

**SIBELI WEINGÄRTNER**

**DOSES E MODO DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA  
PRODUTIVIDADE DE CEBOLA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Dr. Luciano Colpo Gatiboni

**LAGES, SC**

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com  
auxílio do programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

Weingärtner, Sibeli  
DOSES E MODO DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA  
PRODUTIVIDADE DE CEBOLA. / Sibeli Weingärtner. Lages  
- 2016.  
50 p.

Orientador: Luciano Colpo Gatiboni  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Do Solo, Lages, 2016.

1. Cebola. 2. Adubação. 3. Fósforo. I. Colpo  
Gatiboni, Luciano. II. Universidade do Estado de  
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação. III.  
Título.

**SIBELI WEINGÄRTNER**

**DOSES E MODO DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA  
PRODUTIVIDADE DE CEBOLA.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em  
Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina,  
como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em  
Ciência do Solo.

**Banca Examinadora**

Orientador (a): \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Luciano Colpo Gatiboni  
Universidade do Estado de Santa Catarina



Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra  
Universidade do Estado de Santa Catarina



Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Claudinei Kurtz  
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa

Catarina

**Lages/SC, 27 de Abril de 2016.**



Dedico: A minha família,  
especialmente ao meu pai (*in  
memoriam*), que me ensinou  
amar a agricultura.





## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade incrível de estar ouvindo meus mestres da graduação e ter maturidade para entender o verdadeiro valor destes.

À minha família que do seu jeito esteve presente me ajudando a buscar a realização de meus sonhos e me compreendeu, relevando minha ausência, especialmente meu marido Sérgio e meu filho Ludowico, bem mais precioso.

A minha grande amiga Marlene Huber, por me acolher em sua casa nestes tempos, evitando as viagens tão cansativas.

Aos colegas, os quais me apoiaram e acompanharam nesta jornada, tornando possível e divertida esta realização; em especial a Daniel João Dall'Orsoletta, por sua infinita disposição em ensinar e seu bom humor contagiante, além dos colegas mestrandos, Luiza Fernanda Erdmann, Élcio Bilibio Bonfada e Gilmar Luiz Mumbach. Aos bolsistas de iniciação científica, Franciele, Fernando, Lucas, Muriá e Josiana, pelo auxílio, paciência e amizade.

Ao Prof. Luciano Colpo Gatiboni, que me deu a oportunidade de desenvolver essa pesquisa relacionando a área de trabalho em que atuo e foi muito mais que apenas orientador, foi um ponto de referência para se espelhar um grande conhecedor, minha admiração, meu grande orgulho de ser por ele orientada.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo e seus professores, pelos ensinamentos adquiridos e a dedicação na arte da docência.

À UDESC, por fornecer ensino gratuito e de qualidade.

A equipe da estação experimental de Ituporanga – EPAGRI, pela ajuda no experimento de campo e o apoio que recebi do Edson Xavier de Almeida, Marcelo Pitz, Daniel



Rogério Schmitz e Claudinei Kurtz, dividindo comigo seus conhecimentos e permitindo a concretização da lavoura experimental.

Ao meu amigo e empregador Acácio Ramos Arruda Neto e sua esposa que permitiram que eu me ausentasse do trabalho para conquistar este título.

Às demais pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Muito obrigado a to

*“O essencial é invisível aos olhos.”*  
*Antoine de Saint-Exupéry*



## RESUMO

Weingärtner, Sibeli. **Doses e modo de aplicação de fósforo na produtividade de cebola.** 2016. 50 f. Dissertação de Mestrado em Ciência o Solo. Área: Fertilidade e Química do Solo. Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2016.

A cebola apresenta elevada resposta a aplicação de adubos fosfatados, sendo praticadas doses de fertilizantes maiores que as preconizadas pelas recomendações oficiais. Devido ao sistema radicular restrito, é possível que a localização da adubação fosfatada permita o uso mais eficiente do nutriente, reduzindo a dose de fósforo (P) necessária para a cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da cebola a doses de P aplicadas a lanço ou na linha de cultivo em um Cambissolo Húmico. Foram testadas cinco doses de fósforo (0, 120, 240, 360 e 480 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e dois modos de aplicação (a lanço e na linha de plantio), em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x2. Foi usada a cultivar EPAGRI 352 Bola Precoce, plantada no dia 22/07/2014 e colhida em 15/11/2014. Houve resposta linear da cebola à aplicação de P, com incremento na produtividade de 16,7 kg para cada quilograma P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado; houve aumento de 0,08mm de diâmetro do bulbo para cada quilograma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado. Não foi observada resposta da cultura ao modo de aplicação do P na linha de plantio ou a lanço, indicando que para essa cultura a localização do fertilizante não aumenta a eficiência da fertilização fosfatada.

**Palavras-chaves:** *Allium Cepa*, adubação, aplicação em linha, aplicação a lanço.



## ABSTRACT

Weingärtner, Sibeli. **Phosphorus rates and mode of fertilizer application on productivity of onions.** 2016. 51 F. Master's thesis in Soil Science. Area: Fertility and Soil Chemistry. Santa Catarina State University - Center of Agroveterinarian Science , Lages, 2016.

The onion has a high response to phosphate fertilizers application. Even extrapolating official recommendations, the phosphorus (P) addition usually increase onion productivity and bulbs diameter. Due to the restricted root system, it is possible that phosphate fertilizer location in furrow enables more efficient use of nutrients, reducing P rates required for culture. The aim of this study was to evaluate the onion response to P rates, applied in furrow or broadcasted on soil surface, in a Humic Cambissol. Five rates of phosphate were tested (0, 120, 240, 360 and 480 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and two application methods (broadcasted and in furrow) in a randomized block design in factorial 5x2 with four replications. It was used onions EPAGRI 352 Bola Precoce, planted on 07/22/2014 and harvested on 11/15/2014. There was a linear response onion application of P, an increase in productivity of 16.7 kg for each kilogram of applied P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; also increased by 0.08 mm bulb diameter for each kilogram of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> applied. There was no response to culture about the method of P application (broadcasted or furrow), indicating that location of the fertilizer does not increase the efficiency of phosphorus fertilization in this culture.

