

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO.**

CAMPUS DE ERECHIM

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ALEX SANDRO SARTORI

**CULTIVO DE BRÓCOLIS (*Brássica oleracea*) COM DIFERENTES DOSAGENS
DE COMPOSTO ORGÂNICO EM ESTUFA**

ERECHIM - RS

2018

ALEX SANDRO SARTORI

**CULTIVO DE BRÓCOLIS (*Brássica oleracea*) COM DIFERENTES DOSAGENS
DE COMPOSTO ORGÂNICO EM ESTUFA**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro
Agrícola, Departamento de Ciências
Agrárias da Universidade Regional
Integrada do Alto Uruguai e das
Missões – Campus de Erechim.**

Orientadora: Raquel Paula Lorensi

Erechim – RS

2018

Não é sobre ter
Todas as pessoas do mundo pra si
São sobre saber que em algum lugar
Alguém zela por ti
É sobre cantar e poder escutar
Mais do que a própria voz
É sobre dançar na chuva de vida
Que cai sobre nós

É saber se sentir infinito
Num universo tão vasto e bonito
É saber sonhar
E, então, fazer valer a pena cada verso
Daquele poema sobre acreditar.

Não é sobre chegar ao topo do mundo
E saber que venceu
É sobre escalar e sentir
Que o caminho te fortaleceu
É sobre ser abrigo
E também ter morada em outros corações
E assim ter amigos contigo
Em todas as situações.

A gente não pode ter tudo
Qual seria a graça do mundo se fosse assim?
Por isso, eu prefiro sorrisos
E os presentes que a vida trouxe
Pra perto de mim.

Não é sobre tudo que o seu dinheiro
É capaz de comprar
E sim sobre cada momento
Sorriso a se compartilhar
Também não é sobre correr
Contra o tempo pra ter sempre mais
Porque quando menos se espera
A vida já ficou pra trás.
(Trem Bala- Ana Vilela.) .

ALEX SANDRO SARTORI

**CULTIVO DE BRÓCOLIS (*Brássica oleracea*) COM DIFERENTES DOSAGENS
DE COMPOSTO ORGÂNICO EM ESTUFA**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro
Agrícola, Departamento de Ciências
Agrárias da Universidade Regional
Integrada do Alto Uruguai e das
Missões – Campus de Erechim.**

_____, ____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Raquel Paula Lorensi
URI - Erechim

Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes da Rocha
URI - Erechim

Prof. Msc. Julio Cesar Brancher
URI - Erechim

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida

A meus Pais, Valdir e Rosemilda, pelos incentivos neste período acadêmico, pelo sacrifício, pela vitória com os percalços que tivemos até aqui e pelo apoio em todos os momentos e por me verem chegar até aqui, fica meu muito obrigado.

Aos Meus Avós Alcides e Elena, pelos incentivos diários em na qual tive em todo este período acadêmico e pela dose de ânimo em todos os dias, meu muito obrigado.

Aos Meus Primos Anuar Shunnaq e Raquel Trierveiler Machado Shunnaq, pois mesmo tão longe me incentivavam a seguir em frente e nunca desistir ao longo desses cinco anos e daquilo que eu almejava ser. Meu sincero muito obrigado.

Ao meu colega Mateus Marcon Pertile, por ter me ajudado neste experimento, desde a implantação até a obtenção dos resultados. Valeu Pertile!!.

Aos meus Colegas Amanda Avozani e Dener Mateus Perin, por terem me ensinado na parte de Normas Acadêmicas de Trabalho de Conclusão de Curso. Muito Obrigado.

A minha turma da Engenharia Agrícola 2014, pelo convívio durante estes longos cinco anos.

A minha orientadora, Professora Dr^a Raquel Paula Lorensi, pela dedicação, pela perseverança, pela paciência e por ter me orientado em meu Projeto de Conclusão e Trabalho de Conclusão de Curso, e ao longo desta jornada que cinco anos que esta a se findar. Fica aqui meu sincero voto de agradecimento. Muito Obrigado Professora!!.

Ao Professor Dr, Paulo Sérgio Gomes da Racha por ter-me apoiado neste Trabalho de Conclusão, deste a implantação da cultura até o desenvolvimento em programa estatístico. Meu Muito Obrigado.

A todos que de uma forma ou de outra me apoia com palavras de carinho e de conforto nestes cinco anos de convívio, fica aqui expresso o meu sincero voto de agradecimento a todos.

