

# Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

## *O cultivo da Cebola*





**Governador do Estado**  
Eduardo Pinho Moreira

**Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca**  
Airton Spies

**Presidente Epagri**  
Luiz Ademir Hessmann

**Diretores**  
Giovani Canola Teixeira  
Administração e Finanças

Ivan Luiz Bacic  
Desenvolvimento Institucional


Luiz Antonio Palladini  
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda  
Extensão Rural





 [www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)

 @EpagriOficial

 @epagri

 /Epagri

 Epagri



UFSC



**BOLETIM DIDÁTICO Nº 146**

# **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) O cultivo da Cebola**

Jamil Abdalla Fayad  
Jucinei José Comin  
Claudinei Kurtz  
Álvaro Mafra  
(Orgs.)



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)  
Florianópolis  
2018**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)  
Rodovia Admar Gonzaga, 1347 - Itacorubi, Caixa Postal 902  
88034-901 - Florianópolis - SC, Brasil  
Fone: (48) 3665-5000 - fax: (48) 3665-5010  
Site:www.epagri.sc.gov.br  
E-mail:epagri@epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC)

Editoria técnica: Renato Guardini  
Revisão ortográfica: Rosa Helena dos Santos  
Arte-final: André Jaime Lopes (designer gráfico - andre.jaime@yahoo.com.br)  
Capa: Experimento de cebola em SPDH, E.E., Ituporanga (SC).

Primeira edição: novembro de 2018  
Tiragem: 600 exemplares  
Impressão: Gráfica CS

É permitida a reprodução parcial desde que citada a fonte.

#### Ficha catalográfica

FAYAD, J.A.; COMIN, J.J.; KURTZ, C.; MAFRA, A. (Orgs.) *Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH): O cultivo da cebola*. Florianópolis, SC: Epagri, 2018. 78 p. (Epagri. Boletim Didático, 146)

Manejo de solo; Saúde de plantas; Transição agroecológica.

ISSN 1414-5219



## **Organizadores**

*Jamil Abdalla Fayad - Engenheiro agrônomo, M.Sc., pesquisador - extensionista / Florianópolis, SC.*

*Jucinei José Comin - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.*

*Claudinei Kurtz - Engenheiro agrônomo, Dr., pesquisador, Epagri/ Estação Experimental de Ituporanga, SC.*

*Álvaro Mafra - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina / Lages, SC.*

## **Equipe de Geração e Adaptação de Conhecimentos**

*Arcangelo Loss- Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.*

*Álvaro Mafra - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina / Lages, SC.*

*Bárbara Santos Ventura - Engenheira agrônoma, doutoranda, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.*

*Carlos Alberto Koerich - Técnico agrícola, Epagri / Angelina, SC.*

*Cledimar Rogério Lourenzi - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.*

*Daniel Rogério Schmitt - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Rio do Sul, SC*

*Darlan Rodrigo Marchesi - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Criciúma, SC.*

*Édio Zunino Sgrott - Engenheiro agrônomo, Epagri / Ituporanga, SC*

*Edson Walmor Wuerges - Engenheiro agrônomo, M.Sc., pesquisador - extensionista/ Epagri / Palhoça, SC.*

*Fabio Satoshi Higashikawa - Engenheiro agrônomo, Dr., pesquisador Epagri / Estação Experimental de Ituporanga, SC.*

*Guilherme Wilbert Ferreira- Engenheiro agrônomo, doutorando, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.*

*Ivanda Masson - Pedagoga M.Sc., Epagri / GRF, Florianópolis, SC.*

*Jamil Abdalla Fayad - Engenheiro agrônomo, M.Sc., pesquisador - extensionista / Florianópolis, SC.*

*Jucinei José Comin - Engenheiro agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.*

*Leandro do Prado Wildner - Engenheiro agrônomo, M.Sc., pesquisador, Epagri / Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar / Chapecó, SC.*

*Marcelo Zanella - Engenheiro agrônomo, Epagri / Florianópolis, SC.*

*Monique Souza - Engenheira agrônoma, Dra., bolsista CAPES, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.*

*Nuno Rodrigo Madeira - Engenheiro agrônomo, Dr., pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF.*

*Renato Guardini - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Tijucas, SC.*

*Vilmar Müller Júnior - Engenheiro agrônomo, Doutorando, Universidade Federal de Santa Catarina / Florianópolis, SC.*



## APRESENTAÇÃO

A sociedade vem exigindo alimentos saudáveis, livres de agroquímicos e transgênicos e de alto valor biológico. A paisagem do meio rural Catarinense desenhada pela agricultura familiar, formada por lavouras, pastagens, pomares, florestas, bosques e corredores ecológicos interligando córregos e rios, conspira com esse desejo da sociedade. No Brasil, a produção de grãos conseguiu avançar nestes últimos 40 anos somente no controle da erosão hídrica através do sistema plantio direto na palha, mas não no sentido da produção limpa. Já na atividade leiteira, principalmente em Santa Catarina, a produção no sistema à base de pasto em manejo rotativo com ênfase em Voisin, vem caminhando rapidamente para um sistema limpo de agroquímicos e transgênicos.

Em se tratando de hortaliças, permanece arraigado o sistema convencional com intensivo uso do solo e agroquímicos, derivando para os problemas de erosão hídrica, contaminação do solo, água, alimentos e pessoas, e perda de produtividade, qualidade e renda.

Neste contexto, o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) se apresenta como uma das formas de transição mais ecológica de produção de hortaliças saudáveis, para a sociedade e o ambiente natural, capaz de gradualmente tornar mais equilibradas as relações presentes neste cenário.

Há mais de vinte anos a Epagri iniciou o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), agregando a pesquisa e a extensão e aprofundando relações técnico-científicas com ONG's, a UFSC/CCA e a UDESC/CAV. Uma parcela dessas instituições vem desenvolvendo o SPDH mediante Lavouras de Estudo, pesquisa com participação da comunidade, cursos, viagens de estudos, encontros de socialização de resultados entre Lavoureiros e comunidade, palestras e publicações. Vale salientar que o SPDH é uma proposta de transição para toda a agricultura familiar que pratica o sistema convencional ou industrial, capaz de dinamizar as transformações nos sistemas de produção e consumo de alimentos, para que evoluam no sentido da complexidade, promovendo a saúde de plantas e melhorando as relações sociais, políticas, econômicas e ambientais.

A Diretoria Executiva.



# SUMÁRIO

<b>1- O CULTIVO DA CEBOLA EM SANTA CATARINA E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH) .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1- Histórico.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2- Objetivos e eixos do SPDH .....</b>	<b>11</b>
<b>2- A CEBOLA (Allium cepa, L.) .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1- Cultivares .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2- Escolha do cultivar .....</b>	<b>16</b>
<b>3- PRODUÇÃO DE MUDAS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1- Semeadura.....</b>	<b>19</b>
<b>4- ECOFISIOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1- Fotoperíodo.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2- Temperatura .....</b>	<b>21</b>
<b>5- CRESCIMENTO, ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>5.1- Cebola em SPDH agroecológico (Cv Crioula Alto Vale) .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1.1- Crescimento e acúmulo de biomassa .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1.2- Absorção de nutrientes .....</b>	<b>24</b>
<b>5.2- Cebola com SPDH (Cv Bola Precoce).....</b>	<b>26</b>
<b>5.2.1- Crescimento e acúmulo de biomassa .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2.2- Absorção de nutrientes .....</b>	<b>27</b>
<b>6- PREPARO DA AREA PARA PLANTIO.....</b>	<b>29</b>
<b>7- CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE ESPAÇAMENTO DE PLANTIO/ SEMEADURA .....</b>	<b>31</b>
<b>8- SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA .....</b>	<b>33</b>
<b>9- FERTILIDADE DO SOLO .....</b>	<b>34</b>
<b>9.1- Adequação da acidez e da quantidade de fósforo e potássio .....</b>	<b>36</b>
<b>9.2- Adubos Verdes .....</b>	<b>37</b>
<b>10- NUTRINDO AS PLANTAS COM BASE NAS TAXAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, AJUSTADA PELO CONTEÚDO DE NUTRIENTES NO SOLO, SINAIS DE PLANTA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....</b>	<b>39</b>
<b>10.1- Absorção, manejo dos nutrientes e recomendações de adubação .....</b>	<b>40</b>
<b>10.1.1- Fósforo.....</b>	<b>40</b>
<b>Absorção do Fósforo .....</b>	<b>40</b>
<b>Resposta da cebola a adição de fósforo (P) .....</b>	<b>41</b>
<b>Recomendação de P para a cebola .....</b>	<b>44</b>
<b>10.1.2- Potássio .....</b>	<b>45</b>
<b>Absorção de K pela cebola .....</b>	<b>45</b>
<b>Resposta da cebola a adição de K.....</b>	<b>46</b>
<b>Recomendação de potássio para cebola.....</b>	<b>48</b>
<b>10.1.3- Nitrogênio.....</b>	<b>50</b>
<b>Absorção de N pela cebola .....</b>	<b>50</b>
<b>Resposta da cebola a adição de N .....</b>	<b>51</b>
<b>Sistema de transplante .....</b>	<b>52</b>
<b>Sistema de semeadura direta.....</b>	<b>53</b>

<i>Recomendação de nitrogênio para a cebola</i> .....	55
<b>10.1.4- Enxofre</b> .....	57
<i>Resposta da cebola a adição de S</i> .....	57
<i>Recomendação de enxofre para cebola</i> .....	58
<b>10.1.5- Micronutrientes</b> .....	59
<i>Resposta da cebola a adição de Mn</i> .....	59
<i>Recomendação de manganês para cebola</i> .....	60
<i>Resposta da cebola a adição de Zn</i> .....	60
<i>Recomendação de zinco para a cebola</i> .....	61
<i>Resposta da cebola a adição de B</i> .....	61
<i>Recomendação de boro para a cebola</i> .....	63
<b>10.2- Cultivando a cebola fertirrigada</b> .....	63
<b>10.3- Ajustando as adubações de cobertura através dos sinais de planta e condições climáticas</b> .....	64
<b>11- COLHEITA, CURA E ARMAZENAGEM</b> .....	68
<b>11.1- Colheita</b> .....	69
<b>11.2- Cura</b> .....	70
<b>11.3- Armazenamento</b> .....	71
<b>12- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	73

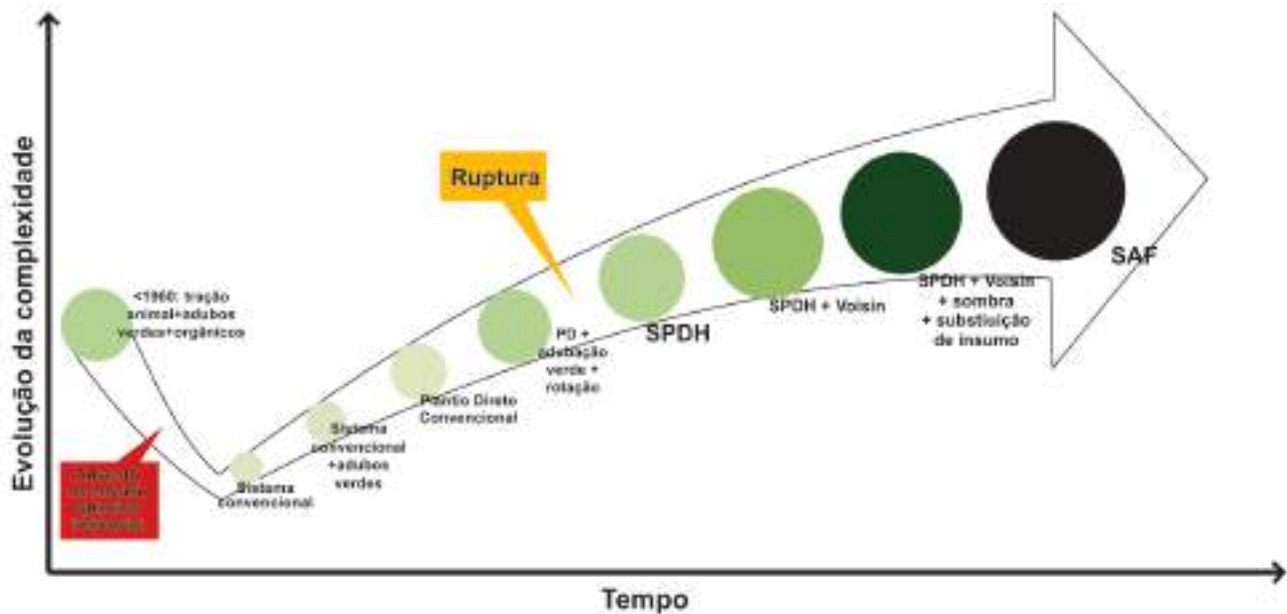
# 1- O CULTIVO DA CEBOLA EM SANTA CATARINA E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH)

## 1.1- Histórico

O cultivo da cebola no sistema de preparo convencional (SPC) caracteriza-se pelo excessivo revolvimento do solo ocasionando sua degradação física, química e biológica promovendo redução na sua capacidade produtiva e aumentos nos custos de produção. Na década de 1970, inicia, no Brasil, o movimento do Plantio Direto na Palha dando resposta à perda de solo, **“limitado ao conceito conservacionista do solo”**. Este movimento conservacionista perpassou a extensão rural como plantio direto na palha e cultivo mínimo praticado na região de Ituporanga, onde está a maior concentração da produção de cebola do Brasil.

Por outro lado, organiza-se a agricultura alternativa, um movimento no campo ecológico e libertário, fundada em conceitos agroecológicos. Sua força reside no resgate das pautas dos movimentos sociais e na construção do modo de vida sem exploração, dominação e opressão do homem sobre o homem e sobre a natureza. Consolidou-se junto a movimentos sociais urbanos e, principalmente, do campo assim como no meio técnico e científico.

Com os resultados animadores dos primeiros experimentos em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) conduzidas por pesquisadores da Epagri na Estação Experimental de Caçador – EECD, consolidou-se mais uma resposta ao cultivo de hortaliças no modelo convencional, ao do cultivo mínimo e ao “Sistema Plantio Direto (SPD)”. A tarefa do SPDH é propor a transição da agricultura convencional para a agroecológica, porque diminui expressivamente a perda de solo, água e nutrientes, promove a gradativa eliminação do uso de agrotóxicos e adubos altamente solúveis, diminui o custo ambiental e de produção, no mínimo mantendo e aumentando a produtividade e o conforto do trabalho humano (Figura 1). Objetiva melhorar a interligação das unidades familiares de produção num desenho de florestas, bosques e corredores ecológicos, atualmente em estágio avançado de recuperação, melhorando as relações naturais de complexidade nas áreas de cultivo (Figura 2). Há mais de vinte anos a Epagri iniciou o SPDH, agregando a pesquisa e a extensão e aprofundado relações técnico-científicas com Organizações Não Governamentais – ONG’s, a Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC, através do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV e a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, através do Centro de Ciências Agrárias – CCA. Uma parcela dessas instituições vem desenvolvendo o SPDH mediante pesquisa, Lavouras de Estudo (LE), cursos, viagens de estudos, encontros nas LE e de socialização de resultados entre lavoureiros e comunidade, palestras e publicações.



**Figura 1.** Evolução da complexidade no sistema de produção. O tamanho do círculo representa a complexidade de organismos e interações que ocorrem entre eles em cada sistema produtivo. O gradiente de cor representa o equilíbrio entre as interações (quanto mais escuro mais equilibrado).

Na trajetória de construção do movimento de transição para uma agricultura limpa, o SPDH firma-se como tema gerador que mobiliza, conscientiza, organiza e articula a agricultura familiar e outros trabalhadores comprometidos com o movimento. Compõe sua trajetória tática a promoção da saúde da planta no campo técnico-científico e, no campo político pedagógico, a concepção metodológica dialética.



**Figura 2.** Paisagem construída junto à agricultura familiar composta de lavouras em SPDH, intermediada por bosques, floresta e corredores ecológicos. Evolução na biodiversidade que conspira com a agricultura e criação produtora de alimentos de verdade. Alfredo Wagner (SC).

## **1.2- Objetivos e eixos do SPDH**

É no contexto da agricultura convencional e do plantio direto agroquímico que o SPDH desenvolve-se dando ênfase a produção de tecnologias para a transição da agricultura familiar dependente para outro modelo com bases ecológicas, de maior autonomia. Atualmente, trabalha-se em dois eixos interdependentes: o político pedagógico e o técnico-científico. Dentro da concepção metodológica assumida na construção do SPDH, o início das atividades com indivíduos e coletivos de agricultores familiares, estudantes e técnicos, é pactuado um compromisso mediante contrato de trabalho entre os agricultores e a Assistência Técnica e Extensão Rural – ATER, quando são escolhidas LE nas propriedades rurais, que são áreas de lavouras comerciais a serem conduzidas no SPDH. Para ajudar na construção do contrato tem-se utilizado de fotos, viagem de estudo, depoimento de lavoureiros e da figura da “vaquinha” (Boletim Didático, 132). Há diversas interpretações desta figura, porém a mais utilizada é do desafio em retirar gradativamente as “teteiras” que simbolizam os princípios e perspectivas propostas pelo SPDH em construir uma maneira de produzir alimentos de verdade para a classe trabalhadora junto com os agricultores familiares e demais sujeitos e organizações afins. Em outras palavras, é diminuir até eliminar o uso de agrotóxicos e adubos altamente solúveis, manter ou aumentar a produtividade dos cultivos, minimizar ao máximo a dependência da Agricultura Familiar (AF) a insumos externos e melhorar sua articulação com entidades e pessoas comprometidas com as possibilidades de superação coletiva da exploração e dominação.

Nesse contrato ficam registradas em uma linha de tempo as atividades programadas para um ano, como as datas das discussões e cursos técnicos, de implantação das LE, da periodicidade de visitas de técnicos aos lavoureiros, dos encontros de lavoureiros nas LE, das visitas dos agricultores às LE, de viagens de estudo e do encontro para socialização dos resultados e, por fim, a renovação ou não do contrato para mais um ano de trabalho. A importância do estabelecimento desse compromisso mútuo gerado a partir do contrato de trabalho, o qual pode ser alterado e/ou enriquecido através do diálogo entre as partes envolvidas, vai muito além da orientação para a execução das ações e atividades planejadas; ele exerce principalmente o papel de um instrumento político pedagógico que permite mediar conhecimentos técnico-científicos e populares, realizar avaliações constantes bem como facilitar a visualização para novos participantes dos passos já trilhados. Portanto, é fundamental que em todas as etapas coletivas do processo o contrato esteja visível aos participantes, melhorando o nível de transparência, conscientização e reflexão sobre o mesmo, tanto individual como coletivamente.

A lavoura de estudo constitui-se em verdadeiro local de mediação dos conhecimentos popular e científico onde os lavoureiros e os técnicos se capacitam ao interpretar e praticar os passos para a construção do novo sistema de produção e de relacionamento entre os envolvidos no processo. Para dar conta da demanda formalizada no contrato de trabalho, **é fundamental que o agente de ATER também seja um pesquisador**, fazendo experimentos junto às LE e nas Estações Experimentais. Desta forma, a pesquisa tradicional realizada nas estações experimentais desempenha o papel de ferramenta complementar a outra forma de pesquisa fortemente imbricada na realidade, na qual lavoureiros, extensionistas, professores, pesquisadores e estudantes interagem e estudam nas áreas experimentais e LE. Essas áreas se transformam em locais de produção, adaptação e aplicação de tecnologias para construção do SPDH. A meta é que o lavoureiro cultive e crie tudo dentro dos princípios do sistema para que a propriedade passe a ser denominada de **Unidade Familiar de Estudo**, possibilitando sua multiplicação como **Comunidade de Estudo**, portanto, do mesmo modo que as Unidades Familiares de Estudo são disponibilizadas a técnicos e pesquisadores, é fundamental que a estrutura das Estações Experimentais da EPAGRI como equipamentos, laboratórios, pessoal de campo e área experimental, bem como a estrutura das universidades também deverão estar acessíveis aos agentes de ATER, que ao estarem conectados à realidade dos sistemas de produção de alimentos da agricultura familiar, poderão atender as demandas de pesquisa tais como o controle biológico, o desenvolvimento de máquinas e equipamentos, a produção de sementes de adubos verdes, a rotação de culturas e de criações no sistema de Pastoreio Racional Voisin (PRV), a nutrição de plantas, a fisiologia da produção, entre outras.

Contudo, o desafio está na sua organização como movimento estratégico que busca a afirmação da agricultura familiar na produção de alimentos de verdade numa relação positiva com o meio ambiente. Essa transição processual deve atingir a todos os envolvidos nos seus comportamentos relacionais baseados na solidariedade, altruísmo e cooperação (Figura 3).

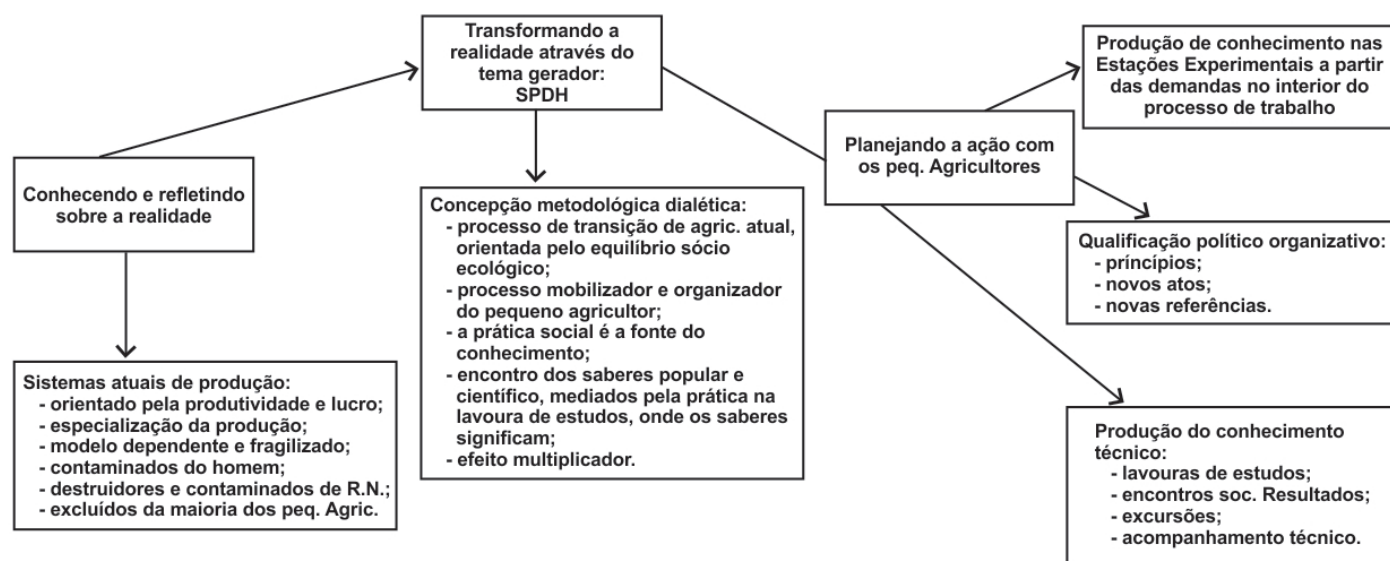


Figura 3. Plano orientador do trabalho em SPDH.



No eixo técnico-científico, umbilicalmente conectado ao eixo político-pedagógico, o princípio central é a ***promoção da saúde de planta***, tendo como base:

- A promoção do *conforto da planta* orientada pela minimização dos estresses nutricionais, de salinidade, disponibilidade de água, temperatura, luminosidade, pH e de velocidade de difusão do oxigênio (Figura 4);

- A promoção do *conforto das plantas* utilizando arranjos espaciais associados à arquitetura do sistema radicular, ao tamanho da planta e à quantidade de frutos, conforme as necessidades de cada cultura, como a exemplo da poda em cucurbitáceas e verticalização do sistema de condução no tomate; ao uso de indutores de resistência e da calda bordalesa 0,3%, entre outros;

- Nutrição da planta com base nas taxas diárias de absorção de nutrientes, adequando-a às condições ambientais, às reservas nutricionais do solo e aos sinais apresentados pela própria planta;

- Rotação de culturas e de adubos verdes (cultivados e espontâneos), evoluindo para a rotação com animais manejados no sistema PRV, caracterizando um sistema de integração lavoura-pecuária;

- Adição superior a 10 toneladas de fitomassa (massa seca) por hectare e por ano nos planos de rotação (Figura 4);

- Revolvimento do solo restrito às linhas de plantio ou berços de semeadura;

- Manejo dos adubos verdes espontâneos de forma que possam melhorar o sistema, com plantas mais adaptadas às condições locais e sem prejudicar a produção da cultura econômica evoluindo para o *plantio direto no verde* (objetivando eliminar o uso dos herbicidas);

- Diminuição, até a eliminação, do uso de adubos altamente solúveis e de agrotóxicos;

- Amostragem estratificada do solo para análise química e acompanhamento evolutivo de seus atributos através do perfil cultural do solo.