**Keywords:** *Allium Cepa*, fertilizing, applied in row, broadcasted.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Diâmetro de cebola de uma amostra de 30 bulbos, influenciada por doses crescentes de  $P_2O_5$  e dois modos de aplicação em um Cambissolo Húmico, em Ituporanga, SC.....40

Tabela 2. Teores de fósforo em folhas e bulbos de cebola submetidos à aplicação de doses crescentes de  $P_2O_5$ , média dos tratamentos na linha e a lanço.....42

Tabela 3. Teores de cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio em folhas de cebola submetidas a doses crescentes de  $P_2O_5$  aplicadas na linha ou a lanço.....44

Tabela 4. Teores de cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio em bulbos de cebola submetidas a doses crescentes de  $P_2O_5$  aplicadas na linha ou a lanço.....44





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperaturas médias mensais, durante o período experimental em Ituporanga, SC.....35

Figura 2 - Produção de cebola em resposta a doses de  $P_2O_5$  aplicadas na linha de plantio ou a lanço.....37

Figura 3 - Diâmetro médio dos bulbos de cebola em resposta a aplicação de doses crescentes de  $P_2O_5$  aplicadas na linha ou a lanço.....39

Figura 4 - Rendimento relativo da cultura em relação ao teor de P por Mehlich-1 no solo.....41

Figura 5 – Rendimento relativo da cultura em relação ao teor de P por resina trocadora de ânions no solo.....42

Figura 6 –  $P_2O_5$  exportado pela cultura da cebola.....43



## LISTA DE IMAGENS

Imagem 01 – Extensão de raízes de cebola, mostrando a capacidade da planta em explorar toda área cultivada.....38



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	233
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	24
2.1	Importância da cultura e características da região	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.2	Produtividade e adubação fosfatada	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 25
2.3	Resultados existentes ...	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 26
2.4	Importância da localização do fertilizante	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.	OBJETIVOS .....	30
3.1	Objetivo geral .....	30
3.2	Objetivos específicos .....	30
4.	HIPÓTESES .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 31
5.	MATERIAL E MÉTODOS	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 32
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
7.	CONCLUSÃO .....	45
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46







## 1. INTRODUÇÃO

A cebola é a terceira hortaliça de importância no Brasil, ficando atrás apenas do tomate e da batata. Em Santa Catarina aproximadamente 18 mil famílias dependem da cebolicultura, mais de 10 mil destas dependem diretamente da cultura para sua permanência no campo, nos municípios da região do Vale do Itajaí concentram-se 85% da atividade, onde a mão de obra é predominantemente familiar, envolvendo grande número de pessoas, como já citado, sendo de grande interesse socioeconômico.

A cebola apresenta elevada resposta à aplicação de adubos fosfatados existindo diversos trabalhos relacionando à resposta da cebola adubação com P, no entanto estes estudos são escassos não só na região do Vale do Itajaí, como em Santa Catarina como um todo, que é o maior produtor de cebola em nível nacional. Adicionalmente, existe a necessidade de incrementar a produtividade da cultura nessa região, pois está abaixo de outras regiões produtoras no país.

Em função da forma de plantio e as aplicações do fertilizante diferem entre produtores e regiões, é necessário um estudo regionalizado para ajuste de doses de P, para avaliar a produtividade e qualidade dos bulbos de cebola função da forma de aplicação do P a lanço ou em linha.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta da cultura da cebola a doses e modos de aplicação da adubação fosfatada.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.2 - Importância da cultura e características da região.

Santa Catarina abastece o mercado nacional de cebola com aproximadamente um terço da produção anual, graças ao trabalho de mais de 18 mil famílias que tem a cebola como fonte de renda, de forma direta ou indireta e que fazem do Estado o principal produtor nacional (Wordell Filho *et. al.* 2006).

Dados publicados recentemente (Santos *et al.* 2015) mostram o estado de Santa Catarina como o maior produtor nacional de cebola, de um total de nacional de 1.601.767 toneladas produzidas, 474.709 toneladas (aproximadamente 30%) são produzidas no estado de Santa Catarina, com uma produtividade média de 24.582 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo a mesma publicação do Instituto Cepa, alguns estados da região centro oeste apresentam produtividade média maior que Santa Catarina, principalmente devido a características daquelas regiões, onde se pratica a semeadura direta e o clima é mais seco, com maior luminosidade, o que favorece a cultura. Em Santa Catarina e em todo sul do Brasil, as características do clima no inverno e primavera, principais estações de cultivo da cebola, são de umidade intensa e luminosidade baixa com presença constante de neblinas. Esses fatores, somados a topografia acidentada das regiões do vale do Itajaí, favorecem um ambiente propício para doenças foliares e de solo e impedem a mecanização, elevando a necessidade de mão-de-obra e aumentando o valor social da cultura no estado.

Outro fator que determina a produtividade é o nível tecnológico, baixo nesta região, com poucas áreas irrigadas ou sob sistema de semeadura direta, com número menor de

plantas por hectare (266 a 400 mil plantas ha<sup>-1</sup>), conforme Menezes Junior (2012). Em áreas com semeadura direta tem sido utilizado número elevado de plantas por hectare, chegando a 1.000.000 ptas ha<sup>-1</sup>. Além do fator densidade, que não é viável na região pela umidade da estação de plantio, o que dificulta tratamentos fitossanitários e favorecem a severidade das doenças. Também não temos híbridos adaptados á região, desfavorecidos pelas baixas temperaturas que ocorrem na região sul e também pela alta umidade.

