método direto, em que o valor da área ocupada pelas plantas é corrigido, que será descrito a seguir.

4.9 Correção dos cálculos do mapeamento - método direto

Conforme vimos anteriormente, o conjunto de dez plantas mapeadas do qual tratamos nas seções anteriores é proveniente de uma sequência de plantas regularmente espaçadas, cuja distância entre as hastes principais da primeira e da última é de 1,43 m. Um esquema da distribuição dessas plantas no campo está apresentado na figura 4.5.

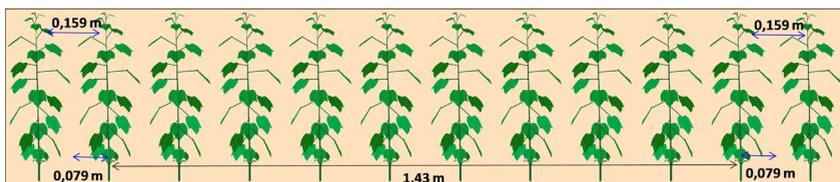


Figura 4.5. Espaçamento entre dez plantas mapeadas regularmente espaçadas na mesma linha de semeadura. A distância medida com trena entre os caules da primeira e da última planta foi de 1,43 m; o espaçamento entre duas plantas é, portanto, de 15,89 cm ($\approx 0,159$ m). Notar que as copas das duas últimas plantas mapeadas ultrapassam a distância delimitada pela trena. (fonte: adaptado de CRC - 1997)

Se observarmos atentamente a figura, notaremos que as plantas mapeadas situadas nas extremidades apresentam estruturas (ramos, folhas, frutos etc.) que se desenvolvem além do comprimento de 1,43 m delimitado. Ou seja, o comprimento real ocupado pelas dez plantas na linha não é 1,43 m, mas superior a esse valor. Uma opção que teríamos no campo seria delimitar o ponto mais externo de cada uma das duas plantas das extremidades e medir o comprimento entre os dois pontos, utilizando-os então como o comprimento efetivo. Essa operação pode ser bastante trabalhosa e exigir maior dispêndio de tempo. Há, porém, opções mais simples; como as plantas estão regularmente espaçadas, podemos considerar que cada uma delas ocupa o mesmo espaço. O comprimento de 1,43 m entre a primeira e a última das dez plantas refere-se, portanto, a nove espaçamentos iguais; dividindo-se um valor pelo outro, temos $1,43/9 = 0,1589$, que é aproximadamente 0,159 m (15,9 cm).

Assim, sabemos que a distância entre duas plantas é de 15,9 cm. Como as plantas ocupam o mesmo espaço, podemos considerar, portanto, que as plantas mapeadas situadas em cada extremidade projetam-se, em teoria, até a metade dessa distância para o lado externo. Em outras palavras, a planta da extremidade esquerda atinge $15,9/2 = 7,95$ cm ($\approx 0,079$ m) para a esquerda além dos 1,43 m medidos inicialmente; o mesmo ocorre com a planta da extremidade direita, que ocupa também 7,95 cm para fora além do local da haste principal. Logo, as dez plantas ocupam um comprimento correspondente à soma do valor inicialmente medido (1,43 m) com 7,95 cm para a direita e 7,95 cm para a esquerda. Temos então: $1,43 \text{ m} + 0,0795 \text{ m} + 0,0795 \text{ m} = 1,589$ m; o comprimento efetivo ocupado pelas dez plantas é de 1,589 m. O comprimento efetivo pode ser determinado basicamente de dois modos: através de cálculos, como descrito acima, ou medindo-se no campo a distância entre as dez plantas mais a metade da distância entre plantas em cada extremidade.

Uma vez determinado o comprimento efetivo, calculamos a área efetiva ocupada pelas plantas. Como o espaçamento entre linhas é de 0,9 m, fazemos $1,589 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} = 1,4301 \text{ m}^2$. Assim, a produção de capulhos obtida das dez plantas é referente a uma área efetiva de $1,4301 \text{ m}^2$ (e não $1,287 \text{ m}^2$, como mostrado na seção 4.7 deste capítulo). Para calcularmos a produção em g/m^2 , dividimos os valores de pesagem da tabela 4.4 por $1,4301 \text{ m}^2$. Para determinarmos, finalmente, o valor corrigido em kg/ha , multiplicamos a produção em g/m^2 por dez, conforme discutido na seção 4.7. Temos então, como resultado final, a tabela 4.9.

Podemos observar que a produtividade total corrigida pelo método direto, somadas aquelas em ramos primários e secundários, foi de 5.655,06 kg/ha , muito próxima da estimada com os dados de produtividade real (5.691,67 kg/ha). De fato, essa proximidade entre os valores é um excelente indicativo de que a amostra de dez plantas utilizada no mapeamento foi representativa da área estudada.

Tabela 4.9. Produtividade em caroço de capulhos (kg/ha) no mapeamento (correção pelo método direto).

Nó (1º RF)	7,4 (6)	NT	23,4 (25)	AP (cm)	99	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6	14,89					14,89
7	55,10					55,10
8	74,75	43,28				118,03
9	91,88	119,99	41,47			253,34
10	82,30	106,71	168,52			357,53
11	112,02	204,95	79,71			396,69
12	143,42	213,13	67,06			423,61
13	326,13	157,47	39,23			522,83
14	284,39	243,41	32,93			560,73
15	331,79	140,90	40,77			513,46
16	340,12	57,83	53,98			451,93
17	217,12	86,36				303,48
18	207,89	30,49				238,37
19	113,91	73,91				187,82
20	147,33					147,33
21	155,23					155,23
22	42,03	24,61				66,64
23	32,45					32,45
24	24,82					24,82

Continua

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
25	18,88					18,88
Total	2816,45	1503,04	523,67			4843,16
RFS	811,90					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta.

As mesmas correções são indicadas para as avaliações de contagem de capulhos, como as discutidas no capítulo 3 e as apresentadas na tabela 4.3 deste capítulo, para que sejam evitadas superestimativas. Para corrigirmos o número de capulhos da tabela 4.3 e calcularmos com precisão o número por m², devemos dividir todos os valores pelo mesmo 1,4301 m² utilizado no cálculo de produção. Dividindo-se os valores de tabela 4.3 por 1,4301, obtêm-se os valores finais de número de capulhos por m² pelo método direto. **O peso médio de capulho, no entanto, não é alterado. Se a correção foi feita para a pesagem, a mesma correção deve ser feita para a contagem.**

4.10 Qualidade da fibra dos capulhos mapeados

Após a avaliação de pesagem, os capulhos podem ser encaminhados para determinação do rendimento e para a avaliação de qualidade de fibra. O rendimento é a proporção de fibra dos capulhos colhidos obtida após a separação das sementes em máquinas de descaroçamento; a qualidade de fibra é avaliada diretamente por técnicos e também por equipamentos específicos. O mais utilizado é o *High Volume Instrument (HVI)*; mais recentemente, têm-se difundido as análises em *Advanced Fiber Information System*

(AFIS).

Não é necessário que os capulhos provenientes do mapeamento e destinados às avaliações de rendimento e qualidade de fibra sejam pesados; o avaliador pode optar em realizar somente o levantamento do número de capulhos e, em seguida, colhê-los para encaminhá-los às determinações desses atributos adicionais. Há também outras opções, como amostrar capulhos para análises em plantas adicionais ou mesmo diferentes das mapeadas, por exemplo, caso se pretenda conhecer os resultados de um grande número ou grupo de posições de frutificação.

Os capulhos podem ser encaminhados por posição individual de frutificação, ou agrupados segundo um critério previamente definido; quanto maior o nível de individualização pretendido, maior número de capulhos deve, ao final, ser colhido. O agrupamento de capulhos pode seguir os mesmos critérios já discutidos anteriormente, como por nó da haste principal, por terço vertical da planta etc. Há também a possibilidade de agrupá-los segundo a fenologia, conforme será visto no capítulo 7.

Convém ressaltar que o agrupamento de capulhos para a análise de qualidade de fibra poderá incluir, dentro de uma mesma amostra, unidades bastante heterogêneas entre si, o que prejudicará a representatividade do resultado final. Portanto, é recomendável que os critérios de agrupamento baseiem-se na formação de grupos homogêneos de capulhos, de acordo com sua distribuição nas plantas.

É importante que o avaliador atente-se à quantidade mínima de algodão em caroço — capulhos com fibra mais semente — necessária a ser colhida por amostra para as determinações de rendimento e qualidade. Quando uma avaliação muito específica é requerida, o rendimento pode ser determinado com um mínimo de aproximadamente 50 g, e a qualidade de fibra em HVI com 20 g. Essas quantidades mínimas, porém, deverão ser previamente acordadas com a beneficiadora e com o laboratório de análise de qualidade de fibra.

4.11 Aprofundamento do estudo do mapeamento

Chegamos ao fim deste capítulo; esperamos que as discussões sobre as etapas que envolvem a contagem, a pesagem, o registro, a interpretação e as correções dos dados tenham trazido ao leitor

base necessária para que o método seja aplicado de forma bem-sucedida. Nos próximos capítulos, aprofundaremos o estudo do mapeamento com relação à apresentação e à interpretação dos dados; podemos, por exemplo, apresentar os dados das tabelas anteriores em valores de proporções percentuais em relação à produção total. Podemos também avaliar os dados do mapeamento de acordo com a produção cumulativa ao longo da haste principal. Há outras formas de representação dos dados que podem ser bastante úteis ao avaliador. Mas, antes, precisamos abordar um ponto bastante importante que não foi discutido ainda: a amostragem de plantas no campo. Quais critérios devemos adotar para selecionar as plantas? Qual o tamanho requerido de uma amostra constituída por um grupo de plantas que serão mapeadas? Daremos atenção a esse assunto a seguir.

Amostragem de plantas para o mapeamento no campo

5.1 Introdução

Quando percebemos no campo que o ciclo do algodoeiro já está suficientemente avançado para que se possa realizar o mapeamento, um dos primeiros problemas a serem resolvidos pelo avaliador é selecionar quais e quantas plantas serão avaliadas. Qual o número mínimo de plantas necessário? Como as plantas selecionadas devem estar distribuídas na área? Essas perguntas precisam ser respondidas antes que a atividade tenha início, pois um objetivo básico da avaliação é que a área em questão estudada seja, de fato, representada pelas plantas submetidas ao mapeamento. Em outras palavras, **é preciso definir os critérios de amostragem de plantas no campo**. Uma amostra é uma fração de um “todo” que representa esse “todo”. Como somente uma parte do total de plantas será utilizada para a avaliação, precisamos atentar-nos a alguns requisitos para que as amostras (grupos de plantas de uma área homogênea ou parcela experimental) sejam ao menos minimamente representativas em um nível aceitável.

Essa questão, no entanto, não é simples de ser respondida, pois cada local, dentro de seu respectivo contexto, possui suas peculiaridades, o que dificulta uma definição única de um critério seguro. Além disso, a própria definição de “amostragem mínima” no mapeamento, que envolve, dentro de uma mesma amostra, plantas que apresentam variações entre si, não é um consenso. A maneira mais prática para essa definição, nessa situação, seria buscarmos

na literatura científica os procedimentos e os critérios adotados em experimentos que envolvem o mapeamento de plantas de algodão. Tais critérios variam entre as diferentes pesquisas realizadas, mas, em geral, dentro de certos limites. Assim, utilizaremos esses estudos, abordando inclusive as variações entre eles, como referência para discutirmos a amostragem de plantas nas próximas seções deste capítulo.

5.2 Plantas e grupos de plantas representativas

O primeiro requisito para uma boa amostragem é a representatividade das plantas selecionadas das unidades avaliadas; uma unidade pode ser uma área (ou parte dela), uma parcela — ou unidade experimental — de experimentos de campo, um conjunto específico de plantas dentro de talhões comerciais etc.; a unidade é, nesse sentido, aquilo que se busca representar. Logo, para que um conjunto restrito de plantas, ou seja, uma parte de um todo, represente o todo — a unidade avaliada —, **as plantas selecionadas devem ser iguais ou muito similares às plantas que caracterizam a unidade**; em outras palavras, as plantas escolhidas para o mapeamento para representar uma unidade estudada devem refletir o que é essa unidade. Por exemplo, não faria muito sentido selecionarmos um conjunto de plantas altas, muito vigorosas e produtivas, quando as plantas predominantes na área ou na parcela experimental são baixas e pouco produtivas; deveríamos selecionar plantas que apresentam as características predominantes na unidade, conceito válido para qualquer tipo de amostragem. O ideal é que tanto plantas individuais como grupos de plantas utilizadas no mapeamento apresentem as características predominantes na unidade estudada.

Conforme vimos no capítulo 3, é importante que, no mapeamento, uma amostra seja constituída por um conjunto de plantas. O uso de um conjunto de plantas por uma amostra, ou seja, o emprego do conceito de repetição, é, em geral, mais representativo do que a seleção de apenas uma planta isolada. Isso ocorre basicamente por duas razões: a primeira é que se as características visuais predominantes na área são encontradas em várias plantas amostradas, em vez de apenas em uma, a segurança da avaliação é maior; a segunda é que, por mais homogêneas que sejam as plantas, a tendência é de que

exista ao menos uma pequena variabilidade entre elas com relação a suas características de desenvolvimento e produção. Assim, utilizar um conjunto de plantas em vez de plantas isoladas é mais indicado para “resumir” o padrão da unidade avaliada como um todo.

Ainda que possa haver certa variabilidade entre as plantas de uma amostra da unidade, é importante que elas tenham a maior uniformidade possível entre si, apresentando, obviamente, as características de desenvolvimento e produção predominantes na área. Plantas são uniformes entre si quando apresentam padrões similares de distribuição na linha de semeadura, altura, comprimento de internódios, comprimento e distribuição de ramos, produção de capulhos, época de encerramento do ciclo etc., que podem ser visualmente constatados pelo avaliador. **A uniformidade entre as plantas selecionadas para o mapeamento é um ponto fundamental ao qual o avaliador deve atentar-se.** Como veremos a seguir, comumente uma amostra é constituída por um conjunto de plantas consecutivas em uma linha; logo, ao adotar esse procedimento, deve-se sempre priorizar que as plantas sequencialmente distribuídas sejam uniformes entre si.

No entanto, cabe ressaltar, que, mesmo obedecendo à exigência de uniformidade, a escolha do local de amostragem deve ser a mais aleatória possível; devemos sempre evitar que a escolha das plantas seja de algum modo tendenciosa. Assim, é importante “sortear” esses pontos dentro de cada área de avaliação, respeitando-se também as recomendações já descritas anteriormente.

5.3 Distribuição e número de plantas por amostra para o mapeamento

A definição do tamanho de cada amostra em avaliações de mapeamento deve ser realizada levando-se em conta tanto as características das plantas como o objetivo da avaliação. Suponhamos, por exemplo, que um dos objetivos seja a colheita de capulhos por posição individual visando-se à determinação de qualidade de fibra por posição. Nessa situação, o número de plantas mapeadas pode ser considerável, para que se disponha de quantidade suficiente de capulhos em cada posição para a análise de qualidade de fibra. Caso os capulhos sejam reunidos por grupos de posição, esse número de plantas poderia ser reduzido.

Se o objetivo for realizar avaliações simples de contagem e pesagem, o número de plantas pode ser bastante reduzido. Não há uma definição absoluta sobre as quantidades mínimas por amostra. Na tabela 5.1, estão listadas as quantidades de plantas por amostra em alguns trabalhos científicos experimentais que empregaram o mapeamento de plantas, assim como suas respectivas avaliações.

Tabela 5.1. Amostras de plantas de algodão para o mapeamento em alguns experimentos de campo; quantidades em cada parcela experimental.

Fonte	Tamanho da amostra	Tipo de mapeamento
Jenkins <i>et al.</i> (1990ab)	3,07 m de plantas sequenciais na linha de semeadura. Estande: 9,5 plantas/m	Contagem e pesagem de capulhos
Kerby <i>et al.</i> (1990)	10 plantas consecutivas na linha de semeadura	Contagem de frutos
Constable (1991)	1 m ² (7 plantas)	Contagem e pesagem de capulhos
Gerik <i>et al.</i> (1996)	6 plantas	Contagem e pesagem de capulhos
Braden & Smith (2004)	10 plantas	Contagem de capulhos. Capulhos foram colhidos para avaliação fenológica
Pettigrew (2004)	1 m de plantas sequenciais na linha de semeadura. Estande: 9,7 plantas/m	Contagem de capulhos
Bednarz & Nichols (2005)	6,1 m de plantas consecutivas. Estande: 9,8 plantas/m	Contagem e pesagem de capulhos
Wu <i>et al.</i> (2005)	10 plantas	Contagem de capulhos
Nuti <i>et al.</i> (2006)	6 plantas	Contagem de capulhos
Siebert <i>et al.</i> (2006)	10 plantas consecutivas	Contagem de capulhos

Continua

Fonte	Tamanho da amostra	Tipo de mapeamento
Clawson <i>et al.</i> (2008)	1 m de plantas sequenciais na linha de semeadura. Estandes utilizados: 5,6; 7,4 e 10,5 plantas/m	Contagem e pesagem de capulhos em várias colheitas parciais segundo ordenamento cronológico
Ritchie <i>et al.</i> (2009)	3 m de plantas consecutivas. Estande: 9,7 plantas/m	Contagem e pesagem de capulhos
Echer (2012)	5 plantas consecutivas	Contagem de capulhos
Gottardo (2012)	8 plantas	Contagem de capulhos
Snowden <i>et al.</i> (2013)	1 m de plantas consecutivas. Estande: 14-17 plantas/m	Contagem de capulhos
Sharma <i>et al.</i> (2015)	1 m ² de plantas (13-17 plantas/m ²)	Contagem de capulhos
Schaefer <i>et al.</i> (2017)	1 m de plantas consecutivas. Estande: 9,1-12,7 plantas/m	Contagem e pesagem de capulhos

Podemos notar na tabela que os tamanhos de amostra variam bastante, desde poucas plantas até uma grande quantidade, como, por exemplo, no caso de 6,1 m de plantas consecutivas. O tamanho da amostra de plantas para o mapeamento foi discutido por Ritchie *et al.* (2011); segundo os autores, a variabilidade entre plantas de uma mesma amostra e entre repetições de amostras de um mesmo tratamento testado afetam o tamanho necessário da amostra. No entanto, também ponderam que, se a distribuição de frutos não varia muito, uma amostra composta por 8-10 plantas pode ser suficiente. Portanto, para que possamos ter um número reduzido de plantas por amostra é importante, conforme visto na seção anterior, que as plantas sejam uniformes entre si.

Parece razoável, considerando-se os métodos dos trabalhos descritos na tabela 5.1, que uma amostra constituída por pelo menos 1 m de plantas consecutivas uniformes seja suficiente. Esse número pode ser reduzido em alguns casos, quando a uniformidade entre as plantas for bem alta; o que foi observado em alguns dos trabalhos citados. A amostragem de uma sequência de plantas apresenta a vantagem de incluir as variações naturais que ocorrem entre plantas vizinhas, evitando-se dados tendenciosos, e ser operacionalmente mais fácil de ser delimitada. O número de plantas por metro pode variar, dependendo da região em que o algodoeiro é cultivado. Em geral, no Brasil, o estande tem estado nos últimos anos em uma faixa entre sete e dez plantas por metro. O avaliador pode considerar necessário aumentar o número de plantas por amostra, caso não tenham distribuição uniforme suficiente, se o estande for reduzido, ou mesmo para um estudo mais criterioso.

Nos experimentos científicos, em que se pretendem testar efeitos de tratamentos previamente definidos sobre a distribuição de capulhos ou de produção no algodoeiro, são necessárias repetições para cada tratamento individual, as quais deverão seguir as regras básicas de experimentação agrícola descritas na respectiva literatura. Um tratamento pode ser uma cultivar, dose de fertilizante, produto fitossanitário etc.; em experimentação, tratamento é o elemento testado. Para cada unidade experimental — ou parcela —, que é uma repetição de um tratamento testado, deverá ser coletada uma amostra; cada amostra será constituída por um grupo de plantas dentro da parcela a ser representada.

Há a possibilidade de que o mapeamento também seja feito em áreas não experimentais, como, por exemplo, em áreas comerciais, para uma avaliação geral da distribuição dos capulhos ou da produção final. Em grandes talhões, que apresentam variações importantes de relevo, tipos de solo, incidência de pragas e doenças, entre outras, é recomendável a amostragem para cada região específica. Dentro de cada região específica, é recomendável também que sejam coletadas repetições; o número de repetições pode variar, mas em áreas com plantas homogêneas são indicadas ao menos três repetições de conjunto de plantas em cada região de amostragem.

Consideremos, por exemplo, um talhão comercial que possua uma grande área com plantas normais e, em uma parte específica, plantas com desenvolvimento limitado pelo ataque de nematoides.

Deveríamos, nesse caso, realizar amostragens para a parte da área com plantas normais e para parte com as plantas afetadas pelos nematoides; cada região do talhão deve ter o próprio mapeamento e sua respectiva descrição. Deve-se evitar, nessa situação, uma generalização para o talhão, visto que, em cada uma das duas regiões, as características das plantas e do próprio ambiente de produção são diferentes entre si. O número final de amostras por talhão dependerá do tamanho deste e também do nível de detalhamento que se pretende atingir. Sempre é importante a identificação da procedência de cada amostra de mapeamento, ou seja, do local específico de onde foi obtida; variações entre regiões de talhões devem ser consideradas. Ao final, os dados de procedência identificada poderão ser consultados futuramente para diferentes fins.

Embora tenha sido mais curto, este capítulo não é menos importante que os anteriores. Uma boa amostragem resultará em bons dados representativos, e o oposto também é verdadeiro. Mesmo que todos os procedimentos de contagem e pesagem de capulhos sejam feitos com precisão, os resultados não serão satisfatórios se a amostragem não for adequada ou suficiente. Em várias situações, o avaliador deverá ter o bom senso necessário para definir o melhor procedimento possível de amostragem, considerando as exigências técnicas e os recursos disponíveis.

Análise dos dados do mapeamento

6.1 Introdução

Nos capítulos anteriores, foram apresentados procedimentos básicos para a execução prática do mapeamento de número e produção de capulhos e também de amostragem de plantas. Também vimos como os dados do mapeamento são registrados e como podem ser agrupados por diferentes frações do dossel das plantas. Assim, chegamos a um ponto em que já realizamos o procedimento e temos os dados em mãos. As perguntas que se sucedem são: “como podemos trabalhar com esses dados?” e “como podemos aproveitá-los e representá-los para extrairmos os resultados que realmente tornem todo o trabalho operacional anterior compensador?”.