- Diminuição do custo de produção e ambiental, sem diminuir a produtividade das culturas;



**Figura 4.** Plantas de cebola crescendo num local que proporciona conforto ao diminuir estresses por degradação física do solo, salinidade e pelas variações de temperatura e disponibilidade de água (A-B). No plano de rotação de culturas e de adubos verdes, deve-se adicionar mais de 10 toneladas de fitomassa seca por hectare e por ano.(A-B)

## **2- A CEBOLA (*Allium cepa*, L.)**

A cebola (*Allium cepa*, L.) é uma das mais antigas hortaliças cultivadas e remonta mais de 5.000 anos. É provável que tenha sido domesticada inicialmente nas regiões montanhosas da Ásia Central que inclui Turcomenistão, Uzbequistão, Tajiquistão, norte do Irã, Afeganistão e Paquistão (BREWSTER, 2008).

No Brasil, o marco inicial da cultura da cebola é atribuído aos imigrantes açorianos que colonizaram a região de Rio Grande (RS), no século 18. Em Santa Catarina, o cultivo de cebola teve início na década de 1930, e na sequência foi introduzida no Estado de São Paulo. No Nordeste do país, a cebola começou a ser cultivada no final da década de 1940, no Vale do São Francisco (Barbieri & Medeiros, 2007).

Atualmente, a cebola é uma espécie olerácea amplamente cultivada e consumida em todo o mundo. O Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais desta hortaliça sendo a terceira em importância econômica no País, superada apenas pela batata e pelo tomate.

Em 2016, foram cultivados 55,9 mil ha de cebola no Brasil, cuja produção foi de 1,58 milhão de toneladas, com rendimento médio de 28,2 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2017). O estado de Santa Catarina é o principal produtor nacional de cebola e na última década foi responsável por mais de 30% da produção brasileira. No Sul do Brasil, que responde por mais de 50% da produção nacional, a cebolicultura é uma atividade predominantemente desenvolvida por agricultores familiares e possui grande importância socioeconômica contribuindo significativamente para a geração de renda, empregos e qualidade de vida para as famílias no meio rural.

### **2.1- Cultivares**

Segundo Barbieri (2007), as variedades de cebola cultivadas no Sul do Brasil têm origem em três categorias principais: Baia Periforme, a Pêra Norte e a Crioula que são mantidos até hoje por pequenos produtores. A primeira delas é composta por populações derivadas de uma cebola portuguesa conhecida como Garrafal. Foi trazida por imigrantes açorianos para a região de Rio Grande (RS) .

Por mais de 100 anos, dezenas de subpopulações de Baia Periforme foram mantidas por produtores locais. Estes materiais apresentam notável adaptação ao cultivo em condições de clima úmido, com bulbos de formato periforme, coloração amarelada, pungente e casca fina. Possui também intensa cerosidade foliar,

o que contribui para sua adaptação à região tropical e subtropical de clima úmido (BARBIERI & MEDEIROS, 2007).

A categoria Pêra Norte agrupa genótipos tardios, possivelmente originados a partir de genótipos egípcios da África do Norte que após introdução, na Ilha de Açores, chegaram ao Brasil trazidos pelos imigrantes açorianos. Este material ainda é mantido por produtores dos municípios de Rio Grande, (RS) e São José do Norte (RS). Apresenta bulbos de formato piramidal, de coloração acastanhada e boa retenção de escamas. Possui dormência prolongada, pungência alta e com boa capacidade de armazenamento. Também possui boa cerosidade foliar, permitindo adaptabilidade às condições de clima úmido.

A categoria Crioula surgiu na região produtora de cebola do Alto Vale do Itajaí (SC). Provavelmente, resultou do cruzamento entre populações do tipo Pêra Norte e do tipo Baia Periforme, seguido de seleção feita por produtores locais. Apresenta bulbos globosos com casca de coloração marrom acastanhada. Há também variedades locais de populações do tipo Crioula, que apresentam bulbos com coloração roxa, denominados de Crioula-Roxa.

## **2.2- Escolha do cultivar**

A escolha de um cultivar adequado é um dos principais pontos a serem observados. A escolha equivocada de um cultivar certamente comprometerá o restante do sistema produtivo, culminando com perdas ou até mesmo inviabilizando a lavoura. Cultivares mal adaptados às condições edafoclimáticas, com ciclo vegetativo irregular ou muito suscetíveis aos estresses contribuem para a redução da produção e tornam necessário o aumento das aplicações de agrotóxicos (LOPES & SIMÕES, 2007).

A falta de adaptação do cultivar é o fator que mais limita o uso de um mesmo cultivar em diferentes regiões, principalmente pela peculiaridade da cultura no que se refere ao binômio fotoperíodo-temperatura (ALVES et al., 2016). Da mesma forma, a opção por um cultivar de polinização livre ou híbrido deve ser analisada caso a caso. De maneira geral, os cultivares híbridos têm maior potencial produtivo comparativamente aos cultivares polinização livre, porém os híbridos exigem maior cuidado na lavoura e tendem a ser mais suscetíveis a efeitos adversos do meio (ALVES et al., 2016). Estes fatores têm dificultado a adaptação destes materiais na região Sul do Brasil que apresenta clima subtropical úmido.

Atualmente, para Santa Catarina, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri recomenda seis cultivares de cebola para plantio no Sul do Brasil (Tabela 1 e Figura 5).

**Tabela 1.** Cultivares de cebola recomendados pela Epagri para plantio em Santa Catarina.

Cultivar	Ciclo	Cor	Forma	Data		
				Semeadura	Transplante	Colheita
SCS366 Poranga	Super- precoce	Amarela	Globular	Abril	Junho	Outubro
Epagri 363 Superprecoce	Super- precoce	Amarela	Globular	Abril	Junho	Outubro/ novembro
Empasc 352 Bola Precoce	Precoce	Amarela	Globular	Abril/ maio	Julho/ agosto	Novembro
SCS373 Valessul	Precoce	Marrom	Globular	Abril/ maio	Julho/ agosto	Novembro
Empasc 355 Juporanga	Médio	Amarelo- avermelhada	Globular alongada	Maio	Julho/ agosto	Novembro/ dezembro
Epagri 362 Crioula Alto Vale	Médio	Marrom	Globular	Maio	Agosto/ setembro	Dezembro

Fonte: Alves et al., 2016.



**Figura 5.** Cultivares de cebola desenvolvidos e recomendados pela Epagri para plantio na região Sul do Brasil. Fonte: Alves et al. (2016).

### 3- PRODUÇÃO DE MUDAS

No que se refere à pesquisa está sendo desenvolvida a produção de mudas em canteiros com plantas de cobertura que após serem roladas é realizado a solarização nos meses de dezembro a abril. O local onde será estabelecido o canteiro de produção de mudas deve ser de fácil acesso, preferencialmente plano, com exposição solar norte, livre de plantas espontâneas de difícil controle, próximo a uma fonte de água e afastado de locais que propiciem a formação de sombra e neblina. Recomenda-se fazer rotação de culturas e adubos verdes neste local e produzir mudas após cada três anos com vistas à obtenção de mudas saudáveis (EPAGRI, 2013).

O canteiro deve ser implantado em áreas com pH, fósforo e potássio corrigidos. Devem ser “levantados”, seguindo as linhas de nível do terreno, a uma altura de 10 a 15 cm, com largura de 1,0 a 1,2 m de largura e comprimento variável de acordo com a área disponível e a necessidade de mudas a serem produzidas. Recomenda-se que a superfície do canteiro seja uniforme, de preferência com uma leve declividade para evitar o acúmulo de água. Faz-se a semeadura do adubo verde com máquina de semeadura direta ou a lanço (Figura 6). Quando estas plantas estiverem com aproximadamente 20 cm de altura pode ser realizada a adubação orgânica com o objetivo de disponibilizar alguns nutrientes essenciais e corrigir manchas de fertilidade.



**Figura 6.** Semeadura dos adubos verdes de verão e inverno nos canteiros de produção de mudas para o transplante. O sistema a ser adotado pode ser com e sem a solarização. No primeiro, a semeadura será realizada após retirada do plástico e o sem solarização após rolagem das plantas de cobertura, atendendo as épocas de semeaduras recomendadas para cada cultivar.

### **3.1- Semeadura**

A semeadura a lanço é o método mais utilizado pelos produtores catarinenses. Ela consiste em distribuir as sementes nos canteiros com posterior cobertura com no máximo 2 cm de serragem e na linha de semeadura, casca de arroz incinerada, composto orgânico ou “vermicomposto” (húmus de minhoca) peneirados. Ensaios de pesquisa indicam o composto como a melhor cobertura a ser utilizada após a semeadura. Esta também pode ser realizada em pequenos sulcos transversais, de 1 a 1,5 cm de profundidade, abertos transversal ou longitudinalmente no canteiro, distanciados em 10 cm entre si, nos quais as sementes serão distribuídas uniformemente. A semeadura recomendada é de 2,5 a 3,0 g de sementes por m<sup>2</sup> de canteiro. Assim, são necessários cerca de 2 kg de semente para obtenção das mudas destinadas ao transplante de 1 hectare de lavoura de cebola. É importante salientar que densidades menores proporcionarão ambiente mais arejado facilitando a saúde da planta.

## **4- ECOFISIOLOGIA**

A cebola é uma planta bianual, sendo no primeiro ciclo a fase vegetativa responsável pela formação do órgão de reserva (bulbos) e a estrutura basilar do caule, que é um disco-rizoma, contendo o meristema vegetativo, reprodutivo e radicular. A planta é herbácea e as folhas são simples, incompletas e constituídas de duas partes: a bainha e o limbo. As bainhas das folhas exteriores (mais velhas) são coriáceas e brilhantes e formam as escamas ou casca da cebola. Atuam como protetoras das bainhas das folhas mais internas e dos primórdios foliares que se sobrepõe e acumulam substâncias de reserva na base, formando um bulbo tunicado. As folhas são cobertas por uma camada cerosa. O caule é de formato discoidal com entrenós muito curtos, constitui a base do bulbo e localiza-se abaixo do nível do solo. No centro do disco caulinar está o meristema apical, de onde surgem as folhas, opostas e alternadas. O sistema radicular é do tipo fasciculado, formado por raízes adventícias que emergem ao redor do caule durante o ciclo vegetativo. No segundo ciclo, ocorre a fase reprodutiva com a formação de inflorescências que são umbelas constituídas de agregados de pequenas inflorescências que se desenvolvem na extremidade do escapo floral. A inflorescência possui em média 300-400 botões, podendo variar de 50 a 2000 botões florais (OLIVEIRA et al., 2015).

O fotoperíodo em interação com a temperatura são os fatores climáticos que controlam a formação de bulbos na cebola. A cebola é fisiologicamente de dias longos para bulbificação e, de modo geral, não bulbifica em dias com duração inferior a 10 horas de luz. Sob fotoperíodos inferiores ao mínimo fisiologicamente exigido, as plantas emitem folhas continuamente e não bulbificam, mesmo após períodos longos de crescimento. Satisfeitas as exigências em fotoperíodo, tem início a mobilização de reservas para a base das folhas e conseqüente formação dos bulbos, independentemente do tamanho da planta. A bulbificação apenas se inicia quando a combinação dos fatores determinantes da bulbificação (fotoperíodo e temperatura) de cada cultivar é atingida e a taxa de bulbificação é diretamente proporcional ao fotoperíodo e temperatura (BREWSTER, 2008).

#### **4.1- Fotoperíodo**

O fotoperíodo é definido como o intervalo de tempo transcorrido entre o nascimento e o pôr do sol, estando o disco solar visível ou não. Entre os fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento e a adaptação de cultivares de cebola a diferentes regiões geográficas, o fotoperíodo é um dos mais limitantes, considerando-se que a planta de cebola só formará bulbos se o comprimento do dia for igual ou superior a um mínimo fisiologicamente exigido. Quanto à exigência de luz para que ocorra a bulbificação, os cultivares de cebola são classificados em três grupos: cebolas de dias curtos (DC), cebolas de dias intermediários (DI) e cebolas de dias longos (DL). Os cultivares de DC são aqueles que requerem fotoperíodo de 10 a 12 horas para que a bulbificação seja induzida. Os cultivares de DI requerem fotoperíodo de 12 a 14 horas para que haja bulbificação e os cultivares de DL exigem um fotoperíodo igual ou superior a 14 horas (Brewster, 2008).

Comumente, os cultivares de cebola também são denominados precoces, médios e tardios. Seguindo essa classificação, os cultivares precoces são sinônimos de DC, os médios de DI e os tardios de DL (LEITE, 2007). Na prática, essa denominação se refere ao ciclo de maturação da cebola, podendo haver subdivisões, por exemplo: superprecoce, hiperprecoce e semitardio. A escolha do cultivar deve ser realizada em concordância com o fotoperíodo do local de cultivo, sabendo-se que o fotoperíodo varia com a latitude e a época do ano. O planto de cultivares em locais ou em épocas do ano em que o fotoperíodo não esteja de acordo com as necessidades do cultivar poderá comprometer toda a produção (ALVES et al., 2016).



## **4.2- Temperatura**

Conforme mencionado, o fotoperíodo é um dos principais fatores para a indução da bulbificação, porém sua interação com a temperatura deve ser cuidadosamente analisada. Em condições indutivas de fotoperíodo, a bulbificação é acelerada a altas temperaturas e atrasada quando em condições de baixas temperaturas (BREWSTER, 2008). Dessa forma, a bulbificação tem início somente após ser atingido um patamar mínimo do binômio fotoperíodo-temperatura para o cultivar. Assim, a bulbificação é, de modo geral, diretamente proporcional ao fotoperíodo e à temperatura (BREWSTER, 2008).

A temperatura ideal para bulbificação fica entre 15 e 30°C. Temperaturas superiores a 30°C podem acelerar muito o processo de bulbificação, levando à formação de bulbos pequenos, enquanto temperaturas menores que 15°C podem aumentar o florescimento precoce, um fator indesejável, pois esses bulbos não possuem valor comercial. Dessa forma, o produtor deve optar por cultivares que se adequem à região de cultivo para evitar perdas na produção devido às condições climáticas (ALVES et al., 2016).

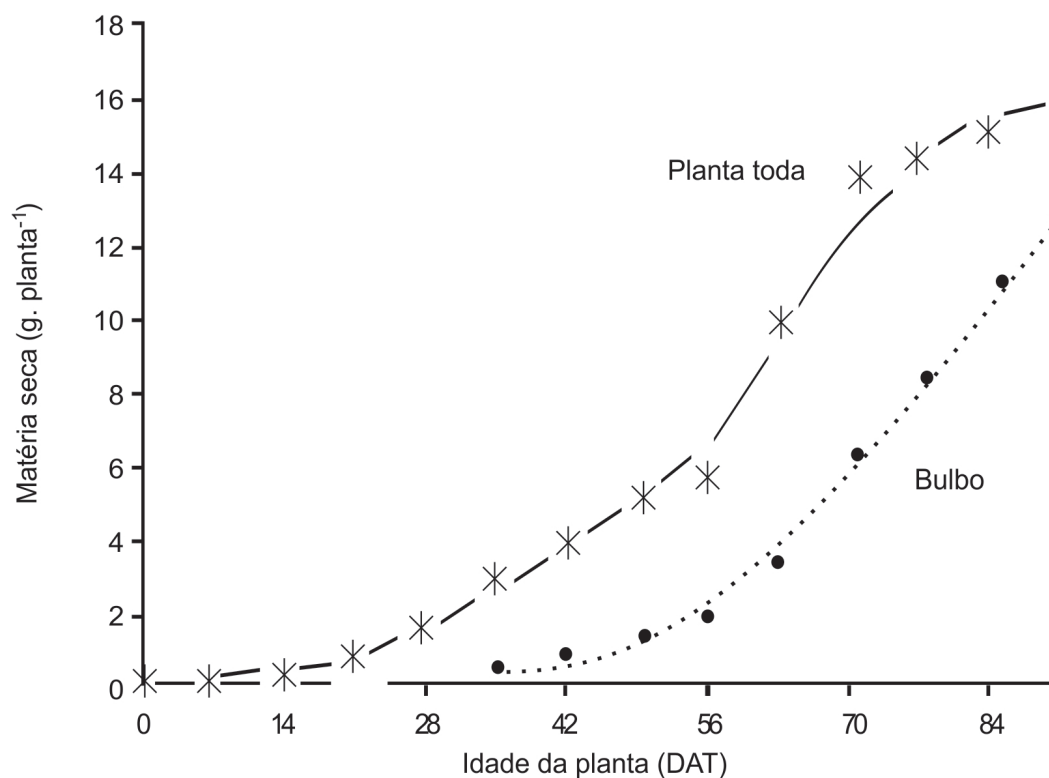
## **5- CRESCIMENTO, ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO**

Foram conduzidos dois experimentos para determinar o crescimento e a produção da cebola, um no sistema agroecológico com o cultivar Crioula Alto Vale na safra de 2004 e outro com o cultivar Bola Precoce no sistema convencional, em 2011. Ambos foram conduzidos na Estação Experimental da Epagri de Ituporanga – EEITU em área de SPDH consolidado. O conhecimento dos padrões de acúmulo de massa seca de uma cultura permite entender melhor os fatores relacionados com a nutrição mineral e conseqüentemente com a adubação, visto que a absorção de nutrientes é influenciada pela taxa de crescimento da planta (MARSCHNER, 2012).

## 5.1- Cebola em SPDH agroecológico (Cv Crioula Alto Vale)

### 5.1.1- Crescimento e acúmulo de biomassa

O acúmulo de massa seca na planta inteira (parte aérea + bulbo) foi contínuo do plantio da muda de cebola até a colheita dos bulbos, totalizando  $16,1 \text{ g planta}^{-1}$  (Figura 7). Deste total o bulbo ficou com  $12,7 \text{ g}$  e as folhas com  $3,4 \text{ g}$ , correspondendo a  $78,9\%$  e  $21,1\%$ , respectivamente. Do plantio da muda ao início da bulbificação, aos 35 dias, a planta acumulou  $1,9 \text{ g}$  de matéria seca, correspondendo a  $11,8\%$  do total acumulado. Do início da bulbificação até a colheita, a planta acumulou  $14,2 \text{ g}$  de matéria seca, correspondente a  $88,2\%$  do total. Os resultados encontrados por Haag et al. (1970) foram diferentes destes na quantidade de matéria seca acumulada na planta inteira com  $36,7 \text{ g planta}^{-1}$  e no bulbo de  $22 \text{ g planta}^{-1}$ , devido, provavelmente, ao sistema de cultivo em ambiente protegido e em hidroponia. Porém, Porto et al.



**Figura 7.** Acúmulo de matéria seca ao longo do ciclo cultural da cebola cultivada em plantio direto agroecológico, cv. Crioula, 2004.

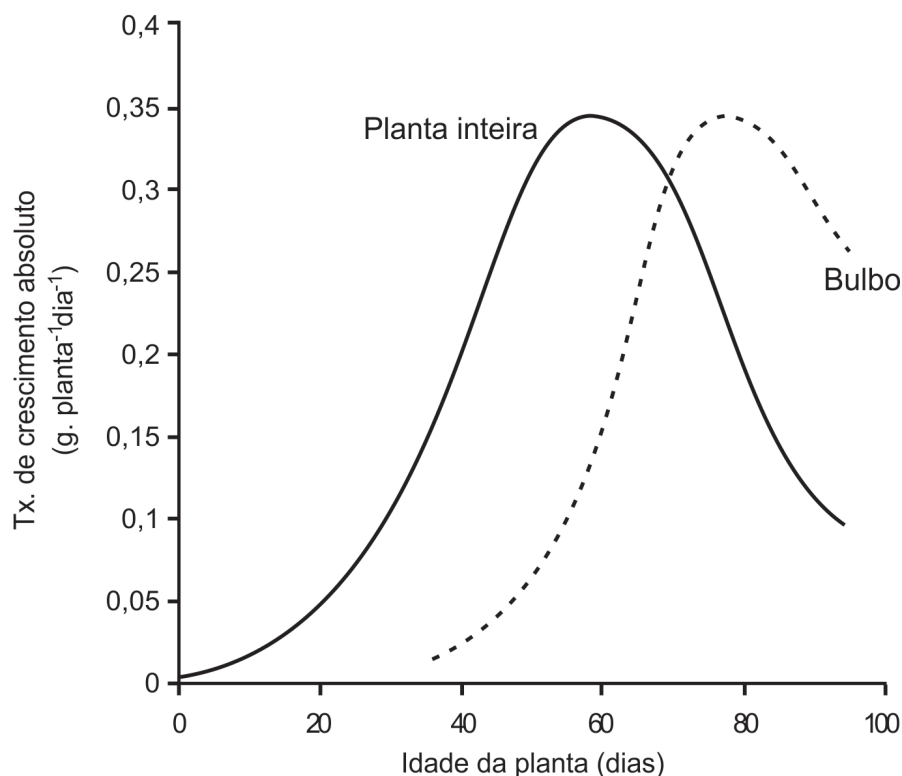
(2006) encontraram dados semelhantes para a planta inteira de 18,61 g planta<sup>-1</sup> e de 13,2 g planta<sup>-1</sup> para o bulbo. A produção total de bulbos do experimento (massa fresca) foi de 17.653 kg ha<sup>-1</sup>.

A taxa de crescimento absoluto (**G**) foi crescente até aos 59 dias após o transplante (DAT) com 0,361 g planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>, sendo o dia que a planta mais acumulou biomassa durante seu ciclo e a partir daí decresceu até a colheita (Figura 8). No início da bulbificação, aos 34 DAT, o **G** chegou a 0,143 g planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> e na colheita de 0,086 g planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>. No bulbo o **G** máximo foi de 0,370 g bulbo<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>, aos 76 DAT ou aos 42 dias após o início da bulbificação. Observa-se que neste dia de maior alocação de biomassa no bulbo, a planta produziu somente 0,224 g planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>, representando um saldo negativo de 0,146 g planta<sup>-1</sup> neste dia.

A dinâmica de saldo negativo tem início aos 67 DAT, equivalente aos 32 dias após o início da bulbificação, indo até a colheita do bulbo, representado pela taxa de crescimento absoluto da planta (**G**) menor que o alocado no bulbo, indicando retranslocação de matéria seca, principalmente, das folhas para os bulbos. Este fato pode ser explicado em parte pelo padrão de translocação na relação fonte-dreno (TAIZ & ZEIGER, 2009), onde a força do dreno, representado pelo bulbo, foi maior no requerimento de biomassa que a produzida pelo sistema fotossintético da planta. Assim, o requerimento de biomassa foi suprido pelas reservas contidas principalmente nas folhas. Esta dinâmica de altas taxas diárias de produção e de transferência de biomassa ocorreu aproximadamente a partir dos 49 DAT até a colheita.

Portanto, constata-se três fases distintas quanto ao acúmulo de biomassa na parte aérea da planta, ao longo do ciclo seu cultural. A primeira fase é caracterizada por ganhos crescentes e vai do plantio aos 52 DAT. A segunda fase vai dos 53 aos 66 DAP e está caracterizado por ganhos decrescentes de massa seca, seguido pela terceira fase onde há transferência de biomassa seca da parte aérea da planta para seu dreno principal – o bulbo. Esta última fase vai dos 67 DAT até a colheita.