## **1.2 - Produtividade e adubação fosfatada.**

Embora aplicado normalmente em doses semelhantes aos demais nutrientes, o conteúdo de P nas plantas é sempre menor que o de N e de K e em geral semelhante aos de S, Mg, e Ca (Bissani et al. 2008). Isso ocorre por causa da alta adsorção de P no solo, formando complexos pouco solúveis com Fe e Al, além de sua ligação com a superfície de argilominerais, diminuindo, em última análise, a eficiência da adubação fosfatada. Dos nutrientes essenciais as plantas, o fósforo é aquele que mais frequentemente limita o desenvolvimento das plantas, por existir em concentrações muito baixas na solução do solo (com valores normalmente menores do que 0,1 mg L<sup>-1</sup>), em função de ser adsorvido muito fortemente pelos compostos sólidos minerais do solo(Ernani, 2008).

A disponibilidade de P pode ser influenciada pela textura, pH do solo, dose do fertilizante fosfatado e tempo de contato com o solo. De maneira geral, quanto maior o teor de argila, maior a adsorção do P e menor a sua disponibilidade para as plantas e quanto maior o tempo que o P permanecer no solo, menor será a sua disponibilidade (Machado et al., 2011).

Resende et al. (2014) descrevem a importância do P na produtividade da cebola, enfatizando a pequena exigência da cultura na quantidade absorvida, mas com a resposta elevada à adubação fosfatada. Citam ainda que entre 30 e 40% da produtividade das culturas é limitada pela deficiência do P. Neste contexto, o P merece especial atenção por causa da sua grande adsorção à fase mineral do solo, predominantemente de baixa reversibilidade (Schoninger et al., 2013).

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. (2008), a cebola apresenta um sistema radicular limitado se comparado com outras plantas, alcançam profundidade de 60 cm e lateralmente 65 cm. Porém essas extensões de raízes se observam sem impedimentos físicos ou solos muito bem estruturados e aerados, o que não condiz com a situação da maioria dos solos sob cultivo de hortaliças na região estudada.

Para Castro et al. (2008), o P deve estar disponível em abundância para a cultura, pois beneficia as características de qualidade do bulbo. Filgueira (1982), afirma que o fósforo está relacionado com o tamanho dos bulbos e a obtenção de bulbos maiores, além de estar diretamente relacionado com o aumento no rendimento, também aumenta a lucratividade, pois bulbos com diâmetro inferior a 50 mm apresentam menor valor de mercado. Os bulbos de massa média, ao redor de 150g, são os preferidos comercialmente. Bulbos de tamanho muito grande devem ser evitados, pois, além de terem menor aceitação comercial, são mais suscetíveis ao apodrecimento (Kurtz et al., 2012).

O fósforo é essencial para o desenvolvimento das raízes. Quando a disponibilidade é limitada, o crescimento da planta é comprometido. Na cultura da cebola, deficiência de P reduz as raízes, crescimento foliar, tamanho e rendimento do bulbo, além de retardar a maturação. A cultura da cebola é mais suscetível a deficiências de nutrientes do que a maioria das plantas cultivadas, por causa do seu sistema radicular superficial e não ramificado, respondendo muito bem a adição de fertilizantes. (Abdissa et al., 2011).

### **1.3- Resultados existentes**

Na década de 1970 foi efetuada uma das primeiras pesquisas sobre absorção de nutrientes na cultura da cebola com a cultivar Baía Periforme, obtendo produção de 36.700 kg ha<sup>-1</sup> e verificou-se a extração de fósforo de 21,9 kg ha<sup>-1</sup> (Háag et al., 1970). Já May et al. (2008), com cebola híbrida, observaram que para população de 354 mil plantas ha<sup>-1</sup> e produtividade de 64.800 kg ha<sup>-1</sup>, a extração de P foi de apenas 13,04 kg ha<sup>-1</sup>. Resende et al. (2014) tiveram como resultado que tanto a maior produtividade quanto o maior tamanho do bulbo foram encontradas na maior dose de fósforo utilizada, 131,7 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Além disso, foi observado que as maiores doses de fósforo promoveram redução na produção de refugos (bulbos < 15 mm) e maior produção de bulbos com maior massa fresca e diâmetro. Costa et al. (2009) avaliando níveis de fósforo verificaram que em solos do Vale do São Francisco com baixos teores de P disponível, houve aumento significativo na produção de bulbos comerciais com aplicação de adubos fosfatados. Por outro lado, em solos com teores altos de fósforo não houve ganho significativo com a adubação,

ênfatizando a importância da calibração à campo das recomendações de adubação para a cultura.

Em Santa Catarina, na região do Vale do Itajaí concentra-se 85% da área de cebola plantada no estado (Menezes Junior et. al. 2013), sendo necessário quantificar a melhor dose técnica e econômica, pois as doses de fósforo aplicadas variam muito, entre 120 a 200 kg ha<sup>-1</sup>, havendo necessidade de um referencial para o produtor (pesquisa regional). Além disso, normalmente a adubação é realizada a lanço, enquanto a recomendação técnica é para que se utilize a adubação no sulco de plantio (CQFS-RS/SC, 2004). Segundo CQFS-RS/SC (2004), as recomendações em áreas já cultivadas ficam em torno de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, porém essa recomendação não considera o grande aumento da população de plantas que ocorreu desde que foi elaborado esse manual há 10 anos.

#### **1.4 - Importância da localização do fertilizante.**

Os fertilizantes são aplicados localizados, próximos às plantas ou a lanço em área total. O melhor modo de aplicação depende da cultura que está sendo adubada, das características físicas e químicas do solo e do fertilizante utilizado. Para os adubos fosfatados, devido a sua reação de adsorção no solo, em particular em solos argilosos, a maneira mais adequada para a aplicação deste nutriente, em culturas anuais é a aplicação concentrada na linha de semeadura, posicionando o adubo abaixo e ao lado da linha de distribuição das sementes (Ceretta et al., 2007).