A resposta a esses questionamentos depende essencialmente do objetivo do estudo, dos fatores estudados e, obviamente, dos dados disponíveis. Há várias maneiras de utilizarmos os dados do mapeamento de plantas, visando à melhor representação para cada caso; o avaliador é a pessoa mais indicada para “enxergar o que os dados estão dizendo” para melhor aproveitá-los. Nesse contexto, a capacidade de observação e a criatividade do avaliador são habilidades importantes, que podem determinar o nível de aproveitamento dos resultados. Em experimentos científicos agrícolas é também comum a exigência do emprego de análises estatísticas, cujos testes deverão ser previamente escolhidos de acordo com o objetivo do experimento e os tipos de tratamentos envolvidos.

Neste capítulo, serão discutidas algumas formas de representação dos resultados do mapeamento encontradas em trabalhos científicos; há, porém, outras possibilidades além das mencionadas. O objetivo é fornecer ao avaliador abordagens que poderão ser utilizadas, adaptadas, ou mesmo servir como referência inicial para novas formas de interpretação dos dados levantados.

6.2 Números e porcentuais de capulhos por nó da haste principal

Consideremos que em uma área experimental foi retirada uma amostra de uma parcela, para o mapeamento. A amostra é constituída por 1 m de plantas consecutivas em um estande de sete plantas por metro e 0,9 m de espaçamento entre linhas; o resultado do mapeamento por contagem de capulhos está na tabela 6.1.

Tabela 6.1. Número de capulhos de sete plantas consecutivas.

Nó (1º RF)	8,0 (7)	NT	24,57 (26)	AP (cm)	117	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6						
7						
8	1					1
9		2	2	1		5
10	1	5	3			9
11	1	2	2			5
12	4	5	3			12

Continua

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
13	5	4	2			11
14	6	6	1			13
15	5	3	1			9
16	6	5	1			12
17	4	2	1			7
18	5	3	1			9
19	3	3	1			7
20	3	3				6
21	6	2				8
22	6					6
23	3					3
24						0
25	1					1
Total	60	45	18	1		124
RFS	24					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta.

O número médio de nós calculado a partir dos valores das sete plantas é 24,57; o valor entre parênteses (26) indica o último nó de qualquer uma das sete plantas em que se registrou a presença de um capulho. O nó do primeiro ramo frutífero, calculado a partir da média das sete plantas, é de 8,0. O valor entre parênteses (7) indica o primeiro ramo frutífero primário de qualquer uma das sete plantas em que se registrou a presença de um capulho.

O número de capulhos por nó da haste principal nos ramos simpodiais é dado pela coluna “Total” situada mais à direita da tabela; para calcularmos o número de capulhos por planta, basta dividirmos os valores da tabela 6.1 por “7”. Para estimarmos o número de capulhos por m², muito usado em trabalhos científicos, empregamos um dos métodos de correção discutidos nas seções 4.8 e 4.9 do capítulo 5. Vamos, para esse caso, aplicar o método direto de correção. Como a distância entre hastes principais da primeira e da última das sete plantas é de 1 m, temos seis espaçamentos iguais de 0,167 m (16,7 cm) entre a primeira e a última planta. Considerando-se que cada planta da extremidade prolonga-se metade desse espaçamento para o lado externo da fileira, temos que a distância real entre a primeira e última planta é de 1,00 m + (0,167/2) m + (0,167/2) m = 1,167 m. Portanto, o número de capulhos da tabela 6.1 refere-se a uma distância real de 1,167 m, e não de 1 m. A área ocupada é calculada multiplicando-se a distância pelo espaçamento entre linhas. Logo, temos: 1,167 m x 0,9 m = 1,0503 m². Os capulhos da tabela 6.1 são provenientes de uma área de 1,0503 m². Para calcularmos o número de capulhos por m², basta dividirmos os valores da tabela por 1,0503. Os resultados aproximados estão na tabela 6.2. O avaliador pode preferir expressar o número de capulhos por m² a cada nó da haste principal graficamente, conforme a figura 6.1, adotando-se os seguintes grupos de posição de ramos simpodiais: P1 (primeira posição), P2 (segunda posição) e P3+ (terceira e demais posições); não foram considerados os 24 capulhos de ramos frutíferos secundários. O avaliador também poderia optar em apresentar apenas os pontos no gráfico da figura, retirando as linhas contínuas, tornando-o um gráfico de dispersão para realizar análises de regressão do número de capulhos por m² em função do nó da haste principal, para cada uma das quatro frações representadas (P1, P2, P3+ e total). As retas ou curvas das equações resultantes da regressão poderiam então ser plotadas no gráfico.

Outra forma de apresentar os resultados de capulhos por m² seria mediante tabelas, nas quais poderiam ser agrupados por regiões da planta, conforme visto no capítulo 3; essa opção é bastante útil quando testes de comparações de médias entre tratamentos são realizados. As tabelas são apresentadas somente com as médias das repetições de cada tratamento, com os respectivos testes estatísticos.

Tabela 6.2. Número de capulhos por m². Correção pelo método direto da Tabela 6.1.

Nó (1° RF)	8,0 (7)	NT	24,57 (26)	AP (cm)	117	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6						
7						
8	0,952					0,952
9		1,904	1,904	0,952		4,760
10	0,952	4,760	2,856			8,569
11	0,952	1,904	1,904			4,760
12	3,808	4,760	2,856			11,425
13	4,760	3,808	1,904			10,473
14	5,713	5,713	0,952			12,377
15	4,760	2,856	0,952			8,569
16	5,713	4,760	0,952			11,425
17	3,808	1,904	0,952			6,665
18	4,760	2,856	0,952			8,569
19	2,856	2,856	0,952			6,665
20	2,856	2,856				5,713
21	5,713	1,904				7,617
22	5,713					5,713
23	2,856					2,856
24						0

Continua

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
25	0,952					0,952
Total	57,265	42,845	17,380	0,952		118,062
RFS	22,851					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1^o RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta.

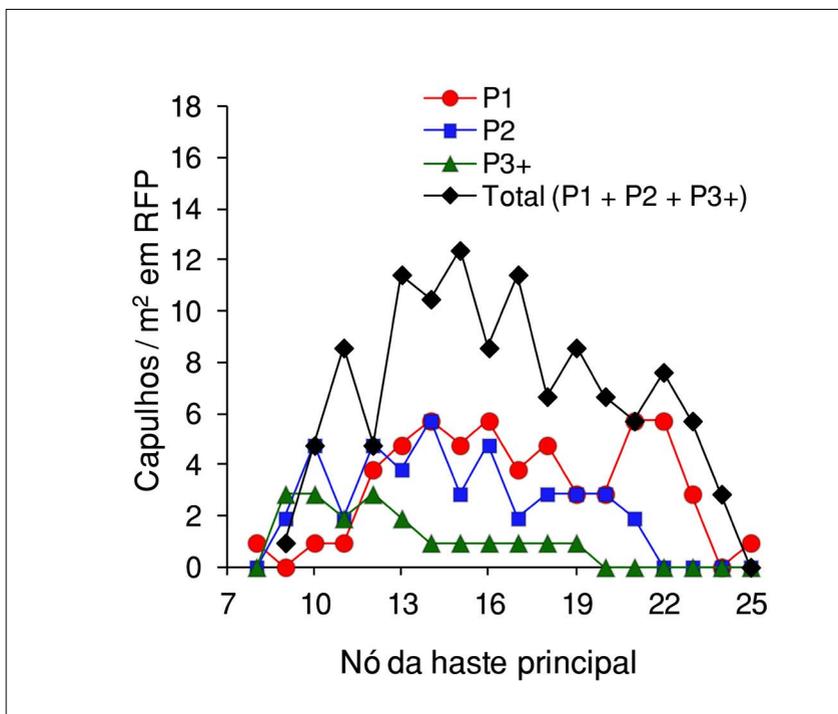


Figura 6.1. Resultados da tabela 6.2 expressos em um gráfico de linhas; P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Número de capulhos provenientes apenas de ramos frutíferos primários (RFP). Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Outros tipos de gráficos, como o de barras, também podem ser empregados quando a finalidade é a comparação de médias de tratamentos obtidas do mapeamento.

Os resultados do mapeamento de capulhos por contagem também podem ser expressos em valores percentuais, considerando-se o número total de capulhos da amostra de plantas como 100%. Poderíamos, por exemplo, apresentar os resultados da tabela 6.1 graficamente em valores percentuais, conforme observado na figura 6.2. Os gráficos das figuras 6.1 e 6.2 são similares, com variações decorrentes apenas das diferenças entre unidades de medida de contabilização de capulhos.

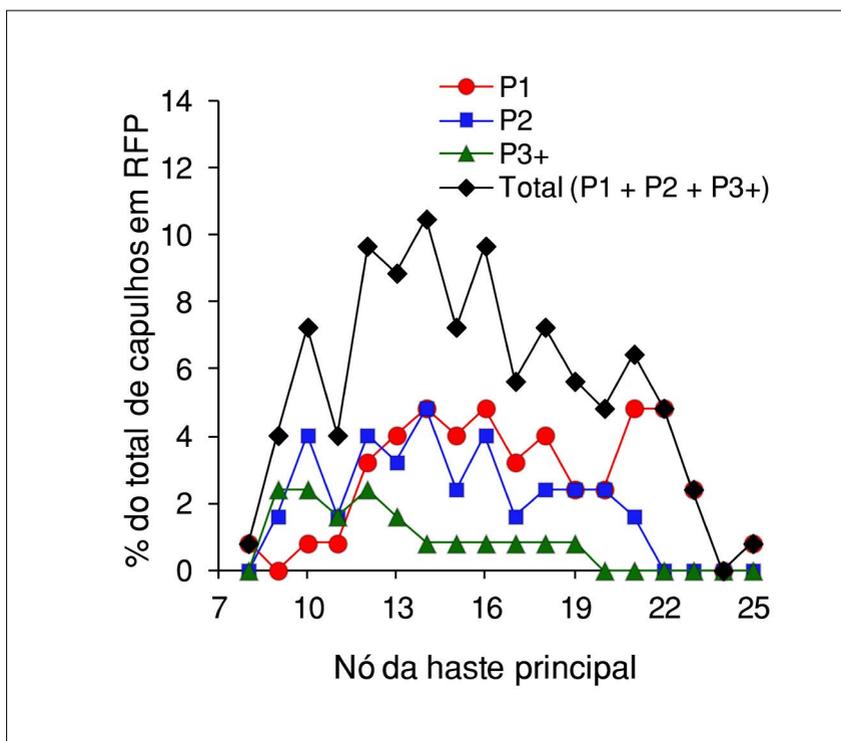


Figura 6.2. Resultados da tabela 6.1 transformados em percentuais do total de capulhos em ramos frutíferos primários (RFP). P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Do mesmo modo, como observado para o número de capulhos por m², há também opções de realização de análises de regressão em função do nó da haste principal para percentuais. Resultados de comparações entre médias de tratamentos para valores percentuais também poderão ser apresentados na forma de tabelas ou de outros tipos de gráficos para cada parte da planta que se deseje comparar, sejam posições individuais, sejam grupos de posições.

Caso o avaliador opte pela divisão das plantas em grupos ao longo da haste principal, os resultados de capulhos por metro quadrado ou de percentuais podem alternativamente ser apresentados em gráficos de barras empilhadas. Para exemplificar esse caso, vamos dividir a haste principal em terços de nós; o terço inferior abrange os ramos frutíferos primários até o 11^o nó da haste principal; o terço médio os ramos entre o 12^o e o 16^o nó; e o terço superior os remanescentes acima do 16^o nó. Vamos manter as subdivisões de posição de ramo simpodial em P1, P2 e P3+. Teríamos, como resultado, a tabela 6.3, cujos valores de número de capulhos/m² seriam então utilizados para construção do gráfico de barras empilhadas apresentado na figura 6.3. A representação dos resultados em um gráfico de barras empilhadas possibilita uma avaliação visual bastante intuitiva, tanto do valor total de cada terço, como das contribuições de cada posição ou grupos de posição dos ramos simpodiais.

Tabela 6.3. Número de capulhos por metro quadrado combinando-se os agrupamentos por terço da haste principal e posições dos ramos frutíferos primários dos resultados da tabela 6.1.

Capulhos por m²			
	P1	P2	P3+
terço inferior	2,856	8,569	7,617
terço médio	24,755	21,898	7,617
terço superior	29,515	12,377	2,856

P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo; terço inferior = até o 11^o nó; terço médio = entre o 12^o e o 16^o nó; terço superior = a partir do 17^o nó até a gema apical.

Os resultados observados na tabela 6.3 e também na figura 6.3 evidenciam que a amostra de sete plantas mapeada apresenta maior número de capulhos no terço médio (acima de 50 capulhos/m²), com importante contribuição do terço superior e uma quantidade total relativamente pequena no terço inferior. Percebemos que até o 11º nó há um menor número de frutos de primeira posição em comparação aos observados em segunda e demais posições de ramo. Isso indica um número importante de abscisões de estruturas reprodutivas nas primeiras posições dos ramos do terço inferior. Essa relação é invertida nos dois terços superiores, em que o número acumulado de capulhos é maior em primeira posição de ramo.

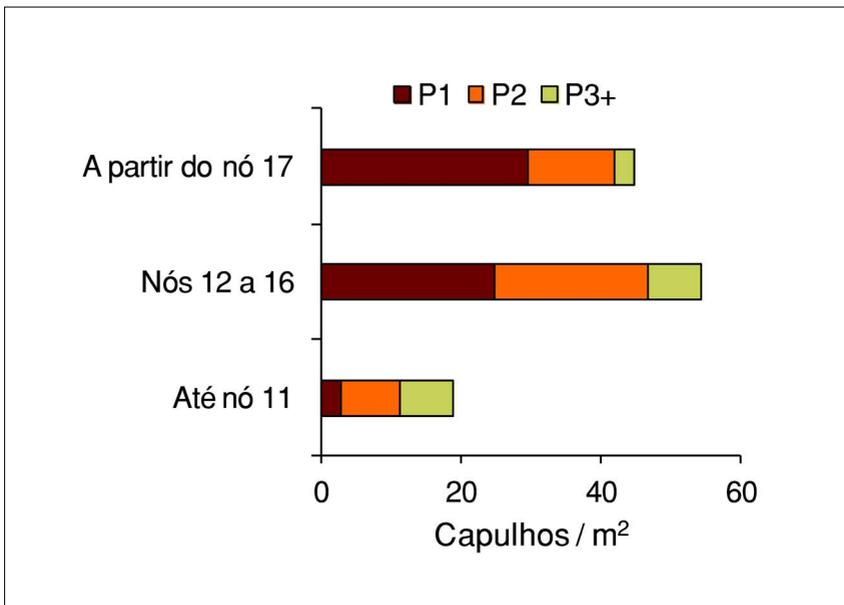


Figura 6.3. Resultados da tabela 6.3 representados em gráfico de barras empilhadas. P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados resultados de ramos frutíferos secundários.

A alta quantidade de capulhos no terço superior, próxima de 50 capulhos/m², que equivale a aproximadamente 38% do total em ramos frutíferos primários, possibilita diagnosticarmos que uma quantidade relativamente alta de capulhos foi retida em estágios mais avançados do ciclo. Embora a divisão meramente espacial da distribuição do número ou da produção de capulhos por nós da haste principal e posições de ramo não represente com precisão o ordenamento cronológico em que os capulhos surgem, essa relação pode ser estabelecida para avaliações qualitativas gerais, quando são agrupados em frações da haste principal. Capulhos situados em nós superiores são mais jovens que os situados em posições de ramo correspondentes em nós inferiores. Concomitantemente, frutos situados em posições mais distais de um ramo são mais jovens que os situados em posições mais próximas da haste principal. No próximo capítulo abordaremos em maior profundidade o mapeamento de acordo com a fenologia da planta; por enquanto, atentemo-nos a esses conceitos gerais, os quais, em muitos casos, são adotados em trabalhos experimentais e considerados como suficientes para avaliar a distribuição de capulhos. Parte desse assunto foi discutida anteriormente, também no capítulo 2.

6.3 Retenção e abortamento de frutos por nó da haste principal

A retenção de capulhos em um sítio ou fração específica da amostra é a proporção de capulhos em relação à soma de capulhos + abortamentos, considerando-se todas as plantas de uma amostra. Se em uma amostra de dez plantas, o número de capulhos retidos na posição “10.1” é seis, a retenção é de 60%, pois há dez posições “10.1” disponíveis (uma por planta). Por outro lado, a proporção de abortamentos é de 40%. A determinação da proporção de retenção exige que os abortamentos sejam contados; os números de abortamentos por posição das sete plantas da amostra da tabela 6.1 estão na tabela 6.4.

Tabela 6.4. Número de posições abortadas das sete plantas consecutivas da tabela 6.1 em ramos frutíferos primários.

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
7	2					2
8	4	2				6
9	7	2	1			10
10	6	1	2			9
11	6	5	2	1		14
12	3	2	1	4		10
13	0	3	4			7
14	1	1	4			6
15	2	3	1			6
16	1	2	2			5
17	3	5	3			11
18	2	3	1			6
19	4	2				6
20	4	2				6
21	1	0	1			2
22	1	1				2
23	4					4
24	7					7
25	2					2
Total	60	34	22	5		121

Note que a soma de número de capulhos + abortamentos em um dado local de frutificação nem sempre é “7”, que é o número total de plantas da amostra; há casos em que essa soma é inferior a “7”. Vejamos como exemplo a posição 15.2, cuja soma de capulhos + abortamentos é igual a $3 + 3 = 6$ posições. Isso ocorre porque nem sempre os ramos desenvolvem-se além da primeira posição, ou da segunda, ou da terceira, etc. No presente exemplo, uma das sete plantas da amostra desenvolveu somente a primeira posição de frutificação do ramo proveniente do 15^o nó da haste principal.

Determinamos, em seguida, para cada sítio de frutificação, nó da haste principal e posição de ramo, o percentual de retenção pela relação:

$$\text{Retenção (\%)} = \text{Capulhos} / (\text{Abortamentos} + \text{Capulhos}) \times 100$$

Os resultados para cada célula estão na tabela 6.5. Podemos então construir um gráfico de linhas com os percentuais de retenção por nó ao longo da haste principal, conforme apresentado na figura 6.4; não utilizamos nesta figura os valores para cada posição de ramo, como visto nas figuras 6.1 e 6.2. O percentual de retenção de capulhos pode variar muito em cada sítio de frutificação na planta, de forma que para uma discriminação por posição de ramo seria indicada, nesse caso, um maior número de plantas por amostra.

No entanto, podemos contornar esse problema agrupando os capulhos por nó da haste principal, apresentando então os percentuais de retenção por ramo frutífero primário, tal como na figura 6.4. Outras formas de agrupamento dos números de capulhos poderiam ser também aplicadas para o percentual de capulhos retidos, como a divisão por terço da haste principal, como feito para número de capulhos na tabela 6.3 e na figura 6.3, ou mesmo somente por posição de ramo, cujos valores também estão apresentados, na última linha da tabela 6.5.

Tabela 6.5. Porcentuais de retenção de frutos por posição e nós da amostra de sete plantas da *tabela 6.1* em ramos frutíferos primários.

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
7	0					0
8	20,00	0				14,29
9	0	50,00	66,67	100		33,33
10	14,29	83,33	60,00			50,00
11	14,29	28,57	50,00	0		26,32
12	57,14	71,43	75,00	0		54,55
13	100	57,14	33,33			61,11
14	85,71	85,71	20,00			68,42
15	71,43	50,00	50,00			60,00
16	85,71	71,43	33,33			70,59
17	57,14	28,57	25,00			38,89
18	71,43	50,00	50,00			60,00
19	42,86	60,00	100			53,85
20	42,86	60,00				50,00
21	85,71	100	0			80,00
22	85,71	0				75,00
23	42,86					42,86
24	0					0
25	33,33					33,33
Total	50,00	56,96	45,00	16,67		50,61

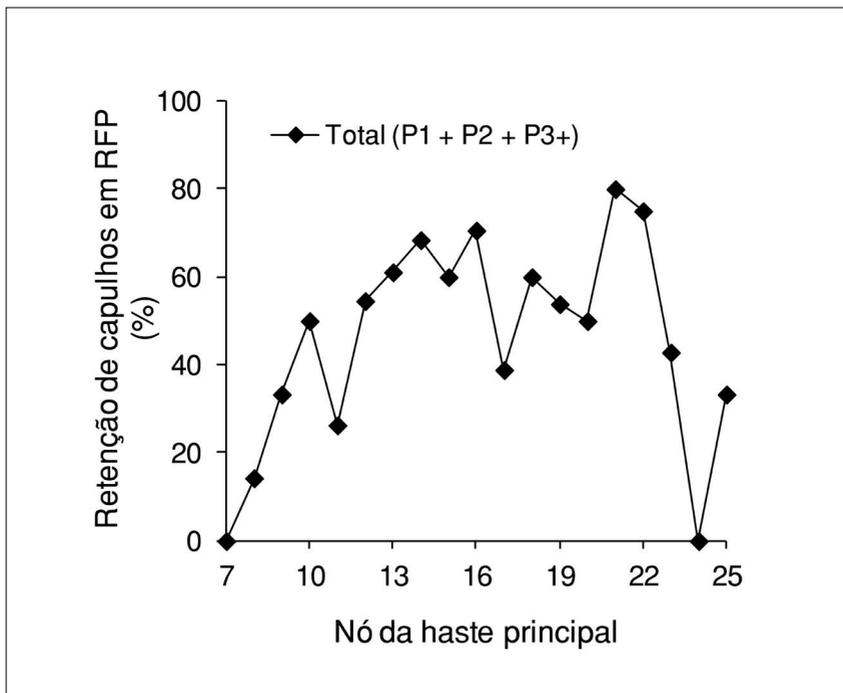


Figura 6.4. Retenção de capulhos (%) nos ramos frutíferos primários (RFP) por nó da haste principal. P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Os mesmos procedimentos utilizados para o cálculo e para a apresentação dos resultados de retenção de capulhos podem ser aplicados aos percentuais de abortamentos de estruturas reprodutivas. **A proporção de abortamentos é calculada dividindo-se o número de abortamentos pela soma (capulhos + abortamentos).** A determinação do percentual de abortamentos é similar, portanto, à de retenção, mas com a substituição do número de capulhos pelo número de abortamentos no numerador da fração:

$$\text{Abortamentos (\%)} = \frac{\text{Abortamentos}}{(\text{Abortamentos} + \text{Capulhos})} \times 100$$

É possível, em seguida, apresentar os valores percentuais de abortamentos em gráficos ou tabelas.