Os resultados obtidos por Vidigal et al. (2002) e Porto et al. (2006) se aproximam a esses no que se refere à dinâmica de acúmulo de biomassa seca na planta inteira e no bulbo que foram crescentes até o final do ciclo. Eles obtiveram uma distribuição de 36% e 64% para os primeiros autores e de 30% e 70% para os segundos autores, respectivamente, porém, diferem na dinâmica de acúmulo de biomassa seca na folha em que encontraram acúmulos crescentes até o final do ciclo, fato que pode ser explicado pelas diferenças de cultivares e na disponibilidade de água e nutrientes às plantas ao longo do ciclo cultural, em especial durante a bulbificação.



**Figura 8.** Taxa de crescimento absoluto ocorrido ao longo do ciclo cultural da cebola cultivada em plantio direto agroecológico, cv. Crioula, 2004.

### 5.1.2-Absorção de nutrientes

No esforço de compreender parte da relação planta-ambiente e a promoção de saúde de planta, tem-se ajustando a taxa diária de absorção de nutrientes (TDA) através da interpretação dos sinais apresentados pela planta, correlacionado com o estoque dinâmico de nutrientes no solo e com as condições climáticas. Assim, a exigência de nutrientes é variável conforme o seu estágio de desenvolvimento, que pode ser dividido de forma simplificada em vegetativa e bulbificação, sendo que do plantio até o início da bulbificação é absorvido aproximadamente 13% e do início da bulbificação até a colheita 87% do total de nutrientes absorvidos pela planta.

O acúmulo de nutrientes seguiu tendência semelhante ao do acúmulo da matéria seca. A ordem decrescente da quantidade de nutriente contido na planta inteira foi K; N; Ca; P; Mg nas quantidades de 329; 288; 100; 53 e 30 mg planta<sup>-1</sup> seguido pelos microelementos Mn; B; Zn e Cu com 472; 332; 314 e 158 µg planta<sup>-1</sup>, respectivamente. No bulbo a ordem decrescente foi N; K; P; Ca; Mg; Mn; Zn; B e Cu nas quantidades de 232; 222; 49; 39 e 20 mg planta<sup>-1</sup> e 304; 293; 209 e 132 µg planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

As taxas diárias de absorção chegaram ao máximo de 6,6; 5,6; 2,5; 1,3 e 0,6 mg planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> e 10,8; 9,4; 6,1 e 3,2 µg planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> aos 57; 52; 48; 52; 50; 55; 55; 58 e 59 DAT de K; N; Ca; P; Mg; Mn; B; Zn e Cu, respectivamente. Na tabela 2 são apresentadas as quantidades acumuladas de nutrientes proporcionalmente no período de 7 dias do plantio até a colheita.

**Tabela 2.** Acúmulo de nutrientes em relação ao conteúdo total em porcentagem, ao longo do ciclo da cultura da cebola, cv Crioula, 2004.

DAP	Nutrientes (%)								
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	B
7	1,8	0,9	1,3	1,0	1,7	0,8	1,3	1,1	0,3
14	2,6	1,5	1,9	1,8	2,3	1,4	1,9	1,6	0,6
21	4,1	2,8	2,9	3,4	4,0	2,5	2,9	2,6	1,3
28	6,0	4,9	4,5	6,1	6,3	4,2	4,5	4,1	2,8
35	8,6	8,1	6,7	10,1	9,3	6,9	6,5	6,1	5,5
42	11,1	12,0	9,3	14,7	12,6	10,4	8,9	8,7	10,0
49	13,1	15,4	11,8	17,3	14,6	13,8	11,4	11,5	15,6
56	13,6	16,5	13,5	16,5	14,6	15,8	13,1	13,5	19,3
63	12,5	14,4	13,7	12,6	12,6	15,0	13,6	14,1	18,1
70	10,2	10,5	12,3	8,2	9,3	12,1	12,4	13,0	12,9
77	7,6	6,8	9,8	4,7	6,3	8,5	10,3	10,6	7,6
84	5,3	3,9	7,2	2,5	4,0	5,4	7,7	7,8	4,0
91	3,5	2,3	4,9	1,3	2,3	3,2	5,5	5,4	2,0

Na tabela 3 está contida a quantidade de nutriente acumulado na planta inteira e a exportada através do bulbo para uma população de 166.666 plantas e uma produção de 17.653 Kg ha<sup>-1</sup> produzida em SPDH agroecológico.

**Tabela 3.** Acúmulo de nutrientes pela planta inteira e a alocada no bulbo, ao longo do ciclo da cultura da cebola cv Crioula, 2004.

Órgão	Nutrientes (kg.planta <sup>-1</sup> )								
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	B
Planta	48,0	8,8	54,8	16,7	5,0	0,79	0,52	0,26	0,55
Inteira									
Bulbo	38,7	8,2	37,0	6,5	3,3	0,51	0,49	0,22	0,35

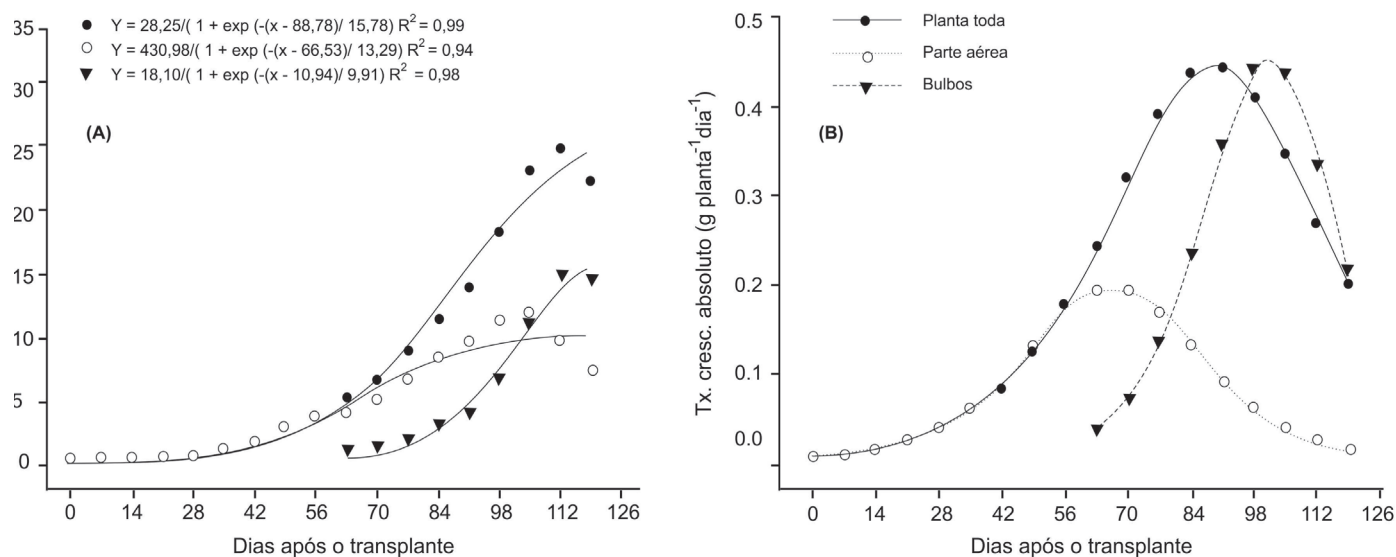
## **5.2- Cebola com SPDH (Cv Bola Precoce)**

### **5.2.1- Crescimento e acúmulo de biomassa**

O trabalho realizado por Kurtz et al. (2016) demonstrou que o acúmulo de massa seca (MS) das plantas de cebola do cultivar Empasc 352 Bola Precoce foi muito lento até a metade do ciclo aos 60 dias após o transplante (DAT), acumulando 3,9 g planta<sup>-1</sup> de MS, o que representou 16% do total acumulado (Figura 9A). Após esse período, quando iniciou a fase de bulbificação, o acúmulo de MS foi intensificado (61 - 119 DAT), acumulando 20,7 g planta<sup>-1</sup>, equivalente a 84 % da MS total acumulada. Acúmulo lento de MS, no início do ciclo, ocorre independente do cultivar utilizado e do local de cultivo, pois resultados similares também foram observados por Vidigal et al. (2010) para o cv. Alfa Tropical no verão em sistema de transplante e semeadura direta no estado de Minas Gerais e por Pôrto et al. (2007) e May et al. (2008) para os híbridos Superex e Optima cultivados em sistema de semeadura direta em São Paulo. Da mesma forma, Vidigal et al. (2010) também observaram um acúmulo rápido de MS no início da bulbificação, aos 88 dias após a semeadura para o cultivar Alfa Tropical, o que também foi verificado para outros cultivares e condições de cultivo (HAAG et al., 1970; WIEDENFELD, 1994; INIA, 2005). Segundo Kurtz et al. (2016), ao final do ciclo as plantas acumularam 24,6 g planta<sup>-1</sup> no total de MS, sendo 9,29 g na parte aérea e 15,33 g no bulbo. A massa fresca média de bulbo foi de 149,4 g planta<sup>-1</sup> e o rendimento total de bulbos frescos foi de 37,34 t ha<sup>-1</sup>. Para este rendimento, os autores observaram uma produção de 6.155 kg ha<sup>-1</sup> de MS na planta toda, distribuídos em 2.324 kg ha<sup>-1</sup> na parte aérea e 3.831 kg ha<sup>-1</sup> nos bulbos, ou seja, 38% e 62%, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Pôrto et al. (2006), que, ao avaliar o híbrido Optima em sistema de semeadura direta, obteve contribuições de 30% e 70%, para a parte aérea e bulbos, respectivamente. Para Vidigal et al. (2002), em sistema de transplante de mudas com o cultivar Alfa Tropical, as contribuições de parte aérea e bulbo foram de aproximadamente 36% e 64%, respectivamente, muito próximas às obtidas no estudo realizado em Santa Catarina.

A taxa máxima de crescimento absoluto (acúmulo diário de MS) para a planta toda ocorreu aos 89 dias, quando atingiu 0,447 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS (111,75 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), desacelerando nos 30 dias que antecederam a colheita (Figura 9B) (KURTZ et al., 2016). Neste mesmo estudo, o bulbo iniciou sua formação

aos 60 DAT e a taxa de crescimento máxima ocorreu aos 101 DAT com acúmulo de 0,46 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (115 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS). A partir dos 96 DAT até a colheita, a taxa de crescimento absoluto da planta inteira foi menor que o alocado no bulbo diariamente, indicando redistribuição de fotoassimilados, principalmente das folhas para os bulbos. Esse comportamento também foi observado por Pôrto et al. (2006, 2007) e Vidigal et al. (2010). De acordo com Brewster (2008), por ocasião desenvolvimento dos bulbos, há redistribuição de fotoassimilados e outros compostos das folhas para os bulbos, resultando na redução da massa seca das folhas e aumento na massa seca dos bulbos.



**Figura 9.** Acúmulo de massa seca (A) e taxa de crescimento absoluto (B) na planta toda (●), parte aérea (○) e bulbos (▼) de cebola da cv. Bola Precoce cultivada em sistema de transplante.

Conforme o trabalho de Kurtz et al. (2016), da massa seca total acumulada, 4,6 % foi composta por minerais dos dez nutrientes avaliados (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, B e Cu). Na parte aérea (9,26 g) o acúmulo dos dez nutrientes foi de 5,4 % da MS, superior proporcionalmente ao acumulado nos bulbos (15,33 g), que foi de 4,1 % da MS.

### 5.2.2- Absorção de nutrientes

As curvas de acúmulo de nutrientes para a planta de cebola possuem comportamento similar às curvas de acúmulo de massa seca. Segundo Kurtz et al. (2016), ocorre um acúmulo proporcionalmente menor de MS na primeira metade do ciclo (16 %) do que a absorção da maioria dos nutrientes, exceto para K, Mg e B

(tabela 4). De maneira geral, verificam-se grandes acúmulos e maiores taxas de acúmulo de nutrientes na segunda metade do ciclo da cultura, durante a fase de bulbificação. As taxas diárias de acúmulo de todos os nutrientes, exceto Fe, na parte aérea, aumentaram até início da bulbificação e decresceram após essa fase. Dessa forma, observa-se que a planta de cebola prioriza a alocação de fotoassimilados e nutrientes para o bulbo, assim que inicia a formação desse órgão (BREWSTER, 2008).

**Tabela 4.** Acúmulo de nutrientes na planta toda, no bulbo, por tonelada produzida, antes e após a bulbificação e período das taxas máximas de acúmulo de nutrientes pelo cultivar de cebola Bola Precoce para uma produtividade de 37,34 t ha<sup>-1</sup>.

Acúmulo nutrientes							Tx. máxima acúmulo	
Nutriente	Planta toda	Bulbo		tonelada bulbo	Antes bulbif. <sup>2</sup>	Após Bulbif. <sup>3</sup>	Planta toda	Bulbo
Macron.	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	%	kg t <sup>-1</sup>	%	%	DAT <sup>1</sup>	
N	101,4	58,3	57,4	2,72	27,0	73,0	73	119
P*	34,9	23,9	68,5	0,93	17,3	82,7	86	96
K**	86,5	45,7	52,8	2,32	13,2	86,8	80	97
Ca	46,6	19,7	42,3	1,25	20,6	79,4	78	116
Mg	12,1	7,0	57,3	0,33	11,2	88,8	83	112
Micron.	g/ha	g/ha		g t <sup>-1</sup>				
Fe	761,2	285,9	37,6	20,38	16,8	83,2	99	114
Mn	149,6	62,7	41,9	4,01	17,0	83,0	79	105
Zn	84,1	61,9	73,6	2,25	27,3	72,7	73	94
Cu	33,7	24,1	71,6	0,90	21,2	78,8	86	104
B	220,6	155,9	70,7	5,91	10,8	89,2	95	105

<sup>1</sup> DAT: Dias após o transplante; <sup>2</sup> Período do plantio aos 60 DAT; <sup>3</sup> Período dos 61 até a colheita (119 DAT).

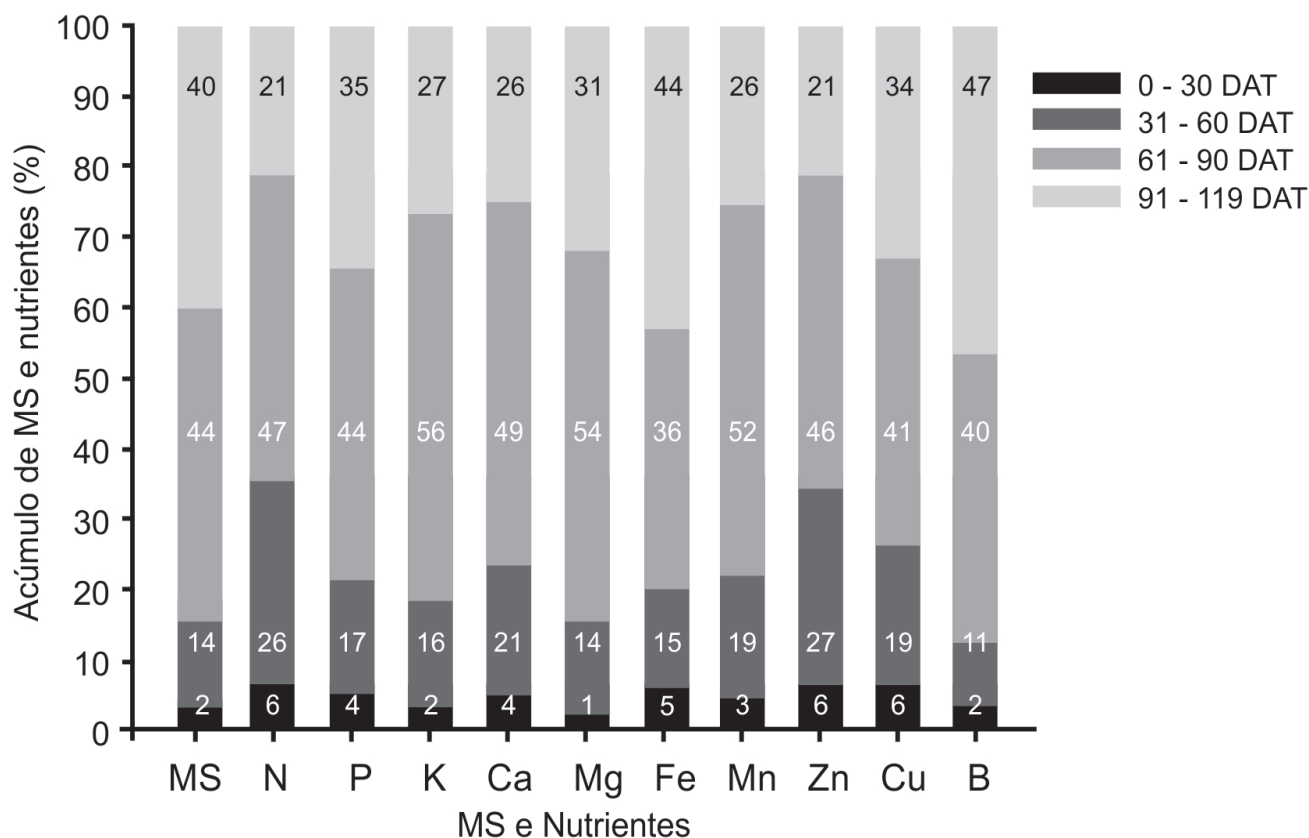
\* 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; \*\* 104 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

**Fonte:** Kurtz et al. (2016).

Ao se avaliar a proporção de acúmulo de matéria seca e de nutrientes durante as quatro fases do ciclo, com duração de aproximadamente 30 dias cada, verifica-se um acúmulo muito baixo nos primeiros 30 dias (fase de pegamento das mudas), acumulando em média 4% do total de nutrientes e 2% de MS (Figura 10). Nessa primeira fase há um maior acúmulo de N, Zn e Cu, equivalente a 6% do total e menor acúmulo de Mg, apenas 1% do total absorvido. Na segunda fase do ciclo (31 a 60 DAT), houve um acúmulo médio geral de 19% e 14%, de nutrientes e MS do total, respectivamente. Os nutrientes mais acumulados nessa fase foram também o Zn e N com 27 e 26%, respectivamente, enquanto os nutrientes menos acumulados foram o Mg e o B. Na terceira fase do ciclo (61 - 90 DAT), observou-se um acúmulo intenso de nutrientes e de MS, com



acúmulo médio geral de 46% e de 44% do total, respectivamente. O início da bulbificação nesta fase, por sua vez, caracterizou-se como a fase de maior crescimento e absorção de nutrientes com aproximadamente 50% do total acumulado de nutrientes e MS. Os nutrientes com maior acúmulo foram o K, Mg e Mn com 56, 54 e 52% do total, respectivamente. Na última fase (91 - 119 DAT), quando ocorre o pleno enchimento de bulbos também se observou um importante acúmulo de MS e nutrientes, totalizando em média, 31 e 40%, respectivamente. Os nutrientes com destaque em acúmulo nessa fase foram o B e o Fe com 47 e 44%, respectivamente.



**Figura 10.** Acúmulo proporcional (%) de MS e nutrientes durante quatro fases do ciclo do cultivar de cebola Bola Precoce (0 a 30; 31 a 60; 61 a 90 e 91 a 119 DAT). Adaptado de Kurtz et al. (2018).

## 6- PREPARO DA AREA PARA PLANTIO

Para iniciar o sistema de plantio direto de hortaliças é recomendado levantar e realizar algumas tarefas, como: 1) amostragem do solo para análise química; 2) identificar a existência de camada compactada no perfil do solo; 3) sistematizar o terreno se necessário e 4) semear o coquetel de adubos

**verdes para posteriormente rolagem e plantio.** A amostragem estratificada do solo deve ser entre 0 a 10 cm e 10 a 20 cm para análise química e efetuar as correções necessárias de pH, seguidas pelas correções dos teores de fósforo e potássio. Também é necessária a avaliação da estrutura do solo para identificação e eliminação de possíveis camadas compactadas. Recomenda-se a abertura de trincheira de 50 x 40 x 40 cm e uso de faca com ponta fina para avaliar a compactação. A avaliação também pode ser seguida da observação da presença de camada que dificulte e/ou impeça o enraizamento das culturas em profundidade. Para eliminação da camada compactada é recomendado o uso do subsolador ou equipamento que atinja adequadamente a camada a ser rompida. Quando necessário, partir para a sistematização do terreno que atenda o plantio, tratos culturais e colheita das culturas e adubos verdes contidas no plano de rotação, sendo mais utilizado na forma de “liso” (Figura 11) por facilitar o manejo do adubo verde com o rolo-faca, das plantas espontâneas com a roçadeira costal e a rotação de culturas e adubos verdes com animais manejados no Voisin. Na sequência deve-se realizar a semeadura das plantas de cobertura solteiras ou consorciadas para produzir o tapete de palha sobre a superfície e todos os benefícios do sistema radicular em sanfonar o solo e melhorar atividade macro e microbiana e a estrutura, injetando carbono no perfil do solo.



**Figura 11.** Área sistematizada no “liso” para atender o plantio, tratos culturais da cultura e adubos verdes contidas no plano de rotação.

Os adubos verdes devem ser manejados com rolo-faca no momento próximo ao de grão pastoso. Para algumas culturas que requerem maior movimentação de pessoas e máquinas na área de cultivo, o ponto de rolagem do adubo verde pode passar desta recomendação, tornando o material mais fibroso e, conseqüentemente, aumentando o tempo de cobertura do solo, então, está tudo preparado para confeccionar o berçário

## **7- CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE ESPAÇAMENTO DE PLANTIO/ SEMEADURA**

Em regiões sujeitas a neblina frequente, como a região produtora de menor altitude do Alto Vale do Itajaí, devido a problemas fitossanitários, indica-se o uso de no máximo 400 mil plantas por hectare (EPAGRI, 2013). Nas regiões com altitudes maiores (superior a 800m) como nas regiões produtora do planalto catarinense é possível adotar populações de até 600 mil plantas por hectare, principalmente, no sistema de semeadura direta em campo definitivo.

No SPDH onde o preparo do solo é restrito a linha de plantio em áreas com densa palhada, o espaçamento entre linhas irá variar segundo a distância entre os conjuntos dos equipamentos para o revolvimento da linha de plantio (Figura 12). Na maioria dos casos, a distância entre linhas está ajustada para o intervalo de 33 a 40 cm e usa-se espaçamentos entre 7,5 a 10 cm entre plantas. Nesse caso, as densidades populacionais variarão de 250 mil a 400 mil mudas por hectare, sendo mais comum populações entre 300 e 330 mil plantas por hectare. No sistema de semeadura direta em campo definitivo os espaçamentos variam de 25 a 30 cm entre linhas com 10 a 15 plantas por metro linear e busca-se populações entre 350 a 450 mil plantas por hectare.



**Figura 12.** Transplântio das mudas de cebola sobre palhada de aveia preta com preparo do solo restrito a linha na propriedade de Valdemar L. da Silva em Alfredo Wagner (SC). Foto: Edio Zunino Sgrott.

Em sistemas orgânicos e agroecológicos de produção podem ser utilizadas densidades populacionais menores que as indicadas. Nesse caso, recomendam-se espaçamentos maiores, de 40 a 50cm entre linhas e de 10 a 15cm na linha, pois densidades populacionais menores proporcionarão maior ventilação entre as plantas, menor sombreamento e menor competição por nutrientes, água e luz tornando-as mais vigorosas e mais resistentes às doenças foliares.

Indica-se, quando do aumento da densidade de plantas, que seja obtida pelo estabelecimento de mais linhas de plantio, porque a competição entre plantas pelos fatores de produção (luz, água, nutrientes, etc.) sempre será maior.

## 8- SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

A semeadura direta no campo de produção pode ser realizada através de máquinas e implementos que devem ser adaptadas ao SPDH, principalmente, no disco de corte da palhada. Também carece de maior precisão na profundidade de semeadura, fator primordial para emergência uniforme das plântulas. Isso também influencia diretamente no estande final da lavoura e, conseqüentemente, na produtividade e qualidade da produção (Figura 13). O espaçamento entre linhas utilizado varia de 25 a 35 cm, sendo em média de 30cm, com densidade de semeadura de 18 sementes por metro linear, visando ao estabelecimento de 10 a 14 plantas por metro linear, o que proporcionará uma densidade populacional de, aproximadamente, 400 mil plantas por hectare (Figura 14).