Büll et al. (2004) estudaram o efeito da localização do P em relação ao sistema radicular com grande significado prático, principalmente em solos com deficiência extrema de

fósforo, ressaltando que experimentos com hortaliças dentro dessa abordagem têm sido pouco frequentes. No seu trabalho, relacionaram o efeito de doses e da localização do fertilizante fosfatado sobre o estado nutricional e a produção de bulbos de alho vernalizado (*Allium sativum* L.), bem como sobre atributos químicos do solo. Testando doses de 0 a 400 mg dm<sup>-3</sup> de P, observou que a produção de bulbos aumentou com as doses de fósforo e foi influenciada pela localização do fertilizante fosfatado somente em solos com textura argilosa. Verificaram que a maior disponibilidade de fósforo, foi obtida onde o nutriente foi aplicado 50% no sulco de plantio e 50% incorporado ao solo. O que também favoreceu o aumento na produtividade da cultura, embora não citem o quanto.

Pelo exposto, justifica-se a realização do presente trabalho para avaliar a resposta da cebola a doses crescentes de P e modos de localização do fertilizante.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 - Objetivo geral**

O objetivo deste estudo foi quantificar a resposta da cultura da cebola a doses crescentes e modo de aplicação do fósforo.

#### **3.2 - Objetivos específicos**

Determinar a melhor dose P para a cultura da cebola num Cambissolo Húmico da Região do Alto Vale do Itajaí, SC.  
Verificar se o modo de aplicação do fósforo na linha ou a lanço tem influencia sobre produtividade da cultura.

Verificar a influência da dose e da localização do fertilizante fosfatado sobre o diâmetro de bulbos da cebola.



#### **4. HIPÓTESES**

A cultura da cebola responde a doses de fósforo superiores às recomendadas pela CQFS-RS/SC (2004).

A aplicação do fertilizante em linha aumenta a eficiência da adubação fosfatada para a cebola.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2014 na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), no município de Ituporanga, SC, situada a 475 m de altitude, 27°38'S de latitude e 49°60'W de longitude.

O experimento foi instalado em um Cambissolo Húmico Distrófico (Embrapa, 2009). Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cfa. Área experimental encontra-se sob rotação de culturas, nos últimos 4 anos era usada para experimentos de pastejo. Por ocasião da implantação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0–20 cm para determinação dos atributos químicos. O solo foi seco ao ar, passado em peneira com malha de 2 mm de abertura, e apresentava as seguintes características: pH em água: 5,3; P (Mehlich 1): 6,9 mg dm<sup>-3</sup>; K: 140 mg dm<sup>-3</sup>; Ca: 2,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 2,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 10,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica: 45 g dm<sup>-3</sup>; CTC (pH 7,0): 16,46 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação por bases (V): 34,4 %; argila: 240 g kg<sup>-1</sup>, de acordo com métodos descritos por Tedesco et al. (1995). O teor de fósforo no solo é baixo, com recomendação de 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.

Pelo laudo da análise, foi efetuada correção de acidez conforme recomendação da CQFS – RS/SC (2004), utilizando-se 8 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, o qual foi incorporado ao solo 3 meses antes da implantação do experimento. O sistema de manejo do solo utilizado foi sempre o convencional, com lavração, gradagem e passagem de enxada rotativa (profundidade aproximada entre 0 e 20 cm).

Um fator importante a ser considerado é o teor de matéria orgânica do solo ( $45 \text{ g dm}^{-3}$ ) muito bom para disponibilizar o fósforo trocável e por manter uma estrutura excelente para o desenvolvimento das raízes.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial  $2 \times 5$ , sendo dois modos de aplicação (em linha e a lanço) e cinco doses de fósforo (0, 120, 240, 360, 480  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e quatro repetições. A adubação com outros nutrientes foi efetuada segundo (CQFSRS/SC, 2004). Para o potássio foi aplicado  $2/3$  no plantio (133  $\text{kg ha}^{-1}\text{KCl}$ ) e  $1/3$  em cobertura no início da bulbificação (66  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{KCl}$  aproximadamente 60 dias após o transplante), usando  $\text{KCl}$  como fonte do nutriente. O N foi aplicado baseando-se no trabalho de Kurtz et al. (2012), utilizando a média da dose de melhor resposta econômica de dois anos em solo semelhante a este (130  $\text{kg ha}^{-1}$  de N). Aplicou-se 20 % no plantio e o restante em 3 vezes, aos 30, 60 e 90 dias após o transplante, usando-se ureia ou sulfato de amônio como fonte do nutriente. Além desses nutrientes, foi utilizado 30  $\text{kg ha}^{-1}$  de S, na forma de **sulfato** de amônio (adubação nitrogenada).

Para o fósforo, foi utilizado superfosfato triplo como fonte, sendo aplicado manualmente nas parcelas e incorporado com implemento adaptado para revolver as linhas de plantio, conhecido como Rotocar (tratamentos com aplicação em linha) ou rotativa na área total (tratamentos com aplicação à lanço).

Com aproximadamente 70 dias após a germinação, as mudas foram arrancadas do canteiro e transplantadas para a área definitiva do experimento (22/07/2014) de forma manual, na densidade de 10 plantas por metro linear, com espaçamento de 0,33 m entre as linhas, equivalente a 303.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Conforme recomendação do Sistema de Produção de Cebola

para o Estado de Santa Catarina (2013). A cultivar de cebola utilizada foi a EPAGRI 352 Bola Precoce.

Durante o ciclo da cultura, diversos tratamentos fitossanitários foram aplicados, desde a fase de mudas nos canteiros e após o transplante da mudas para a área experimental. O controle de plantas espontâneas, de pragas e de doenças foi efetuado por meio de pulverizações com produtos químicos registrados no Ministério da Agricultura para a cultura da cebola. No controle de plantas espontâneas, foram efetuadas aplicações com herbicidas ( $2,5 \text{ l ha}^{-1}$  de pendimethalin;  $1,0 \text{ l ha}^{-1}$  de ioxynil; e uma mistura de  $50 \text{ ml ha}^{-1}$  de fenoxaprop-p-ethyl com  $50 \text{ ml ha}^{-1}$  de clethodim) e uma capina manual. Para o controle de pragas, em especial do trips (*Thrips tabaci* Lind), foram realizadas três aplicações do inseticida deltametrina na dose de  $400 \text{ ml ha}^{-1}$ . Para o controle de doenças fúngicas, principalmente de míldio (*Peronospora destructor*) e alternária (*Alternaria solani*), foram realizadas quatro pulverizações com mistura dos seguintes fungicidas:  $80 \text{ g ha}^{-1}$  de metalaxyl +  $1.280 \text{ g ha}^{-1}$  de mancozeb +  $200 \text{ mL ha}^{-1}$  de tebuconazole.