O porcentual final de retenção em ramos frutíferos primários foi de 50,61% (tabela 6.5), o que pode ser considerado um valor alto, visto que o porcentual de abscisão normalmente atinge níveis acima de 60% no algodoeiro. Observa-se na figura 6.4 que o porcentual de retenção é baixo nos primeiros ramos frutíferos primários; os valores aumentam para acima de 50% a partir do 12º nó, permanecendo, dentro de certa variação, mais altos até o 22º nó, caindo então acentuadamente a partir do 23º nó. Os baixos porcentuais de retenção nos ramos desenvolvidos em nós inferiores do caule indicam que alguns fatores ambientais podem ter contribuído para o aumento do número de abortamentos durante o florescimento. A abscisão de estruturas reprodutivas no algodoeiro é também conhecida como “shedding” na língua inglesa e é frequentemente estudada em decorrência de estresses ambientais. Alguns dos motivos que favorecem os abortos de frutos jovens ou botões florais são: presença contínua de dias nublados, deficiência de água, excesso de água (solo alagado), sombreamento das folhas próximas aos órgãos reprodutivos, excesso de adubação nitrogenada, entre outros. A maior ocorrência de abortamentos na parte inferior pode ter contribuído para que a retenção fosse bastante alta a partir do 12º nó. Esses resultados, em conjunto com os demais já discutidos, complementam a ideia de que o ciclo da planta foi de certo modo “atrasado” por causa das perdas de estruturas reprodutivas iniciais. Por outro lado, a diminuição dos valores de retenção nos últimos nós da haste principal é um padrão comum no algodoeiro. As condições ambientais no fim do ciclo são em geral menos favoráveis à retenção de frutos; soma-se a isso o fato de que a planta nessa fase pode já ter inúmeros frutos em formação, o que também dificulta a retenção e o desenvolvimento de novos frutos em virtude da competição interna por carboidratos e nutrientes.

O avaliador pode optar também por calcular **o número de abortamentos por m²**, do mesmo modo como realizado para o número de capulhos por m², aplicando a mesma correção com relação à área ocupada pelas plantas. Em seguida, constrói-se uma nova planilha com os números de abortamentos e, finalmente, os valores podem ser apresentados em forma de tabelas e gráficos. Os gráficos por nó e por terço da haste principal estão apresentados nas figuras 6.5 e 6.6, respectivamente.

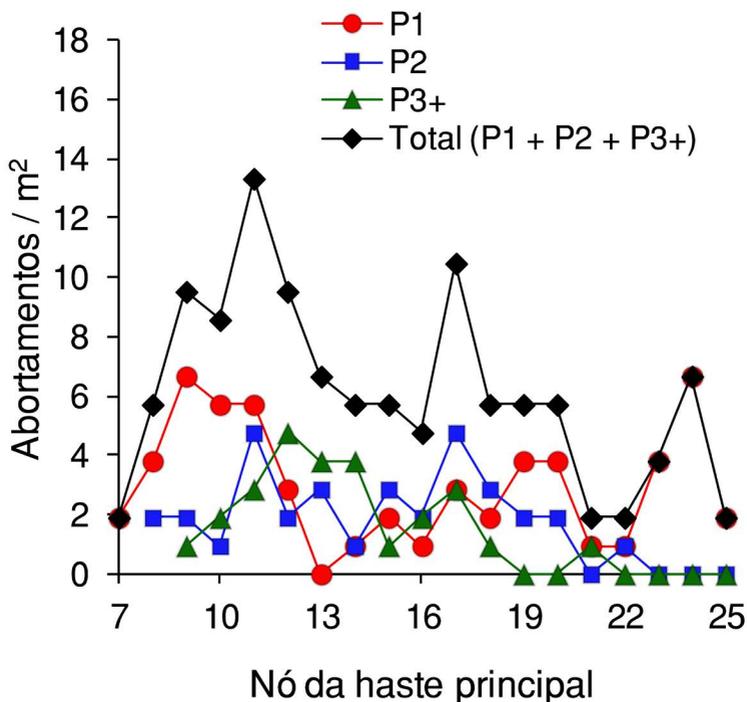


Figura 6.5. Número de posições abortadas por m^2 da amostra de sete plantas. P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Os valores de quantidade absoluta e percentuais de capulhos, retenção e abortamentos podem também ser determinados para outros tipos de agrupamento de dados especificados pelo avaliador. Um procedimento bastante utilizado é o agrupamento por posições de ramo, independentemente do nó do caule. Caberá ao avaliador a escolha mais conveniente para o trabalho.

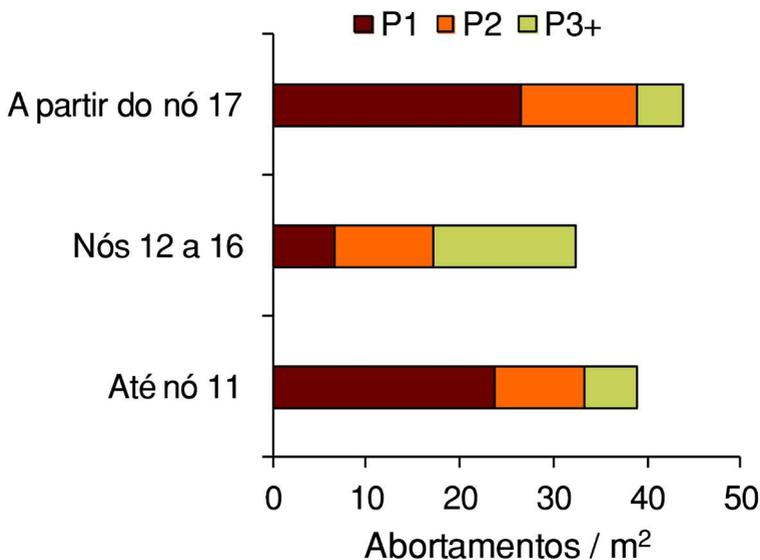


Figura 6.6. Número de posições abortadas por m^2 da amostra de sete plantas avaliada por terço da haste principal. P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados resultados de ramos frutíferos secundários.

6.4 Número de capulhos e abortamentos por planta

Outras variáveis possíveis de serem determinadas e também utilizadas em trabalhos científicos são o número de capulhos e o número de abortamentos por planta, para cada sítio de frutificação ou fração na qual se pretende agrupar um conjunto de dados. No nosso exemplo, deveríamos dividir os valores das tabelas 6.1 e 6.4 por “7” — uma vez que a amostra tem sete plantas — para, em seguida, agruparmos-os, se for o caso, segundo os critérios previamente estabelecidos e, finalmente, representarmos-os na forma de tabelas ou gráficos. Os modelos de figuras apresentadas nas seções anteriores deste capítulo — gráficos de linhas e de barras empilhadas — podem ser aplicados também para os valores de número de capulhos

ou posições abortadas por planta. Deixamos como exercício para o leitor a construção de gráficos de linhas como o da figura 6.1 e de barras empilhadas como o da figura 6.3, com os dados de número de capulhos e número de abortamentos por planta.

6.5 Número e porcentual de plantas com capulho em posições de frutificação

O avaliador pode estar interessado em saber o número ou a proporção de plantas de uma amostra, constituída por um conjunto de plantas que desenvolveram um capulho em uma posição específica de frutificação. Essa avaliação é mais indicada para amostras que incluem um grande número de plantas, visto que variações relativamente altas podem prejudicar a qualidade dos resultados e dificultar sua interpretação. Para realizar essa avaliação, é necessário contar o número de plantas que possuem capulhos na posição especificada.

O número de plantas com capulho em uma posição é nada mais do que o número de capulhos contabilizados nessa posição. Por exemplo, na tabela 6.1, observamos que houve cinco capulhos na posição “10.2”. Ao mesmo tempo, isso também significa que cinco plantas apresentaram capulhos na posição “10.2”. Portanto, podemos estimar o número de plantas em uma área de 1 m^2 ou em 1 ha que desenvolvem capulho nessa posição. Sabemos, de acordo com os cálculos feitos na seção 6.2, que as sete plantas da amostra ocupam $1,0503 \text{ m}^2$. Dividindo-se 7 por $1,0503 \text{ m}^2$, temos 6,67 plantas por m^2 . Como somente cinco plantas apresentaram capulhos, devemos dividir $5/1,0503 = 4,760$ plantas por m^2 . Portanto, podemos dizer que há 4,760 plantas por m^2 com capulhos na posição “10.2”. Esse valor é exatamente o mesmo obtido para número de capulhos por m^2 na tabela 6.2. **Logo, podemos concluir que o número de capulhos de uma posição “x” por unidade de área é equivalente ao número de plantas com capulho na posição “x” nessa mesma unidade de área.** Para calcularmos o número de plantas por ha que possuem capulhos na posição 10.2, basta multiplicarmos 4,760 por 10.000, o que resulta em 47.600. **Logo, temos 47.600 plantas/ha com capulho na posição 10.2, o que equivale dizer que há 47.600 capulhos/ha de**

posição 10.2. Assim, caso o avaliador tenha intenção de conhecer o número de plantas com capulho em uma posição individual específica, basta observar o número de capulhos na mesma unidade de área em que se deseja calcular o número de plantas.

Essa equivalência, porém, não é válida para agrupamentos de capulhos. Por exemplo, temos no nó “10” o total de 8,569 capulhos/m² (tabela 6.2). Isso não significa que há 8,569 plantas/m² com capulho nesse nó, inclusive porque o número de plantas por m² é inferior a esse valor. Nesse caso, é necessário contabilizar o número de plantas que apresentou capulhos nesse nó, cujos resultados não estão nas tabelas anteriores. A partir dos dados originais do mapeamento, foram constatadas no campo que seis das sete plantas apresentaram capulhos no nó “10”, o que equivale a dizer que, a cada m², $6/1,0503 = 5,713$ plantas apresentaram capulhos no nó “10”. A determinação de um número de plantas que apresentam capulho em uma fração resultante de um agrupamento de posições não é usual.

Uma avaliação mais usual e adotada em experimentos agrícolas é o percentual de plantas com capulho em uma posição específica; esse valor é calculado multiplicando-se o número de capulhos por planta por cem. Por exemplo, para calcularmos o percentual de plantas com capulho na posição “10.2”, basta dividirmos os cinco capulhos encontrados por sete e, em seguida, multiplicarmos por cem, o que equivale a $5/7 \times 100 = 71,42\%$. Isso significa que 71,42% das plantas amostradas apresentaram capulho na posição “10.2”. Fazendo esse procedimento com todos os dados da tabela 6.1, temos como resultado a tabela 6.6; pode-se então construir um gráfico de linhas como os apresentados anteriormente, conforme disposto na figura 6.7, agrupando-se os capulhos em P1, P2 e P3+ por nó da haste principal. Para determinar o percentual de plantas com capulho em P3+, deve-se contar o número de plantas que apresentam pelo menos um capulho a partir da terceira posição de ramo. O número original de plantas com capulhos em P3+ determinado no mapeamento foi “2”, visto que em uma mesma planta houve capulhos nas posições de ramo P3 e P4. Consequentemente o percentual de plantas com capulhos em posição P3+ é de $2/7 \times 100 = 28,57\%$. Os resultados apresentados na tabela 6.6 e na figura 6.7 indicam ser recomendado o uso de um grande número de plantas por amostra.

Tabela 6.6. Porcentual de plantas com capulho em cada posição de frutificação. Amostra de sete plantas da tabela 6.1.

Posição do ramo frutífero primário					
Nó	1	2	3	4	5
8	14,29				
9	0	28,57	28,57	14,29	
10	14,29	71,43	42,86		
11	14,29	28,57	28,57		
12	57,14	71,43	42,86		
13	71,43	57,14	28,57		
14	85,71	85,71	14,29		
15	71,43	42,86	14,29		
16	85,71	71,43	14,29		
17	57,14	28,57	14,29		
18	71,43	42,86	14,29		
19	42,86	42,86	14,29		
20	42,86	42,86			
21	85,71	28,57			
22	85,71				
23	42,86				
24	0				
25	14,29				

Quando o número de plantas é pequeno, uma planta a mais ou a menos com um capulho em uma posição individual de frutificação pode significar uma variação muito grande nos valores percentuais finais.

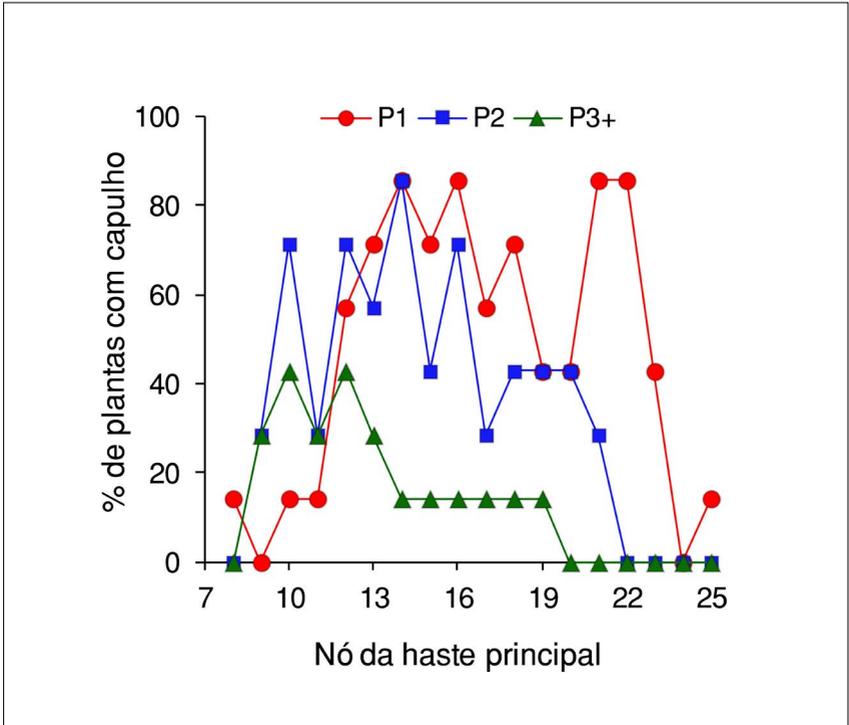


Figura 6.7. Percentual de plantas com capulho por local de frutificação em ramos frutíferos primários (RFP). P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

6.6 Produção de capulhos por nós e grupos de nós da haste principal

É possível determinar a produtividade de capulhos em g/m² ou kg/ha quando é feito o mapeamento com pesagem; os conceitos básicos relativos a esse assunto foram bem discutidos no capítulo 4. Uma vez realizada a pesagem dos capulhos por posição de frutificação, os valores de produtividade são calculados para então serem apresentados em gráficos ou tabelas, conforme verificado nas seções anteriores deste capítulo para avaliações de contagem de capulhos. Os pesos dos capulhos da amostra de sete plantas que estamos utilizando como exemplo (tabela 6.1) estão apresentados na tabela 6.7. Para convertermos os valores da tabela 6.7, devemos aplicar as mesmas correções descritas na seção 6.2, ou seja, dividirmos os valores da tabela por 1,0503 visando a determinar a produção por m²; em seguida, multiplicamos os valores dessa divisão por 10 mil e dividimos por mil para conversão em kg/ha, portanto:

Produtividade (kg/ha) = (P/C) x 10 onde “P” é o peso de capulhos em uma posição (em g) e “C” o valor de correção (= 1,0503).

Os resultados em kg/ha por posição individual de frutificação estão na tabela 6.8. Esses, em seguida, podem ser representados em forma de gráfico de linhas, conforme apresentado na figura 6.8.

Tabela 6.7. Peso de capulhos (g) de sete plantas consecutivas.

Nó (1º RF)	8,0 (7)	NT	24,57 (26)	AP (cm)	117	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
8	1,73					1,73
9		7,40	4,19	1,68		13,27
10	2,94	15,13	9,91			27,98
11	1,94	6,32	7,84			16,10
12	15,73	27,33	16,07			59,13
13	21,77	18,78	8,78			49,33
14	28,91	26,44	2,70			58,05
15	27,10	12,56	2,93			42,59
16	31,77	24,91	1,65			58,33
17	21,62	9,44	1,51			32,57
18	21,09	11,04	3,20			35,33
19	14,73	10,55	3,17			28,45
20	17,41	9,59				27,00
21	26,01	6,14				32,15
22	20,66					20,66
23	8,33					8,33
24						0
25	2,8					2,80
Total	264,54	185,63	61,95	1,68		513,80
RFS	99,89					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta.

Tabela 6.8. Produtividade em caroço (kg/ha) de capulhos de sete plantas consecutivas.

Nó (1º RF)	8,0 (7)	NT	24,57 (26)	AP (cm)	117	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
8	16,471					16,471
9		70,456	39,893	15,995		126,345
10	27,992	144,054	94,354			266,400
11	18,471	60,173	74,645			153,290
12	149,767	260,211	153,004			562,982
13	207,274	178,806	83,595			469,675
14	275,255	251,738	25,707			552,699
15	258,022	119,585	27,897			405,303
16	302,485	237,170	15,710			555,365
17	205,846	89,879	14,377			310,102
18	200,800	105,113	30,467			336,380
19	140,246	100,447	30,182			270,875
20	165,762	91,307				257,069
21	247,644	58,459				306,103
22	196,706					196,706
23	79,311					79,311
24						
25	26,659					26,659
Total	2518,709	1767,400	589,831			4891,936
RFS	951,062					

RFS: ramos frutíferos secundários; Nó (1º RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura da planta.

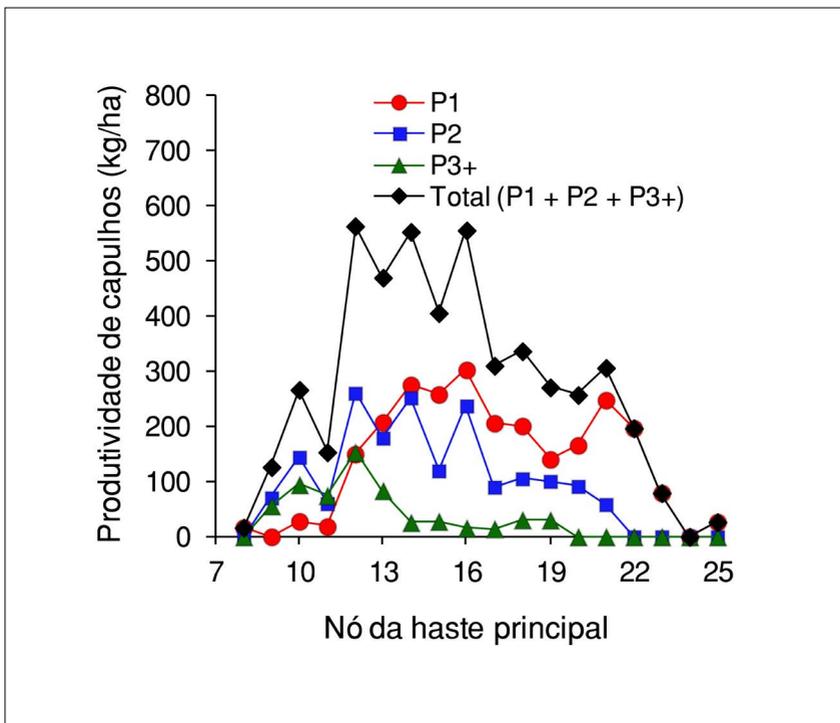


Figura 6.8. Produtividade de capulhos (em caroço) da amostra de sete plantas por local de frutificação em ramos frutíferos primários (RFP). P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Caso o avaliador tenha interesse em agrupar os resultados por fração da planta, como em terços e posições P1, P2 e P3+, é possível também representá-los em gráficos de barras empilhadas, como feito nas seções anteriores e na figura 6.9. A fração P3+ é calculada somando-se os capulhos de terceira, quarta e demais posições de ramo mais distantes da haste principal em um mesmo nó.

Percebe-se na figura 6.8 que a produtividade de capulhos é muito baixa nos primeiros ramos frutíferos primários, principalmente em primeira posição de ramo (P1), característica que está bem evidenciada na figura 6.9; a redução deve-se, em grande parte, ao reduzido número de capulhos, discutido nas seções anteriores. A maior contribuição para a produtividade final foi observada nos ra-

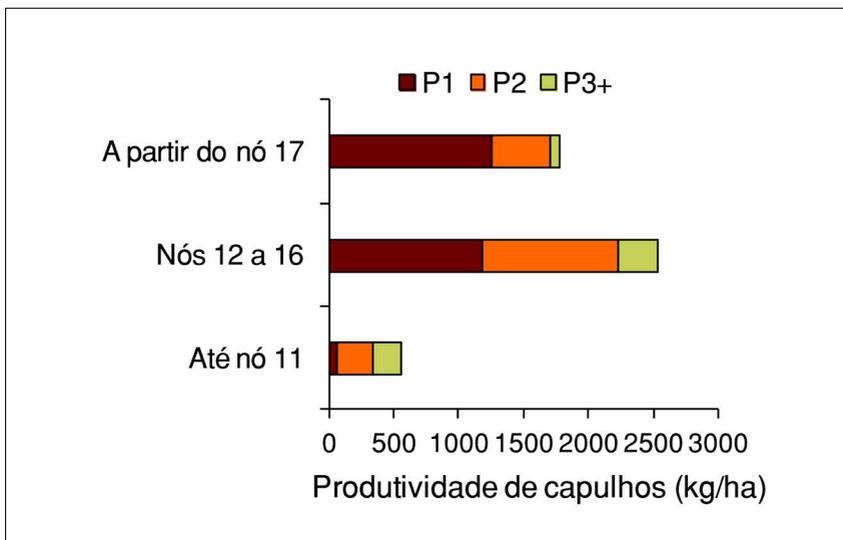


Figura 6.9. Produtividade de capulhos (em caroço) da amostra de sete plantas por terço da haste principal. P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados resultados de ramos frutíferos secundários.

mos localizados na região intermediária das plantas (do 12^o ao 16^o nó), atingindo valor superior a 2.500 kg/ha. A produtividade na região superior foi mais baixa do que na intermediária, mas nota-se que foi bastante alta em primeira posição de ramo (P1). É possível notar também que a produtividade da amostra foi bastante alta, atingindo 4.891 kg/ha (326 arrobas/ha) nos ramos frutíferos primários e 5.842 kg/ha (389,5 arrobas/ha) somando-se ramos frutíferos primários e secundários.