**Figura 13.** Semeadura direta em campo definitivo em SPDH sobre palhada de milho com aproximadamente 8 t/ha de massa seca.

O desafio é de melhorar o desempenho da semeadura direta de cebola ao sistema de semeadura direta em SPDH sobre coberturas de palhadas mais densas (10-12 t/ha de massa seca). Outras prioridades de pesquisa no sistema de semeadura direta são o manejo de plantas de cobertura associado às máquinas de semeadura e manejo de plantas espontâneas.



**Figura 14.** Semeadura direta em campo definitivo em SPDH sobre palhada de aveia por ocasião da colheita (170 dias após a semeadura).

## 9- FERTILIDADE DO SOLO

A variação na quantidade da matéria orgânica do solo (MOS), nos diversos sistemas de produção agrícola, depende diretamente dos fluxos de entrada e saída de carbono, através dos processos da fotossíntese e respiração. As práticas de manejo do solo adotado, incluindo sistemas de cultura e preparo do solo, afetam a taxa de decomposição da biomassa e da MOS. Parte da biomassa permanece no solo após processo microbiano de decomposição, principalmente como substância húmica que mantém e melhora os atributos do solo como na agregação e a CTC, sendo que as substâncias húmicas podem ser responsáveis por

até 80% da CTC do solo.

O cultivo da cebola está associado ao uso intensivo do solo e água, ao plantio sucessivo da mesma cultura na área, às elevadas quantidades de adubos na base e em cobertura. Pensar o solo como um *habitat* permanente das comunidades de raízes das plantas e de micro e macrorganismos, mas também como reservatório de água, matéria orgânica e nutriente, o torna um meio heterogêneo e complexo. O manejo adequado deste componente do agroecossistema manterá o seu equilíbrio dinâmico evitando explosões estressantes da biota, água, nutriente, temperatura e gás fazendo deste *habitat* um colaborador da promoção da saúde das plantas e animais. Assim, por um lado, o solo deve fornecer as condições necessárias ao sistema radicular absorver nutrientes e água na quantidade e na época relacionada com a taxa de crescimento da planta, através duma estrutura grumosa que permita aos macro e micro poros drenar o excesso e armazenar água, manter adequada velocidade de difusão do O<sub>2</sub> usado na respiração (Figura 15).

A realização da calagem e de adubações, especialmente a fosfatagem, pode melhorar o ambiente para o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, para a absorção de nutrientes na quantidade adequada à comunidade vegetal. Além disso, a adubação de base e de cobertura alocada segundo o estoque de nutrientes no solo e das taxas diárias de absorção de nutrientes pode melhorar os fatores de crescimento e desenvolvimento das plantas. Para melhorar a estrutura do solo e gerar equilíbrio biológico é necessário associar às práticas de plantio direto o uso de adubos verdes e consorciar as plantas cultivadas com as espontâneas. À medida que aumentamos a diversidade vegetal e a biota do solo, aumenta-se sua complexidade do sistema e, conseqüentemente, seu equilíbrio dinâmico. Nesse caso, é necessário pensar a prática da “adubação de sistema” em detrimento da “adubação do vaso”, também conhecido como adubação localizada, visando fornecer condições nutricionais para que todos os componentes do sistema possam apresentar desempenho satisfatório, contribuindo para uma maior eficiência do mesmo.



**Figura 15.** O solo como um habitat permanente das comunidades de raízes das plantas e de micro e macrorganismos, mas também como reservatório de água, matéria orgânica e nutriente, o torna um meio heterogêneo e complexo.

### ***9.1- Adequação da acidez e da quantidade de fósforo e potássio***

A recomendação de correção da acidez e do conteúdo de fósforo e de potássio no solo deve ser orientado com base nos resultados da análise química, tendo como objetivo manter o pH próximo a 6,0 e elevar os estoques de  $P_2O_5$  e  $K_2O$  acima do nível crítico, conforme doses apresentadas nas Tabelas 8 e 10. As operações de incorporação do calcário, fósforo e potássio devem ser realizadas antes do plantio do adubo verde e da cebola. No caso da calagem, quando necessário, deve-se aplicar a metade da dose recomendada antes da lavração e a outra metade antes da gradagem, com antecedência mínima de 90 dias do plantio, porém, os agricultores têm incorporado o calcário usando o escarificador, grade ou rotativa. Esta pratica tem ocasionado uma super-calagem na profundidade de 0-10 cm e sub-calagem de 10-20 cm, concentrando superficialmente as raízes das culturas de adubação verde, das hortaliças e de importantes plantas espontâneas. Fato que deixa a planta mais suscetível ao estresse de água e



de nutrientes, principalmente naqueles momentos em que a planta mais precisa fornecer alimentos aos drenos fortes da cebola, diminuindo a produtividade e a sua qualidade. Corrigir este erro faz com que o sistema radicular, responsável pela absorção de água e nutrientes, aumente sua capacidade de suprir a necessidade vegetativa e reprodutiva que, diga-se de passagem, é alta, portanto é necessário que o sistema radicular seja profundo e extenso para aumentar sua capacidade exploratória.

Também temos observado, através da análise química do solo e das condições de saúde das plantas, que há altas quantidades de fósforo e potássio nos solos, acumulados principalmente pela sucessiva e excessiva utilização da cama de aves e adubo químico formulado. Fato que tem refletido na baixa produtividade, no uso de mais adubo, principalmente foliar, e de elevada quantidade de pulverizações com inseticidas e fungicidas.

## **9.2-Adubos Verdes**

A utilização de herbicidas no manejo das culturas simplifica o sistema já que elimina ou diminui a diversidade de adubos verdes cultivados e espontâneos, a adição de matéria seca aérea e radicular e conseqüentemente da comunidade da biota do solo. As raízes e hifas são importantes agentes agregantes com ação física e biológica e sua simplificação torna o solo vulnerável à compactação, à erosão e favorece os estresses das plantas por deficiência e excesso de nutrientes e água e por variações excessivas de temperaturas. Para diminuir estes efeitos negativos e promover gradativamente um ambiente, que aumente o conforto das plantas, é necessário diminuir as causas dos estresses. Assim, é recomendado reduzir ao máximo a movimentação do solo e cultivar os adubos verdes e as plantas espontâneas naquelas épocas em que a hortaliça está na entre safra. No período de inverno é recomendado cultivar aveia-preta (*Avena strigosa*), centeio (*Secale cereale*), tremoço azul (*Lupinus angustifolius*) ou branco (*Lupinus albus*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) ou um coquetel de plantas (com três ou mais espécies), sendo a opção mais aceita e utilizada a composição com aveia preta + ervilhaca comum + nabo forrageiro (Figura 16). No período de verão é indicado o cultivo de milho (*Zea mays*), milheto (*Penisetum americanum*), mucuna (*Strizolobium aterrimum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), girassol (*Helianthus annuus*) e papuã (*Brachiaria plantaginea*), sendo seu coquetel mais indicado, com o de girassol + milheto + mucuna.



**Figura 16.** Adubação verde de inverno com aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), em fase vegetativa com cor verde uniforme em toda a lavoura de estudos.

O manejo das plantas de cobertura mais apropriado é com rolo-faca (Figura 17) por manter um colchão de palha sobre o solo, tardando o aparecimento de plantas espontâneas que devem ser manejadas com roçadeira no período da safra.

Esta prática objetiva a construção progressiva da biodiversidade na área de cultivo e evita o estresse nutricional, diminui fontes de inóculo de oportunistas, aumenta o potencial criatório de inimigos naturais e contribui com a melhora da estrutura do solo. Seu planejamento em longo prazo objetiva estabilizar a produção e diminuir manchas de fertilidade horizontal e vertical do solo na área cultivada. É importante conhecer quais plantas de cobertura ou seus coquetéis podem contribuir com a quebra de ciclos de “patógenos”, com a melhor relação C/N, sistemas radiculares diversificados, com a quantidade de deposição de matéria seca, com abafamento de plantas espontâneas, a criação de inimigos naturais e a rizodeposição, entre outros benefícios. O monitoramento do solo com a abertura de um perfil cultural é uma prática recomendada para fazer uma avaliação da evolução e complexidade do sistema frente ao manejo efetuado ao longo do tempo.



**Figura 17.** Utilização do rolo faca para acamar as plantas de cobertura com o objetivo de iniciar o preparo do berçário para receber as mudas. Recomenda-se preparar o berçário e o plantio da muda logo após rolagem, permitindo que a muda se desenvolva anterior às plantas espontâneas.

## **10- NUTRINDO AS PLANTAS COM BASE NAS TAXAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, AJUSTADA PELO CONTEÚDO DE NUTRIENTES NO SOLO, SINAIS DE PLANTA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

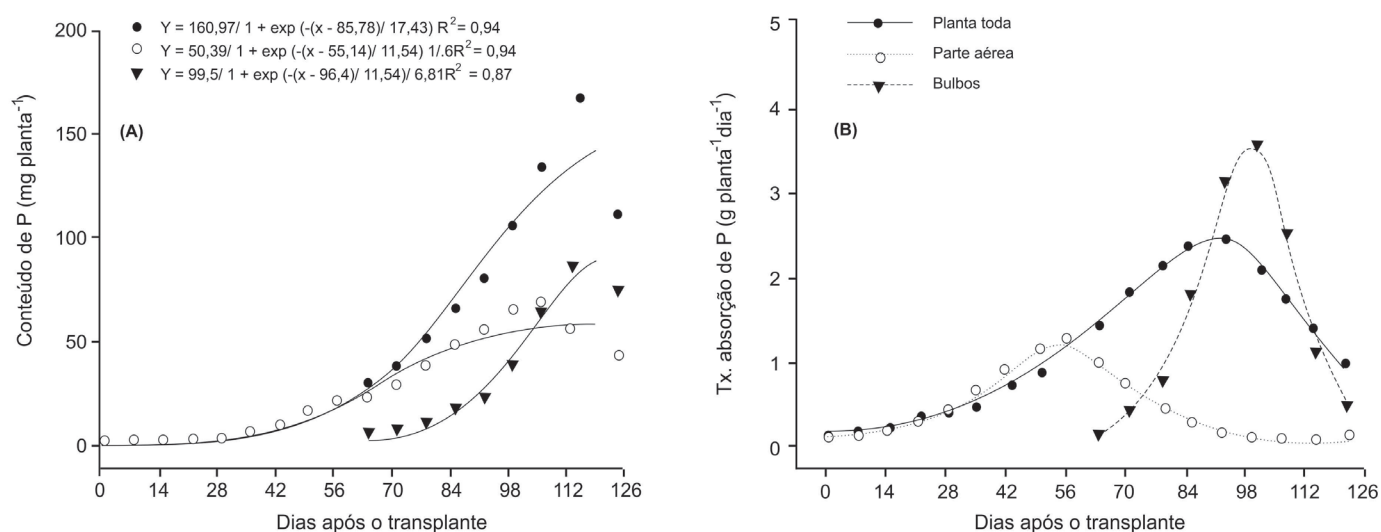
No esforço de compreender parte da relação planta-ambiente e a promoção de saúde de planta, tem-se ajustando a Taxa Diária de Absorção de nutrientes (TDA) através da interpretação dos sinais apresentados pela planta, correlacionado com o estoque dinâmico de nutrientes no solo e com as condições climáticas. Assim, a exigência de nutrientes é variável conforme o seu estágio de desenvolvimento que pode ser dividido de forma simplificada em vegetativa e bulbificação, sendo que do plantio até o início da bulbificação é absorvido entre 13 a 23% e do início da bulbificação até a colheita entre 87% a 77% do total de nutrientes absorvidos pela planta, respectivamente para SPDH agroecológico e convencional (FAYAD & MONDARDO, 2004; KURTZ et al., 2016).

## 10.1- Absorção, manejo dos nutrientes e recomendações de adubação

### 10.1.1- Fósforo

#### Absorção do Fósforo

Kurtz et al. (2016), ao avaliarem o acúmulo de P pela cebola para a cv. Bola Precoce e observaram que o P foi o quarto nutriente mais acumulado pela planta de cebola depois de N, K e Ca com acúmulo de 140,13 mg planta<sup>-1</sup>, totalizando 34,9 kg ha<sup>-1</sup> ou 80,3 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 18A). Dentre os macronutrientes, o P foi o que, proporcionalmente, teve maior acúmulo no bulbo com 69% do total, enquanto a parte aérea contribuiu com 31%. As taxas máximas de acúmulo, considerando a planta toda, ocorreram aos 86 DAT e verificou-se uma taxa de alocação de P para o bulbo elevada no período próximo aos 96 DAT, momento que ocorreu a taxa máxima de alocação do elemento (Figura 18B). Cerca de 83% do total de P foi acumulado no período de bulbificação. Após o início da bulbificação, ocorre o decréscimo rápido da taxa de alocação de P para a parte aérea, o que também foi observado por Pôrto et al. (2007). Segundo Araújo & Machado (2006), ocorre intenso processo de redistribuição de P dos tecidos vegetativos para órgãos reprodutivos. Para esses autores, nas culturas de grãos, a proporção entre a quantidade de nutrientes nos grãos e a quantidade de nutrientes na biomassa também é maior para o P do que para os demais macronutrientes, indicando uma redistribuição preferencial de P para os órgãos drenos.



**Figura 18.** Acúmulo (A) e taxa de absorção diária (B) de fósforo pela cultura da cebola (cultivar Bola Precoce)

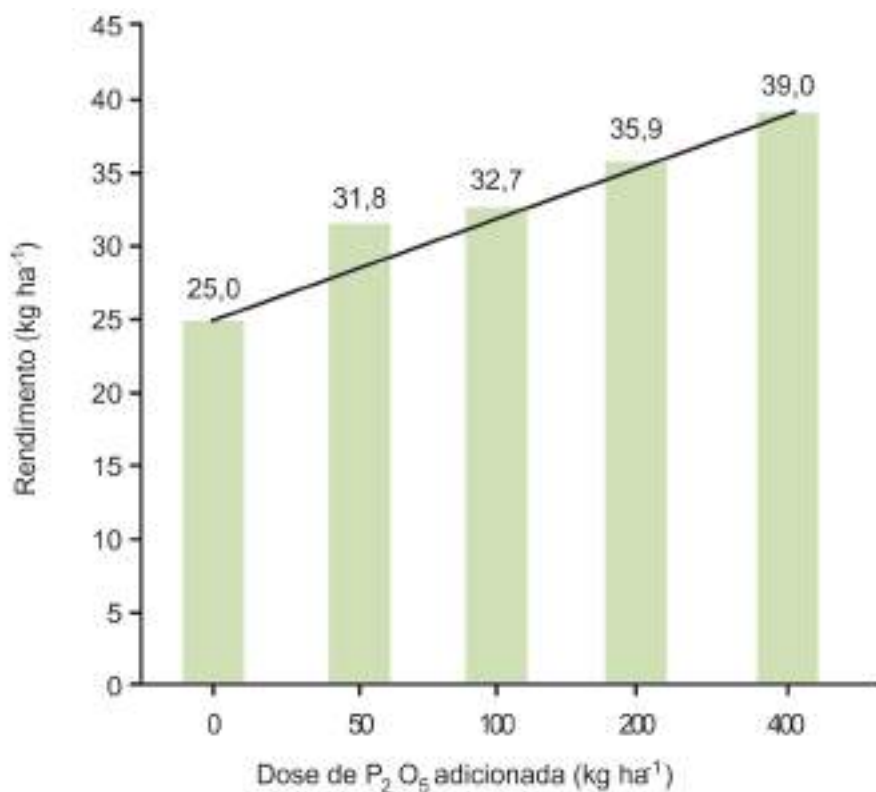
**Fonte:** Kurtz et al. (2016).

## ***Resposta da cebola a adição de fósforo (P)***

De maneira geral, a cultura da cebola apresenta uma resposta alta à adição de fósforo quando os teores do elemento são baixos no solo. Normalmente as doses aplicadas de P são semelhantes às de N e K, mas o conteúdo de P nas plantas e a extração são menores que estes nutrientes e semelhantes aos de S, Mg e Ca (BISSANI et al. 2008). Isso ocorre devido à alta fixação de P no solo e a formação de complexos pouco solúveis com Fe e Al em pH baixo e com cálcio em pH alto, além de sua ligação com a superfície de argilominerais que diminuem, desse modo, a eficiência da adubação fosfatada. Dos nutrientes essenciais às plantas, o fósforo é aquele que mais frequentemente limita o desenvolvimento, pois existe em concentrações muito baixas na solução do solo (com valores normalmente menores do que  $0,1\text{mg L}^{-1}$ ), em função de ser adsorvido muito fortemente pelos compostos sólidos minerais do solo (Ernani, 2016).

Por ser um nutriente de pouca mobilidade no solo e considerando que o sistema radicular da cebola é do tipo fasciculado, com raízes bastante superficiais, raramente ramificadas e sem pelos radiculares, exige-se quantidades P elevadas para compensar a baixa exploração do solo pelas raízes (LEE, 2010). Segundo Costa et al. (2009), a cebola apresenta um sistema radicular limitado se comparado a outras plantas. As raízes de cebola podem alcançar a profundidade de 60cm e lateralmente até 65cm, mas isso ocorre em solos bem estruturados, com boa aeração e onde não existem impedimentos físicos (WEINGÄRTNER, 2016).

Em experimentos conduzidos em Ituporanga em um solo Cambissolo Húmico em sistema convencional, verificou-se uma alta resposta da cebola para a adubação fosfatada (superfosfato triplo) em área com baixo teor de P ( $4\text{mg dm}^{-3}$  - extrator Mehlich-1). Na média de três safras, as respostas foram lineares com aumento de 56% na produtividade na maior dose avaliada de  $400\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  em relação à testemunha, sem adição de P (Figura 19).



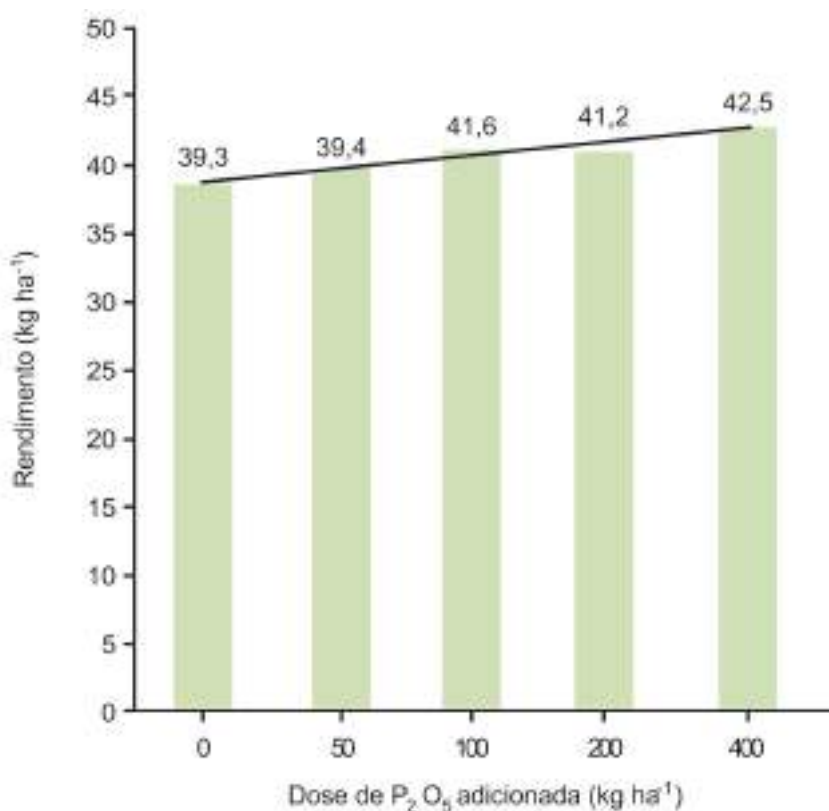
**Figura 19.** Rendimento de bulbos de cebola em função da adição de doses crescentes de fósforo e solo com baixo teor ( $4 \text{ mg dm}^{-3}$  - extrator Mehlich-1). Média de 3 safras (2010/11, 2011/12 e 2012/13) – Ituporanga (SC).

Para teores altos de P no solo ( $20$  e  $32 \text{ mg dm}^{-3}$  - extrator Mehlich-1) não houve resposta para a adição de P em experimentos conduzidos por duas safras em Ituporanga num solo Cambissolo Húmico também em manejo convencional (Figura 20). Desse modo, quando os teores de P no solo são altos ou muito altos, as doses de P indicadas pelas tabelas de recomendação são relativamente baixas em comparação aos solos pobres em P, mesmo para a obtenção de altos rendimentos, pois elas visam atender à extração pela cultura somada às possíveis perdas por fixação em argilominerais e outras reações no solo anteriormente mencionadas.

No sistema de plantio direto sob rotação de culturas tem sido registrado maiores teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na camada superficial do solo, em relação às camadas mais profundas (SÁ, 1993; DE MARIA et al., 1999; SILVEIRA & STONE, 2001) e, conseqüentemente, manutenção de maior quantidade de nutrientes no solo. A distribuição de nutrientes no perfil do solo, no plantio direto é afetada pela ciclagem feita pelas plantas e influenciada pela ausência do preparo, ocasionando sua concentração na camada superficial, principalmente dos elementos menos móveis a exemplo do P (CAMARGO, 2011). Outras alterações importantes desses processos no sistema de plantio direto são o aumento da capacidade de troca de cátions, a diminuição da toxidez de alumínio e a diminuição do potencial

do solo em reter fósforo em formas indisponíveis. A mineralização lenta e gradual dos resíduos orgânicos libera e a redistribui formas orgânicas de fósforo, mais móveis no solo e menos susceptíveis às reações de adsorção (ANGHINONI, 2009). Segundo o mesmo autor, os ácidos orgânicos diminuem a sorção de fósforo pela competição pelos sítios de adsorção do solo, aumentando a concentração deste elemento na solução.

Em trabalho de pesquisa, realizado em Ituporanga (SC), avaliando sistemas de rotação de culturas em SPDH comparado ao sistema convencional em sucessão de culturas, observou-se um acúmulo de fósforo na camada superficial (CAMARGO, 2011). Após 4 anos neste sistema, o P na camada de 0-5cm ( $128 \text{ mg dm}^{-3}$ ) foi 60% superior em relação a camada de 5-10cm ( $80 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e 300% superior que na camada de 10-20cm ( $42 \text{ mg dm}^{-3}$ ) de profundidade. Estes resultados evidenciam o acúmulo de P em função da deposição dos resíduos na superfície, da adubação superficial e das menores perdas em função da menor fixação de P neste sistema sem revolvimento. Estes resultados também demonstram a possibilidade de redução das doses de fósforo a serem adicionadas no SPDH após a consolidação do sistema.



**Figura 20.** Rendimento de bulbos de cebola em função da adição de doses crescentes de fósforo e solo com teor alto de P ( $20$  e  $32 \text{ mg dm}^{-3}$  - extrator Mehlich-1). Média de 2 safras (2009/10, 2011/12) – Ituporanga (SC).

**Fonte:** Kurtz et al., 2018.

## Recomendação de P para a cebola

Para a recomendação do fósforo para a cultura da cebola com base na análise de solo é necessário a interpretação do teor de P no solo conforme o Tabela 7 e indicação das doses segundo a Tabela 8.

**Tabela 7.** Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila para a cultura da cebola (Grupo 2) (CQFS - RS/SC, 2016).

Classe de disponibilidade	Classe de teor de argila <sup>(1,2)</sup>			
	1	2	3	4
<b>mg de P/dm<sup>3</sup></b>				
<b>Muito baixo</b>	≤3,0	≤4,0	≤6,0	≤10,0
<b>Baixo</b>	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	6,1 – 12,0	10,0 – 20,0
<b>Médio</b>	6,1 – <b>9,0</b>	<b>8,1 – 12,0</b>	<b>12,1 – 18,0</b>	<b>20,1 – 30,0</b>
<b>Alto</b>	9,1 – 12,0	12,1 – 24,0	18,1 – 36,0	30,1 – 60,0
<b>Muito alto</b>	>12,0	>24,0	>36,0	>60,0

<sup>(1)</sup> Teores de argila: classe 1 = >60%; classe 2 = 60 a 41%; classe 3 = 40 a 21%; classe 4 = 20%.