Na primeira quinzena de outubro, por ocasião do início da bulbificação, foram coletadas amostras de folhas para avaliar o teor de nutrientes (coletou-se a folha madura mais jovem). Determinou-se a concentração de N, K, P, Ca e Mg de acordo com os métodos descritos por Tedesco et al. (1995).

As principais variáveis climáticas do período experimental estão apresentadas no Figura 1, mostrando um comportamento típico, dentro da normalidade da região, considerando precipitação e temperatura da estação meteorológica. (EE da Epagri de Ituporanga, SC).

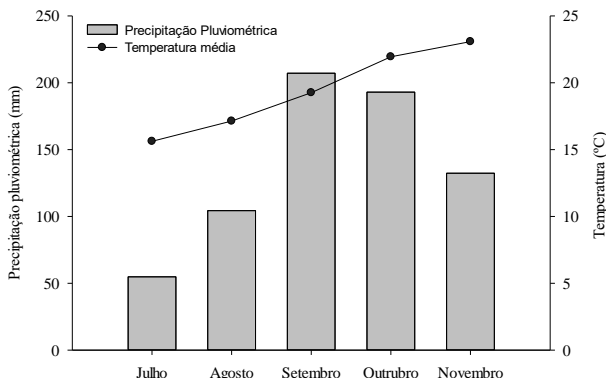


Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperaturas médias mensais durante o período experimental em Ituporanga, SC. Fonte: Epagri/Ciram (2015).

A colheita foi realizada em 15 de novembro de 2014 quando mais de 50% das plantas estavam estaladas. A maturação da planta de cebola é determinada pelo amolecimento da região inferior do pseudocaule (pescoço), que resulta no subsequente tombamento (estalo) da parte aérea sobre o solo. Esse aspecto da morfologia da planta tem sido utilizado como índice prático na colheita dos bulbos, porém existem variações entre as variedades quanto à taxa, à uniformidade e à porcentagem mínima de plantas tombadas no solo ao iniciar a colheita (Soares et al., 2004). Os bulbos permaneceram na lavoura por uma semana para a pré-cura e após este período foram ensacados e armazenados em galpão para pesagem, medição do diâmetro e demais análises.

Após a colheita foi efetuada a coleta de solo na área experimental, para avaliação do teor de P disponível e efetuadas as análises de pH e P disponível por resina trocadora de ânions e Mehlich 1.

Para análise estatística foi utilizada análise de variância ( $p < 5\%$ ). Para dados qualitativos (fator modo de aplicação e diferenciação de classes), quando os efeitos foram significativos, procedeu-se teste de comparação de médias Tukey ( $p < 0,05$ ). Para os dados quantitativos (fator doses de P), quando de efeitos significativos foi realizada regressão. Utilizou-se o software ASSISTAT 7.5 e SigmaPlot 10.0.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve incremento linear na produção de bulbos de cebola com o aumento na dose de P (Figura 1). Sem a aplicação do super fosfato triplo (SFT) a produção de cebola foi 35,4 t ha<sup>-1</sup>, passando para 43,53 t ha<sup>-1</sup> na dose de 480 kg ha<sup>-1</sup> do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, havendo um incremento de 16,9 kg de cebola, para cada kg de SFT aplicado até a dose de 480 kg ha<sup>-1</sup>. Considerando o valor de mercado atual (Fevereiro 2016) que é em média R\$ 1,50 kg<sup>-1</sup> do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e o preço atual da cebola está em torno R\$ 1,80 kg<sup>-1</sup>, verifica-se um alto retorno econômico da adubação fosfatada.

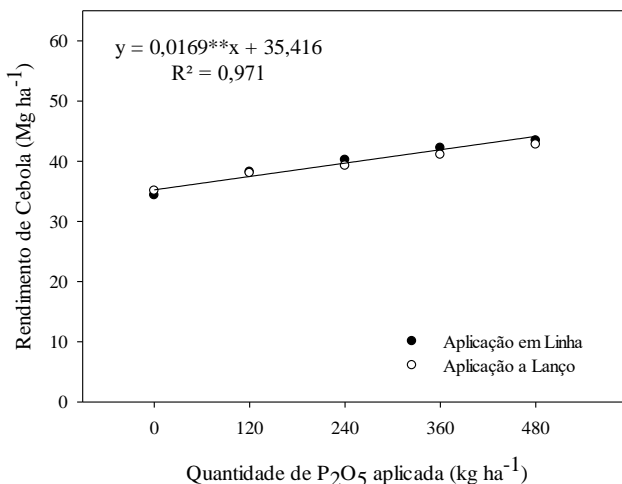


Figura 2 - Produção de cebola em resposta a doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas na linha de plantio ou a lanço.

Não foi observada diferença significativa entre as aplicações na linha de plantio ou a lanço (figura 1), o que pode ser devido a arquitetura radicular da cebola e o espaçamento

utilizado. Conforme Costa, (2007) a cebola apresenta raízes fasciculadas, pouco ramificadas, com maior concentração nos primeiros 30 cm do solo, mas que podem alcançar 60 cm de profundidade. Por outro lado, Prado (1940, 1941) observou que as raízes da cebola durante seu desenvolvimento inicial, podem crescer quase em paralelo à superfície do solo por cerca de 25 cm e 5 cm de profundidade para depois descerem perpendicularmente. Esse comportamento também foi observado neste experimento (Imagem 1) e essa expansão radicular parece que foi suficiente para boa exploração do solo, pois o espaçamento usado entre linhas foi de 0,33 m e assim as raízes exploraram praticamente o total da área plantada, justificando a semelhança de produtividade entre os dois modos de aplicação testados neste trabalho.