Alternativamente, os resultados de produção de capulhos podem ser transformados em valores percentuais em relação à produção total de ramos frutíferos primários, ou em relação à produção final das plantas, em que se consideram também os ramos frutíferos inseridos em ramos monopodiais. A conversão dos valores medidos na pesagem em percentuais pode ser vantajosa para fins comparativos entre amostras ou tratamentos, visto que a escala possui as mesmas extremidades inicial e final (0% e 100%). Uma vez calculados, os percentuais podem então ser apresentados em gráficos, do mesmo modo como realizado para produtividade em kg/ha nas figuras 6.8 e 6.9.

6.7 Peso médio de capulho por nós e por grupos de nós da haste principal

A partir dos dados de contagem e pesagem de capulhos, calculam-se os pesos médios de capulho por posição individual de frutificação ou frações agrupadas, os quais podem, posteriormente, ser apresentados em forma de tabelas ou gráficos. No nosso exemplo, devemos dividir os valores da tabela 6.7 pelos da tabela 6.1; os resultados estão na tabela 6.9. Esses valores, assim como suas médias por nó e posição de ramo, podem ser apresentados em gráficos; as médias também podem ser resumidas em tabelas mais curtas. O agrupamento por frações de planta também pode ser realizado, dividindo-se a produção total de cada fração pelo respectivo número de capulhos. No entanto, não se aplica para o peso médio de capulhos o gráfico de barras empilhadas, pois os valores finais para cada fração da planta não são resultantes de uma soma, mas de uma média. Os pesos médios de capulho ao longo da haste estão apresentados graficamente na figura 6.10; ao contrário dos gráficos anteriores, em que a ausência de um valor em uma célula era computada como “0”, no caso de peso médio de capulhos, o ponto em que não há o valor disponível é deixado em branco. Isso pode ser visto, por exemplo, para o 24º nó da haste principal na figura 6.10.

Uma opção bastante conveniente para esse caso seria a apresentação de um gráfico de linhas, como o da figura 6.8, das médias gerais de peso de capulho em função das posições de ramo, e não em função do nó da haste principal. Como observa-se na tabela 6.9, o peso médio final na posição de frutificação “P1” é de 4,41 g, passando a decrescer gradativamente nas posições de ramo mais distais.

Na tabela 6.9 e na figura 6.10, percebe-se que os pesos médios de capulho até o 11º nó, independentemente da posição de ramo, são bastante baixos. A partir desse nó, há um forte aumento dos pesos nos capulhos de primeira e segunda posição, o que contribui para elevar os valores médios dos totais em cada ramo frutífero primário. Nos ramos superiores, porém, ocorre uma queda dos pesos médios nos capulhos de primeira e segunda posição, diminuindo-se, conseqüentemente, o valor médio de cada ramo.

Tabela 6.9. Peso médio de capulho (g/capulho) da amostra de sete plantas consecutivas.

Nó (1° RF)	8,0 (7)	NT	24,57 (26)	AP (cm)	117	
Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
8	1,73					1,73
9		3,70	2,10	1,68		2,65
10	2,94	3,03	3,30			3,11
11	1,94	3,16	3,92			3,22
12	3,93	5,47	5,36			4,93
13	4,35	4,70	4,39			4,48
14	4,82	4,41	2,70			4,47
15	5,42	4,19	2,93			4,73
16	5,30	4,98	1,65			4,86
17	5,41	4,72	1,51			4,65
18	4,22	3,68	3,20			3,93
19	4,91	3,52	3,17			4,06
20	5,80	3,20				4,50
21	4,34	3,07				4,02
22	3,44					3,44
23	2,78					2,78
24						
25	2,80					2,80
Total	4,41	4,13	3,44	1,68		4,14
RFS	4,16					

RFS: ramos frutíferos secundários; nó (1° RF): nó da haste principal onde se situa o primeiro ramo frutífero; NT: número total de nós da planta; AP: altura das plantas.

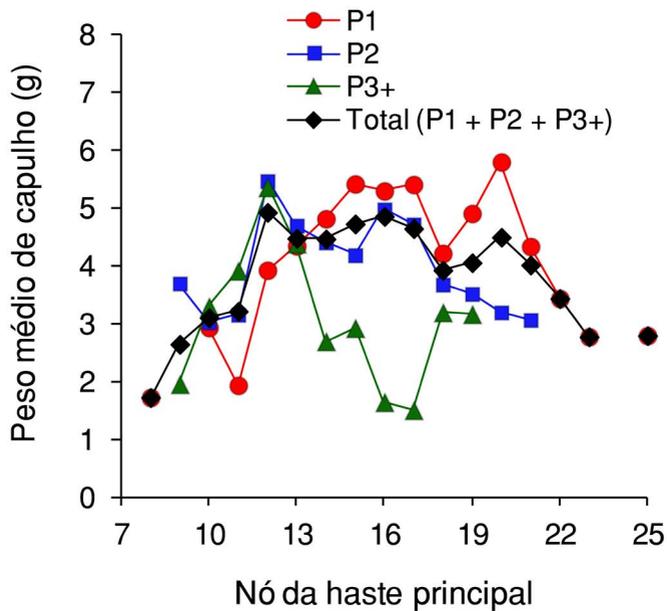


Figura 6.10. Peso médio de capulho da amostra de sete plantas por local de frutificação em ramos frutíferos primários (RFP). P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

A partir desses resultados, constata-se que a menor produtividade de capulhos nos ramos frutíferos primários inferiores não decorre exclusivamente da redução do número de capulhos e do aumento no número de abortamentos nas plantas, mas também da diminuição do peso de capulho. A presença de condições ambientais limitantes ao desenvolvimento dos frutos iniciais é a causa mais provável desse evento. O aumento na frequência de abscisões não é a única resposta a um estresse; os frutos podem permanecer na planta, mas como as condições de crescimento são desfavoráveis, o acúmulo de massa em seu interior é comprometido. Por outro lado, a queda de peso dos capulhos nos últimos ramos da planta é um fenômeno comum; fatores fisiológicos e ambientais levam a essa redução no fim do ciclo. Em geral, após o corte fisiológico (“cut-out”) do algodoeiro, as temperaturas são decrescentes, e as chuvas praticamente cessam. Essas condições diminuem o crescimento dos frutos mais tardios, cujo peso final é então reduzido; o corte fisiológico é um momento do ciclo na fase reprodutiva em que fontes e drenos de fotoassimilados equilibram-se. A partir desse momento, o crescimento vegetativo é praticamente anulado para que as reservas produzidas sejam destinadas à manutenção dos drenos já existentes. Mais detalhes sobre esse tema poderão ser encontrados nas revisões sugeridas no início do capítulo 2.

6.8 Produção cumulativa absoluta e porcentual a cada nó da haste principal

Uma abordagem alternativa às apresentadas até aqui seria a utilização dos valores acumulados de produção de capulhos a cada ramo simpodial primário sucessivo. Para entendermos mais claramente, voltemos à tabela 6.7; note que o total acumulado no ramo do oitavo nó do caule é de 1,73 g. Para calcularmos a quantidade acumulada no ramo do nono nó, devemos somar a quantidade já existente nesse ramo (13,27 g) com a quantidade de 1,73 g do ramo imediatamente abaixo. Portanto, a quantidade acumulada no nono nó é de 15 g. Para determinarmos a quantidade acumulada no ramo do décimo nó, somamos a quantidade total produzida nesse ramo (27,98 g) aos 15 g acumulados anteriormente, o que resulta em 42,98 g. Podemos realizar as mesmas operações com os valores porcentuais e em unidade de produtividade (kg/ha). Repetindo-se o procedimento até o último ramo simpodial produtivo, teremos como resultado a tabela 6.10.

Tabela 6.10. Produção acumulada (P_{AC}) de capulhos (em caroço) por nó da haste principal da amostra de sete plantas.

Nó	P_{AC} (gramas)	P_{AC} (%)	P_{AC} (kg/ha)
8	1,73	0,34	16,471
9	15,00	2,92	142,816
10	42,98	8,37	409,216
11	59,08	11,50	562,506
12	118,21	23,01	1125,488
13	167,54	32,61	1595,163
14	225,59	43,91	2147,862
15	268,18	52,20	2553,366
16	326,51	63,55	3108,731
17	359,08	69,89	3418,833
18	394,41	76,76	3755,213
19	422,86	82,30	4026,088
20	449,86	87,56	4283,316
21	482,01	93,81	4589,260
22	502,67	97,83	4785,966
23	511,00	99,46	4865,277
24	511,00	99,46	4865,277
25	513,80	100	4891,936

Os resultados em kg/ha e porcentagem da tabela podem então ser expressos em um gráfico de linhas ou de dispersão, como nas figuras 6.11 e 6.12, respectivamente.

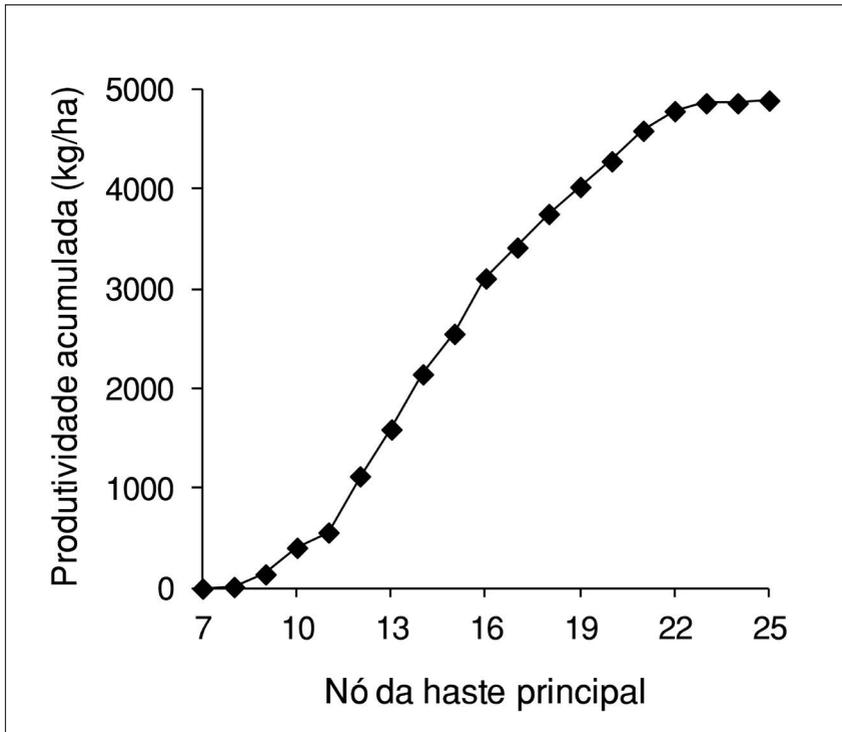


Figura 6.11. Produtividade (em caroço) acumulada (kg/ha) de capulhos da amostra de sete plantas a cada ramo frutífero primário. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Percebe-se que esses gráficos podem ser divididos em três grandes seções. Na primeira, até o 11º nó, o acúmulo de produção aumenta em uma taxa bastante pequena; a partir do 12º nó, a produção acumulada aumenta rapidamente a cada ramo frutífero até o 21º nó, a partir do qual a taxa de acúmulo decresce até o ponto em que a produção estabiliza-se em seu valor máximo.

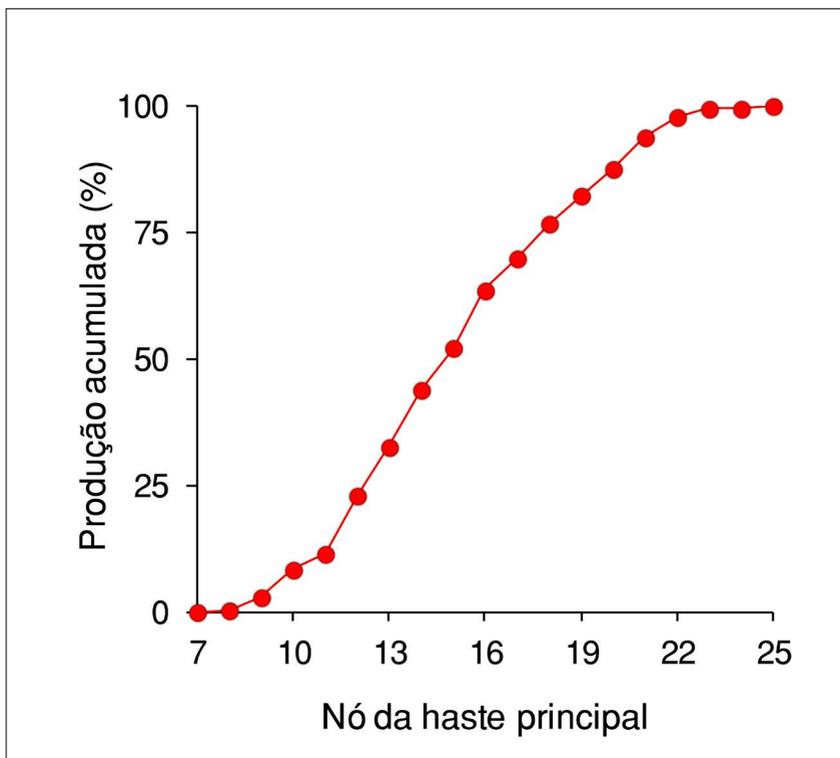


Figura 6.12. Produção (em caroço) acumulada percentual de capulhos da amostra de sete plantas a cada ramo frutífero primário. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Esse padrão de variação na produção acumulada ao longo dos nós da haste principal, caracterizado por um gráfico em forma de “J”, é tipicamente encontrado em curvas biológicas de crescimento. **Geralmente, o acúmulo da produção de capulhos a cada nó do caule segue o mesmo padrão observado de curvas de crescimento em função do tempo.** Esse padrão é conhecido como “logístico”.

Essa característica dos dados de produção cumulativa é potencialmente bastante útil ao avaliador, pois permite submetê-los a análises de regressão logísticas empregadas em curvas de crescimento; as equações logísticas fornecem parâmetros que podem facilitar bastante a interpretação dos resultados. Outra vantagem desse tipo de representação é que os nós podem ser considerados como variáveis contínuas e não apenas unidades de contagem; por

exemplo, na tabela 6.10 e na figura 6.12, verifica-se que a produção acumulada no 14º nó é de 43,91%, ao passo que é de 52,20% no 15º. Podemos, mediante localização no gráfico, ou cálculo por interpolação linear, determinar o nó que corresponda a 50% da produção final. Por interpolação temos:

$$14 + (50 - 43,91) / (52,20 - 43,91) = 14,73$$

O que indica que metade da produção da amostra é atingida na posição “14,73”, ou seja, mais para o 15º do que para o 14º nó. O nó em que se atinge 50% da produção é um indicador indireto da precocidade das plantas; por exemplo, se estivermos comparando a presente amostra com outra que também apresente padrão logístico de acúmulo, cujo ponto de 50% da produção cumulativa é o nó “12,50”, temos o indicativo de que esta última é mais precoce.

No entanto, há uma limitação no uso de números de nós da haste principal como variáveis contínuas: estamos considerando apenas os valores totais de cada ramo, não levando em conta suas respectivas posições (P1, P2, P3, etc.). Assim, as estimativas de nós obtidas apenas dos totais de cada ramo frutífero primário fornecem médias que possibilitam uma noção espacial da localização da produção; caso o avaliador tenha por objetivo um estudo mais criterioso do mapeamento com vistas a respostas para aspectos fenológicos ou cronológicos, deverá ordenar os capulhos com base na cronologia/fenologia das plantas. Esse assunto será abordado detalhadamente mais adiante.

De modo geral, o avaliador poderá escolher utilizar a escala de produção cumulativa em função dos nós da haste principal e estimar os nós correspondentes a um determinado nível de produção; deverá ter cuidado, no entanto, para interpretar corretamente os valores calculados. As outras variáveis discutidas nas seções anteriores contribuirão para um maior embasamento dessa interpretação.

Embora seja mais indicada para mapeamento com pesagem, a escala cumulativa em função do nó da haste principal pode também ser empregada para dados de contagem de capulhos. Deve-se considerar, porém, que variáveis discretas - ou variáveis provenientes de contagem - podem não se ajustar tão satisfatoriamente quanto variáveis contínuas - ou variáveis provenientes de medição, como peso - a regressões de curvas de crescimento. Essa definição caberá ao avaliador.

6.9 Um exemplo com ramos monopodiais

Até agora, não comentamos sobre os capulhos de ramos frutíferos de ordens superiores. O avaliador pode optar por não utilizá-los dependendo do estudo, ou mesmo quando houver variações muito grandes dentro da amostra; uma segunda opção é considerar todos os capulhos de ramos frutíferos secundários, terciários e demais como uma única unidade, conforme mostrado nas tabelas 6.1 e 6.7. Convém observarmos que, em todos os exemplos tratados anteriormente, os ramos vegetativos de onde provinham ramos frutíferos produtivos eram sempre primários, ou seja, todos os ramos frutíferos ligados a vegetativos eram secundários. Quando possível, os cálculos discutidos nas seções anteriores podem ser realizados incluindo-se nos valores totais da amostra os capulhos dos ramos secundários. Por exemplo, o percentual do número ou da produção de capulhos da amostra pode ser determinado por posição incluindo-se os capulhos de ramos secundários, e não somente os de ramos primários. Essa abordagem foi discutida na seção 3.6 do capítulo 3.

Em alguns trabalhos, porém, o pesquisador, pode optar por mapear também os capulhos de ramos secundários e de ordens superiores por sítio individual de frutificação e buscar um critério para agrupá-los por nós ou categorias. Veremos a seguir um método de mapeamento para ramos vegetativos que poderá ser aplicado pelo avaliador.

De acordo com as tabelas 6.1 e 6.7, o número e o peso de capulhos provenientes de ramos frutíferos ligados a ramos monopodiais são 24 capulhos e 99,89 g, respectivamente. Dos 24 capulhos obtidos das sete plantas da amostra, observou-se no mapeamento que:

a) Sete capulhos eram provenientes de ramos simpodiais secundários originários de ramos vegetativos situados no quarto nó da haste principal; cinco desses capulhos situavam-se em primeira posição produtiva de um ramo frutífero inserido no primeiro nó do ramo vegetativo; dois capulhos estavam em primeira posição produtiva do ramo frutífero inserido no segundo nó do ramo monopodial.

b) Dez capulhos eram provenientes de ramos simpodiais secundários originários do ramo vegetativo situado no quinto nó da haste principal; dois capulhos estavam localizados em primeira posição do ramo frutífero inserido no primeiro nó do ramo vegetativo; quatro capulhos estavam localizados em primeira posição do ramo frutífero inserido no segundo nó do ramo vegetativo; dois capulhos estavam localizados em primeira posição do ramo frutífero inserido no terceiro nó do ramo vegetativo; dois capulhos estavam localizados em primeira posição do ramo frutífero inserido no quarto nó do ramo vegetativo.

c) Sete capulhos eram provenientes de ramos simpodiais secundários originários do ramo vegetativo situado no sexto nó da haste principal; quatro capulhos estavam situados em primeira posição do ramo frutífero inserido no primeiro nó do ramo vegetativo; três capulhos estavam situados em primeira posição do ramo frutífero inserido no segundo nó do ramo vegetativo.

Após a localização exata de cada capulho, atribui-se-lhe o número de posição correspondente de acordo com os números de nós e as posições; por exemplo, no ramo do quarto nó há cinco capulhos em primeira posição de um ramo inserido no primeiro nó do ramo monopodial. Para determinar o nó dessa posição, soma-se o nó de inserção do ramo vegetativo na haste principal (4) ao nó do ramo vegetativo em que o ramo frutífero se localiza (1). Portanto, o nó de localização desses ramos é “5”. Como há apenas capulhos de primeira posição de ramo, a posição final é “5.1”. Há também dois capulhos localizados em ramos frutíferos secundários do segundo nó do mesmo ramo vegetativo; somando-se o nó da haste principal (4) com o nó do ramo vegetativo em que o ramo frutífero secundário está inserido (2), o resultado é “6”. Como os dois capulhos estão na primeira posição do ramo, ambos recebem o valor de “6.1”.

Portanto, para calcular as posições dos demais capulhos, deve-se somar o nó da haste principal com o nó do ramo vegetativo onde se localiza o ramo frutífero secundário, atentando-se à respectiva posição do ramo reprodutivo (P₁, P₂, P₃) em que o capulho está. Todos os capulhos da amostra de sete plantas contabilizados em ramos secundários são, conforme, citado anteriormente, de primeira

posição. Fazendo-se os cálculos para os demais capulhos, temos como resultado as tabelas 6.11 e 6.12.

Quando as posições calculadas em ramos vegetativos diferentes coincidirem, o avaliador pode somá-las na respectiva célula, conforme apresentado na tabela 6.11; no entanto, pode optar também por trabalhar com os dados de cada ramo vegetativo separadamente. O peso médio de capulho pode ser calculado dividindo-se os valores da tabela 6.12 pelos da tabela 6.11.

Tabela 6.11. Contagem de capulhos por local de frutificação em ramos frutíferos inseridos em ramos vegetativos (secundários). Amostra de sete plantas.

Nó	1	2	3	4	5	Total
5	5					5
6	4					4
7	8					8
8	5					5
9	2					2
Total	24					24

Tabela 6.12. Peso de capulhos por local de frutificação em ramos frutíferos inseridos em ramos vegetativos (secundários). Amostra de sete plantas.

Nó	1	2	3	4	5	Total
5	17,68					17,68
6	17,55					17,55
7	35,98					35,98
8	20,94					20,94
9	7,74					7,74
Total	99,89					99,89

É importante atentar-se ao fato de que não é recomendável agrupar os resultados das posições calculadas para ramos frutíferos inseridos em vegetativos com os resultados de ramos frutíferos primários. Por exemplo, não é indicado somar os cinco capulhos da posição “8.1” da tabela 6.11 com o capulho presente na mesma posição “8.1” da tabela 6.1; o mais indicado é analisar os valores separadamente, em sua respectiva categoria. A sincronia de florescimento em ramos frutíferos inseridos em ramos monopodiais é diferente da que ocorre em ramos frutíferos primários; em outras palavras, os capulhos da posição “8.1” calculados na tabela 6.11 não têm relação com os da posição “8.1” da tabela 6.1; são valores numericamente iguais que representam situações diferentes. O padrão de florescimento em ramos monopodiais é, de fato, mais complicado de ser estabelecido porque a ocorrência e o desenvolvimento desses ramos são bastante irregulares e fortemente afetados pelas condições locais durante o ciclo.