<sup>(2)</sup> Caso a análise tenha sido feita por Mehlich-3, transformar previamente os teores em “equivalentes Mehlich-1”, conforme equação  $PM1 = PM3 / (2 - (0,02 \times \text{argila}))$ .

**Tabela 8.** Recomendação de dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a ser adicionada para a cultura da cebola (CQFS- RS/SC, 2016).

Interpretação do teor de P no solo	Fósforo Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>
<b>Muito baixo</b>	280
<b>Baixo</b>	200
<b>Médio</b>	160
<b>Alto</b>	120
<b>Muito alto</b>	≤80

Para a expectativa de rendimento maior do que 30 toneladas ha<sup>-1</sup>, acrescentar aos valores da tabela acima, 3kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por tonelada adicional de bulbos a serem produzidos.

Quando os teores de P no solo forem três vezes maiores do que o teor crítico (valor do limite superior da interpretação de teor médio), não se recomenda adicionar fósforo.



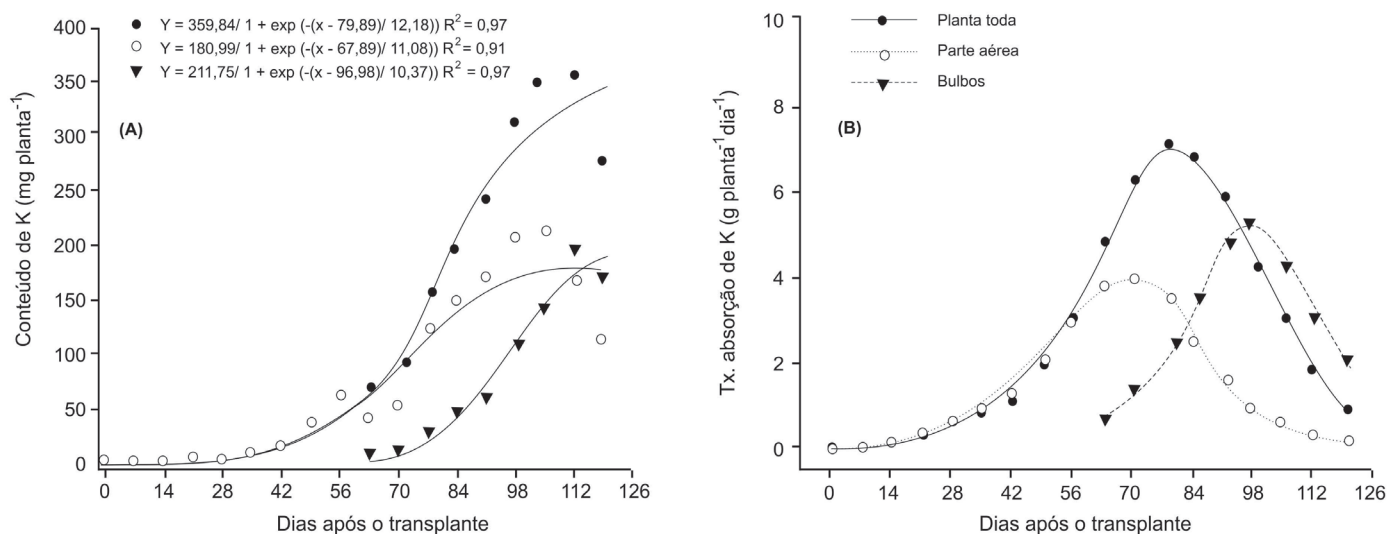
Para a cultura da cebola são utilizados em geral fontes solúveis de P. No entanto podem ser usadas fontes orgânicas, os fosfatos parcialmente acidulados como o termofosfato e os fosfatos naturais reativos, que são boas fontes deste nutriente, apresentam respostas semelhantes aos fosfatos solúveis com a vantagem da liberação gradual.

### 10.1.2- Potássio

#### Absorção de K pela cebola

Segundo o trabalho realizado em Ituporanga com o cultivar Bola Precoce (Kurtz et al., 2016) o K foi o segundo nutriente em quantidade acumulada pela cebola, totalizando 345,9mg planta<sup>-1</sup> ou 86,5kg ha<sup>-1</sup> (104kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), sendo superado apenas pelo N (Figura 21). Resultados estes semelhantes aos de May et al. (2008), Santos (2007) e Menezes Júnior et al. (2014). No entanto, para Fayad & Mondardo (2004) o K foi o nutriente mais absorvido pela cultura da cebola.

Ao final do ciclo da cultura, 53% (182,7mg planta<sup>-1</sup>) do K foi acumulado nos bulbos. O acúmulo de K pela planta, no período de bulbificação, foi de aproximadamente 87% do total acumulado nesta fase. A taxa máxima de acúmulo pela planta foi aos 80 DAT com 7,38mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, o equivalente a 1,84kg dia<sup>-1</sup> de K (Figura 21B).



**Figura 21.** Acúmulo (A) e taxa de absorção diária (B) de potássio pela cultura da cebola (cultivar Bola Precoce).

**Fonte:** Kurtz et al. (2016).

O potássio presente nas plantas desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico celular e, por consequência, na abertura e fechamento estomático (TAIZ & ZEIGER, 2009). Esse primeiro processo provavelmente, explica a grande demanda de K na bulbificação, quando promove a redução do potencial osmótico favorecendo a entrada de água e de fotoassimilados, o que contribui para o enchimento dos bulbos.

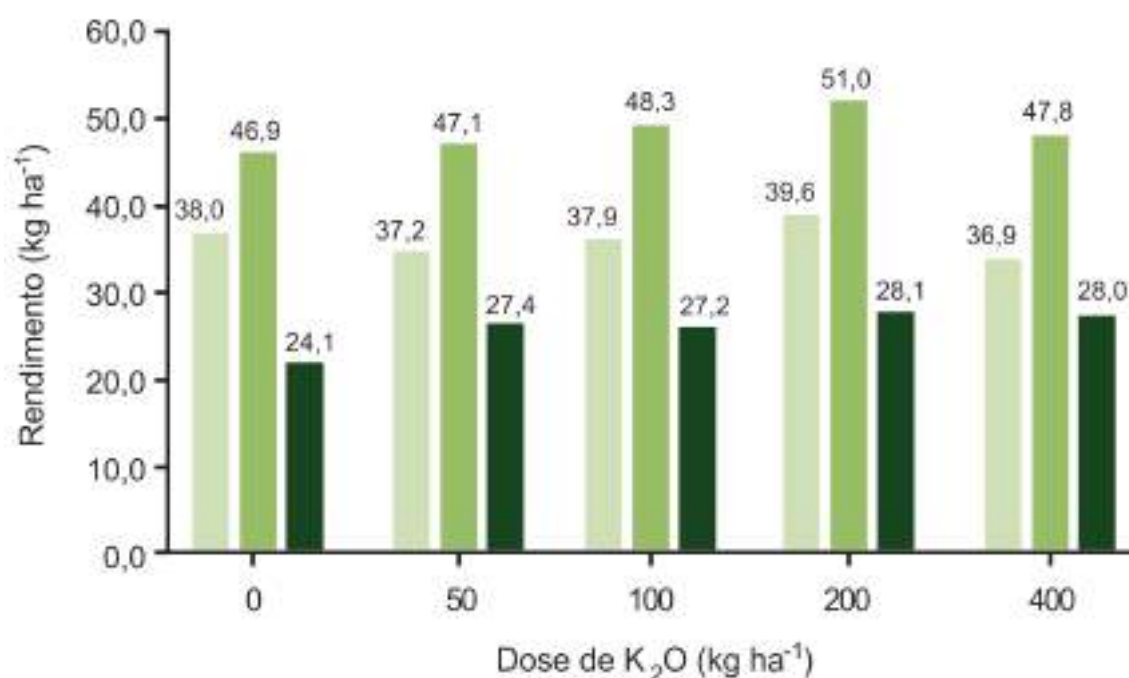
Segundo Kurtz et al. (2016) considerando a prática da adubação, onde se expressa a quantidade de K a ser aplicada em  $K_2O$ , é necessária uma disponibilidade, de aproximadamente, 2,21kg por dia de  $K_2O$  no pico de absorção deste nutriente. Esse valor é semelhante ao do N, que demandou  $1,71kg\ ha^{-1}\ dia^{-1}$  no período de maior demanda (73 DAT). Esses dados são importantes orientadores para definição da época de aplicação desses nutrientes para a cebola, uma vez que apresentam mobilidade, principalmente em solos arenosos ou de baixa CTC (SANGOI et al., 2003; CANTARELLA, 2007; ERNANI et al., 2007) e se aplicados muito antes dessa data, podem não atender à demanda da planta. Considerando o início da bulbificação aos 60 DAT, ou seja, 13 e 20 dias antes da maior taxa de acúmulo de N (73 DAT) e K (80 DAT), respectivamente, essa seria a fase (60 DAT) da cultura sugerida para aplicação de adubações de cobertura com esses nutrientes.

### ***Resposta da cebola a adição de K***

Apesar de a cebola extrair grandes quantidades de potássio, as respostas da cultura à adição desse nutriente são em geral limitadas, ao contrário do que ocorre com o nitrogênio (Brewster, 2008).

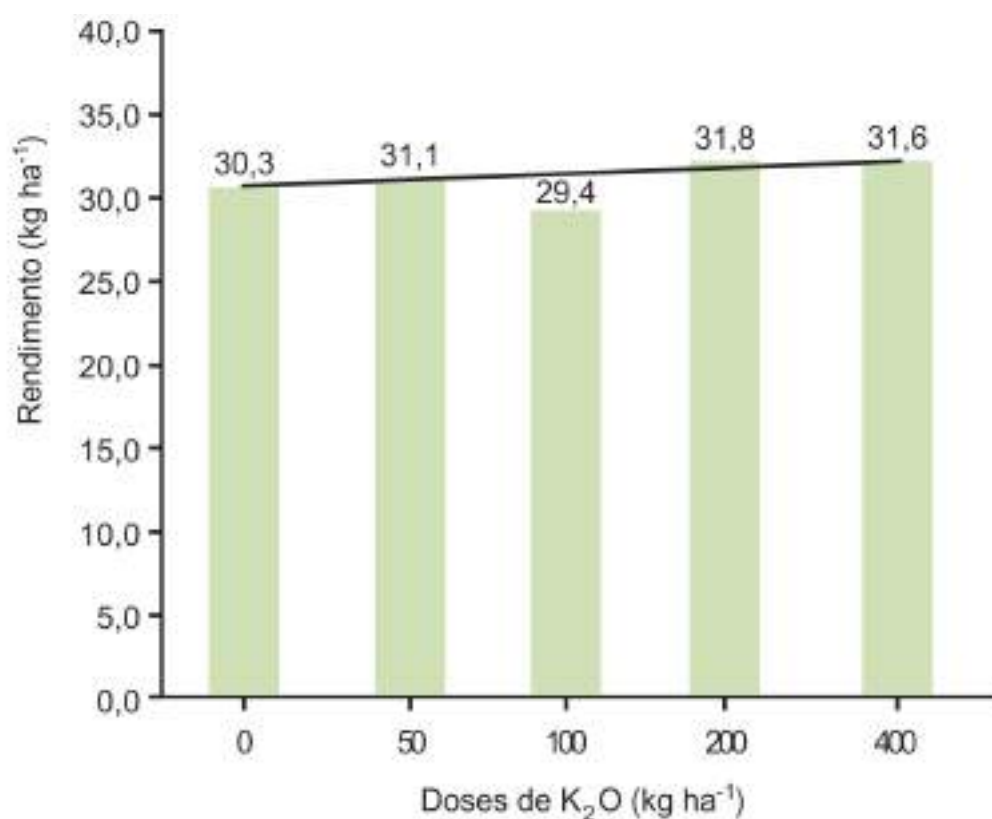
Em experimentos conduzidos em Ituporanga em um Cambissolo Húmico verificou-se uma resposta baixa da cebola para a adubação potássica, mesmo em solo com baixo teor de K ( $55mg\ dm^{-3}$ ). Em três safras avaliadas, as respostas não foram significativas para o rendimento nas duas primeiras, havendo resposta significativa na terceira safra (2013/14) avaliada com um incremento de 14% no rendimento para doses a partir de  $50kg\ ha^{-1}$  (Figura 22).

No experimento conduzido em Ituporanga (SC), em Cambissolo Húmico, (KURTZ, et al., 2018), a cebola não apresentou resposta para a adição de K (Figura 23) em função do teor alto de K no solo ( $170mg\ dm^{-3}$ ). Desse modo, quando os teores de K no solo são altos ou muito altos, as doses de K indicadas pelas tabelas de recomendação visam atender a extração da cultura somada às possíveis perdas, mesmo para a obtenção de altas produtividades.



**Figura 22.** Rendimento de bulbos de cebola em função da adição de doses crescentes de potássio em solo com baixo teor de K (55mg dm<sup>-3</sup>). Média de 3 safras (2010/11, 2011/12 e 2012/13) – Ituporanga (SC).

**Fonte:** Kurtz et al., 2018.



**Figura 23.** Rendimento de bulbos de cebola em função da adição de doses crescentes de potássio em solo com teor alto de K (170mg dm<sup>-3</sup>). Safra 2009/10 – Ituporanga (SC).

**Fonte:** Kurtz et al., 2018.

Em trabalho de pesquisa realizado, em Ituporanga (SC), avaliando sistemas de rotação de culturas em SPDH comparado ao sistema convencional em sucessão de culturas, observou-se de maneira semelhante ao fósforo um acúmulo de potássio na camada superficial (CAMARGO, 2011). Os resultados evidenciam o acúmulo de K em função da deposição dos resíduos na superfície, da adubação superficial e das menores perdas e maior eficiência da adubação neste sistema sem revolvimento. Estes resultados também demonstram a possibilidade de redução das doses de potássio a serem adicionadas no SPDH após a consolidação do sistema.

### **Recomendação de potássio para cebola**

Para a recomendação do potássio na cultura da cebola com base na análise de solo é necessária a interpretação do teor de K no solo conforme a Quadro 9 e a indicação das doses segundo a Quadro 10.

**Tabela 9.** Interpretação do teor de potássio no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme CTC do solo para a cultura da cebola (Grupo 2) (CQFS - RS/SC, 2016).

Classe de disponibilidade	CTC <sub>pH7,0</sub> do solo <sup>(1)</sup>			
	≤7,5	7,6 a 15,0	15,1 a 30,0	>30,0
<b>mg de K/dm<sup>3</sup></b>				
<b>Muito baixo</b>	≤20	≤30	≤40	≤45
<b>Baixo</b>	21 – 40	31 – 60	41 – 80	46 – 90
<b>Médio</b>	41 – 60	61 – 90	81 – 120	91 – 135
<b>Alto</b>	61 – 120	91 – 180	121 – 240	136 – 270
<b>Muito alto</b>	>120	>180	>240	>270

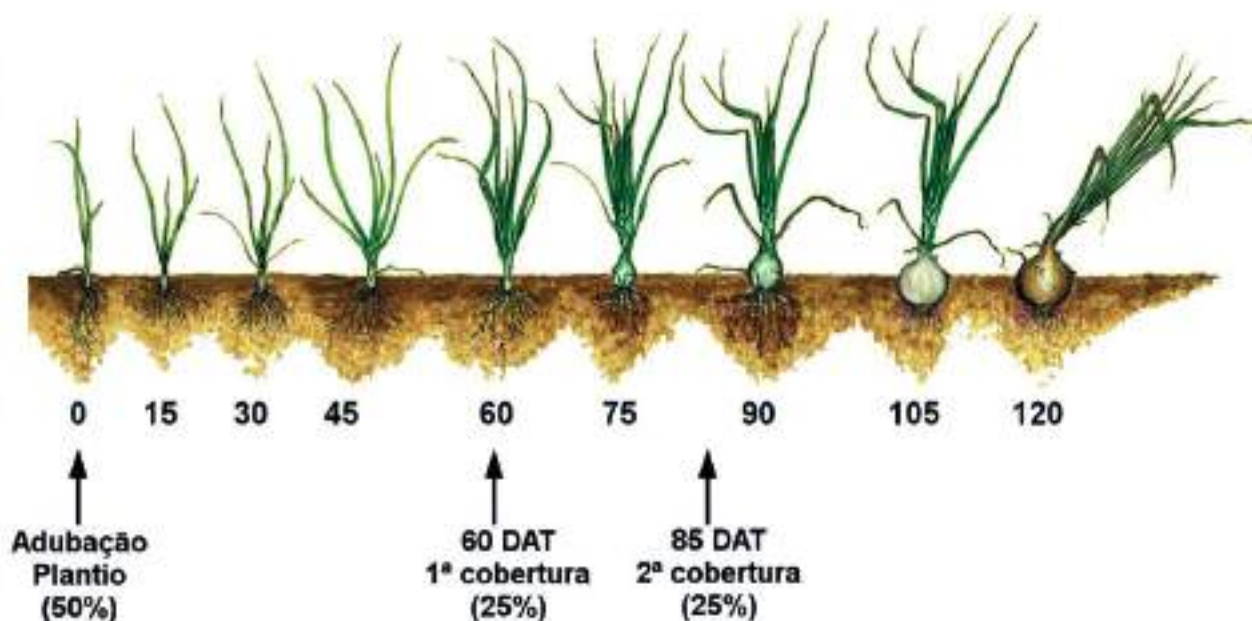
<sup>(1)</sup> Caso a análise tenha sido feita por Mehlich-3, transformar previamente os teores em “equivalentes Mehlich-1”, conforme equação  $KM1 = KM3 \times 0,83$ .

**Tabela 10.** Recomendação de dose de potássio a ser adicionado para a cultura da cebola (CQFS - RS/SC, 2016).

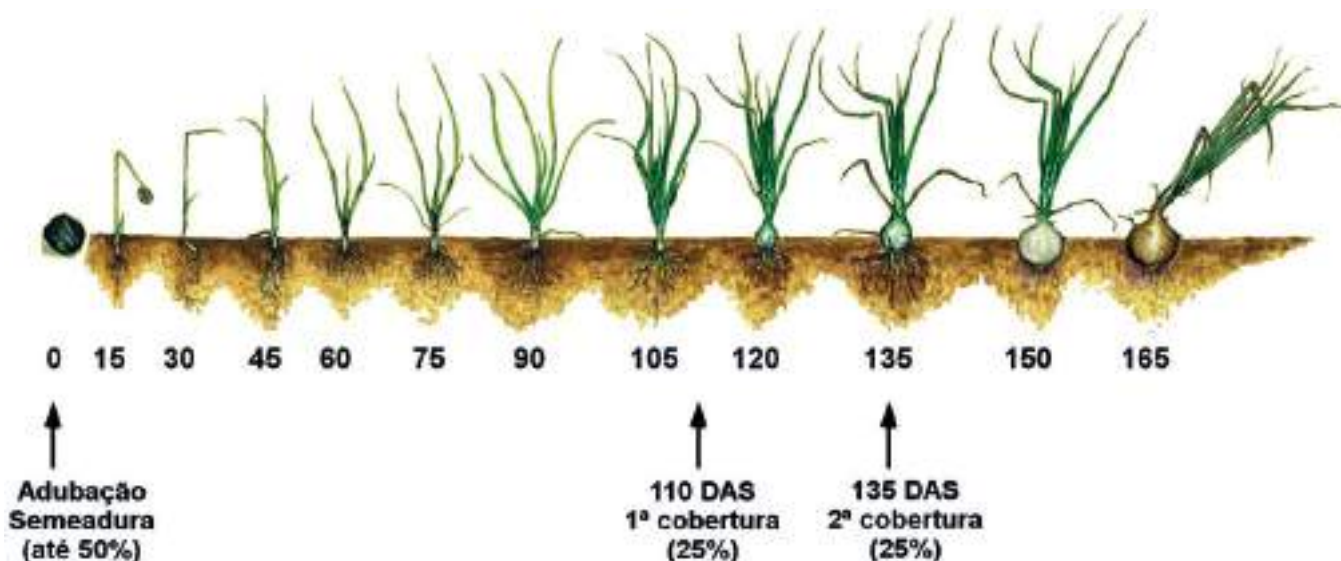
Interpretação do teor de K no solo	Potássio Kg de K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>
<b>Muito baixo</b>	210
<b>Baixo</b>	150
<b>Médio</b>	120
<b>Alto</b>	90
<b>Muito alto</b>	≤60

Para a expectativa de rendimento maior do que  $30 \text{ t ha}^{-1}$ , acrescentar aos valores da tabela acima  $3 \text{ kg de K}_2\text{O}$  por tonelada adicional de bulbos a serem produzidos. Caso os teores de K no solo forem três vezes maiores do que o teor crítico (nível superior da interpretação de teor médio), não se recomenda adicionar potássio.

O fertilizante potássico (mineral ou orgânico) de manutenção pode ser aplicado antes da semeadura a lanço ou no sulco de semeadura/plantio. Não é recomendável a adição de doses superiores a  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de potássio na linha de semeadura ou transplante. Para doses médias e altas, aplicar parte do K (50%) a lanço no transplante/semeadura e o restante em cobertura juntamente com o N aos 60 e 85 dias após o transplante ou aos 110 e 140 dias após a semeadura direta em campo definitivo (Figura 24 e 25).



**Figura 24.** Estádios fenológicos (dias após o transplante - DAT) para a cultura da cebola (cultivares OP – cultivares de polinização aberta) em sistema de transplante com a indicação do momento adequado para realização da adubação com potássio.



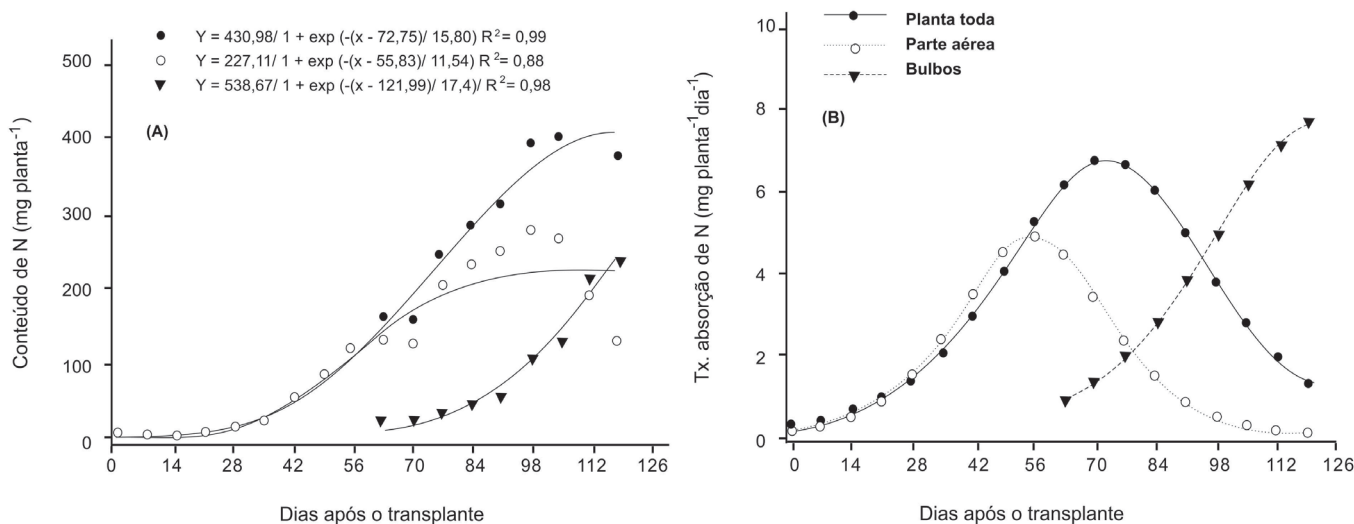
**Figura 25.** Estádios fenológicos (dias após a semeadura - DAS) para a cultura da cebola (cultivares OP – cultivares de polinização aberta) em sistema de cobertura com potássio.