Fonte: produção do próprio autor

Imagem 01 – Extensão de raízes de cebola, mostrando a capacidade da planta em explorar toda área cultivada.



O diâmetro do bulbo é usado para classificar a cebola quanto ao valor comercial. Bulbos médios (entre 50 e 70 mm de diâmetro – classe 3) têm o melhor valor e maior aceitação de mercado, seguido pelos bulbos maiores (diâmetro >70mm – classes 4 e 5). Bulbos pequenos (35 a 50 mm – classe 2) tem mercado muito restrito (pequena demanda) e bulbos com diâmetro <15mm (classe 1) sendo que a maioria é descartada, sem retorno financeiro para o produtor.

Embora no tratamento sem aplicação de fósforo o diâmetro tenha sido adequado (60 mm), provavelmente relacionado às condições favoráveis de clima e manejo durante o experimento, a aplicação de doses de  $P_2O_5$  aumentou o diâmetro dos bulbos (Figura 2), aumentando a produtividade e a renda líquida da lavoura.

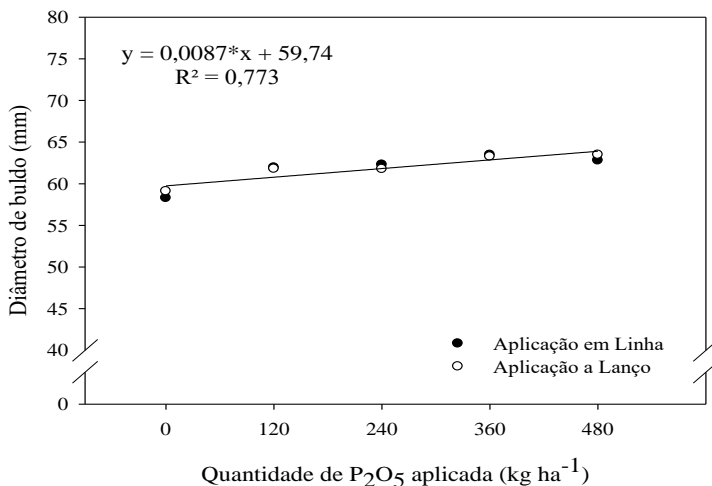


Figura 3 - Diâmetro médio dos bulbos de cebola em resposta a aplicação de doses de  $P_2O_5$  aplicadas na linha ou a lanço.

Aplicações de doses crescentes de SFT elevaram o diâmetro médio do bulbo da cebola de 59,74 mm sem aplicação de P para 63,92 mm na dose de 480  $kg\ ha^{-1}$  com acréscimo de 0,0087mm a cada kg de  $P_2O_5$  aplicado (figura 2).

Resultados semelhantes foram encontrados por Simon et al. (2014) em experimento conduzido no Sul da Etiópia, onde doses crescentes de P resultaram em maior produtividade e diâmetro dos bulbos.

Os modos de aplicação não influenciaram a classificação dos bulbos de cebola nas diferentes classes (Tabela 1), contudo houve influência da dose no número de bulbos de Classe 2 (35 – 50 mm) quando a adubação foi feita em linha . Nesta condição a aplicação das doses de 240 a 480 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> resultaram em menor número de bulbos de Classe 2, comparativamente ao tratamento testemunha, sem adubação. Lembrando que a classificação dos bulbos de cebola em classes segundo seu diâmetro é utilizada para referenciar o preço pago pelo produto, onde bulbos de Classe 1 e 2 tem pouco ou nenhum valor de mercado e por isso são menos interessantes ao produtor.

Tabela 1- Diâmetro de cebola de uma amostra de 30 bulbos, influenciada por cinco doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e dois modos de aplicação em um Cambissolo Húmico, em Ituporanga, SC.

Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Classe 1 (<35 mm)		Classe 2 (35 a 50mm)		Classe 3 (50 a 70mm)		Classe 4 (70 a 90mm)		Classe 5 (>90mm)	
	Linha	Laço	Linha	Laço	Linha	Laço	Linha	Laço	Linha	Laço
0	0 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>	6 aA	5 aA	23 <sup>ns</sup>	23 <sup>ns</sup>	1 <sup>ns</sup>	3 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>
120	0	0	3aAB	3 aA	25	22	3	5	0	0
240	0	0	2aB	3 aA	24	25	4	2	0	0
360	0	0	3aAB	2 aA	22	22	6	5	0	0
480	0	0	1aB	1 aA	24	22	5	7	0	0

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P <0,05); ns: Não significativo.

Para o solo estudado, o Manual de Adubação e Calagem (CQFS-RS/SC, 2004) recomenda a aplicação de fósforo até atingir 12 mg dm<sup>-3</sup> por Mehlich<sup>-1</sup> para atingir 90%

da produtividade máxima, sendo este valor chamado de teor crítico. No presente estudo, verificou-se a necessidade atingir  $21,8 \text{ mg dm}^{-3}$  para chegar-se a essa produtividade. Assim, podemos concluir que a cebola responde a teores maiores de fósforo do que está descrito no manual. Uma das possíveis explicações para esta discrepância é que o manual foi elaborado há mais de 10 anos, quando a população de plantas por hectare utilizadas era muito menor ( $200.000 \text{ pl ha}^{-1}$ ) do que as praticadas atualmente e o rendimento médio da cebola era 50% menor. Quando foi utilizado o método da resina trocadora de ânions, o rendimento relativo de 90% foi atingido com um teor de  $17,7 \text{ mg dm}^{-3}$  de P no solo (Figura 4), ficando mais próximo do valor preconizado pela (CQFS-RS/SC, 2004) para este método, que é de  $20 \text{ mg dm}^{-3}$ .