6.10 Interpretando os resultados

Após a determinação e a análise das variáveis, o avaliador terá que interpretar os resultados. No decorrer deste capítulo, algumas discussões sobre os resultados obtidos foram feitas, buscando-se entender suas causas; o objetivo foi introduzir ao leitor alguns conceitos que podem ser aproveitados para interpretar os dados, como aspectos fisiológicos e ambientais. O avaliador, ao proceder ao mapeamento, terá um objetivo em mente, que poderá ser, por exemplo, entender alguma resposta específica da planta a um tratamento testado, a explicação de um resultado já obtido anteriormente, a comparação entre cultivares diferentes etc. De uma maneira ou de outra, o conhecimento dos fatores envolvidos nas possíveis respostas das plantas será fundamental. Conforme observamos nas páginas anteriores, o mapeamento possibilita a determinação de um grande número de variáveis, cujo melhor aproveitamento dependerá da interpretação do avaliador e de suas escolhas para expressá-las (gráficos, tabelas etc.).

Convém ressaltar que utilizamos como base para apresentação das análises deste capítulo um exemplo com uma única amostra, com o objetivo de facilitar o entendimento dos conceitos. Se a finalidade for a realização de experimentos científicos, haverá a necessidade de repetições de amostras para cada tratamento testado. Os resultados finais deverão ser analisados, então, a partir das médias de todas as amostras de um tratamento.

No próximo capítulo, discutiremos sobre o mapeamento de capulhos e de produção com base na fenologia do algodoeiro; até agora, exploramos bastante o mapeamento com base na localização dos sítios de frutificação, o que, em muitas situações, já é suficiente para o estudo. No entanto, se o objetivo for uma análise mais precisa do padrão do desenvolvimento reprodutivo das plantas, algumas modificações operacionais ou de análise podem ser adotadas. Trataremos delas nas próximas páginas.

A fenologia no mapeamento da produção

7.1 Introdução

O estudo do mapeamento da distribuição do número e da produção de capulhos é geralmente caracterizado por sua localização exata nos sítios de frutificação das plantas e pelo agrupamento destes em unidades baseadas essencialmente em critérios posicionais. Por exemplo, a distribuição da soma de capulhos de cada nó da haste principal é determinada a partir da soma das unidades contadas em cada ramo frutífero primário, considerando-se somente o fato de que as estruturas se situam no mesmo ramo. O mesmo princípio pode ser estendido ao agrupamento de capulhos por frações da haste principal e por posições de ramo; em outras palavras, essas análises são realizadas a partir de um mapeamento espacial, em que os valores finais fornecem resultados para cada região da planta estudada. Essa modalidade de avaliação é certamente a mais simples e foi extensamente explorada nos capítulos anteriores. O avaliador pode, porém, ter a intenção de mapear os capulhos e sua respectiva produção não de acordo com sua distribuição meramente espacial, mas considerando o padrão de florescimento e de frutificação das plantas durante seu desenvolvimento ao longo do tempo; o interesse, portanto, é relativo à fenologia da cultura, em que os frutos são ordenados pelo tempo em que surgem.

Basicamente, fenologia é o estudo do desenvolvimento morfológico de uma planta durante seu ciclo; a abordagem fenológica no mapeamento é mais adequada para estudos que visam a uma

melhor caracterização da precocidade da produção das plantas. Questões conceituais e práticas dessa modalidade serão discutidas a seguir.

7.2 Mapeamento dos frutos segundo o ordenamento cronológico real

O mapeamento de acordo com a cronologia real de frutificação possibilita as avaliações mais precisas e é o mais correto para o estudo da precocidade dos capulhos; o ordenamento segue a cronologia de florescimento ou frutificação observada no campo. A técnica pode ser aplicada mediante as seguintes opções:

a) Identificação e marcação prévia de estruturas reprodutivas a serem mapeadas: o procedimento mais usual consiste na identificação e na marcação das flores brancas no dia de sua abertura, que são então acompanhadas pelo avaliador até o dia da abertura do respectivo fruto. A marcação pode ser feita com etiquetas permanentes no pedúnculo da flor; deve-se registrar na etiqueta a data da antese, assim como a data da abertura do capulho. Após a abertura, os capulhos podem ser colhidos imediatamente ou mantidos no campo até o dia da colheita final. Procedede-se então à contagem e à pesagem dos capulhos de acordo com a ordem cronológica de abertura; a partir das datas de marcação da flor e de abertura do capulho, calcula-se o tempo de desenvolvimento do fruto. As datas anotadas também podem servir para relacionar os resultados de contagem, pesagem ou qualidade de fibra, com as condições ambientais durante a formação dos frutos. O avaliador poderá reunir os dados por dia de abertura dos capulhos ou agrupá-los por épocas compostas por intervalos de datas preferencialmente próximas entre si. Ao final, a precocidade das plantas poderá ser avaliada medindo-se, por exemplo, valores de número ou produção relativa de capulhos até uma data especificada ou quantidade de graus-dias acumulada. É possível também incluir na etiqueta a posição de cada flor na planta, segundo os critérios de localização discutidos nos capítulos anteriores, para um estudo que relacione a distribuição cronológica e espacial da produção. Depois que os capulhos estiverem mapeados, as variáveis propostas no capítulo 6 poderão ser calculadas e a representação fei-

ta em função do número de dias, graus-dias acumulados, ou outro ordenamento cronológico a ser estabelecido pelo avaliador. Essa técnica, porém, apresenta a desvantagem de ser muito trabalhosa, principalmente quando o número de plantas mapeado é grande; há a necessidade de acompanhamento constante da lavoura para marcação das flores e constatação da abertura dos frutos. Grande número de flores marcadas poderá ser perdido em decorrência dos abortamentos de frutos jovens.

b) Realização de colheitas sucessivas de capulhos: uma segunda opção é proceder a colheitas consecutivas conforme as maçãs abrem-se; o ideal é que a área seja monitorada e colhida diariamente após o início da abertura dos primeiros capulhos. Para todas as amostras mapeadas, deve-se registrar a data de colheita de cada capulho; o avaliador poderá ter interesse também em registrar as posições de frutificação dos capulhos colhidos de cada planta, para ordená-las segundo a cronologia. Durante cada colheita, o número de capulhos deve ser contado e, em seguida, pesado, se o mapeamento envolver determinação da produção. Posteriormente, os capulhos podem ser encaminhados para o descaroçamento e para a análise de qualidade de fibra. Os valores determinados a partir dos dados de contagem e pesagem podem também ser agrupados por épocas de abertura e, quando as medições de temperatura ambiental estiverem disponíveis, por graus-dias acumulados, segundo o critério estabelecido pelo avaliador. As variáveis analisadas no capítulo anterior poderão então ser estudadas em função da cronologia, em vez da escala de nós da haste principal. A precocidade pode ser avaliada pela proporção colhida até uma determinada data, ou pelo dia da colheita dos últimos capulhos. É possível que o procedimento demande mão de obra e tempo consideráveis — dada a necessidade de monitoramento constante — e de recursos para colheitas manuais sucessivas e registro dos dados a partir da abertura das primeiras maçãs. Não é necessária a marcação de flores. Nessa situação, porém, a determinação do tempo de desenvolvimento do fruto é inviável.

É importante acrescentar que o mapeamento por sítio de frutificação pode ser realizado em conjunto com o mapeamento cronológico, anotando-se as posições de frutificação dos capulhos em cada

colheita realizada. Uma segunda opção, embora mais onerosa, é realizar as duas modalidades de mapeamento separadamente para cada amostra, desde que haja área adicional disponível.

7.3 Mapeamento de capulhos pela escala fenológica padrão - conceitos

O algodoeiro é conhecido por apresentar uma ordem relativamente previsível de florescimento em ramos frutíferos primários. O primeiro artigo sobre essa ordem foi provavelmente publicado por McClelland (1916), em que autor registrou que o intervalo entre a antese de uma flor qualquer e a daquela situada na mesma posição do ramo imediatamente acima era de três dias. Constatou também que o intervalo de florescimento entre posições consecutivas em um mesmo ramo era aproximadamente o dobro desse tempo, ou seja, seis dias. O resultado obtido, unindo-se os pontos segundo esse padrão de ordenamento, é uma curva em forma de espiral. A representação dessa sequência pode ser observada na figura 7.1.

Mais recentemente, estudos conduzidos com cultivares modernas mostraram pequenas variações nessa escala inicial, sobretudo na redução do intervalo entre abertura de flores sucessivas. Bednarz & Nichols (2005) observaram um intervalo de florescimento médio em cultivares modernos de 2,5 e 3,8 dias entre posições verticais e horizontais sucessivas, respectivamente, mais baixos que os encontrados anteriormente. De fato, é importante notar que o intervalo absoluto de florescimento depende da temperatura, da cultivar e, inclusive, do nó da haste principal. Porém, em geral, a relação de duas flores verticalmente sucessivas para posições consecutivas de um mesmo ramo simpodial ainda se tem mantido como um padrão geral; os intervalos médios de florescimento de algumas cultivares modernas avaliadas nos Estados Unidos são apresentados na tabela 7.1. A relação entre os intervalos horizontais e verticais de florescimento mantém-se próxima de “2”.

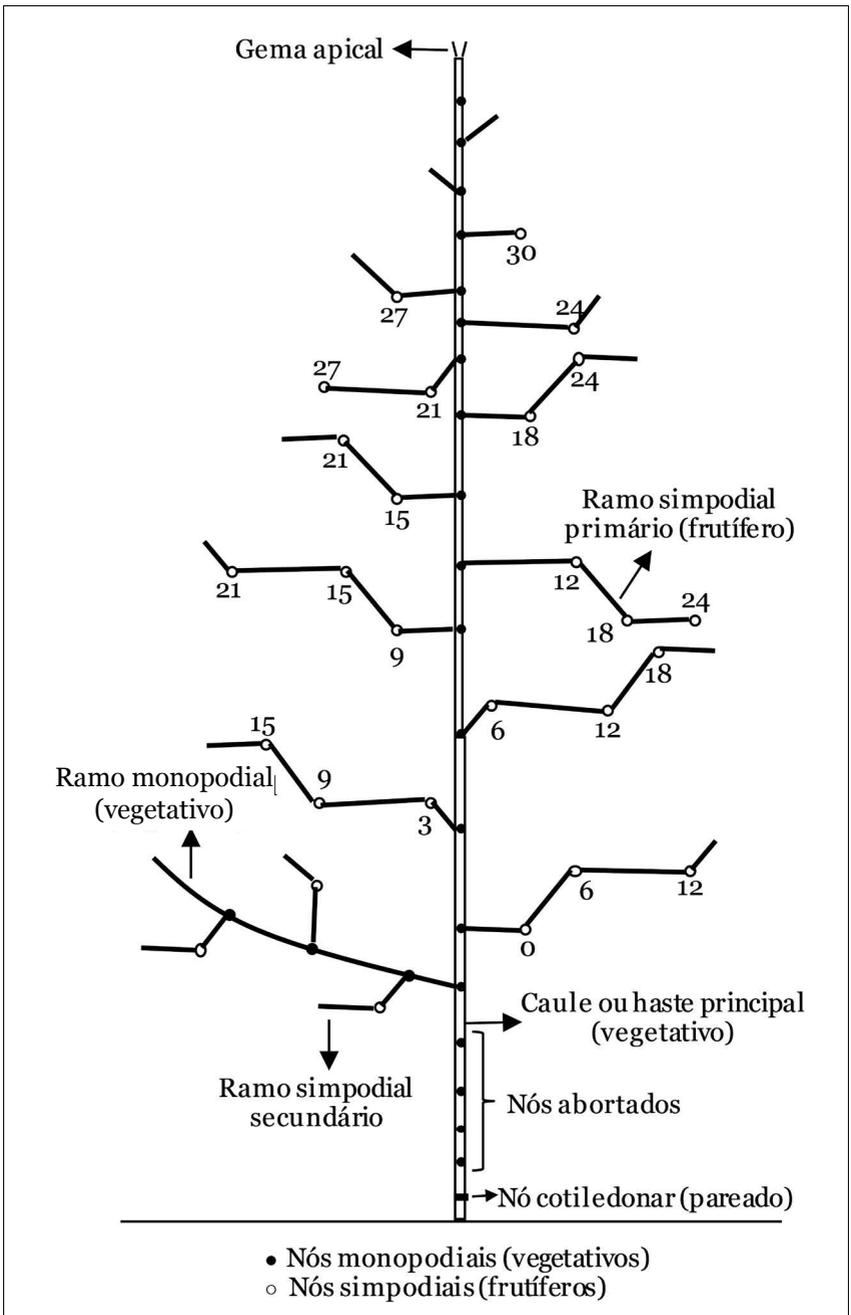


Figura 7.1. Representação esquemática da estrutura de uma planta de algodão com os dias teóricos de abertura das flores nos ramos frutíferos primários. Ao dia de abertura da primeira flor foi atribuído valor "0". Fonte: McClelland - 1916 e Oosterhuis - 1999.

Tabela 7.1. Intervalos médios de florescimento entre flores situadas em ramos frutíferos primários sucessivos na haste principal e entre flores de um mesmo ramo frutífero primário.

Cultivar	IFV1	IFV2	IFH
————— dias —————			
94L-25	2,64	2,61	5,6
94M-14	2,49	2,50	5,7
91C-95 Ls	2,74	2,67	5,7
MAXXA	2,77	2,74	6,3
SG 125	2,82	2,92	5,9
94WD-17	2,65	2,71	5,7
CAMD-E	2,52	2,47	5,2
Média	2,66	2,66	5,7

IFV1: intervalo de florescimento entre flores situadas em primeira posição de ramo, de nós sucessivos (intervalo de florescimento vertical de primeira posição). IFV2: intervalo de florescimento entre flores situadas em segunda posição de ramo, de nós sucessivos (intervalo de florescimento vertical de segunda posição). IFH: intervalo de florescimento entre flores consecutivas de um mesmo ramo (intervalo de florescimento horizontal). Fonte: Braden & Smith (2004).

Esse padrão de florescimento pode então ser utilizado para ordenar os capulhos mapeados no fim do ciclo da cultura. O ponto principal não é considerar o intervalo em escala de dias, visto que as flores não foram marcadas, conforme a descrição na seção 7.2, mas sim o ordenamento sequencial dos capulhos segundo o padrão de florescimento. Por exemplo, na figura 7.2, a flor aberta no dia “0” recebe o número de ordem “1”; a flor aberta no dia “3” recebe o valor “2”; as duas flores que, teoricamente, abrem no dia “6”, recebem o valor “3”; as duas flores abertas no dia “9” recebem valor “4” e assim sucessivamente. Portanto, estabelece-se uma escala de ordenamento segundo a escala fenológica padrão esquematizada na figura 7.1, mostrada na figura 7.2.

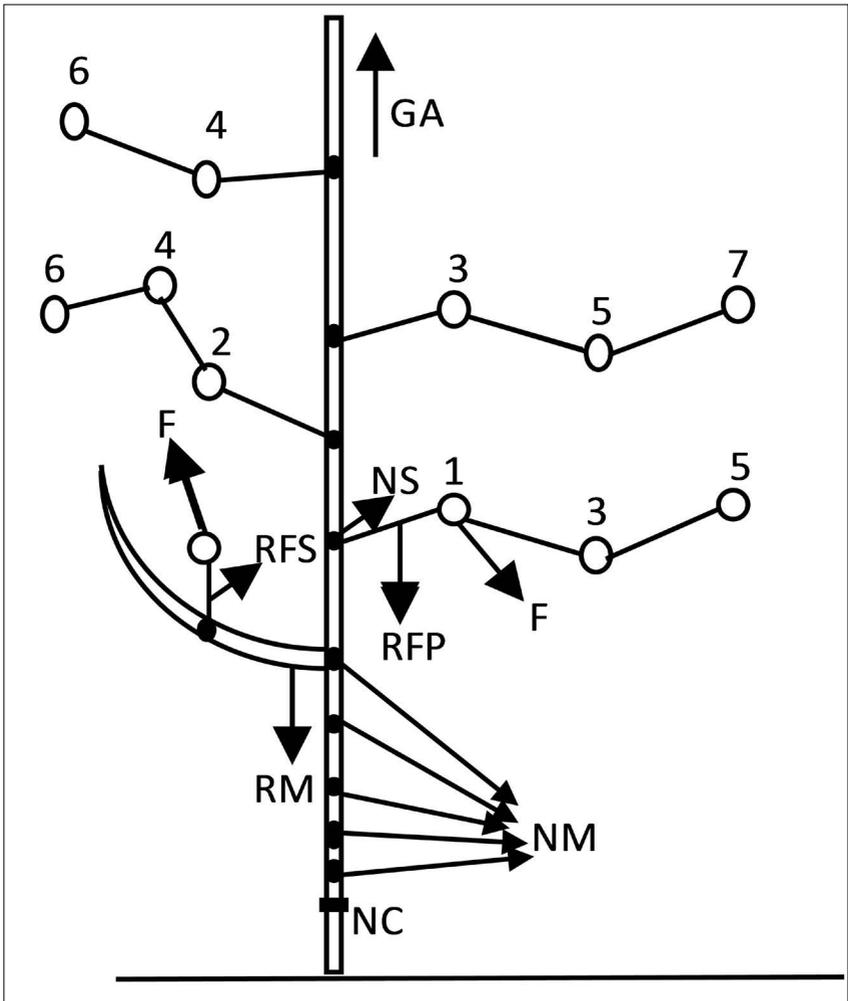


Figura 7.2. Ordem de frutificação no algodoeiro em ramos frutíferos primários. NC: nó cotiledonar; NM: nó monopodial (vegetativo); NS: nó simpodial (frutífero); RM: ramo monopodial (vegetativo); RFP: ramo frutífero (simpodial) primário; RFS: ramo frutífero secundário; F: fruto (capulho); GA: gema apical.

Para integrar o período de desenvolvimento vegetativo anterior, é possível adotar uma versão de ordenamento modificada da figura 7.2; nesta versão, esquematizada na figura 7.3, realiza-se a contagem a partir do nó cotiledonar, a cuja posição é atribuída contagem “o”.

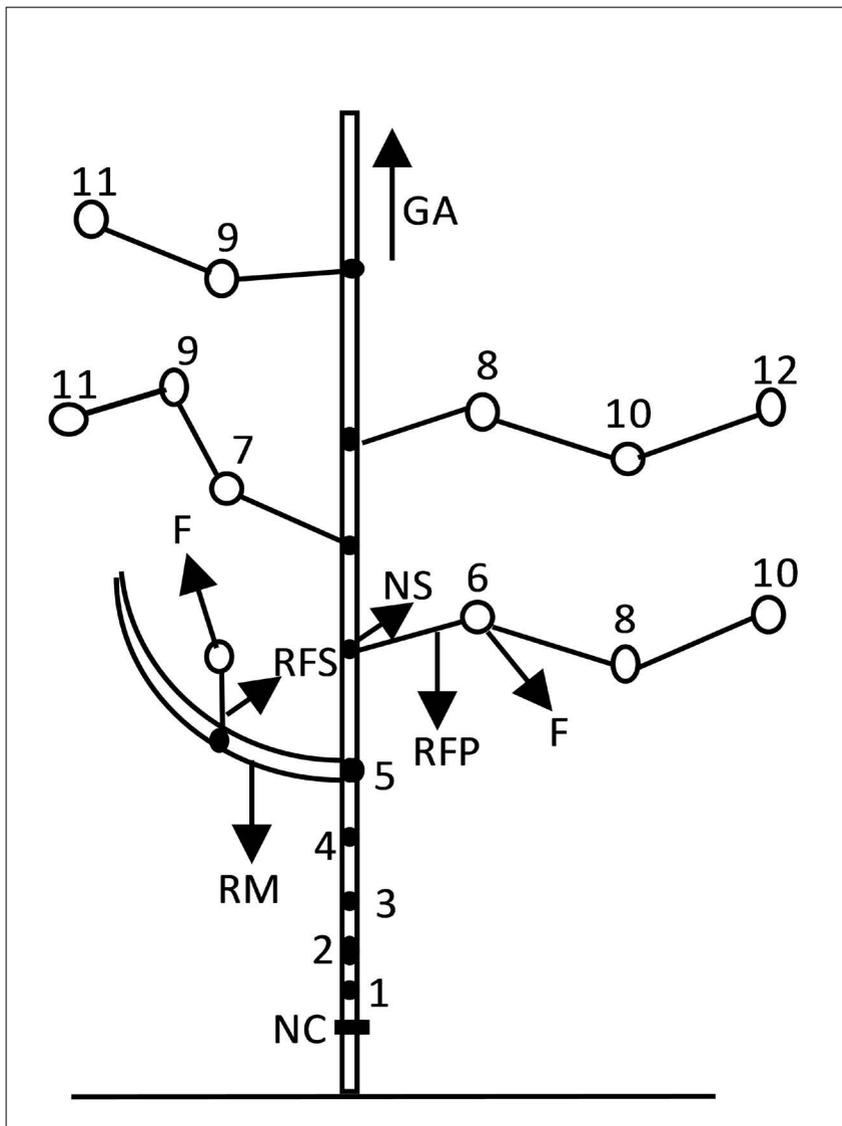


Figura 7.3. Ordem de frutificação no algodoeiro em ramos frutíferos primários, incluindo contagem dos nós vegetativos da haste principal anteriores. NC: nó cotiledonar; NS: nó simpodial (frutífero); RM: ramo monopodial (vegetativo); RFP: ramo frutífero (simpodial) primário; RFS: ramo frutífero secundário; F: fruto (capulho); GA: gema apical.

Os nós monopodiais seguintes da haste principal são contados até o primeiro ramo simpodial primário, a partir do qual a contagem continua nas posições de frutificação, adotando-se a ordem de florescimento em espiral descrita.

Na figura 7.3, de acordo com o padrão fenológico descrito anteriormente, são observadas posições de frutificação equivalentes nos ramos frutíferos primários. Atribuiremos o termo “posição fenológica” (PF) para cada uma das unidades dessa escala; por exemplo, a posição de frutificação fenológica “9” (PF “9”) possui como equivalentes a primeira posição situada no nono nó e a segunda no sétimo nó; a PF “8” tem como equivalentes a primeira posição no oitavo nó e a segunda posição no sexto nó; a PF “6” só é representada pela primeira posição do sexto nó; e assim sucessivamente. Assim, **o número de capulhos ou a produção de cada posição fenológica é obtido somando-se todas suas respectivas posições de frutificação equivalentes.** De modo geral, os valores de cada “PF” podem ser visualmente entendidos como a soma de todas as posições equivalentes à primeira posição de frutificação em um nó da haste principal; por exemplo, para determinar a produção da PF “9” da figura 7.3, devem ser somadas as produções da primeira posição no nono nó e da segunda posição no sétimo nó, e assim sucessivamente. Aplicaremos essa escala em um exemplo prático a seguir.