### **10.1.3- Nitrogênio**

#### ***Absorção de N pela cebola***

A absorção de nitrogênio pelas raízes das plantas de cebola pode ser feita de diferentes formas. Em geral, o nutriente é absorvido nas formas dos íons  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  sendo a última a forma predominantemente absorvida em condições naturais e aeróbicas. Nos estudos realizados por Kurtz et al. (2016) em Ituporanga, SC, o N foi o nutriente mais acumulado pelas plantas de cebola, estimado em  $409 \text{ mg planta}^{-1}$ , o que equivale a uma extração de  $101,4 \text{ kg ha}^{-1}$  de N para um rendimento médio de  $37,34 \text{ t ha}^{-1}$ , equivalente a  $2,72 \text{ kg de N}$  para cada tonelada produzida (Figura 26A). Na mesma localidade e com o mesmo cultivar (Empasc 352 Bola Precoce), Menezes Júnior et al. (2014), em ensaios de sistemas de cultivo mínimo de cebola convencional e orgânico, observaram maior acúmulo de nitrogênio em relação aos demais nutrientes. May et al. (2008), ao estudar o híbrido Optima em semeadura direta no estado de São Paulo, também obteve o N como o nutriente mais acumulado com  $106,36 \text{ mg planta}^{-1}$ . Santos (2007) também verificou que o N foi o nutriente mais acumulado pelo cultivar de cebola Alfa São Francisco em sistema de transplante, na região Nordeste, observando acúmulo de  $103,4 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. No entanto, alguns estudos demonstraram que o N foi o segundo nutriente mais absorvido, geralmente sendo superado pelo K (HAAG et al., 1970; PÔRTO et al., 2006, 2007 e VIDIGAL et al., 2010). Essa falta de consenso quanto ao nutriente mais absorvido pela cebola, se o N ou o K, demonstra variação da absorção em função do cultivar, solo, clima ou sistema de cultivo.

Do total de N acumulado pela planta, 43% foram depositados na parte aérea e 57% nos bulbos (KURTZ et al., 2016). Os mesmos valores foram observados por Pôrto et al. (2006). Na primeira metade do ciclo, antes do início da bulbificação, as plantas acumularam menos de 1/3 (27%) do N total. A grande demanda (73%) ocorreu após esse período e a taxa máxima de absorção foi aos 73 DAT para a planta toda com  $6,82 \text{ mg planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , o que equivale a  $1,71 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  (Figura 26B). No bulbo, o N também foi o nutriente mais acumulado e teve maiores taxas de acúmulo e demanda crescente até no final do ciclo. A quantidade de N maior no bulbo do que na parte aérea no final do ciclo pode ser atribuída à redistribuição do N presente na parte aérea.



**Figura 26.** Acúmulo (A) e taxa de absorção diária (B) de nitrogênio pela cultura da cebola (cultivar Bola Precoce)  
**Fonte:** Kurtz et al. (2016).

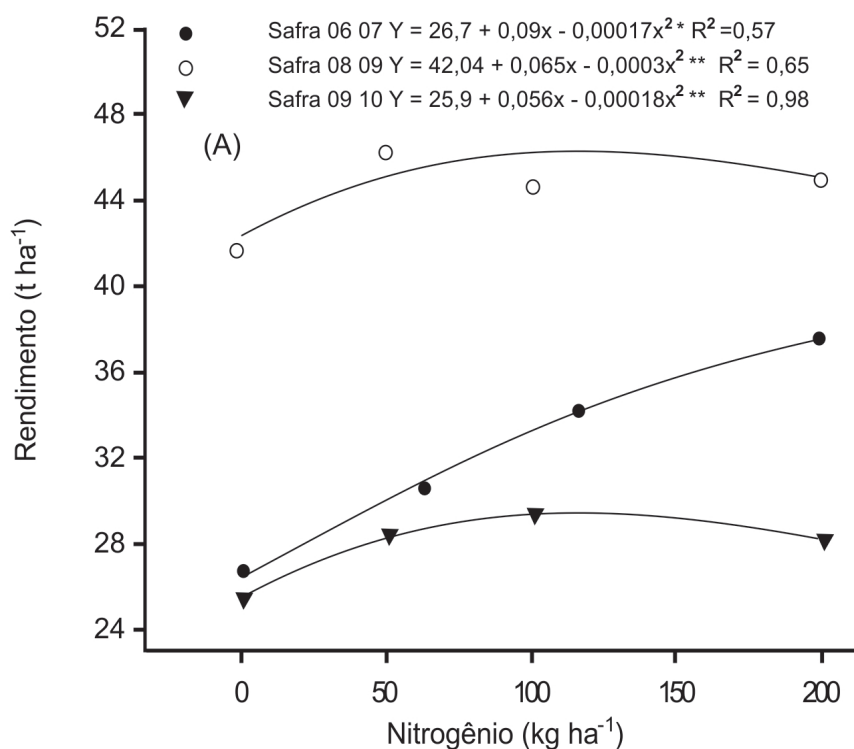
### ***Resposta da cebola a adição de N***

A cultura da cebola geralmente apresenta alta resposta à adição de N. O suprimento de N inferior às exigências da cebola reduz, significativamente, o rendimento. Entretanto o excesso de N ou o suprimento na época inadequada em relação às exigências das plantas afeta a sanidade, a qualidade dos bulbos e aumenta as perdas de bulbos na colheita e pós-colheita (MAY, 2006; Kurtz et al., 2012, 2013; HIGASHIKAWA & MENEZES JÚNIOR, 2017).

A dose de N que proporciona a máxima produtividade depende do cultivar (MAY et al., 2007; RESENDE & COSTA, 2014) e de atributos de solo, principalmente dos teores de argila e de matéria orgânica (MAGALHÃES, 1988; VIDIGAL, 2000), além das condições de cultivo (BATAL et al., 1994) e, normalmente, se situa entre 100 e 200kg ha<sup>-1</sup> (MAY et al., 2007; KURTZ et al., 2012, 2013, RESENDE & COSTA, 2009). No entanto, é evidente que a magnitude de resposta e a quantidade de N a ser empregada na cultura da cebola dependem de fatores climáticos, da população de plantas, do teor de água no solo, do parcelamento da dose e, principalmente, do teor de matéria orgânica do solo e de sua taxa de decomposição (MAGALHÃES, 1988; MENEZES JÚNIOR & KURTZ, 2016).

## Sistema de transplante

Para o sistema de transplante com manejo convencional do solo (aração + gradagem), Kurtz et al. (2012) demonstraram que as doses para o maior retorno econômico para a cebola foram de até 200kg ha<sup>-1</sup> de N, em solo arenoso com baixo teor de matéria orgânica (MO) e de 116 a 142kg ha<sup>-1</sup> de N, em solos com teores médios de argila e MO (Figura 27). Diversos trabalhos realizados em outros estados brasileiros também indicaram a necessidade de doses superiores a 100kg ha<sup>-1</sup> de N para obtenção de altos rendimentos de bulbos de cebola (MAY et al., 2007; RESENDE & COSTA, 2009; FACTOR et al., 2009; VIDIGAL et al., 2010; RESENDE & COSTA, 2014).



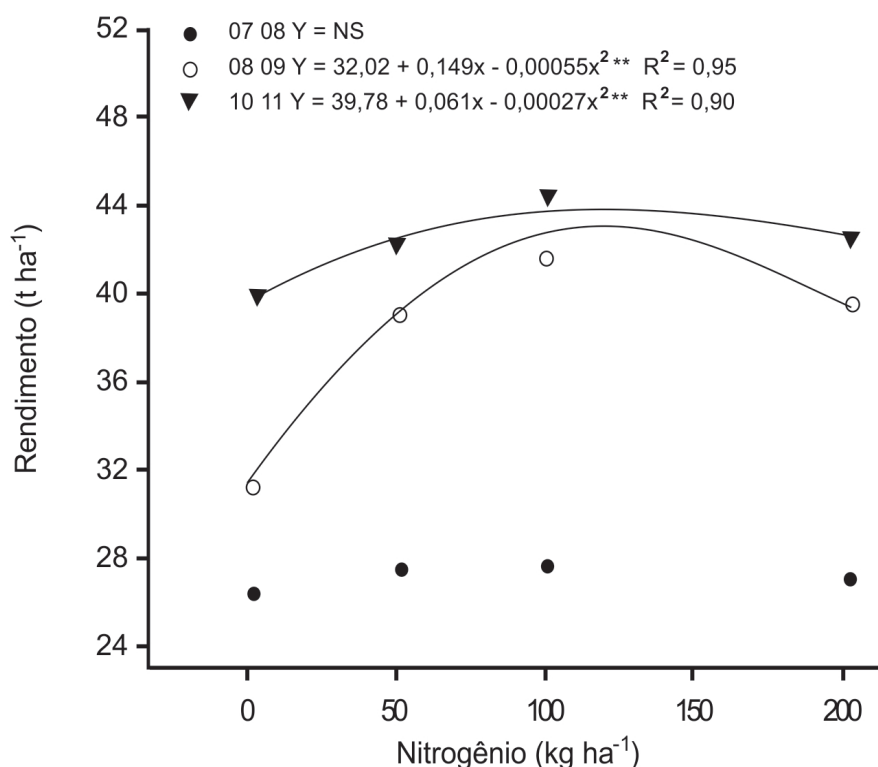
**Figura 27.** Rendimento de cebola em transplante em sistema de manejo convencional do solo em função da adição de doses crescentes de nitrogênio nas safras 2006/07, 2008/09 e 2009/10.

**Fonte:** Kurtz et al. (2012).

No sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) com o transplante das mudas sem nenhum revolvimento do solo, o efeito da adição de N ao solo no rendimento de bulbos de cebola variou entre as safras avaliadas (Figura 28) e a resposta foi menor em relação ao sistema convencional de manejo do solo permitindo uma redução da quantidade aplicada de nitrogênio neste sistema (KURTZ et al., 2013). Os resultados de pesquisa obtidos permitiram concluir que o rendimento de cebola aumentou com a aplicação



N em duas das três safras avaliadas e as doses que proporcionaram o máximo retorno econômico foram de 131 e 102kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente nas safras 2008/09 e 2010/11. Em relação ao parcelamento da adubação com N, verificou-se na safra 2008/09, quando houve maior intensidade de chuvas, que o parcelamento da adubação nitrogenada não afetou o rendimento, porém reduziu das perdas em pós-colheita, passando de 25% quando a aplicação do N em cobertura foi realizada em apenas uma vez, para 15% quando a aplicação foi parcelada em três vezes. O parcelamento também influenciou a arquitetura de plantas onde a adubação nitrogenada em cobertura parcelada em três vezes proporcionou plantas mais baixas em média de 5cm e apresentou folhas mais eretas, comparado com a aplicação do N em cobertura em apenas uma vez.



**Figura 28.** Rendimento de cebola em transplante em sistema plantio direto (na palha) em função da adição de doses crescentes de nitrogênio nas safras 2007/08, 2008/09 e 2010/11.

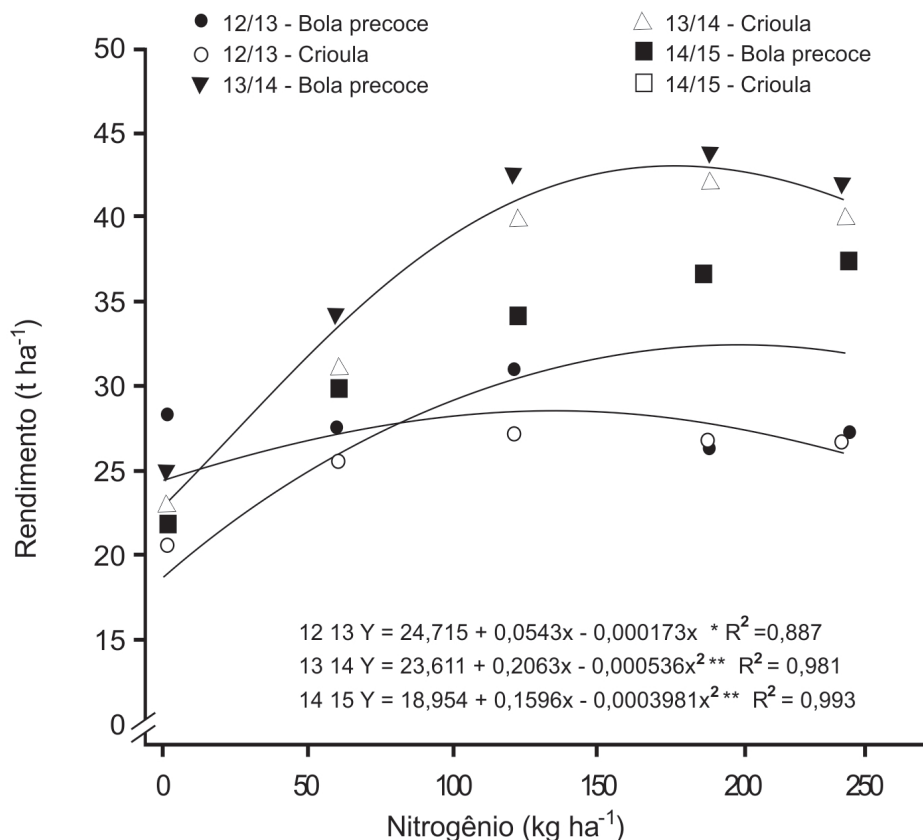
**Fonte:** Kurtz et al. (2013).

### ***Sistema de semeadura direta***

No sistema de semeadura direta (semeadura em campo definitivo), as respostas à adição de N são maiores do que para o sistema de transplante em aproximadamente 20%. A necessidade de doses maiores de N no sistema de semeadura direta em relação ao sistema de transplante de mudas pode ser atribuída ao maior ciclo que ocorre a campo na semeadura direta, que é de, aproximadamente, 170 dias; ao passo que no sistema de transplante é de cerca de 120 dias. Além disso, no sistema de semeadura direta geralmente

se utilizam populações de plantas maiores do que no sistema de transplante, aumentando assim a exigência por N (MAY et al., 2007).

Segundo Kurtz (2015), o rendimento de bulbos aumentou de forma quadrática para os cultivares Bola Precoce e Crioula com o incremento das doses de N nas três safras avaliadas (Figura 29). Na safra 2012/13, o rendimento médio das duas cultivares passou de 24,7 t ha<sup>-1</sup> no tratamento sem adição de N, para 29,0 t ha<sup>-1</sup> na dose de máxima eficiência técnica (MET), estimada com a adição de 157kg ha<sup>-1</sup> de N, o que representou um incremento de 17,3%. Nas safras seguintes de 2013/14 e 2014/15, o rendimento total teve aumento mais expressivo, passando de 23,6 e 19,0 t ha<sup>-1</sup> na testemunha sem N, para 43,5 e 35,0 t ha<sup>-1</sup> na dose de MET que se situou em 192 e 200kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, representando um incremento de 84% no rendimento em ambas as safras pela adição do nutriente. As quantidades necessárias de N para o máximo rendimento neste estudo foram superiores àquelas observadas por May et al. (2007), em trabalho realizado no estado de São Paulo. Portanto, a necessidade de adição de N deve considerar, entre outros fatores, a localidade, as condições de cultivo e o cultivar.



**Figura 29.** Rendimento de bulbos dos cultivares de cebola Bola Precoce e Crioula nas safras 2012/13, 2013/14 e 2014/15, em função da aplicação de doses crescentes de nitrogênio. \*, \*\*: significativo a 5 e 1 %, respectivamente.

**Fonte:** Kurtz (2015).

## **Recomendação de nitrogênio para a cebola**

Para a recomendação de nitrogênio são usados como referência os teores de matéria orgânica do solo, conforme indicado na Tabela 11.

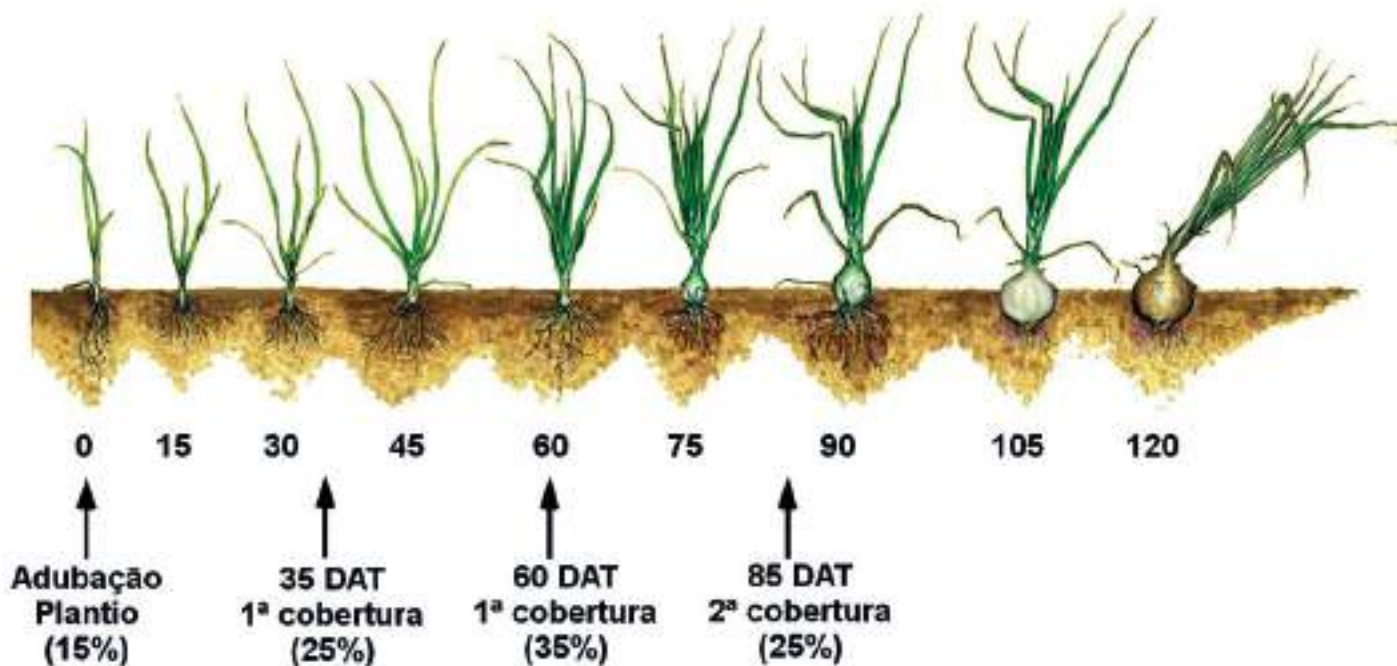
**Tabela 11.** Recomendação de nitrogênio com base nos teores de matéria orgânica do solo (CQFS - RS/SC, 2016).

<b>Teor de matéria orgânica no solo</b>	<b>Nitrogênio</b>
%	kg de N ha <sup>-1</sup>
≤ 2,5	120
2,6 – 5,0	100
> 5,0	≤80

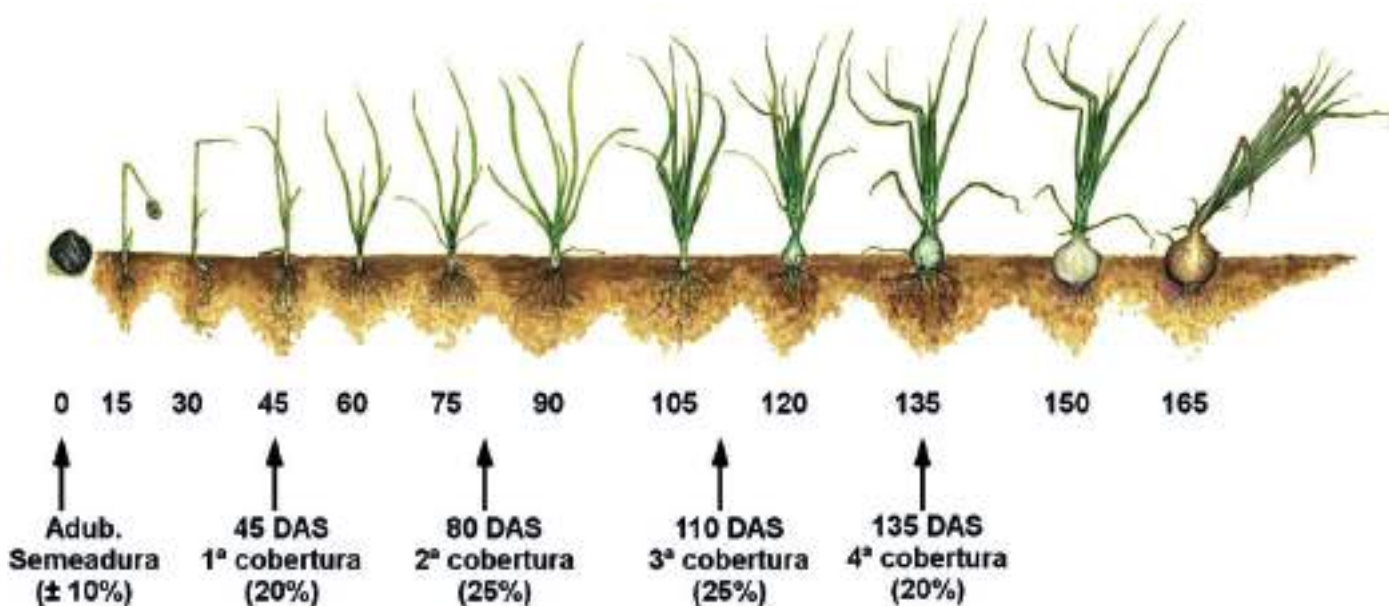
Para a expectativa de rendimento maior do que 30 t ha<sup>-1</sup>, acrescentar aos valores da tabela, 4 kg de N ha<sup>-1</sup> por tonelada adicional de bulbos a serem produzidos.

No manejo do solo em sistema de plantio direto de hortaliças já consolidado e no caso de armazenamento da produção por período longo, sugere-se reduzir as doses em até 25% em relação aos valores indicados na tabela acima.

No sistema de transplante, adicionar aproximadamente 15% da dose no plantio e o restante da dose dividir em pelo menos três parcelas de 25, 35 e 25% da dose em cobertura aos 35, 60 e 85 dias após o transplante (Figura 30).



**Figura 30.** Estádios fenológicos (dias após o transplante - DAT) para a cultura da cebola (cultivares OP – cultivares de polinização aberta) em sistema de transplante e a indicação do momento adequado para realização da adubação com nitrogênio.



**Figura 31.** Estádios fenológicos (dias após a semeadura – DAS) para a cultura da cebola (cultivares OP – cultivares de polinização aberta) em sistema de semeadura direta em campo definitivo e a indicação do momento adequado para realização da adubação com nitrogênio.

Para o sistema de semeadura direta (semeadura em área definitiva) acrescentar 20% para as doses indicadas na tabela acima, aplicando-se  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  (~10%) na semeadura e o restante da dose dividir em pelo

menos quatro aplicações em cobertura aos 45, 80, 110 e 135 dias após a semeadura (Figura 31). No manejo do solo em sistema de plantio direto de hortaliças (na palha) já consolidado ou no caso de armazenamento da produção por período longo, sugere-se reduzir as doses em até 25% em relação aos valores indicados na tabela acima.

Neste sistema de recomendação a adubação nitrogenada busca seguir a curva de absorção de N com parcelamento em maior número de vezes e doses, conforme a demanda da cultura em cada época. O parcelamento do N recomendado anteriormente para ambos os sistemas de cultivo indica um número mínimo de aplicações do N em cobertura, se houver possibilidade de parcelar estas adubações em maior número de vezes, pode ser vantajoso.

Neste sistema de adubação parcelada com base nas taxas diária de absorção de nutrientes, principalmente do N, é imprescindível a utilização da irrigação. Isto é fundamental para que no momento da bulbificação a planta tenha alcançado o desenvolvimento foliar necessário à formação do bulbo, evitando a produção de bulbos de classe inferior a 3.