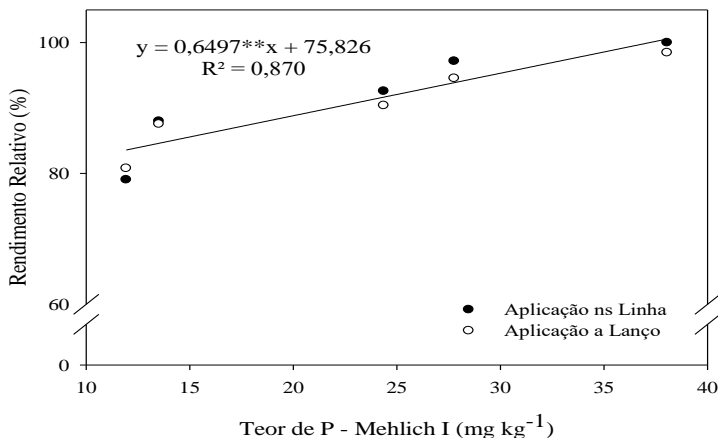


Figura 4 – Rendimento relativo da cultura em relação ao teor de P por Mehlich-1 no solo.

O teor de P nas folhas aumentou pouco com o incremento das doses de P no solo, passando de 0,27 % no

tratamento testemunha para 0,31 no tratamento com a maior dose (Tabela 2), porém enfatiza-se que com a primeira dose de P já se atingiu 0,3% de P no tecido. O teor de P no bulbo não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

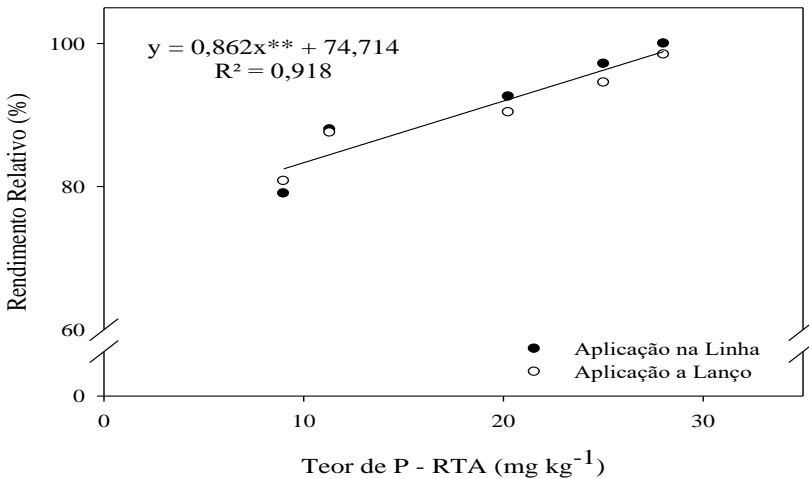


Figura 5 - Rendimento relativo da cultura da cebola em relação ao teor de P por resina trocadora de ânions no solo.

Tabela 2. Teores de fósforo em folhas e bulbos de cebola submetidos à aplicação de doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Média dos tratamentos na linha e a lanço.

Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Teor de fósforo	
	Bulbos <sup>ns</sup>	Folhas <sup>1</sup>
0	0,27	0,26**
120	0,26	0,30
240	0,25	0,30
360	0,27	0,30
480	0,26	0,31

<sup>1</sup>y = 0,270 + 8.10<sup>-5</sup>nsx; R<sup>2</sup>: 0,643.

A exportação de P pelos bulbos variou de 9,54 a 11,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aumentando com o aumento da dose de P (Figura 5). Vidigal et. al. (2002) pesquisaram a absorção durante o ciclo da cultura e observaram que ao final do ciclo a cultura população de plantas por hectare, nem a produtividade por área.

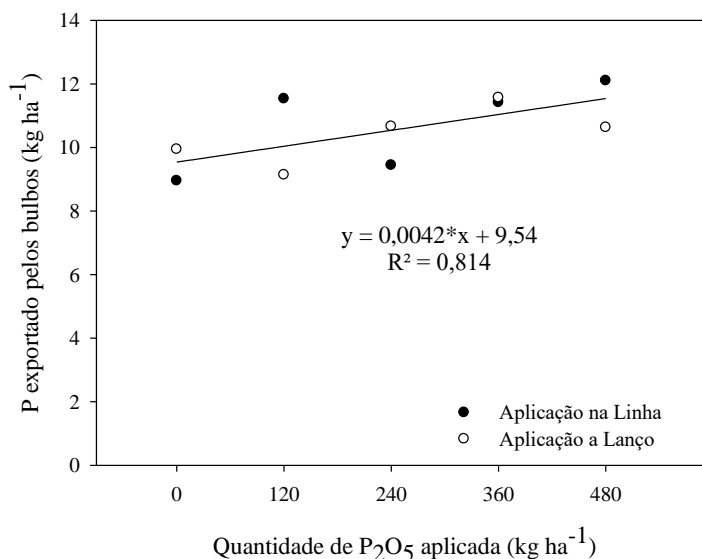


Figura 6 – Teor de fósforo exportado pela cultura da cebola em resposta a doses de fosfato aplicado ao solo, considerando o teor de umidade nos bulbos de cebola de 10,36% (Kurtz et al., 2016).

Os teores de cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio nas folhas (Tabela 3) e nos bulbos (Tabela 4) não foram influenciados pelos tratamentos estudados.

Tabela 3. Teores de cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio em folhas de cebola submetidas a doses crescentes de  $P_2O_5$  aplicadas na linha ou a lanço.

Dose de $P_2O_5$ (kg ha <sup>-1</sup> )	Ca		Mg		K		N	
	Linha	Lanço	Linha	Lanço	Linha	Lanço	Linha	Lanço
0	0,13 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	2,1 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>
120	0,13	0,14	0,29	0,30	2,19	2,16	0,58	0,55
240	0,14	0,12	0,30	0,28	2,12	2,09	0,58	0,55
360	0,15	0,13	0,28	0,28	2,13	1,93	0,61	0,55
480	0,13	0,13	0,30	0,29	2,03	2,11	0,55	0,57

ns: não significativo pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

Tabela 4. Teores de cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio, em bulbos de cebola, submetidas a doses crescentes de  $P_2O_5$  aplicadas na linha ou a lanço.