Antes, porém, é conveniente que algumas considerações sejam feitas. O emprego do ordenamento de capulhos segundo a escala padrão pode ter limitações quanto à precisão do ordenamento; por exemplo, nem sempre os dias de abertura de flores em posições equivalentes serão rigorosamente os mesmos. O emprego desse método de agrupamento dos dados, porém, é mais representativo do ordenamento temporal dos capulhos do que o uso da distribuição por nós da haste principal, cujos ramos podem desenvolver vários frutos. Conforme verificado na escala, as posições de frutificação em cada ramo são incluídas no ordenamento, o que é uma vantagem. Se não for possível um estudo com determinações cronológicas periódicas diretamente no campo, essa escala pode ser adotada para avaliar a precocidade relativa — sem medição de intervalos de tempo — das plantas.

7.4 Aplicação da escala fenológica padrão no mapeamento

Vamos utilizar para aplicar a escala fenológica padrão os dados de pesagem de capulhos da amostra de sete plantas estudada no capítulo anterior, que estão novamente apresentados na tabela 7.2.

Tabela 7.2. Peso de capulhos (g) de sete plantas consecutivas.

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6						
7						
8	1,73					1,73
9		7,40	4,19	1,68		13,27
10	2,94	15,13	9,91			27,98
11	1,94	6,32	7,84			16,10
12	15,73	27,33	16,07			59,13
13	21,77	18,78	8,78			49,33
14	28,91	26,44	2,70			58,05
15	27,10	12,56	2,93			42,59
16	31,77	24,91	1,65			58,33
17	21,62	9,44	1,51			32,57
18	21,09	11,04	3,20			35,33
19	14,73	10,55	3,17			28,45
20	17,41	9,59				27,00

Continua

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
21	26,01	6,14				32,15
22	20,66					20,66
23	8,33					8,33
24						0
25	2,8					2,80
Total	264,54	185,63	61,95	1,68		513,80

Empregando-se a escala, pode-se verificar que os capulhos das posições 8.1 e 10.1 não possuem equivalentes. Por outro lado, o capulho da posição 11.1 é equivalente, pela fenologia de florescimento, ao capulho da posição 9.2. Para facilitar a visualização, todas as posições equivalentes da amostra foram preenchidas com a mesma cor na tabela 7.3.

Nota-se na tabela 7.3 que os capulhos da posição 12.1 são equivalentes aos da posição 10.2, tendo sido então representados pela cor azul. Os capulhos das posições 15.1, 13.2, 11.3 e 9.4 também são equivalentes entre si, e suas respectivas células na tabela foram representadas pela cor verde-escura; as demais posições equivalentes também estão representadas por células de mesma cor. Observando-se a tabela, verifica-se que se encontra uma posição equivalente de um sítio de frutificação qualquer, segundo a escala fenológica padrão, descendo-se dois nós da haste e tornando à direita logo em seguida, em um trajeto em “L”, típico de “cavalo de xadrez”. É possível também, realizando-se o movimento oposto, serem encontradas posições equivalentes, desde que o ponto de partida não esteja em primeira posição de ramo.

Os valores da coluna “Total”, na extremidade direita da tabela, foram calculados somando-se os das respectivas posições equivalentes, tendo-se sempre como referência os capulhos de primeira posição de ramo.

Tabela 7.3. Peso de capulhos (g) de sete plantas consecutivas. Posições com colorações iguais são equivalentes entre si pela escala fenológica padrão.

Posição do ramo						
Nó	1	2	3	4	5	Total
6						
7						
8	1,73					1,73
9		7,40	4,19	1,68		0
10	2,94	15,13	9,91			2,94
11	1,94	6,32	7,84			9,34
12	15,73	27,33	16,07			30,86
13	21,77	18,78	8,78			32,28
14	28,91	26,44	2,70			66,15
15	27,10	12,56	2,93			55,40
16	31,77	24,91	1,65			74,28
17	21,62	9,44	1,51			42,96
18	21,09	11,04	3,20			48,70
19	14,73	10,55	3,17			27,10
20	17,41	9,59				30,10
21	26,01	6,14				38,07
22	20,66					33,45
23	8,33					17,64
24	0					0
25	2,8					2,80
Total	-	-	-	-	-	513,80

Vejam, por exemplo, as células coloridas de verde-escuro, cujas posições equivalentes são, conforme já relatado, 15.1, 13.2, 11.3 e 9.4. O valor “Total” no nó 15 é a soma de peso de capulhos dessas quatro posições equivalentes: $27,10 + 18,78 + 7,84 + 1,68 = 55,40$. A soma total em cada nó é, portanto, a soma de todas as posições equivalentes à primeira posição de ramo desse nó. Por isso, a célula da coluna “Total” colorida de verde-escuro é a do 15º nó, pois a referência deve ser a primeira posição do ramo proveniente desse nó. A referência deve ser a primeira posição de ramo, inclusive quando esta tiver sido abortada. Suponhamos, por exemplo, que não houvesse capulho na posição 11.1, ao passo que aqueles da posição 9.2 fossem mantidos. Os capulhos da posição 9.2 devem ser contabilizados na coluna “Total” do nó 11, pois sua respectiva posição equivalente de primeira posição é “11.1”.

Observe que na linha “Total” situada na extremidade inferior da tabela não há qualquer resultado. Como a escala fenológica atribui um ordenamento sequencial para todos os capulhos, independentemente da posição do ramo em que se situa, seus valores já foram integrados na escala, conforme disposto na coluna “Total” à direita. Portanto, os valores finais são contabilizados como se, teoricamente, todos os frutos fossem provenientes da primeira posição de um ramo. Operacionalmente, essa característica pode ser uma grande vantagem, pois a organização, a análise e a apresentação final dos dados são simplificadas e facilitadas.

As somas de peso dos capulhos determinadas em cada nó (posição fenológica) podem ser convertidas em unidade de produtividade (kg/ha) e em percentuais, como na tabela 7.4. Podem-se determinar também os valores acumulados a cada posição fenológica, como apresentado na tabela 7.5. Os resultados de produção pontual e acumulada em função da posição fenológica podem então ser representados graficamente, conforme feito nas figuras 7.4 e 7.5, respectivamente, para os valores em kg/ha. Os mesmos tipos de gráfico são aplicáveis aos valores de produção percentual pontual e acumulada.

Ainda que certa irregularidade tenha sido notada, verifica-se que o gráfico da figura 7.4 é caracterizado por valores de produtividade baixos nas posições mais inferiores e superiores, mas ascendentes em direção ao centro, onde o nível máximo é atingido, e a partir do qual passam a decrescer. De forma geral, esse gráfico possui um formato de sino, com a presença de um pico.

Na figura 7.5, nota-se a que produtividade acumulada em função da posição fenológica segue um padrão logístico, o qual, graficamente, se assemelha a um “f”. Esse padrão de variação da produção acumulada também foi constatado com os dados agrupados por nós da haste principal na seção 6.8 do capítulo 6.

Tabela 7.4. Produção (Prod) de capulhos (em caroço) por posição fenológica (PF) de frutificação ao longo da haste principal da amostra de sete plantas.

Nó (PF)	Prod (g)	Prod (%)	Prod (kg/ha)
7	0	0	0
8	1,73	0,34	16,471
9	0	0	0
10	2,94	0,57	27,992
11	9,34	1,82	88,927
12	30,86	6,01	293,821
13	32,28	6,28	307,341
14	66,15	12,87	629,820
15	55,40	10,78	527,468
16	74,28	14,46	707,227
17	42,96	8,36	409,026
18	48,70	9,48	463,677
19	27,10	5,27	258,022
20	30,10	5,86	286,585
21	38,07	7,41	362,468
22	33,45	6,51	318,480
23	17,64	3,43	167,952
24	0	0	0
25	2,80	0,54	26,659
Total	513,80	100	4891,936

Tabela 7.5. Produção acumulada (P_{AC}) de capulhos (em caroço) por posição fenológica (PF) de frutificação ao longo da haste principal da amostra de sete plantas.

Nó (PF)	P_{AC} (g)	P_{AC} (%)	P_{AC} (kg/ha)
7	0	0	0
8	1,73	0,34	16,471
9	1,73	0,34	16,471
10	4,67	0,91	44,463
11	14,01	2,73	133,391
12	44,87	8,73	427,211
13	77,15	15,02	734,552
14	143,30	27,89	1364,372
15	198,70	38,67	1891,840
16	272,98	53,13	2599,067
17	315,94	61,49	3008,093
18	364,64	70,97	3471,770
19	391,74	76,24	3729,791
20	421,84	82,10	4016,376
21	459,91	89,51	4378,844
22	493,36	96,02	4697,325
23	511,00	99,45	4865,277
24	511,00	99,45	4865,277
25	513,80	100	4891,936

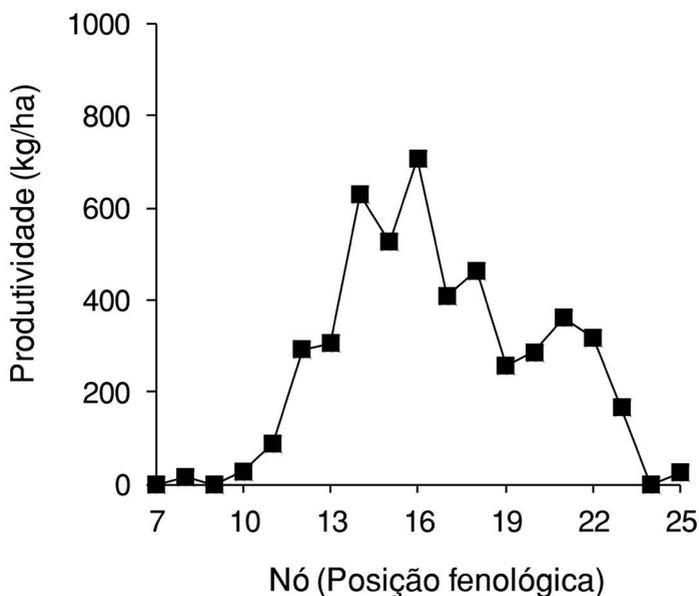


Figura 7.4. Produtividade (kg/ha) de capulhos (em caroço) da amostra de sete plantas a cada ramo frutífero primário por posição fenológica. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Uma variável cujos valores pontuais são caracterizados por um gráfico de pico e os acumulados por um padrão logístico tende a apresentar, quando grande número de repetições é utilizado, uma distribuição normal, ou aproximadamente normal.

Um exemplo de um padrão de distribuição normal, ajustado com os resultados de produção porcentual de uma amostra de plantas, pode ser visto na figura 7.6. Uma distribuição normal apresenta algumas propriedades importantes que podem servir como base para interpretação dos dados, enunciadas a seguir:

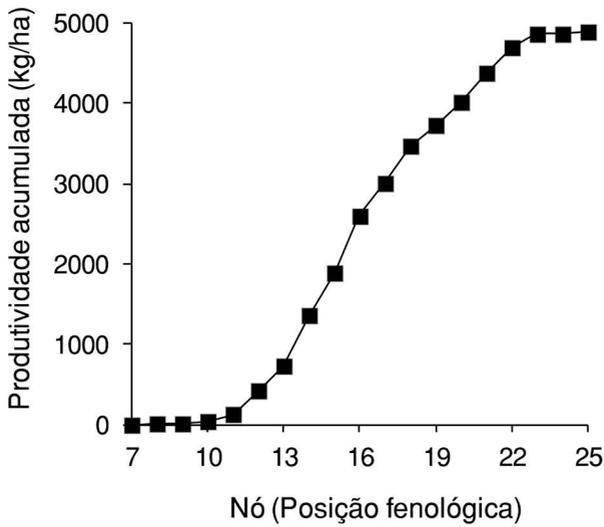


Figura 7.5. Produtividade acumulada (kg/ha) de capulhos (em caroço) da amostra de sete plantas por posição fenológica. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

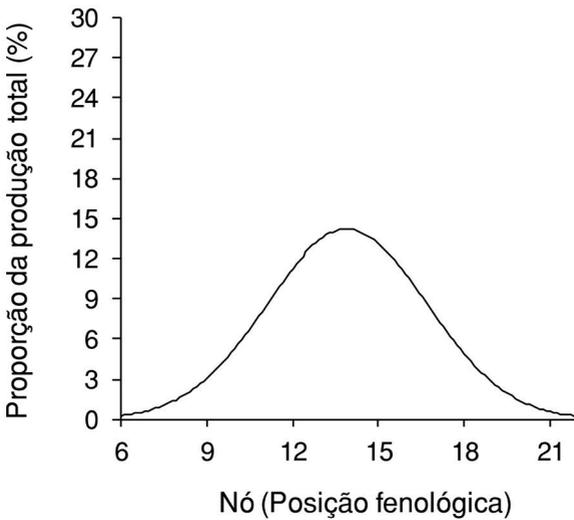


Figura 7.6. Exemplo de distribuição normal da produção percentual de capulhos por posição fenológica em uma amostra de plantas. A mesma distribuição é válida para conversão em unidade de produtividade (kg/ha).

- a) O gráfico é simétrico, com duas metades iguais;
- b) O valor da produção de pico é o ponto que demarca a metade do gráfico. Isso significa que, em teoria, a produção é máxima na posição fenológica em que se atinge metade ou 50% da produção acumulada total;
- c) A posição fenológica em que está o pico é também a média de todas as posições fenológicas da amostra.

Na prática, em amostras pequenas, essas tendências podem não ser constatadas com precisão, como na figura 7.4, mas, ainda assim, é possível aproveitar seus valores.

O procedimento mais simples para localizar a posição fenológica correspondente ao pico é determinar as produções acumuladas. Em um gráfico de produção cumulativa, como a figura 7.5, esse ponto é localizado como a abscissa em que se atinge metade da produção acumulada, seja absoluta, seja porcentual.

Vamos, para exemplificar, atribuir à posição fenológica mediana da planta — aquela na qual 50% da produção total acumulada da planta são atingidos — a denominação de “ x_o ”. Se $x_o = 11$ significa que 50% da produção é o valor acumulado até a posição fenológica (PF) “11”. Se, a partir do gráfico ou cálculo de interpolação, x_o for igual 11,8, significa que 50% da produção é o valor acumulado até a PF “11” mais 80% da produção encontrada na PF “12”. Em termos de frequência de observação na área de campo, esse valor pode significar também que 50% da produção são atingidos quando 80% das plantas (ou grupo de plantas amostrado) produzem 50% de sua produção até a 12^a PF e 20% delas até a 11^a PF.

Quanto maior a posição fenológica em que se atinge um dado valor de produção acumulada, mais tardia tende a ser para esse valor. Assim, níveis altos de produção acumulada podem ser adotados para que se determine a posição fenológica correspondente, como uma forma de avaliar a precocidade da planta.

Nas próximas seções, detalharemos como determinar variáveis que podem ser importantes no emprego da escala fenológica padrão.

7.5 Cálculo de posições fenológicas por interpolação linear

Uma constatação importante já observada ao longo deste capítulo é o fato de que os valores de posições fenológicas podem ser tratados como variáveis contínuas quando associados aos de produção cumulativa. Uma posição fenológica pode adquirir também um valor com casas decimais para uma dada produção acumulada; o método mais simples, e bastante aceitável, para obtê-lo é o emprego de interpolação linear.

Suponhamos que devêssemos estimar a posição fenológica em que metade da produção total da amostra de plantas da tabela 7.3 é atingida. A partir dos valores de produção acumulada da tabela 7.5, é possível estimar essa posição teórica; o cálculo pode ser feito tanto por meio dos valores originais, como pelos dados convertidos em unidade de medida de produtividade (kg/ha) e de porcentagem. Vamos utilizar a escala porcentual como exemplo.

Em termos porcentuais, metade da produção significa 50% da produção. Observa-se que o valor imediatamente abaixo a 50% na tabela 7.5 é 38,67%, cuja posição fenológica é “15”; o valor imediatamente acima a 50% é 53,13%, cuja posição é a de número “16”. Para o intervalo de uma posição fenológica (16-15 = 1), temos $53,13 - 38,67 = 14,46\%$ de capulhos crescidos na planta. No entanto, o ponto que em que se deseja estimar a posição é 50% e não 53,13%. Assim, fazemos a diferença $50 - 38,67 = 11,33\%$. Se 14,46% de aumento de capulhos está para uma posição fenológica de intervalo, então 11,33% pode ser calculado por $11,33/14,46 = 0,78$ posição. Somando-se a posição situada abaixo de 50% da produção (15) com 0,78, obtém-se: $15 + 0,78 = 15,78$. Logo, a posição teórica em que metade da produção acumulada é atingida é 15,78, muito próxima da posição 16. Esse procedimento pode ser formalizado pela equação a seguir:

$$PF_y = \frac{y - y_{\text{inf}}}{y_{\text{sup}} - y_{\text{inf}}} + PF_{\text{inf}}$$

Em que “y” é a produção acumulada (P_{AC}) sobre a qual se pretende calcular “PF”; “ PF_y ” é a posição fenológica correspondente a “y”; “ y_{inf} ” é a P_{AC} da posição fenológica imediatamente abaixo a PF_y contada no mapeamento; “ y_{sup} ” é a P_{AC} da posição fenológica contável imediatamente superior a “ PF_y ”; “ PF_{inf} ” é a posição fenológica contável imediatamente inferior a “ PF_y ”.

Para determinarmos a posição (nó) fenológica em que se atinge 95% da produção da amostra da tabela 7.5, deve-se fazer, portanto:

$$[(95-89,51) / (96,02-89,51)] + 21 = 21,84$$

Caso os resultados estejam apresentados em gráfico de linhas, é possível localizar os valores aproximados das posições. Para determinações precisas, recomenda-se aplicar o método de interpolação.

7.6 Posição fenológica ponderada

A posição fenológica ponderada é a média ponderada de todas as posições fenológicas considerando-se as respectivas produções pontuais; é um valor geral representativo da distribuição da produção, cujos resultados são melhores quanto maior o número de posições produtivas envolvidas. Para determinar essa média devemos calcular o produto de cada posição fenológica com a respectiva produção; em seguida, somam-se esses produtos. Deve-se, finalmente, dividir o resultado dessa soma pela produção total. O cálculo pode ser empregado com os valores originais, ou os convertidos em produtividade ou em percentuais da produção total.

Utilizando-se os valores percentuais de produção por posição fenológica da amostra de sete plantas em cada posição fenológica apresentados na tabela 7.4, tem-se:

$$[(0,34 \times 8) + (0 \times 0) + (0,57 \times 10) + (1,82 \times 11) + (6,01 \times 12) + \dots + (6,51 \times 22) + (3,43 \times 23) + (0 \times 24) + (0,54 \times 25)] / 100 = 17,63$$

Portanto, a posição fenológica ponderada é 17,63; esse valor pode ser utilizado como um índice complementar para avaliar a precocidade fenológica das plantas; quanto maior o valor, mais

tardia é a planta. O avaliador também poderá utilizá-lo como um índice comparativo entre tratamentos diferentes, mas apresenta a limitação de que as posições abortadas afetam os resultados finais. Se houver grande número de posições abortadas, a qualidade do índice é comprometida.

A posição fenológica ponderada dos capulhos é, de certo modo, um “resumo” da distribuição de capulhos, pois considera a contribuição proporcional de cada posição. É um valor que pode ser útil para estudos que envolvam qualidade de fibra.

O cálculo é formalizado pela seguinte equação:

$$PF_{\mu p} = \frac{\sum_{i=1}^n (PF_i \times y_i)}{\sum_{i=1}^n y_i}$$

Em que “ $PF_{\mu p}$ ” é a posição fenológica ponderada; “ n ” é a última posição fenológica produtiva; “ PF_i ” é uma posição fenológica contável; “ y_i ” é a produção de capulhos na posição “ PF_i ”. Desconsideram-se nesse cálculo os ramos frutíferos que não são primários.

7.7 Uso da escala fenológica em dados de contagem de capulhos

O mesmo procedimento de agrupamento de capulhos pela escala fenológica padrão para dados de pesagem descrito na seção 7.3, neste capítulo, pode ser igualmente aplicado para dados de contagem. Na tabela 7.6 estão os dados originais de contagem de capulhos por posição e cumulativo, de acordo com os mesmos princípios e calculados a partir dos valores da tabela 6.1 do capítulo 6.

Tabela 7.6. Dados originais de número de capulhos contados (NC) e acumulados (NC_{AC}) a cada posição fenológica (PF) de frutificação da amostra de sete plantas.

Nó (PF)	NC	NC _{AC}
7	0	0
8	1	1
9	0	1
10	1	2
11	3	5
12	9	14
13	9	23
14	14	37
15	12	49
16	15	64
17	9	73
18	11	84
19	6	90
20	7	97
21	10	107
22	10	117
23	6	123
24	0	123
25	1	124
Total	124	124

As estimativas de posição fenológica por interpolação e a posição fenológica ponderada discutidas nas seções anteriores também podem ser calculadas para número de capulhos contados. Convém ressaltar, porém, ser recomendável, sempre que possível, utilizar-se dados provenientes de pesagem para esses cálculos.

7.8 Peso médio de capulho por posição fenológica

O peso médio de capulho de uma posição fenológica é calculado dividindo-se o peso pelo número de capulhos em cada posição. Os pesos médios aproximados da amostra estudada neste capítulo estão na tabela 7.7.

7.9 Peso médio de capulho para uma dada produção acumulada

É possível determinar os pesos médios de capulho quando determinada quantidade ou proporção da produção acumulada foi atingida. Esses valores estão na tabela 7.8 e são inicialmente calculados dividindo-se a produção acumulada pelo número acumulado de capulhos em uma posição fenológica contável.

Tabela 7.7. Peso médio (P_{μ}) aproximado de capulhos (em caroço) calculados pela divisão da produção (Prod) pelo número de capulhos (NC) em cada posição fenológica de frutificação da amostra de sete plantas.

Nó (PF)	Prod (g)	NC	P_{μ} (g)
7	0	0	-
8	1,73	1	1,73
9	0	0	-
10	2,94	1	2,94
11	9,34	3	3,11
12	30,86	9	3,43
13	32,28	9	3,59
14	66,15	14	4,73
15	55,40	12	4,62
16	74,28	15	4,95
17	42,96	9	4,77
18	48,70	11	4,43
19	27,10	6	4,52
20	30,10	7	4,30
21	38,07	10	3,81
22	33,45	10	3,35
23	17,64	6	2,94
24	0	0	-
25	2,80	1	2,80
Total	513,80	124	4,14

Tabela 7.8. Dados originais de número de capulhos contados (NC) e acumulados (NC_{AC}) a cada posição fenológica (PF) de frutificação da amostra de sete plantas.