#### **10.1.4- Enxofre**

##### ***Resposta da cebola a adição de S***

Nas últimas safras, especialmente a partir de 2010, diversas lavouras de cebola na região do Alto Vale do Itajaí (SC), apresentaram sintomas da carência de S. Em áreas de semeadura direta (semeadura em campo definitivo), o problema tem ocorrido com maior frequência, ocasionando redução da população pela morte das plantas, mas essa carência também é observada em áreas em sistema de transplante de mudas. Através de estudos realizados pela Epagri e UFPR (Universidade Federal do Paraná) em casa de vegetação com a supressão de nutrientes e em lavouras deficientes, foi possível chegar ao diagnóstico da deficiência do enxofre em 2013 (KURTZ, 2013), que até então era confundida com a ausência outros nutrientes, principalmente zinco. Nas lavouras afetadas com a deficiência de S, se a adubação corretiva com esse nutriente não for realizada de imediato, pode ocorrer redução drástica de produtividade, superior a 50%, mesmo com adoção de um bom padrão tecnológico. A carência de S é mais comum em solos mal manejados,

em sistema convencional, degradados, arenosos e com baixo teor de matéria orgânica, mas também ocorre em solos bem manejados em SPDH.

Segundo o Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o RS e SC (CQFS – RS/SC, 2016), não se recomenda a adição de S quando os teores no solo forem superiores a  $10 \text{ mg dm}^{-3}$  para a cultura da cebola, no entanto conforme os resultados obtidos em experimento (KURTZ et al., 2018), essa recomendação não está adequada para a cultura da cebola para os dois Cambissolos avaliados, os quais abrangem a grande maioria das áreas cultivadas com cebola em Santa Catarina, pois nesses solos houve resposta para a adição de S mesmo quando os teores foram de  $16,6 \text{ mg dm}^{-3}$  no Cambissolo Húmico e de  $18,7 \text{ mg dm}^{-3}$  no Cambissolo Háplico. Desse modo, é indicado a adição de S nestes dois solos sempre que os teores de S forem inferiores a  $20 \text{ mg dm}^{-3}$ . Já para o Nitossolo Bruno avaliado, mesmo com teores menores ( $13,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ), não houve resposta para a adição de S para a cultura da cebola, indicando que o nível crítico de  $10 \text{ mg dm}^{-3}$  estaria adequado, conforme recomendação da CQFS – RS/SC (2016). Isso provavelmente decorre da maior disponibilidade do S para a cultura devido ao maior teor de argila neste solo (54%), enquanto nos dois Cambissolos o teor de argila é inferior a 40%. O pH do solo, os teores de matéria orgânica, a argila e os óxidos se relacionam com a disponibilidade de S-SO<sub>4</sub> e as respostas à adubação sulfatada são mais prováveis em solos com baixos teores de matéria orgânica e argila e também com pH elevados.

### ***Recomendação de enxofre para cebola***

Com base nos trabalhos de pesquisa realizados pela Epagri em parceria com a UFPR, recomenda-se a reposição desse elemento quando os teores no solo forem inferiores a  $20 \text{ mg dm}^{-3}$  para os solos Cambissolos e menores de  $10 \text{ mg dm}^{-3}$  para Nitossolos (KURTZ et al., 2018). Com base nessas pesquisas, recomenda-se para Cambissolos a dose de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de S quando os teores do nutriente no solo forem inferiores a  $15 \text{ mg dm}^{-3}$  e a adição de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de S quando os teores estiverem na faixa  $15$  a  $20 \text{ mg dm}^{-3}$  e não adicionar S quando o teor for superior a  $20 \text{ mg dm}^{-3}$ . Para os Nitossolos recomenda-se a adição de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de S quando os teores estiverem abaixo de  $10 \text{ mg dm}^{-3}$ .

### **10.1.5- Micronutrientes**

As respostas a adição de micronutrientes, normalmente, são menores ou inexistentes em solos bem manejados como no SPDH. No entanto, a cultura da cebola tem demonstrado resposta para a adição de zinco e manganês mesmo em solos bem manejados em SPDH e teores médios e altos de matéria orgânica. Já para o B, em solos com teores médios e altos de matéria orgânica (MO) e bem manejados em SPDH, rotação de culturas ou com adição de adubos orgânicos a possibilidade de resposta a adição de B é baixa.

#### ***Resposta da cebola a adição de Mn***

Em Santa Catarina, nas áreas onde as plantas têm apresentado sintomas de deficiência de Mn, o pH do solo geralmente é superior a 6,0 ou a incorporação do calcário é inadequada, há predomínio de monocultivo e, em geral, os solos são intensivamente cultivados (EPAGRI, 2013). A deficiência de Mn também é comum nos solos Cambissolos Húmicos (chamados na região de “faxinais”). Esses solos, comuns na região do Alto Vale do Itajaí e no Planalto Catarinense, apresentam coloração escura devido aos teores altos de matéria orgânica, nesses solos possivelmente também há uma quelação dos íons de Mn pela fração orgânica do solo, tornando o elemento com baixa disponibilidade na solução do solo. Nestes solos, mesmo conduzidos com manejo adequado em SPDH observa-se frequentemente deficiência deste elemento. Segundo trabalhos realizados por Kurtz & Ernani (2010), em Ituporanga (SC), em Cambissolo Háplico, a aplicação de Mn não alterou a produtividade, o peso médio de bulbos e a perda no armazenamento em nenhuma das três safras avaliadas, independentemente do método de aplicação (ao solo ou via foliar). A ausência de resposta neste estudo para a aplicação de Mn, provavelmente se deve ao valor de pH relativamente baixo das áreas experimentais (5,6 a 5,9) e pelo adequado manejo do solo adotado na área com adubação equilibrada, revolvimento mínimo do solo e rotação de culturas, entretanto, Bühner et al. (1996) obtiveram aumentos na produtividade de cebola com aplicação de sulfato de manganês tanto ao solo quanto por meio de pulverizações foliares, em Ituporanga (SC). Os melhores resultados ocorreram com pulverizações foliares nas concentrações de 1 e 0,5 % ou com 8 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de Mn adicionado ao solo. Resultados similares foram obtidos em outras áreas da região que apresentavam sintomas de deficiência de Mn (BOING et al., 1996).

## ***Recomendação de manganês para cebola***

Em áreas deficientes de manganês, recomenda-se realizar de 2 a 4 pulverizações foliares com sulfato de manganês na concentração de 0,5 a 1% em intervalos de uma a duas semanas. A correção do Mn via solo também pode ser adotada com a adição de 5 a 20 kg ha<sup>-1</sup>, preferencialmente, na linha de planto ou semeadura, todavia, a adubação com Mn via solo, normalmente, apresenta baixa eficiência em função da imobilização do nutriente no solo.

## ***Resposta da cebola a adição de Zn***

Em trabalho de pesquisa realizado por Kurtz & Ernani (2010) em Ituporanga (SC), em solo Cambissolo Háplico, observou-se que a adição de Zn ao solo aumentou a produtividade de bulbos de cebola. Nas três safras avaliadas (2006/07, 2007/08 e 2008/09) houve um aumento médio no rendimento superior a 11%. Para obtenção da máxima eficiência técnica estimada, foi necessário adicionar em média 3,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. A aplicação de Zn nas folhas não alterou a produtividade de cebola em nenhuma das safras. A aplicação de seis pulverizações foliares com sulfato de zinco, na concentração de 0,5%, proporcionou produtividade de bulbos semelhante à da testemunha, onde não foi aplicado Zn. Vários outros autores também observaram que a adição de Zn aumenta a produtividade de cebola em diversas situações. Foi o que verificou Peña et al. (1999), na Venezuela, que obtiveram incremento de 28% pela aplicação de 2,52 kg ha<sup>-1</sup> de Zn; com Gupta et al. (1985), na Índia, onde o incremento foi de 30% pela adição de 5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn; e com Asif et al. (1976) em solo arenoso da Nigéria. El-Tohamy et al. (2009) avaliaram o efeito da aplicação de micronutrientes na produtividade de cebola em um solo arenoso do Egito. Eles pulverizaram as folhas de cebola com Zn, na concentração de 0,3 g L<sup>-1</sup>, e verificaram incrementos no rendimento de 60 e de 43% nas safras 2006 e 2007, respectivamente. Em algumas circunstâncias, entretanto não tem havido resposta da cultura da cebola à adição de Zn ao solo (CAMPBELL & GUSTA, 1965).

As tabelas oficiais de recomendação de adubação utilizadas nos estados do RS e de SC, mencionam



que, a partir de  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn no solo, é baixa ou nula a possibilidade de resposta à aplicação desse nutriente aumentar a produtividade das culturas (CQFS - RS/SC, 2016), entretanto mesmo em solo que apresentava teor entre 2,2 e  $3,2 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn, a aplicação desse nutriente incrementou o rendimento de bulbos de cebola (KURTZ & ERNANI, 2010). Isso pode ser explicado pela alta exigência da cebola por Zn e, também, pelo seu pequeno sistema radicular, o que resulta na exploração de um menor volume de solo em relação a outras culturas, requerendo portanto, maior concentração de Zn no solo. Na safra 2010/11 foram conduzidos experimentos com Zn em três propriedades de produtores de cebola em Santa Catarina nos municípios de Vidal Ramos, Aurora e Atalanta. Das três áreas avaliadas, todas manejadas em sistema convencional de manejo do solo, duas apresentaram resposta significativa para rendimento pela adição de Zn via solo com incremento de 6 e 18%, nas áreas dos municípios de Atalanta e Vidal Ramos, respectivamente.

### ***Recomendação de zinco para a cebola***

Aplicar 3 a  $4 \text{ kg ha}^{-1}$  via solo previamente ao planto ou semeadura, podendo ser adicionado a lanço (ou via pulverização) com incorporação ou no sulco juntamente com a adubação contendo NPK. A adubação com Zn possui efeito residual de pelo menos dois anos. Outra alternativa para o fornecimento deste nutriente via solo é o uso de esterco e de outros fertilizantes orgânicos. Para suprir eventuais deficiências de zinco durante o desenvolvimento das plantas pode-se aplicar via foliar o sulfato de zinco a 0,5%, fazendo-se de duas a quatro aplicações em intervalos de uma a duas semanas. A aplicação de sulfato de zinco pode causar injúrias nas folhas quando o ambiente estiver seco e quente, neste caso fazer a aplicação ao final da tarde.

### ***Resposta da cebola a adição de B***

Em trabalho de pesquisa realizado por Kurtz & Ernani (2010) em Ituporanga (SC) em solo Cambissolo Háplico, a aplicação de B, independentemente da dose e da forma aplicada em solo bem manejado e com médio teor de matéria orgânica (via solo ou por meio de pulverizações foliares) não alterou a produtividade

de bulbos de cebola. Outros autores também não têm encontrado aumento de produtividade de cebola pela aplicação de B (RAO & DESHPANDE, 1971; PEÑA et al., 1999). Rao (1974), entretanto verificou que a aplicação de 1,8 kg ha<sup>-1</sup> de B combinada com 13,4 kg ha<sup>-1</sup> de Cu aumentou em 43% o rendimento dos bulbos na Índia. A ausência de resposta da cultura da cebola à aplicação de B no estudo realizado por Kurtz & Ernani (2010) pode ser explicada, em parte, pelos valores relativamente altos de matéria orgânica no solo (38 g kg<sup>-1</sup>) e pelo manejo adequado do solo em sistema de cultivo mínimo e rotação de culturas. Outro fator que também pode ter contribuído para isso são os valores moderados de pH do solo (5,6 a 5,9), que favorecem a permanência de B na sua solução. Soprano & Silva Junior (1996) avaliaram o efeito do pH de um solo catarinense na produtividade de cebola em casa de vegetação e verificaram que as melhores produções foram obtidas entre pH 5,0 e 6,5; acima de pH 7,0, a produção de matéria seca teve redução drástica e as plantas apresentaram sintomas de deficiência de B, provavelmente devido à formação de boratos de cálcio de baixa solubilidade. Por outro lado, em experimento realizado por Kurtz et al. (2001 – dados não publicados), em um Cambissolo Háplico (Atalanta, SC) com baixo teor de matéria orgânica (20 g kg<sup>-1</sup>) com manejo em sistema convencional, verificou-se resposta significativa para rendimento de bulbos com a adição de B, tanto via solo como via foliar para a cultura da cebola. Nesse trabalho, o rendimento passou de 22,9 t ha<sup>-1</sup> na testemunha para um máximo de 32,9 t ha<sup>-1</sup>, representando um incremento de 43,7%, com a adição de 1,65 kg ha<sup>-1</sup> de B usando como fonte o bórax. Já na realização de três pulverizações foliares com bórax a 0,25%, observou-se um incremento no rendimento de 23,1%, demonstrando que a adubação via solo é mais eficiente. Adicionalmente, na safra 2010/11 foram conduzidos experimentos com B em três propriedades de produtores de cebola de Santa Catarina nos municípios de Vidal Ramos, Aurora e Atalanta. Das três áreas avaliadas, todas manejadas em sistema convencional de manejo do solo, duas apresentaram resposta significativa para rendimento pela adição de B via solo com incremento de 8 e 23%, nas áreas dos municípios de Atalanta e Vidal Ramos, respectivamente. Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que em solos com teores médios e altos de matéria orgânica (MO) e bem manejados em SPDH, rotação de culturas e com adição de adubos orgânicos a possibilidade de resposta a adição de B é baixa. No entanto, em solos intensivamente revolvidos em sistema de preparo convencional, com MO baixa e quimicamente desequilibrados e na ausência de rotação de culturas, há grande possibilidade de resposta pela adição de B, principalmente via solo para a cultura da cebola.

### ***Recomendação de boro para a cebola***

Para solos com teor baixo de matéria orgânica e intensivamente cultivados nos primeiros anos após a implantação do SPDH, adicionar 1,5-2,0 kg ha<sup>-1</sup> via solo previamente ao planto ou semeadura. Após a consolidação do SPDH, 4-5 anos após sua implantação, provavelmente poderá ser suprimida a aplicação de B. A adição do B pode ser realizada a lanço (ou via pulverização) com incorporação ou no sulco juntamente com a adubação contendo NPK. Por possuir efeito residual baixo pode ser necessário aplicar anualmente. Outra alternativa para o fornecimento desse nutriente via solo é o uso de esterco e outros fertilizantes orgânicos. Para suprir eventuais deficiências de boro durante o desenvolvimento das plantas pode-se aplicar via foliar o ácido bórico ou bórax na concentração de 0,25%, realizando-se de duas a quatro aplicações em intervalos de uma a duas semanas.

### ***10.2- Cultivando a cebola fertirrigada***

No sistema fertirrigado as adubações parceladas com base nas taxas diárias de absorção de nutrientes são sugeridas na Tabela 12 para os nutrientes N e K. Outros nutrientes também podem ser complementados via fertirrigação. Na tabela 12 é sugerido a proporção (%) da dose semanal, pois as doses totais são indicadas nas tabelas correspondentes de cada nutriente e podem variar de acordo com a disponibilidade no solo do elemento no solo e do rendimento desejado.

**Tabela 12.** Recomendação de N e K proporcional (percentual da dose total) semanal para a cultura da cebola em sistema de transplante fertirrigado com base nas curvas de absorção de nutrientes (Adaptado de KURTZ et al., 2016).

Semana	Percentual (%) da dose total de N a adicionar	Percentual (%) da dose total de K a adicionar
1ª Semana	0,70	0,13
2ª Semana	0,95	0,21
3ª Semana	1,41	0,37
4ª Semana	2,08	0,65
5ª Semana	3,01	1,14
6ª Semana	4,26	1,97
7ª Semana	5,82	3,31
8ª Semana	7,60	5,37
9ª Semana	9,36	8,19
10ª Semana	10,72	11,41
11ª Semana	11,31	14,02
12ª Semana	10,94	14,81
13ª Semana	9,72	13,34
14ª Semana	8,02	10,40
15ª Semana	6,22	7,23
16ª Semana	4,59	4,63
17ª Semana	3,27	2,82
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**OBS.:** As recomendações são com base no sistema de transplante e ciclo normal da cultura (120 dias do transplante a colheita) considerando plantio dentro da época ideal e condições climáticas normais. Plantios antecipados ou tardios e eventuais anormalidades climáticas podem alterar o ciclo pós transplante, necessitando nestes casos, ajustes da adubação conforme o ciclo da cultura.

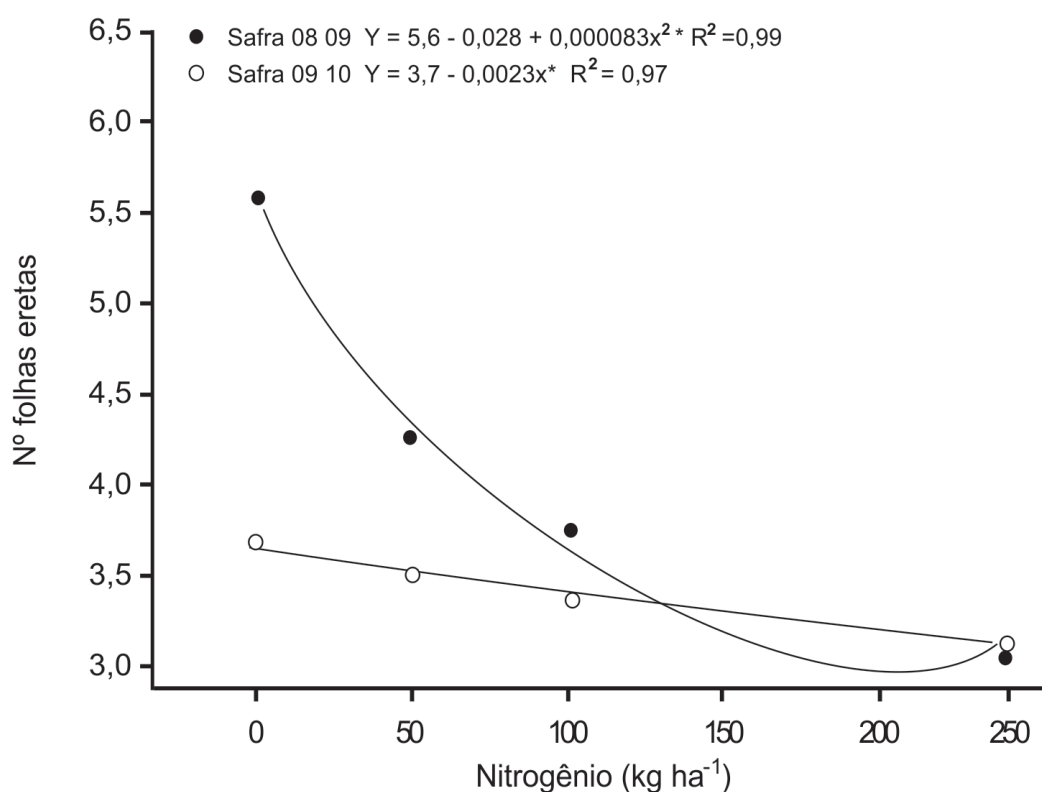
### **10.3- Ajustando as adubações de cobertura através dos sinais de planta e condições climáticas**

Nestes eventos de taxas de crescimentos e de absorção de nutrientes podemos observar uma correlação positiva entre acúmulo de matéria seca e absorção de todos os nutrientes determinados nos trabalhos apresentados. Segue-se o mesmo padrão quando os resultados quantitativos são transformados em percentual do total produzido e absorvido. Aqui, o raciocínio é que ao aumento diário de matéria seca é necessário que todos os nutrientes estejam disponíveis para a planta nas devidas quantidades e proporções e “produzir todos os dias tecidos e metabolismo plenos”. Ao contrário daquelas adubações sucessivas de N, P

e K, e do Ca e Mg adicionados pela correção da acidez do solo com calcário dolomítico, que somam-se cinco dos quatorze elementos minerais essenciais conhecidos na atualidade como necessários para promover o “funcionamento da planta”. Ao longo de vários cultivos as plantas apresentam sintomas de deficiência de elementos minerais causados pela sua falta ou pelo excesso de outro ocasionando retranslocações em massa daqueles locais forçados a serem fontes de nutrientes aos drenos em crescimento. A consequência desta forma de pensar e executar adubação tem produzido estresses à planta na forma de sintoma de deficiência e de suscetibilidade a doenças e pragas. As condições que envolveram os experimentos e as lavouras de estudos que produziram as quantidades de nitrogênio e potássio para as adubações de cobertura jamais se repetirão. Portanto, serão necessários ajustes na quantidade e época destas recomendações. Primeiramente, fazer estes ajustes considerando que esta hortaliça é sensível principalmente à temperatura e à luminosidade, as quais interferem no seu crescimento, desenvolvimento e absorção de nutrientes. Outrossim, as taxas de produção de fotoassimilados e de absorção de nutrientes variam diariamente com a interferência destas duas condicionantes climáticas, que podem persistir por vários dias. É neste evento persistente que poderemos aumentar, diminuir e até eliminar a adubação recomendada para o período, com reflexo direto na produção e na saúde da planta. Assim, períodos com temperaturas ótimas para a fase da cultura, associados a dias de céu limpo, portanto com muita luminosidade, haverá aumento na produção fotossintética e também da transpiração, sendo possível que a planta necessite de mais nutrientes. Por outro lado, diminuindo a fotossíntese, o que pode ocorrer em dias nublados e ainda mais com temperatura abaixo do ótimo, é possível que a planta necessite de menos nutrientes. É possível, porque há outro elemento a ser incorporado na tomada de decisão em abastecer a demanda de nutrientes pela planta. A planta expressa sinais característicos na parte aérea e radicular, principalmente na folha: a) em seu tamanho, forma (ereta ou curva) e cor (intensidade e brilho); b) diferença de intensidade da cor verde entre as folhas maduras e novas; c) sinais de realocação em massa dos nutrientes das pontas das folhas para o dreno principal (formação de novas folhas e do bulbo); d) uniformidade e tamanho das plantas e bulbos; e) fase da planta (vegetativo e bulbificação). Agregando os sinais de planta às condições climáticas, a decisão em alterar a adubação de cobertura recomendada na tabela, ficará assim: a planta apresenta diferença de intensidade do verde entre folhas velhas e novas (sinal de planta adubada adequadamente), está bulbificando (dreno forte que precisam de nutrientes e fotoassimilados), período ensolarado e temperatura ótima (bom para fotossíntese), indicam que a planta está “bombada”, com sua produção a todo vapor, pedindo o aumento da adubação recomendada. Nestas mesmas condições, porém a planta não apresenta diferença de intensidade do verde entre folhas velhas e novas (provável excesso de adubação), indica que devemos diminuir a adubação recomendada para o período. Noutra condição onde não há diferença de intensidade do verde entre folhas velhas e novas, período nublado e temperaturas baixas para o crescimento, diminuimos em mais de 50% ou suprimimos a

adubação recomendada para o período. **Assim, as recomendações das adubações de coberturas com N e K, incluindo a Tabela 12, deverão ser relacionados com a Tabela 13.** No caso de interpretação errônea dos sinais da planta e da sua relação com o clima, pode haver diminuição da produtividade por falta de adubação. Caso incorra na repetição do erro em função de adubação deficitária, é provável que ocorra intensa retranslocação de nutrientes das folhas para o bulbo (drenos mais fortes). Por outro lado, o excesso de adubação vai ocasionar um crescimento vegetativo rápido, gerando tecidos malformados (“moles”) e coloração verde exuberante e brilhoso. Ambas situações, que devem ser evitadas, geram quadros de facilidades para a entrada de organismos prejudiciais e ataque de insetos e, como consequência, o uso de fungicidas, acaricidas e inseticidas. **“Lembre-se que pouco adianta adubar as plantas se não houver uma terra estruturada (“fofa”), construída pela biomassa, sistema radicular e atividade biológica”.**

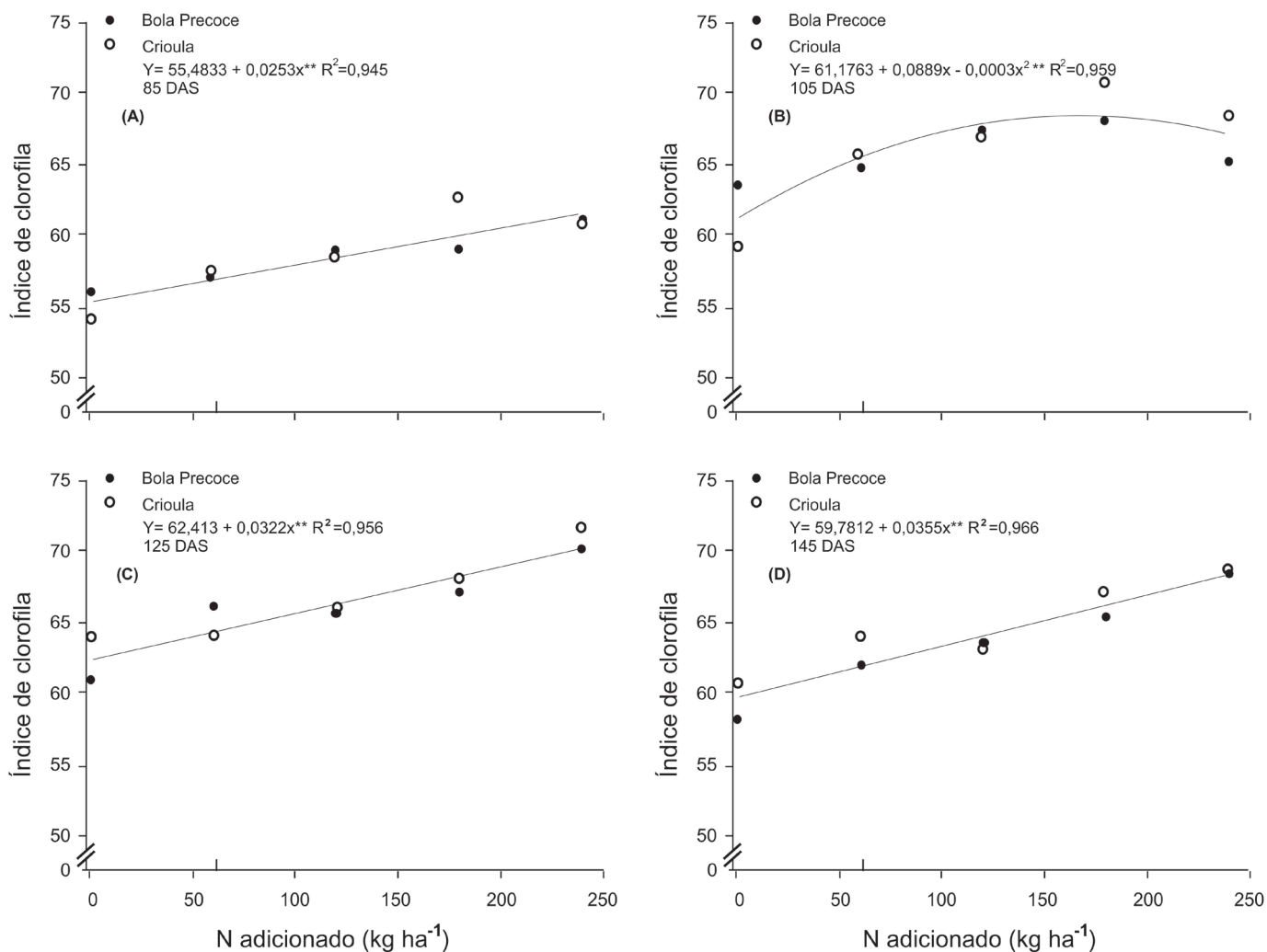
A cultura da cebola apresenta respostas de várias maneiras pela adição de nitrogênio. São respostas comuns relacionadas ao crescimento, intensidade cor verde das folhas, rendimento e outras como, por exemplo, a arquitetura foliar apresentando plantas mais eretas, que é o desejado, ou plantas com folhas menos eretas, tortas e quebradas que indicam o excesso de N (Figura 32). Estes sinais das plantas podem ser importantes orientadores no ajuste da adubação nitrogenada.