Dose de $P_2O_5$ (kg ha <sup>-1</sup> )	Ca		Mg		K		N	
	Linha	Lanço	Linha	Lanço	Linha	Lanço	Linha	Lanço
0	0,10 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>
120	0,13	0,12	0,19	0,18	1,57	1,40	0,36	0,26
240	0,14	0,12	0,19	0,19	1,45	1,45	0,33	0,37
360	0,11	0,10	0,18	0,19	1,47	1,45	0,35	0,36
480	0,10	0,12	0,17	0,19	1,44	1,35	0,35	0,33

ns: não significativo pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

## 5 . CONCLUSÕES

Em solos com baixos teores de P a cebola aumenta a produtividade e o diâmetro de bulbos com a aplicação de altas doses de fósforo, respondendo até a maior dose estudada no experimento ( $480 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ )

A adubação fosfatada diminuiu a quantidade de bulbos para descarte ou refugos.

A aplicação do fosfato na linha de plantio não melhorou a eficiência da adubação fosfatada em relação a adubação a lanço.

## 6 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDISSA, Y.; TEKALIGN, T.; PANT, L. M. Growth, bulb yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization on vertisol I. growth attributes, biomass production and bulb yield. **Afr. J. Agric. Res**, v. 6, n. 14, p. 3253-58, 2011.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de adubo fosfatado em solo do tabuleiro costeiro. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:151-156, 2002.

BÜLL, Leonardo Theodoro et al. Doses e modos de aplicação de fósforo em cultivo de alho vernalizado. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 5, p. 516-521, 2004.

CASTRO, P. R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. **Manual de Fisiologia Vegetal. Fisiologia de Cultivos**. Piracicaba. Ed. Agronômica Ceres. 864 pags. 2008.

CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; PAVINATO, A. Manejo da Adubação. In NOVAIS, R.F., ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L.; Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007.

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.



COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFSRS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 394p.

DÍAZ-ZORITA, D.; ARANGUREN, J. M. D.; AGUILAR, R.; SATORRE, E. H. **Fertilización fosfatada e inoculación de soja en vertisoles**. Ci. Suelo (argentina) 28(2): 215-222, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 2009. 412p.

ERNANI, P.R. Ânions no solo: Química do solo e disponibilidade de nutrientes, 2008, p.105-126.

FILGUEIRA, F. A. R., Manual de olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças.vol. 2 - 2 ed. Ver. e ampl. – São Paulo : Ed. Agronômica Ceres, 1982.

HAAG, H. P.; HOMA, P.; KIMOTO, T. Nutrição mineral de hortaliças. VIII. Absorção de nutrientes pela cultura da cebola. **Anais da Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz**, v. 27, p. 143-153, 1970.

KURTZ, C., PAULETTI, V., FAYAD, J. A., & VIEIRA NETO, J. Growth and absorption of nutrients by onion cultivar Bola Precoce. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 279-288, 2016.

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**, v. 36, n. 3, p. 865-875, 2012.

COSTA, Nivaldo Duarte Costa; RESENDE, G. M. **Cultivo da cebola no Nordeste**. Embrapa Semiárido, 2007.

LEE, J. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia**, Vol. 124. pag. 299 – 305. 2010.

MACEDO, F. S.; SEDOGUCHI, E. T.; SOUZA R. J.; CARVALHO, J. G. Produtividade de alho vernalizado em função de fontes e doses de fósforo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.3, p.379-383, mar, 2011.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E.; ANDRADE, B. B.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER. Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 70-76, Jan./Feb. 2011

MENEZES JUNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J. Produção de cebola em função da densidade de plantas. **Horticultura Brasileira**, vol. 30, n.4, out – dez. 2012. Pag. 733-739.

Pérez, D. V., Macedo, J. D., Silveira, G. S. R., Meneguelli, N. D. A., Castro, I. D., & Ferreira, J. C. S. Efeito de doses de fósforo e fontes de potássio na produtividade e qualidade comercial da batata (*Solanum tuberosum*, L., cv. Achat). Embrapa Solos, 2001.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Dose adequada. Rev. Cultivar HF, p. 14 – 17. Abri/Maio 2014.

ROBINSON J. P. O. Calibração da adubação fosfatada e potássica para beterraba na região do Vale do Itajaí. 2015. Trabalho ainda não publicado.

SANTOS, A. A. dos. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2014-2015. Cebola.** [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/Sintese\\_2015.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2015.pdf) Data de acesso 15 de março de 2016. p. 26 - 30.

SCHONINGER, E. L.; GATIBONI, L. G.; ERNANI, P. R. **Fertilização com fosfato natural e cinética de absorção de fósforo de soja e plantas de cobertura do cerrado.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 95-106, jan./fev. 2013.

Simon, T., Tora, M., Shumbulo, A., & Urkato, S. (2014). The Effect of Variety, Nitrogen and Phosphorous Fertilization on Growth and Bulb Yield of Onion (*Allium Cepa* L.) at Wolaita, Southern Ethiopia. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 4, n. 11, p. 89-96, 2014.

SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA 2013 – 2014 – Florianópolis: Epagri/Cepa. 2014.

SOARES, V.L. F.; FINGER, F. L.; MOSQUIM, P. R. **Influência do genótipo e do estágio de maturação na colheita sobre a matéria fresca, qualidade e cura dos bulbos de cebola.** Horticultura Brasileira, 22: 18-22. 2004.

TRANI, P. E.; BREDA JR, J. M.; FACTOR, T. L. Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.). **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas, Boletim**, v. 200, n. 7. 2014. Disponível em <[http://www.pirai.com.br/biblioteca\\_artigos/55.pdf](http://www.pirai.com.br/biblioteca_artigos/55.pdf)>. Acesso em 11 de março de 2016.

Vidal Pérez, D.; Macedo, J. R. de.; Silveira, G. S. R.; Meneguelli, N do A.; Castro, I. M de.; Ferreira, J. C. **Efeito de doses de fósforo e fontes de potássio na produtividade e qualidade comercial da batata (*Solanum tuberosum*, L., cv. Achat)**. Comunicado Técnico 08–EMBRAPA. Rio de Janeiro, RJ Dezembro, 2001.