Nó (PF)	P_{AC} (g)	NC_{AC}	$P_{\mu AC}$ (g)
7	0	0	-
8	1,73	1	1,73
9	1,73	1	1,73
10	4,67	2	2,34
11	14,01	5	2,80
12	44,87	14	3,21
13	77,15	23	3,35
14	143,30	37	3,87
15	198,70	49	4,06
16	272,98	64	4,27
17	315,94	73	4,33
18	364,64	84	4,34
19	391,74	90	4,35
20	421,84	97	4,35
21	459,91	107	4,30
22	493,36	117	4,22
23	511,00	123	4,15
24	511,00	123	4,15
25	513,80	124	4,14
Total	513,80	124	4,14

Os pesos médios pontuais e para os valores de produção acumulada em função da escala fenológica padrão podem ser observados graficamente na figura 7.7.

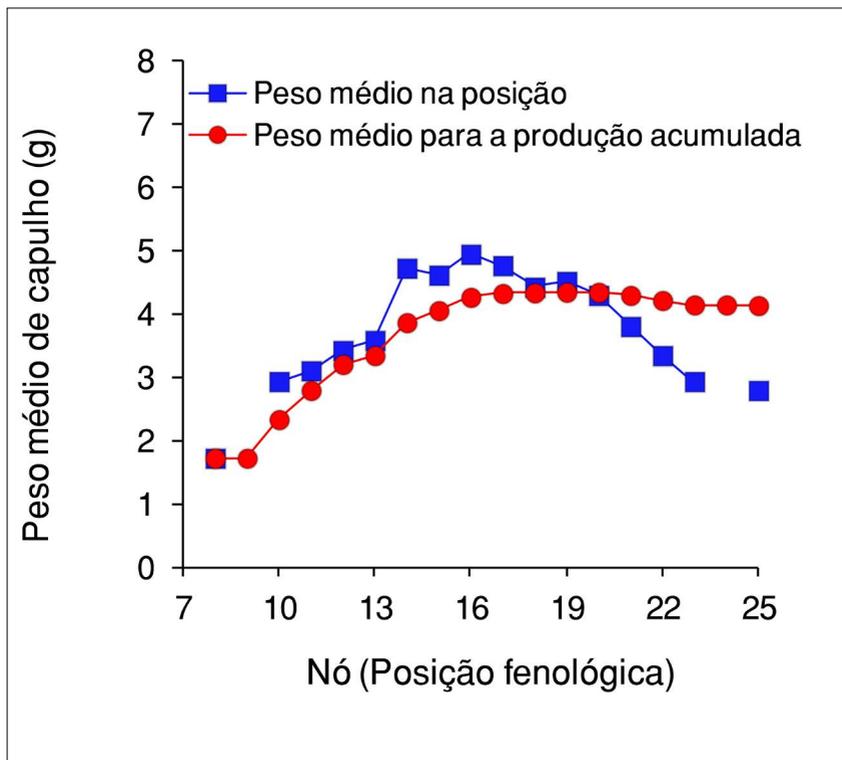


Figura 7.7. Peso médio de capulhos da amostra de sete plantas a cada posição fenológica. Pesos calculados em cada posição fenológica (P_{μ}) e para a produção cumulativa atingida em cada posição fenológica ($P_{\mu_{AC}}$) contável. Valores em caroço. Não foram utilizados os resultados de ramos frutíferos secundários.

Percebe-se que as variações de peso médio para as produções pontuais em cada posição são maiores que as determinadas para valores de produção cumulativos. De modo geral, os valores de peso médio em uma posição servem como indicadores relativos aos capulhos dessa mesma posição. Por outro lado, os pesos médios calculados com dados de produção acumulada fornecem uma avaliação geral da amostra de forma gradual, em que cada posição anterior contribui na formação do resultado final.

O peso médio de capulho até uma produção acumulada especificada pode ser estimado por interpolação linear entre duas posições fenológicas sucessivas, conforme a equação a seguir:

$$P\mu_{AC(y)} = (P\mu_{AC(sup)} - P\mu_{AC(inf)}) \times (PF_y - PF_{inf}) + P\mu_{AC(inf)}$$

Em que “ $P\mu_{AC(y)}$ ” é o peso médio de capulho até PF_y ou para um valor “ y ” de produção acumulada; “ $P\mu_{AC(sup)}$ ” é o peso médio de capulho até a posição fenológica imediatamente superior a “ PF_y ”; “ $P\mu_{AC(inf)}$ ” é o peso médio de capulho até a posição fenológica contável imediatamente inferior a PF_y . Os valores “ PF_y ” e “ y ” são, respectivamente, a posição fenológica e a correspondente produção acumulada para as quais se pretende calcular o peso médio a partir da produção cumulativa. Os conceitos desses dois pontos estão detalhadamente discutidos na seção 7.4 deste capítulo.

Vejamus um exemplo para calcularmos o peso médio de capulho para metade da produção acumulada. O peso total da amostra de plantas estudada neste capítulo é, conforme as tabelas anteriores, de 513,80 g. A metade desse valor é 256,90 g e está entre as posições fenológicas “15” e “16”.

Os valores necessários para calcular o peso médio dessa produção acumulada estão na tabela 7.8; temos:

$$P\mu_{AC(sup)} = 4,27 \text{ g}$$

$$P\mu_{AC(inf)} = 4,06 \text{ g}$$

$$PF_{inf} = 15$$

$$PF_y = [(256,90 - 198,70) / (272,98 - 198,70)] + 15 = 15,78$$

Logo:

$$P\mu_{AC(y)} = (4,27 - 4,06) \times (15,78 - 15) + 4,06 = 4,2238 \text{ g}$$

Assim, o peso médio estimado de capulho, considerando-se somente a metade inicial da produção total, é de aproximadamente 4,22 g; esse resultado está de acordo com o verificado na tabela 7.8. Note que nas posições inferior (15) e superior (16) os pesos médios

para as produções acumuladas são de 4,06 g e 4,27 g, respectivamente. A metade da produção é atingida na posição teórica 15,78, mais perto da posição “16” que da posição “15”. O peso médio de capulho deve, portanto, estar mais próximo de 4,27 g que de 4,06 g, o que, de fato, é verificado. O uso de interpolação linear é um método simples e que propicia boas estimativas de peso médio de capulho para frações de produção cumulativa.

Ressalta-se, porém, que esse procedimento não é aplicável para determinar o peso médio de capulho de uma posição pontual não contável. O uso é recomendado apenas para valores de produção acumulada.

7.10 Agrupamento de capulhos na escala fenológica padrão

Embora os valores de posição fenológica possam ser integrados em uma escala estudada como variável contínua, o avaliador tem também como opção reunir capulhos por grupos. Assim como discutido nos capítulos anteriores, os tipos e os números de grupos dependem dos critérios estabelecidos; assim, a escala de posições fenológicas pode ser dividida em metades, terços, quartos etc. Esse procedimento é particularmente útil para a obtenção de resultados mais abrangentes para determinadas épocas ou estágios do ciclo da cultura. Do mesmo modo que a haste principal pode ser dividida em frações para avaliação da distribuição espacial, a escala fenológica padrão pode também ser fracionada em partes visando-se à melhor compreensão das respostas da planta em determinadas épocas do ciclo.

Conceitos e procedimentos para reunião de dados de capulhos na escala fenológica são os mesmos empregados para agrupá-los por seções da haste principal ou posições de ramo; a maior diferença é que, de certo modo, o agrupamento de capulhos é até mais simples de ser feito na escala fenológica, pois consiste apenas em uma sequência de dados. Em outras palavras, todos os dados estão dispostos em uma matriz de uma única coluna — ou de uma única linha —, o que facilita o trabalho analítico.

7.11 Um exemplo com plantas com e sem adubação nitrogenada

Em uma área experimental de campo, foram testadas as doses de adubação nitrogenada em cobertura de 0 kg.ha⁻¹ e 120 kg.ha⁻¹ via ureia. Ao final do ciclo, sete plantas por amostra foram mapeadas com pesagem de capulhos, e os dados foram agrupados segundo a escala fenológica padrão. Foram determinados os percentuais e a produtividade em caroço acumulados a cada posição fenológica, cujos gráficos representativos estão nas figuras 7.8 e 7.9.

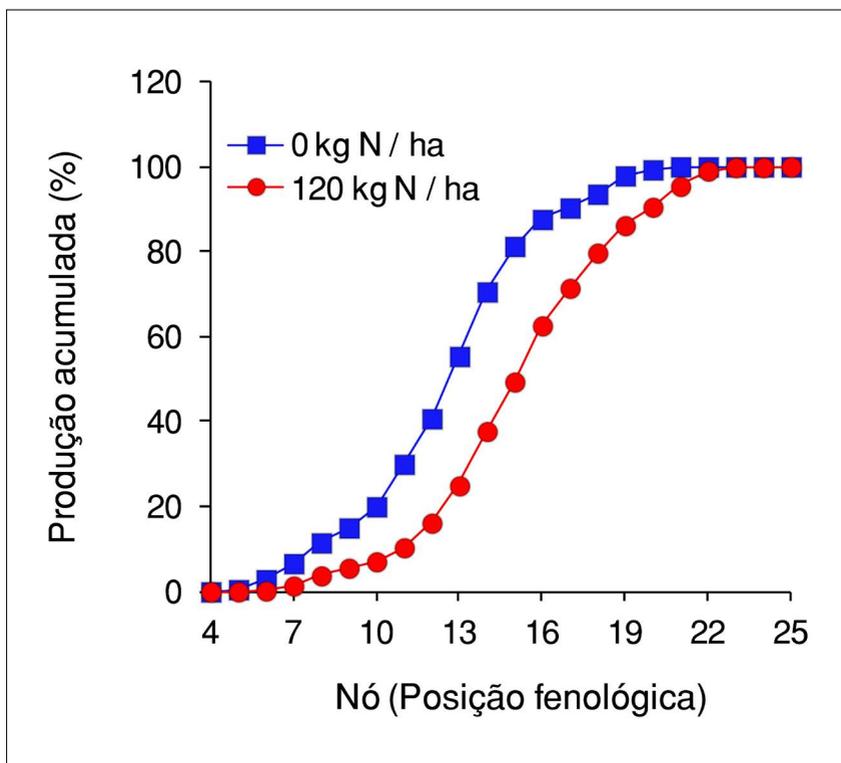


Figura 7.8. Produção acumulada (em caroço) percentual de capulhos de plantas de algodão a cada posição fenológica sem e com (120 kg/ha) adubação nitrogenada de cobertura.

Nota-se na figura 7.8, na qual foram considerados os percentuais acumulados, que as plantas com adubação de N resultaram em um gráfico deslocado para a direita, ao passo que o gráfico das plantas sem N apresentou maior inclinação nas primeiras posições fenológicas. A figura indica basicamente que, na ausência de N, a planta atinge proporções maiores da produção total em posições fenológicas inferiores. Por exemplo, pelo gráfico, verifica-se que, enquanto as plantas sem N atingem 80% de sua produção em torno da posição “14”, aquelas com 120 kg/ha de N somente atingem esse percentual um pouco abaixo da posição “18”. Posições fenológicas de maior valor para um mesmo percentual de produção acumulada indicam que as plantas são mais tardias. Após a adubação ser realizada, as plantas necessitaram de maior número de posições para atingir elevadas proporções de sua produção total, ou seja, “demoraram” mais, fenologicamente, para produzi-las.

O resultado é bastante didático para a aplicação do método de mapeamento pela escala fenológica; é, de fato, uma resposta comum do algodoeiro em áreas de produção. Quando se aumenta a adubação nitrogenada, o desenvolvimento vegetativo se intensifica; conseqüentemente, o início do florescimento pode ser atrasado e, quando já iniciado, a competição entre desenvolvimento vegetativo e reprodutivo aumenta as chances de abortos de estruturas reprodutivas mais precoces. A retenção da produção aumenta de forma mais uniforme e gradual, envolvendo um maior número de posições, com maior contribuição de sítios de frutificação mais tardios. Outro ponto, não menos importante, e evidenciado pela figura 7.9, é que uma planta sem adubação nitrogenada produz menor quantidade por unidade de área. Enquanto as plantas sem ureia produziram pouco acima de 4.000 kg/ha, as que receberam o fertilizante produziram cerca de 5.450 kg/ha.

Nota-se, na figura 7.9, que a menor produtividade final nas parcelas sem N decorreu do fato que a produtividade acumulada praticamente estagnou-se na posição fenológica “17”, ao passo que permaneceu aumentando nas adubadas de forma acentuada até a posição “22”, antes de atingir o platô onde se estabilizou.

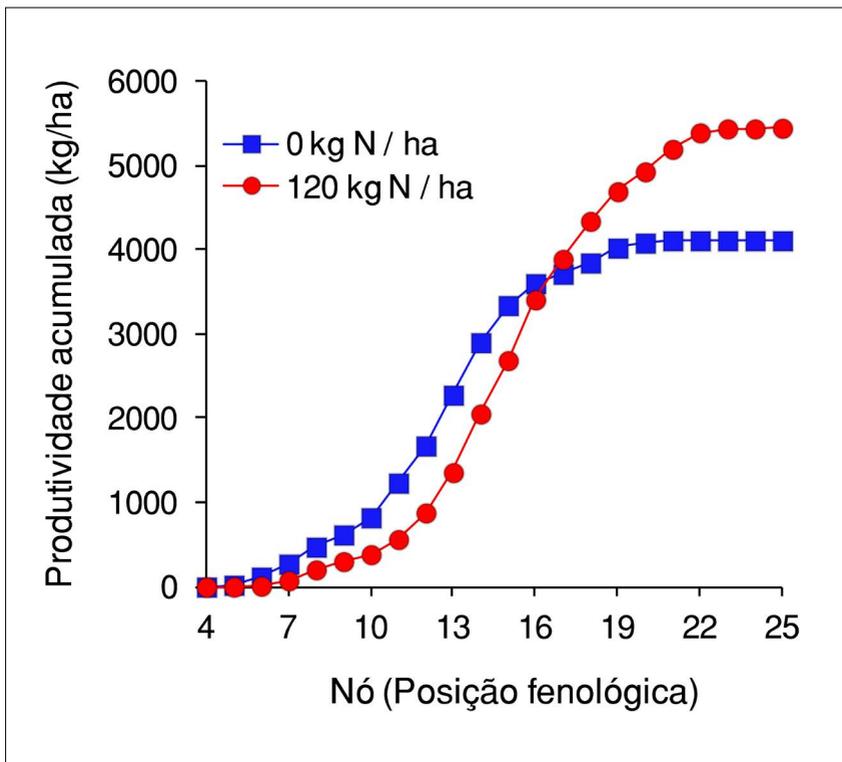


Figura 7.9. Produtividade (kg/ha) acumulada de capulhos (em caroço) de plantas de algodão em cada posição fenológica sem e com (120 kg/ha) adubação nitrogenada de cobertura.

A conclusão é de que as plantas sem N não conseguiram desenvolver-se o suficiente para continuar a produção nas posições fenológicas mais tardias, “encerrando” o ciclo antes. Podemos, para facilitar o entendimento, abordar essa comparação de forma análoga a uma maratona; as plantas adubadas estavam bem nutridas, apresentaram maior desenvolvimento e, assim, tiveram mais “energia” para completar a maratona. Aquelas não adubadas, por outro lado, cresceram menos, tendo menor capacidade de resistir à longa maratona de produzir frutos. Enfim, por falta de “fôlego”, praticamente abandonaram a maratona na posição fenológica “17”.

As plantas sem “N”, por isso, apresentaram, em termos fenológicos, maior precocidade. Embora a analogia tenha sido apenas didática, o algodoeiro apresenta esse padrão de resposta em outras situações. Quando a planta enfrenta sérias restrições ao desenvolvimento, como deficiências nutricionais ou estresses ambientais muito severos, a tendência natural é a de um encerramento mais precoce do ciclo.

É possível, porém, que a precocidade fenológica não esteja associada a um estresse da planta. Como exemplo, podemos citar situações em que cultivares precoces e tardias não apresentam grandes diferenças na produtividade final, embora a distribuição da produção varie. Cultivares mais precoces caracterizam-se pela maior retenção da produção em posições de frutificação mais iniciais, enquanto as tardias, em geral, são mais rústicas e dotadas de maior capacidade de produção de capulhos em épocas mais avançadas do ciclo.

7.12 A escolha da melhor opção

Estamos encerrando neste capítulo os princípios e fundamentos práticos do mapeamento da produção no algodoeiro. Se você leu todos os capítulos até aqui, certamente constatou a grande variedade de resultados que podem ser extraídos das avaliações discutidas e exemplificadas. Uma dúvida provavelmente recorrente ao avaliador é a da decisão de qual tipo de mapeamento utilizar, com relação às características de execução operacional e de análise dos dados. Na realidade, não há um melhor ou pior método em si, mas sim, desde que realizado corretamente, o mais aplicável e adaptável ao estudo. Caberá ao avaliador, ou ao pesquisador responsável, dimensionar os procedimentos e os recursos necessários.

Caso o mapeamento constitua uma parte importante do estudo, é sempre recomendável que sejam consultados trabalhos científicos relacionados, nos quais poderão ser encontrados desde operações de campo até métodos bastante úteis de análise e apresentação dos resultados. No próximo e último capítulo, veremos alguns resultados experimentais de mapeamento publicados em artigos científicos; acreditamos que possam ser úteis para complementar as informações já apresentadas e para eventuais consultas futuras.

Resultados experimentais

8.1 Introdução

A técnica do mapeamento no algodoeiro é bastante utilizada em experimentos científicos em que se busca uma caracterização detalhada da produção e de seus componentes determinantes. A distribuição do número de capulhos, de seus respectivos pesos e de outras variáveis relacionadas, como as apresentadas e discutidas nos capítulos anteriores, constitui-se em um conjunto de informações importante para a avaliação dos tratamentos testados. Os tratamentos podem ser genótipos, tipos ou doses de fertilizantes, produtos fitossanitários ou hormonais, níveis de disponibilidade de água e de luz, presença de pragas ou doenças, entre outros. Todos esses fatores podem afetar a distribuição de capulhos e da produção final nas plantas.

Reservamos este último capítulo para apresentar alguns desses resultados. Acreditamos que será bastante útil para o leitor, após haver tido contato com os conceitos básicos; além de conhecer tratamentos já testados que poderão ser objeto de novos estudos futuramente, as formas de apresentação dos resultados adotadas auxiliarão o futuro avaliador na abordagem dos dados após as operações precedentes.

8.2 Experimento I - distribuição da produção e de capulhos em cultivares

Os resultados deste experimento conduzido nos Estados Unidos por dois anos são referentes a dois artigos científicos publicados por Jenkins *et al.* (1990a; 1990b). Os autores estudaram oito cultivares e avaliaram a distribuição da produtividade de fibra por nó da haste principal, o percentual de plantas com capulho aberto e o peso médio de capulho por posição de ramo. Portanto, os capulhos das plantas mapeadas foram colhidos e submetidos ao beneficiamento para retirada das sementes. O peso de fibra foi então determinado e convertido em kg/ha. Os valores de produtividade das oito cultivares foram comparados entre si por teste de médias por nó da haste principal, sendo numerados somente ramos frutíferos primários. A produção de ramos frutíferos inseridos em ramos vegetativos (ramos frutíferos secundários, terciários, etc.) foi reunida como uma única fração, à qual foi atribuída a denominação “mono”. Será apresentada uma parte dos resultados; a produtividade por nó da haste principal de um dos cultivares (ST 506) está na tabela 8.1. As médias aproximadas dos oito cultivares de percentual de plantas com capulho e peso médio de capulho estão, respectivamente, nas figuras 8.1 e 8.2.

Conforme discutido no capítulo 6, o percentual de plantas com capulho em uma posição individual é o número de capulhos por planta vezes cem; o peso médio de capulho é decrescente nos ramos superiores do caule e em posições mais distais dos ramos frutíferos, o que é normalmente observado na cultura. Constable (1991), em outro trabalho, apresentou um gráfico similar ao da figura 8.2, mas utilizando os nós da haste principal no eixo de ordenadas e o peso médio de capulho no eixo das abscissas.

Tabela 8.1. Produtividade de fibra por nó da haste principal (kg/ha) e posição de ramo do cultivar ST 506. (fonte: Jenkins *et al.* 1990a).

Posição do ramo				
Nó	Total	P1	P2	P3
21	0,6	0,6	0,0	0,0
20	5,0	4,8	0,3	0,0
19	12,9	12,2	0,7	0,0
18	19,8	17,6	2,1	0,0
17	35,6	33,1	2,5	0,0
16	59,1	51,7	7,4	0,0
15	79,4	66,8	11,7	1,0
14	99,2	81,1	16,0	2,1
13	108,2	77,9	28,0	2,3
12	117,6	88,8	24,9	4,0
11	114,3	82,0	28,1	4,3
10	109,9	73,6	31,7	4,6
9	97,0	62,4	29,7	5,0
8	77,0	47,9	24,0	5,1
7	46,6	31,0	11,4	4,2
6	9,6	7,6	1,2	0,8
Mono	83,7	83,7	-	-
Total	1075,5	822,8	219,7	33,4

P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3 = terceira posição de ramo; Mono = ramo monopodial.