**Figura 32.** Número de folhas eretas (c) de cebola em função da adição de doses crescentes de nitrogênio ao solo, em duas safras. \*: significativo ( $p \leq 0,05$ ).

**Fonte:** Kurtz et al. (2012).

A intensidade do verde das folhas também tem sido utilizada com sucesso em diversos estudos como critério indireto para avaliar o nível de nitrogênio na planta em tempo real, de maneira não destrutiva. Isso devido ao fato de diferentes doses de N proporcionarem diferentes concentrações de clorofila e de tons de verde na folha que determinam a intensidade da radiação absorvida e refletida pelo dossel (Fontes, 2011). Esse método destaca-se recentemente como alternativa para avaliar o estado de N da planta em tempo real, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade da cor verde, teor de clorofila (Figura 33) e a concentração de N na folha (KURTZ, 2015).



**Figura 33.** Intensidade de cor verde avaliada pelo índice de clorofila em folhas de cebola dos cultivares Bola Precoce e Crioula em função da adição de doses crescentes de N em quatro épocas na safra 2013/14.

**Fonte:** Adaptado de Kurtz (2015).

**Tabela 13.** Ajuste da quantidade de adubação de cobertura com N, baseado na associação entre os sinais de planta, condições climáticas e estoque de nutriente no solo.

1.0 - Período com temperaturas ótimas (de 15 a 28°C), tempo ensolarado, folhas de cor verde claro (amarelecimento e/ou secando as pontas) e eretas em fase vegetativa..... ANTECIPAR E AUMENTAR EM ATÉ 20 A 30% A QUANTIDADE DE NITROGÊNIO RECOMENDADOS NA TABELA PARA A ÉPOCA/PARCELA;
2.0 - Período com dias nublados ou chuvosos frequentes com temperaturas baixas e folhas de cor verde claro (amarelecimento e/ou secando as pontas) e eretas em fase vegetativa..... MANTER A QUANTIDADE DE NITROGÊNIO RECOMENDADOS NA TABELA PARA A ÉPOCA/PARCELA;
3.0 - Período com dias nublados ou chuvosos frequentes com temperaturas baixas e folhas de cor verde claro (amarelecimento e/ou secando as pontas) e eretas em fase vegetativa..... MANTER A QUANTIDADE DE NITROGÊNIO RECOMENDADOS NA TABELA PARA A ÉPOCA/PARCELA;
4.0 - Período com dias nublados ou chuvosos frequentes com temperaturas baixas e plantas com coloração de verde intenso com arquitetura foliar “embaraçada” (folhas mais velhas “deitadas” e quebradas)..... DIMINUIR DE 20 A 30% A QUANTIDADE DE NITROGÊNIO RECOMENDADOS NA TABELA PARA A ÉPOCA/PARCELA.

## 11- COLHEITA, CURA E ARMAZENAGEM

A cebola é um produto perecível, o que propicia perdas pós-colheita se não forem devidamente observadas as técnicas de produção, o ponto de colheita (Figura), a adequada cura, um eficiente sistema de armazenamento, os cuidados no manuseio e no transporte, etc. Todos esses fatores conjugados são importantes, porque os bulbos, mesmo depois de colhidos, são estruturas vivas que continuam seus processos fisiológicos (EPAGRI, 2013).



### **11.1- Colheita**

A colheita da cebola é um dos principais fatores a influir na qualidade do produto no período de armazenamento. O ponto ideal de colheita é quando o bulbo alcança a maturação fisiológica, que é manifestada pelo tombamento ou estalo da planta, devido ao murchamento do pseudocaule. Essa é uma indicação de que o bulbo pode ser colhido, contudo a lavoura apresenta plantas com diferentes graus de maturação. Recomenda-se iniciar o arranquio da lavoura desde que os bulbos estejam bem formados, quando houver entre 5% e 20% de “estalamento” para variedades de ciclo médio, 50% a 70% de “estalamento” para as de ciclo precoce, e mais de 70% de “estalamento” para as de ciclo superprecoce (Figura 32), (EPAGRI, 2013).



**Figura 34.** Estalamento da cebola indicando ponto de colheita. Nesta lavoura de estudos foi realizado o corte das folhas para facilitar colheita, transporte e armazenagem.

## **11.2- Cura**

O processo de cura consiste na secagem das películas externas e do pseudocaule (pescoço), tornando o bulbo mais resistente a danos e infecções por microrganismos, melhorando a qualidade comercial da cebola e aumentando seu período de conservação. A cura serve para eliminação da umidade externa dos bulbos e para secagem das partes verdes, tornando o colo bem fechado, reduzindo a respiração e proporcionando a cor característica de cada variedade de cebola. Bulbos bem curados podem ser armazenados por longo período de tempo e transportados a longas distâncias, enquanto a cebola colhida prematuramente, ou que foi mal curada, é de difícil conservação durante o transporte e o armazenamento. A cura deve ser iniciada no campo, por um período de 3 a 14 dias, dependendo do clima. Por ocasião da colheita, deixam-se os bulbos em molhes sobre o chão, arrumados em fileiras com as folhas de uns cobrindo os outros para protegê-los da insolação direta, evitando-se, assim, o desenvolvimento de pigmentação verde e queimaduras. Como o objetivo da cura é secar as plantas, é importante que a lavoura esteja livre de alta infestação de plantas espontâneas, pois o sombreamento delas poderá dificultar a cura. Chuvas leves durante o período de cura, praticamente, não afetam os bulbos, porém se chover muito pode haver prejuízo à cura e um produto mal curado não se armazena bem. Depois de curada, os bulbos devem ser recolhidos e transportados até o armazém acondicionados em caixas plásticas, “big bags”, sacos que permitam a ventilação ou em caixotes de madeira (“bins”) (Figura 33), os quais os bulbos podem ser armazenados até a comercialização. No armazém, a cura se completa em poucas semanas, obtendo-se um produto seco, de melhor coloração e facilmente conservado. Em períodos chuvosos, todo o processo de cura pode ser efetuado em galpões, sobre estaleiros com boa ventilação. Após a cura, os bulbos poderão ser imediatamente comercializados ou, então, armazenados em condições adequadas para aguardar o momento oportuno de venda (EPAGRI, 2013).



**Figura 35.** Recolhimento dos bulbos curados em caixa de madeira adaptada para ser usada no armazenamento. Valdemar L. da Silva, Alfredo Wagner (SC).

### **11.3- Armazenamento**

Após o arranquio ou a cura, a cebola pode ser comercializada ou armazenada. Neste caso, o sistema de armazenagem em estaleiros é o mais utilizado para a cebola. No entanto nos últimos tem aumentando rapidamente a armazenagens em caixotes de madeira buscando praticidade e redução de mão de obra (Figura 34). Em galpões apropriados, ventilados naturalmente, a cebola é disposta nos estaleiros em pilhas de 30 a 50cm, onde permanecem até o momento da comercialização. Em regiões mais quentes, esse sistema pode ser utilizado por apenas 2 ou 3 meses e em regiões mais frias, por até 6 meses. O agricultor deve monitorar as perdas na armazenagem a fim de decidir pelo prolongamento ou não do período de estocagem da cebola. A capacidade de conservação dos bulbos no armazenamento depende do manejo e dos tratamentos culturais da lavoura no campo, das condições climáticas durante a colheita e da cura e do manuseio após a colheita. Bulbos provenientes de lavouras que tiveram severos ataques de pragas e doenças ou que apresentam traumatismos devidos ao manejo inadequado antes ou depois da colheita estão sujeitos a uma má conservação no armazenamento. Bulbos grandes ou florescidos ou com pescoço grosso não se conservam

bem e devem ser eliminados, se possível, antes da armazenagem, pois apodrecem e estragam também os bulbos sadios. Também bulbos colhidos e curados com chuva dificilmente se conservam adequadamente, pois vêm do campo para o armazém com maior carga microbiana. Nas operações de colheita, transporte e carregamento do armazém, deve-se ter o máximo de cuidado para não machucar a cebola, nem mesmo romper a película, pois qualquer ferimento ou abertura na casca servirá de porta de entrada para contaminação de microrganismos, que vão provocar apodrecimentos, principalmente a “camisa d’água”, doença que provoca apodrecimento da parte externa do bulbo.

Os cultivares utilizados em Santa Catarina são naturalmente resistentes à armazenagem e podem ser bem conservados por 4 a 5 meses no sistema de caixotes ou convencional de armazenamento em estaleiros.



**Figura 36.** Armazenamento em caixotes com 500 Kg de cebola e detalhamento da abertura lateral do galpão para troca de ar. Valdemar L. da Silva, Alfredo Wagner (SC).

## 12- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALVES, D.P.; WAMSER, G.H.; OLIVEIRA, V.R. Escolha do cultivar. In: MENEZES JÚNIOR., F.O.G.; MARCUZZO, L.L. (Orgs.). **Manual de práticas agrícolas: guia para a sustentabilidade das lavouras de cebola do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016. 143p.
- ANGHINONI, I. Adubação fosfatada e potássica em plantio direto. In: FONTOURA, S. M.V.; BAYER, C. (Org.). **Manejo e fertilidade de solos em plantio direto**, 2. ed., Guarapuava: Fundação de Pesquisa Agropecuária, p. 91-109, 2009.
- ARAÚJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p.253-280.
- ASIF, M.I.; KHAN, A.A.; AJAKAIYE. Zinc nutrition of onions as influenced by phosphorus. **Journal Agricultural Science**, Nigéria, 87, p.277-279, 1976.
- BARBIREI, R.L. **Cebola: ciência, arte e história**. 3. Ed. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2007.150p.
- BARBIERI, R.L. & MEDEIROS, **A cebola ao longo da história**. In: BARBIREI, R.L. Cebola: ciência, arte e história. 3. Ed. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2007.150p.
- BATAL, K.M.; BONDARI, K.; GRANBERRY, D. M.; MULLINIX, B. G. Effects of source, rate, and frequency of N application on yield, marketable and rot incidence of sweet onion (*Allium cepa* L. cv. granex-33). **Journal Horticultural Science**, 69:1043-1051, 1994.
- BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2. Ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. 344p.
- BOING, J.; WERNER, H.; DEBARBA, J.F. Unidade de observação de adubação de manganês na cultura da cebola no município de Imbuia (SC). In: REUNIÃO DE PESQUISA DA CEBOLA NO MERCOSUL, Ituporanga, 1996. **Resumo de Anais**. Ituporanga, Epagri, 1996. 56p.
- BREWSTER, J.L. **Onions and other vegetable alliums**. 2 ed. Wellesbourne, UK. 2008. 455p.
- BÜHRER, R.R.; WERNER, H.; DEBARBA, J.F. Unidade de observação de adubação de manganês na cultura da cebola. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA CEBOLA NO MERCOSUL, Ituporanga, 1996. **Resumo de Anais**. Ituporanga, Epagri, 1996. 55p.
- CAMARGO, E.S. **Manejo conservacionista do solo e rotação de culturas para Cebola**. Lages, 2011. 80p. (Dissertação de Mestrado)
- CAMPBELL, I.D.; GUSTA, L.V. The response of carrots and onion to micronutrients on organic soil in Manitoba. **Canadian Journal Plant Science**, 47:419-423, 1965.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, R.L.F.E.; CANTARUTTI, R.B. NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p.375-470.
- COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. de; ARAUJO, J. F.; SANTOS, C. A. F.; LIMA, M. A. C.; CANDEIA, J. C.; BANDEIRA, G. R. L. Resposta de cultivares de cebola (*Allium cepa* L.) a doses de fósforo em cultivo orgânico no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira** 27: S3428-S3432. 2009.

CQFS - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2016. 376p.

DE MARIA, I. C.; NNABUDE, P. C.; CASTRO, O. M. de. Longterm tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.51, n.1, p.71-79, 1999.

EL-TOHAMY, W.A.; KHALID, A.K.; EL-ABAGY, H.M.; ABOU-HUSSEIN, S.D. Essential oil, growth and yield of onion (*Allium Cepa* L.) in response to foliar application of some micronutrients. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 3:2001-2005, 2009

EPAGRI. Sistema de produção para a cebola – Santa Catarina. Florianópolis: Epagri. 106p. (Sistemas de Produção, 46) 2013.

ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes às plantas**. 2a edição. Lages (SC), 2016. 256p.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, R.L.F.E.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p.551-594.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 22 de agosto, 2017.

FACTOR, T.L.; LIMA, J.R.S.; PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S.W.; TRANI, P.E.; BREDA JR.; J.M.; ROCHA, M.A.V. Manejo da adubação nitrogenada na produção de cebola em planto direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA 49. **Horticultura Brasileira**. 27: Suplemento CD-ROM. 2009.

FAYAD, JA; MONDARDO, M. **Determinação das taxas diárias de absorção de nutrientes pela cebola, cv. Crioula, cultivada no sistema de plantio direto de hortaliças**. Florianópolis: Epagri. 8p. (Boletim Técnico, 5) 2004.

FONTES, P.C.R. **Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose**. Viçosa (MG), 2011. 296p.

GUPTA, V.K.; RAJ, H.; GUPTA, S.P. A note on effect of zinc application on the yield and zinc concentration of onion (*Allium cepa* L.). **Haryana Journal of Horticultural Sciences**, 12: p.141-142, 1985.

HAAG, H.P.; HOMA, P.; KIMOTO, T. Nutrição mineral de hortaliças. VIII. Absorção de nutrientes pela cultura da cebola. **Anais... ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”**, Piracicaba. p.143-153, 1970.

HIGASHIKAWA, F.S.; MENEZES JÚNIOR, F.O.G. Adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, PR, v.18, n.2, p.1-10, 7 jul. 2017.

INIA – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria del Uruguay. **Tecnología para la producción de cebolla**. Montevideo: Unidad de Agronegocios y Difusión Del INIA. 2005. 247p. (Boletn de Divulgación 88)

KURTZ, C. **Acúmulo de nutrientes e métodos de diagnose nutricional de nitrogênio para a cultura da cebola**. Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR. 2015. 96p. (Tese de Doutorado)

KURTZ, C., Epagri identifica novo problema nutricional da cultura da cebola. **Jornal A Comarca – Ituporanga** (SC), 10 a 16 de outubro, p.11. 2013.

KURTZ, C.; ERNANI, P.R. Produtividade de cebola influenciada pela aplicação de micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 34: 133-142, 2010.

KURTZ, C.; ERNANI, P.R.; COIMBRA, J.L.M.; PETRY, E. Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36:865-876, 2012.

KURTZ, C.; ERNANI, P.R.; PAULETTI, V.; MENEZES JUNIOR, F.O.G.; VIEIRA NETO, J. Produtividade e conservação de cebola afetadas pela adubação nitrogenada no sistema de planto direto. **Horticultura Brasileira** 31: 559-567, 2013.

- KURTZ, C.; MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; HIGASHIKAWA, F.S. **Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2018. 104p. (Epagri, Boletm Técnico, 184)
- KURTZ, C; PAULETTI, V; FAYAD, J.A.; VIEIRA NETO, J. Crescimento e absorção de nutrientes pela cultivar de cebola Bola Precoce. **Horticultura Brasileira** 34: 279-288, 2016.
- LEE, J. Effect of applicaton methods of organic fertlizer on growth, soil chemical propertes and microbial densites in organic bulb onion producton. **Scienta**, 124: 299- 305. 2010
- LEITE, D.L. Melhoramento genético de cebola. In: Barbieri, R.L. (Ed.). **Cebola ciência, arte e história**. Embrapa Informação Tecnológica, 2007, p.80-113.
- LOPES, A; SIMÕES, A.M. **Produção integrada em hortícolas, famílias das Aliáceas e Asparagáceas – Alho, alho-francês (alho-porro), cebola e espargos**. Direccção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Lisboa, Portugal, 227p. 2007.
- MAGALHÃES, J.R. Nutrição mineral da cebola. in: CHURATA-MASCA, M.G.C. & CANALEZ, J.I., eds. Seminário Nacional da Cebola, 3., Piedade, 1988. **Anais...**Jaboticabal (SP), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1988. p.93-118.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutriton of Higher Plants**. 3 ed. San Diego: Academic Press. 2012. 643p.
- MAY, A. **Desempenho de híbridos de cebola em função da população de plantas e fertilização nitrogenada e potássica**. Jaboticabal (SP), Universidade Estadual Paulista, 2006. 142p. (Tese de Doutorado).
- MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; PORTO, D.R.Q; VARGAS, P.F.; BARBOSA, C.B. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica. **Horticultura Brasileira**, 25: 53-59, 2007.
- MAY, A; CECÍLIO FILHO, A.B.; PORTO, D.R.Q.; VARGAS, P.F.; BARBOSA, J.C. Acúmulo de macronutrientes por duas cultivares de cebola produzidas em sistema de semeadura direta. **Horticultura Brasileira**, 25:53-59, 2008.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; GONCALVES, P.A.S.; VIEIRA NETO, J. Produtividade da cebola em cultivo mínimo no sistema convencional e orgânico com biofertilizantes. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.475-481, 2014.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; KURTZ, C. Produtividade da cebola fertirrigada sob diferentes doses de nitrogênio e densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**, v.34, p.571-579, 2016.
- OLIVEIRA, V.R.; LEITE, D.L.; SANTOS, C.A.F; RESENDE, G.M. In: SOUZA, R.J.; ASSIS, R.P.; ARAÚJO, J.C. (Orgs.). **Cultura da Cebola**. Lavras: Ed. UFLA, 2015, p.339-370.
- PEÑA. C.; AÑES, B.; DÁVILA, M. Respuesta de la cebolla (*Allium cepa* L.) a la aplicación de azufre, magnesio, cinc, y boro en un suelo alcalino. **Revista Florestal Mérida** (Venezuela) 43:p.173-182, 1999.
- PÔRTO, D.R.Q.; CECÍLIO FILHO, A.B.; MAY, A.; BARBOSA, J.C. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola "Optma" estabelecida por semeadura direta. **Horticultura Brasileira** 24:470-475, 2006.
- PÔRTO, D.R.Q.; CECÍLIO FILHO, A.B.; MAY, A.; VARGAS, P.F. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola "Superex" estabelecida por semeadura direta. **Ciência Rural** 37: 949-955, 2007.
- RAO, J. M. Effect of copper and boron on the mineral compositon of onion (*Allium cepa* L). **Andhra Agricultural Journal**,17:170-172, 1974.
- RAO, V.J.M.; DESHPANDE, R. Effect of micronutrients (copper and boron) on the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). **Indian Journal of Agricultural Research**, 5:257-260. 1971.
- RESENDE, G.M.; COSTA, N.D. Dose econômica de nitrogênio na produtividade e armazenamento de cultivares de cebola. **Horticultura Brasileira** 32:357-362, 2014.

RESENDE, G.M.; COSTA, N.D. Produtividade e armazenamento de cebola (*Allium cepa* L.) submetida a doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, 33:1314-1320, 2009.

SÁ, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMBRAPA.

Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT / FUNDACEP-FECOTRIGO / Fundação ABC, p.37-60, 1993.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação de ureia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural** 33:65-70, 2003.

SANTOS, E.E.F. **Acúmulo de nutrientes e relação Ca: Mg no cultivo da Cebola, no Submédio São Francisco**. Botucatu: UNESP – FCA. 2007. 120p. (Tese Doutorado).

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25, n.2, p.387-394, 2001.

SOPRANO, E.; SILVA JUNIOR, A.A. efeito de níveis de pH do solo sobre o crescimento da cebola em casa de vegetação. In: REPECEM – Reunião de Pesquisa da Cebola no Mercosul. 1996, Ituporanga. **Resumo de Anais**. Ituporanga: Epagri, 1996. p.59.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre, Artmed, 2009. 819p. 2009.

VIDIGAL, S.M. **Adubação nitrogenada de cebola irrigada cultivada no verão - Projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais**. Viçosa: UFV. 2000. 136p (Tese doutorado).

VIDIGAL, S.M.; MOREIRA, M.A.; PEREIRA, P.R.G. Crescimento e absorção de nutrientes pela planta de cebola cultivada no verão por semeadura direta e por transplanto de mudas. **Bioscience Journal** 26:59-70, 2010.

VIDIGAL, S.M.; PEREIRA, P.R.G.; PACHECO, D.D. Nutrição mineral e adubação de cebola. In: **Informe Agropecuário** 23: 36-50, 2002.

WEINGÄRTNER, S. **Doses e modo de aplicação de fósforo na produtividade de cebola**. Lages: UDESC/CAV. 2016. 50p. (Dissertação de Mestrado)

WIEDENFELD R. Nitrogen rate and timing effects on onion growth and nutrient uptake in a subtropical climate. **Subtropical Plant Science** 46: 32-37, 1994.