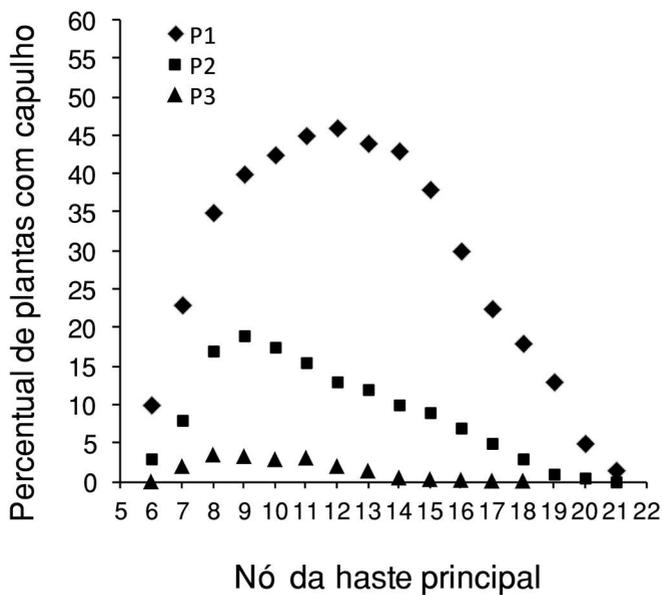


Figura 8.1. Percentual de plantas com capulho por local de frutificação em ramos frutíferos primários. Médias de oito cultivares. P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3 = terceira posição de ramo. (fonte: valores aproximados de Jenkins *et al.* 1990b)

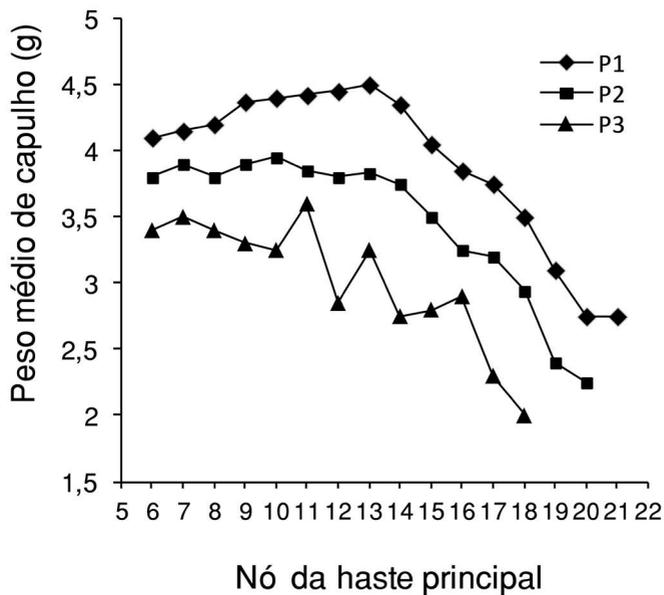


Figura 8.2. Tamanho (peso) médio de capulho de oito cultivares em dois anos de experimento, por posições e nós da haste principal. P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3 = terceira posição de ramo. (fonte: valores aproximados de Jenkins *et al.* 1990b)

8.3 Experimento II - distribuição da produção e de capulhos em diferentes densidades de planta

Kerby *et al.* (1990) conduziram um experimento de campo por dois anos nos Estados Unidos para avaliar a produtividade e os componentes de produção de cinco cultivares cultivados em três densidades populacionais de planta: 5, 10 e 15 plantas/m²; também foi estudada a precocidade das plantas com base no percentual colhido em colheitas sucessivas. Aplicou-se o mapeamento com contagem, tendo sido determinado o número de capulhos e de posições totais de frutificação (capulhos + abortamentos). Em seguida, foram calculados os percentuais de capulhos em relação ao total e de retenção de capulhos, por terço da haste principal e posições de ramo. Foram adotadas as seguintes frações: nós < 9; nós 9-12 e nós 13-20 para a haste principal. Dentro de cada uma destas três frações, as posições de ramo foram agrupadas em “S1” (primeira posição de ramo) e “S>1” (segunda e demais posições de ramo).

Os autores também consideraram os capulhos provenientes de ramos frutíferos originários de vegetativos, seguindo a contagem correspondente de nós, cujo grupo foi denominado “M” (monopodiais); um exemplo desse caso está na seção 6.9 do capítulo 6. Os resultados de percentuais de capulhos das três densidades populacionais, calculados com médias de todos os cultivares, estão na tabela 8.2. A partir dos resultados de número de capulhos total por m² de 89,4; 92,3; e 89,3; e de 1,82 g; 1,80 g; e 1,82 g de fibra por capulho para 5, 10 e 15 plantas/m², respectivamente, os componentes de produção puderam ser discutidos após a aplicação dos testes estatísticos cabíveis.

É possível notar, pelos resultados da tabela 8.2, que conforme se aumenta a densidade populacional de plantas, o percentual de capulhos além da primeira posição de ramo é reduzido. Esse é um resultado comum, pois a competição entre plantas vizinhas limita o desenvolvimento dos ramos simpodiais.

Tabela 8.2. Influência da densidade de plantas sobre o percentual do número total de capulhos por nó e posições de ramo; médias de cinco cultivares. (fonte: Kerby *et al.* 1990)

Plantas/m ²	S1	S>1	M
%			
Nós < 9			
5	9,4	11,4	5,1
10	11,5	8,2	1,5
15	14,7	5,7	1,3
Nós 9-12			
5	15,8	17,4	5,9
10	23,8	15,4	2,1
15	24,4	12,5	1,3
Nós 13-20			
5	23,0	10,4	1,5
10	28,9	8,1	0,5
15	32,0	8,0	0,1
Total			
5	48,3	39,3	12,5
10	64,2	31,7	4,1
15	71,1	26,3	2,7

S1 = primeira posição em um ramo simpodial; S > 1 = segunda ou posterior posição em um ramo simpodial; M = posição de frutificação sobre um ramo monopodial.

8.4 Experimento III - distribuição da produção e de capulhos em plantas com e sem irrigação

Pettigrew (2004) estudou os componentes de produção, a distribuição de capulhos e a qualidade de fibra em oito cultivares de algodão com e sem irrigação, em um experimento conduzido por quatro anos nos Estados Unidos. Foi realizado o mapeamento com contagem de capulhos; os resultados foram apresentados por posições de ramo e grupos de nós da haste principal, separadamente. As posições de ramo foram organizadas em primeira (P1), segunda (P2), e terceira e demais (P3+); os capulhos de ramos monopodiais foram reunidos em um único grupo. A haste principal foi dividida em cinco frações: nós 1 a 5, nós 6 a 10, nós 11 a 15, nós 16 a 20 e acima do vigésimo nó. As médias de distribuição de capulhos nas condições irrigada e não irrigada estão nas tabelas 8.3 e 8.4.

Percebe-se, em geral, que a disponibilização de água via irrigação aumentou o número de capulhos por área, independentemente da zona nodal e da posição de ramo.

Tabela 8.3. Distribuição de capulhos em ramos simpodiais em monopodiais em resposta a dois regimes umidade de solo; médias de cultivares e anos. (fonte: Pettigrew 2004)

Regime	P1	P2	P3	Mono
Sequeiro	39,0	9,8	4,5	3,2
Irrigado	48,5	17,4	10,1	4,8

P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3 = terceira posição de ramo; Mono = ramos monopodiais.

Tabela 8.4. Distribuição de capulhos em ramos simpodiais em monopodiais em resposta a dois regimes umidade de solo; médias de cultivares e anos. (fonte: Pettigrew - 2004)

Regime	Zona nodal da haste principal					
	Total	1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21
————— capulhos/m ² —————						
Sequeiro	56,5	2,1	23,5	23,2	6,8	1,0
Irrigada	80,8	2,3	24,4	32,6	17,7	3,9

8.5 Experimento IV - estudo de componentes morfológicos e fenológicos da maturidade cultural

Bednarz & Nichols (2005) pesquisaram, nos Estados Unidos, se a maturidade das plantas — ou o tipo de ciclo, como precoce, médio ou tardio — poderia ser definida com base no intervalo de florescimento, no período de maturação de frutos e na distribuição interna da produção; nove cultivares de variados tipos de ciclo foram testados. Além das avaliações temporais realizadas durante o desenvolvimento, os autores utilizaram o mapeamento de capulhos com descaroçamento e pesagem e apresentaram os resultados de produção porcentual cumulativa de fibra a cada nó da haste principal graficamente. Os dados aproximados de dois dos cultivares testados, PM1199R (precoce) e DPL Pearl (tardia), obtidos no último ano de experimento, estão na figura 8.3.

Percebe-se que, em geral, o cultivar precoce apresenta maiores porcentuais de produção cumulativa de fibra em um nó da haste principal. Além disso, enquanto o cultivar precoce encerra sua produção no vigésimo nó, o cultivar tardio continua o acúmulo até o

ramo frutífero primário do 24^o nó do caule. Essas duas características, ou seja, o maior acúmulo de produção relativa em ramos inferiores da haste principal e o encerramento da produção em um nó inferior, são indicativas de maior precocidade. Pela figura 8.3, pode-se notar que o cultivar precoce apresenta um gráfico de produção acumulada deslocado para a esquerda em comparação ao cultivar tardio.

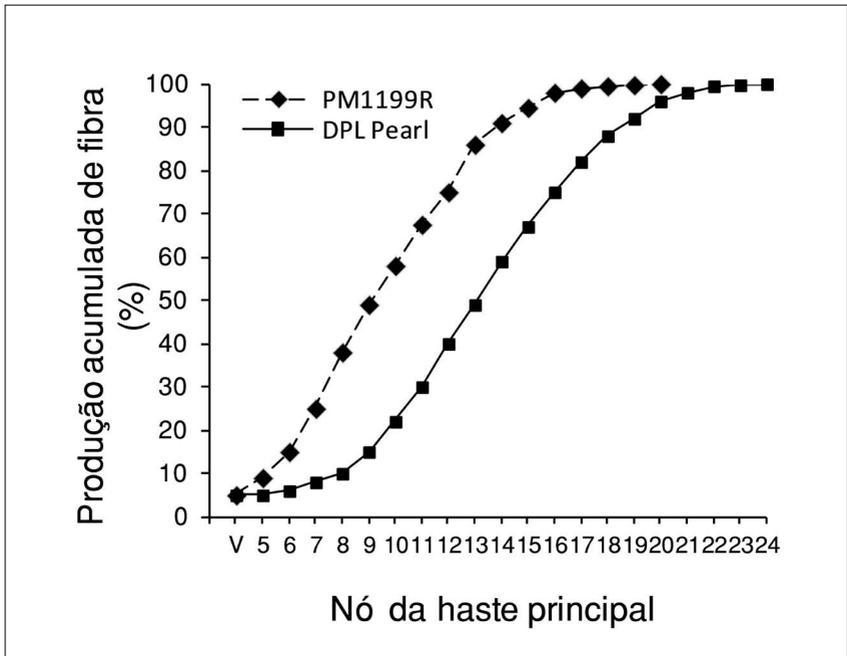


Figura 8.3. Produção acumulada de fibra em cada nó da haste principal expressa em porcentual do total, dos cultivares PM1199R (ciclo precoce) e DPL Pearl (ciclo tardio). (fonte: valores aproximados de Bednarz & Nichols - 2005)

8.6 Experimento V - distribuição da produção e de capulhos em plantas sombreadas durante o florescimento

Echer & Rosolem (2015) estudaram, em várias regiões de produção de algodão brasileiras, respostas fisiológicas e de produção em plantas de algodão sombreadas em diversas épocas específicas de sua fase reprodutiva, em diferentes espaçamentos entre linhas. Ao fim do ciclo, foi realizado o mapeamento com contagem de capulhos, que foram agrupados por terços de cinco nós da haste principal, considerando-se somente os ramos frutíferos primários. Cada terço foi subdividido em primeira posição de ramo (P1), segunda posição de ramo (P2), e terceira e demais posições (P3+). Os resultados foram convertidos em capulhos/m² e apresentados em gráficos de barras empilhadas. Os valores médios aproximados determinados nas condições “sem” e “com” sombreamento no início do florescimento em uma das localidades (Paranapanema/SP) estão na figura 8.4.

Nota-se na figura que o principal efeito do sombreamento foi a redução do número de capulhos em primeira posição (P1) no terço inferior, constituído pelos primeiros cinco ramos frutíferos primários. A presença de sombra reduz a fotossíntese da planta, o que leva ao abortamento de estruturas reprodutivas.

Se o sombreamento é imposto no início do florescimento, os primeiros frutos em início de desenvolvimento sofrem abscisão; a consequência é a redução do número final de capulhos nos primeiros sítios de frutificação, situados nos primeiros ramos frutíferos primários, principalmente nas primeiras posições de ramo, mais próximas à haste principal.

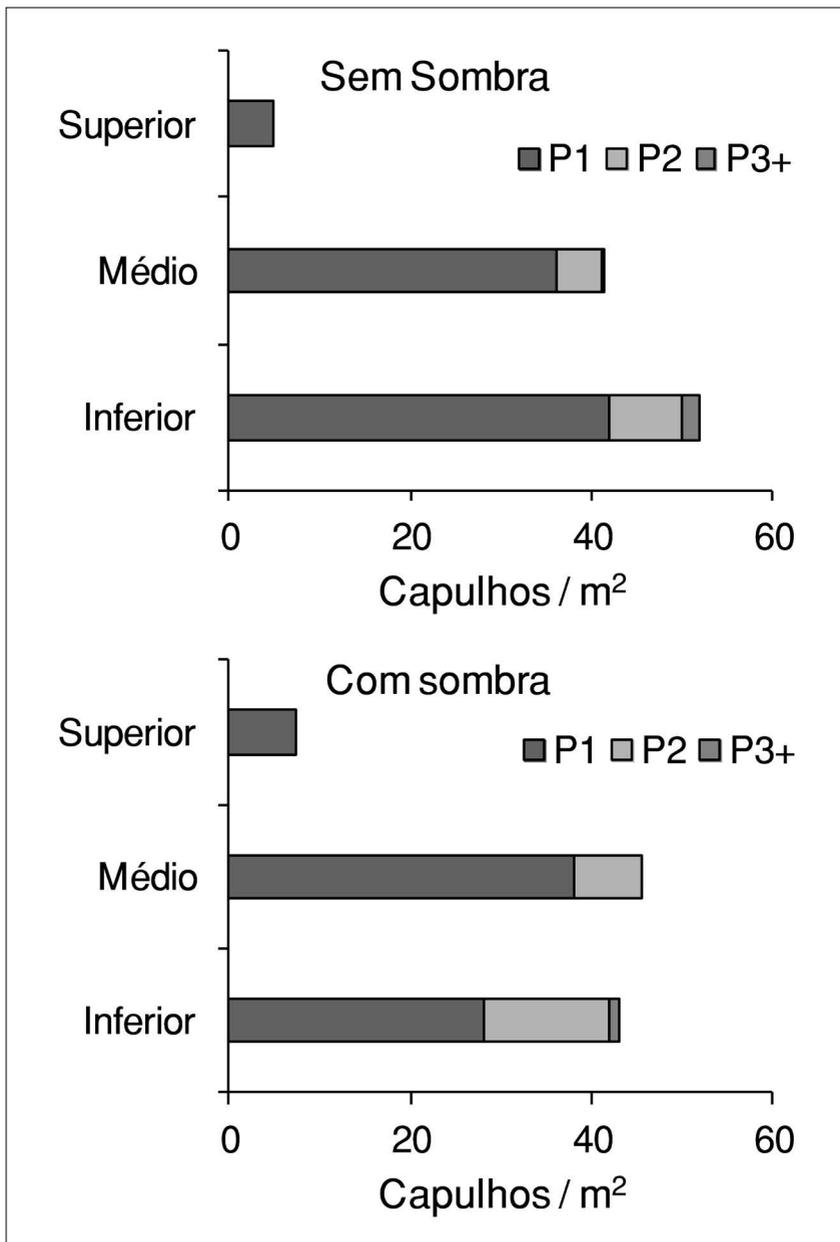


Figura 8.4. Número de capulhos/m² de plantas com e sem sombreamento no início do florescimento por terços (inferior, médio e superior) da haste principal e posições de ramo. P1 = primeira posição do ramo; P2 = segunda posição de ramo; P3+ = terceira e demais posições de ramo. Paranapanema/SP. (fonte: valores aproximados de Echer & Rosolem - 2015)

8.7 Considerações finais

Os resultados apresentados neste capítulo são apenas uma pequena parte dos artigos consultados; há mais resultados relacionados ao uso do mapeamento nos materiais originais. Sugerimos que o leitor os consulte caso tenha interesse em aprofundar o entendimento dos fatores estudados sobre a distribuição da produção de capulhos no algodoeiro. Há diversos outros trabalhos em que o mapeamento foi utilizado; uma lista ampliada está citada na tabela 5.1 do capítulo 5. Ressaltamos que o objetivo deste último capítulo foi basicamente familiarizar o leitor com alguns resultados científicos reais, para melhor fixar o conteúdo disposto nos capítulos anteriores.

O mapeamento da produção é uma técnica de avaliação da qual pode ser obtida uma grande variedade de resultados, potencialmente de muita utilidade para uma série de estudos. Esperamos que este guia prático tenha fornecido as noções básicas para sua aplicação e as considerações mínimas a serem levadas em conta para as escolhas mais adequadas no contexto em que será feito.

Tão importante quanto a excelência dos procedimentos operacionais é o conhecimento geral acerca da cultura, em suas mais diversas áreas. O mapeamento da produção é uma técnica retroativa, cuja finalidade é ampliar a compreensão de quanto e como o algodoeiro produziu após a presença de um ou mais fatores interferentes durante o ciclo. Logo, entender as respostas das plantas a esses fatores é o alicerce básico para que a aplicação da técnica proporcione o maior aproveitamento possível dos resultados pelo técnico ou pelo pesquisador.

Referências

BEDNARZ, C. W.; NICHOLS, R. L. Phenological and morphological components of cotton crop maturity. **Crop Science**, Madison, 45, 4, 1497–1503, 2005.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G.; SANTANA, J. C. F.; AZEVEDO, D. M. P.; LEÃO, A. B. Fitologia do algodoeiro herbáceo: sistemática, organografia e anatomia. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, cap. 6, p. 183–217.

BRADEN, C. A.; SMITH, C. W. Phenology measurements and fiber associations of near-long staple upland cotton. **Crop Science**, Madison, 44, 6, 2032–2037, 2004.

CLAWSON, E. L.; COTHREN, J. T.; BLOUIN, D. C.; SATTERWHITE, J. L. Timing of maturity in ultra-narrow and conventional row cotton as affected by nitrogen fertilizer rate. **Agronomy Journal**, Madison, 100, 2, 421–431, 2008.

CONSTABLE, G. A. Mapping the production and survival of fruit on field-grown cotton. **Agronomy Journal**, Madison, 83, 2, 374–378, 1991.

CRC – COOPERATIVE RESEARCH FOR TROPICAL PEST MANAGEMENT. Cotton main stem, side and top views. In: _____. **Virtual plant images**. Brisbane: CRC, 1997. Disponível em: <https://s10.lite.msu.edu/res/msu/botonl/b_online/virtualplants/ipi_ic1.html>. Acesso em: 05 jun. 2018.

DETERLING, D.; EL-ZIK, K. M. **How a cotton plant grows**. Progressive Farmer Inc. Birmingham, AL: 1982. 14p. (Technical Bulletin).

ECHER, F. R. Respostas fisiológicas e fitotécnicas do algodoeiro à luminosidade e à elevada temperatura noturna. 2012. 127 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia – Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A. Cotton yield and fiber quality affected by row spacing and shading at different growth stages. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, 65, 18–26, 2015.

GERIK, T. J.; FAVER, K. L.; THAXTON, P. M.; EL-ZIK, K. M. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water use, and yield. **Crop Science**, Madison, 36, 4, 914–921, 1996.

GRIDI-PAPP, I. L. Botânica e genética. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo: Potafos, 1965. p. 117–160.

GOTTARDO, L. C. B. Resposta do algodoeiro adensado ao nitrogênio no cultivo em sucessão. 2012. 75 p. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

JENKINS, J. N.; McCARTHY JR., J. C.; PARROTT, W. L. Effectiveness of fruiting sites in cotton: yield. **Crop Science**, Madison, 30, 2, 365–369, 1990a.

JENKINS, J. N.; McCARTHY JR., J. C.; PARROTT, W. L. Fruiting efficiency in cotton: boll size and boll set percentage. **Crop Science**, Madison, 30, 4, 85–860, 1990b.

KERBY, T. A.; CASSMAN, K. G.; KEELEY, M. Genotypes and plant densities for narrow-row cotton systems. I. Height, nodes, earliness, and location of yield. **Crop Science**, Madison, 30, 3, 644–649, 1990.

McCLELLAND, C. K. On the regularity of blooming in the cotton plant. **Science**, 44, 1138, 578-581, 1916.

NUTI, R. C.; VIATOR, R. P.; CASTEEL, S. N.; EDMISTEN, K. L.; WELLS, R. Effect of planting date, mepiquat chloride, and glyphosate application to glyphosate-resistant cotton. **Agronomy Journal**, Madison, 98, 6, 1627–1633, 2006.

OOSTERHUIS, D. M. Growth and development of a cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1999. p. 35–55.

OOSTERHUIS, D. M.; BOURLAND, F. M.; TUGWELL, N. P.; COCHRAN, M. J.; DANDORTH, D. M. Terminology and concepts related to the COTMAN™ crop monitoring system. In: OOSTERHUIS, D. M.; BOURLAND, F. M. (Ed.). **COTMAN™: Crop management system**. 1. ed. Fayetteville: University of Arkansas, Agricultural Experiment Station Fayetteville, 2008. chap. 14, p. 96.

PETTIGREW, W. T. Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components and boll distribution. **Agronomy Journal**, Madison, 96, 2, 377–383, 2004.

RITCHIE, G. L.; BEDNARZ, C. W.; JOST, P. H.; BROWN, S. M. **Cotton growth and development**. University of Georgia Cooperative Extension, 2007. 16p. (Bulletin 1252).

RITCHIE, G. L.; WHITAKER, J. R.; BEDNARZ, C. W.; HOOK, J. E. Sub-surface drip and overhead irrigation: a comparison of plant boll distribution in upland cotton. **Agronomy Journal**, Madison, 101, 6, 1336–1344, 2009.

RITCHIE, G. L.; WHITAKER, J. R.; COLLINS, G. D. Effect of sample size on cotton plant mapping analysis and results. **Journal of Cotton Science**, 15, 224–232, 2011.

ROSOLEM, C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Abrapa, 2007. cap. 17, p. 649–703.

SCHAEFER, C.; NICHOLS, B.; COLLINS, G.; WHITAKER, J.; BEDNARZ, C.; MAIN, C.; RITCHIE, G. Cotton maturity determination through vertical mapping. **Crop Science**, Madison, 57, 1, 67–70, 2017.

SHARMA, B.; MILLS, C. I.; SNOWDEN, C.; RITCHIE, G. L. Contribution of boll mass and boll number to irrigated cotton yield. **Agronomy Journal**, Madison, 107, 5, 1845–1853, 2015.

SIEBERT, J. D.; STEWART, A. M.; LEONARD, B. R. Comparative growth and yield of cotton planted at various densities and configurations. **Agronomy Journal**, Madison, 98, 3, 562–568, 2006.

SNOWDEN, C.; RITCHIE, G.; CAVE, J.; KEELING, W.; RAJAN, N. Multiple irrigation levels affect boll distribution, yield, and fiber micronaire in cotton. **Agronomy Journal**, Madison, 105, 6, 1536–1544, 2013.

SOUZA, J. G.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P.; ALBUQUERQUE, W. G.; LIMA, R. L. S.; CARDOSO, G. D. Fisiologia. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, cap. 7, p. 221–249.

WU, J.; JENKINS, J. N.; MCCARTHY, J. C.; WATSON, C. E. Comparisons of two statistical models for evaluating boll retention in cotton. **Agronomy Journal**, Madison, 97, 5, 1291–1294, 2005.