Meu Muito Obrigado!!!

RESUMO

O brócolis é uma das hortaliças introduzida recentemente no Brasil e o seu cultivo está aumentando gradativamente nestas últimas décadas. Seu consumo tem apresentado incrementos expressivos devido ao seu valor nutritivo, suas propriedades nutritivas, pela formação de glucosinolatos e a maioria dos consumidores são atraídos pelos aspectos visuais da hortaliça onde possa ser consumido de forma *in natura*, onde este pode ser processado em pedaços mínimos e após isto serem congelado, podendo assim, aliar-se a um preparo rápido e fácil com outros alimentos. Neste trabalho teve-se como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo da cultura do brócolis com diferentes dosagens de composto orgânico com irrigação por gotejamento em ambiente protegido. O experimento foi conduzido com a cultura do brócolis da cultivar Legacy. O composto orgânico produzido em uma composteira da URI, Erechim foi acrescentado em cada um dos tratamentos com diferentes dosagem. Os tratamentos utilizados foram constituídos por diferentes quantidades de composto orgânico: 0; 50; 100 e 200 g por vaso. Observou-se por meio da análise de variância que o fator utilizado para o experimento (dose do composto orgânico) não apresentou um efeito significativo para o número de folhas, a massa fresca da parte aérea, a massa fresca das raízes e o comprimento das raízes. A altura da planta apresentou um comportamento linear decrescente à medida que o composto orgânico teve um aumento de dosagem. Já a variável diâmetro do caule teve um comportamento linear crescente a medida de que foi aumentando as dosagens de composto orgânico. Conclui-se que, o Nitrogênio, o Carbono e a Matéria Orgânica do composto orgânico estaria de acordo com os teores exigidos pela Sociedade Brasileira de Ciência do solo (SBCS), podendo assim ser empregado às demais culturas hortifrutícolas. A lâmina de água total aplicada durante o ciclo de cultivo foi de 219,28 mm, sendo a menor lâmina na fase 4 e a maior na fase 2.

Palavras-chave: Irrigação por gotejamento; cultivar Legacy; desenvolvimento vegetativo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área das estufas e produção experimental da URI Campus de Erechim. A estufa na qual foi conduzido o estudo está inserida a indicativa na imagem.	21
Figura 2. Composto orgânico obtido a partir da decomposição de resíduo orgânico	22
Figura 3. Distribuição e homogeneização das doses de composto orgânico no vaso de cultivo de brócolis cultivar Legacy.	23
Figura 4. Abertura de cova e transplante da muda de brócolis do cultivar Legacy em vaso.....	23
Figura 5. Distribuição da quantidade de composto orgânico em cada tratamento. .	24
Figura 6. Irrigação por gotejamento em cada vaso	25
Figura 7. Altura das plantas de brócolis cultivar Legacy cultivadas em ambiente controlado com diferentes concentrações de composto orgânico, após 88 dias de cultivo.	28
Figura 8. Diâmetro do colo das plantas de brócolis cultivar Legacy cultivadas em ambiente controlado com diferentes concentrações de composto orgânico, após 88 dias de cultivo.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Evapotranspiração de Referência utilizada no experimento	24
Tabela 2. Duração de dias e valores de K_c para os quatro estádios de desenvolvimento da cultura do brócolis.	25
Tabela 3. Quantidade de água usada para cada planta.	30

LISTA DE SIMBOLOS

Eto	Evapotranspiração de Referencia	mm d	Eq. (1)
Kc	Coeficiente de Cultura do Brócolis	adm.	Eq. (1)
Etc	Evapotranspiração de Cultura	mm d	Eq. (1)
TI	Tempo de Irrigação	min	Eq. (2)
A	Área do Emissor	m ²	Eq. (2)
60	Conversão de Hora para Minuto	h min ⁻¹	Eq. (2)
Q	Vazão do Emissor	L h ⁻¹	Eq. (2)
Eq	Equação	adm.	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Gênero, Espécie e Grupo.	15
3.2 Temperaturas e Umidade do Ar.....	16
3.3 Adubação e Irrigação	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Local e caracterização do experimento.....	21
4.2 Características Climáticas.....	21
4.3 Manejo de Operação	22
4.5 Compostos Orgânicos	24
4.6 Manejo da Irrigação	24
4.7 Variáveis Analisadas.....	26
4.8 - Delineamentos Experimentais	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1. Avaliação das Variáveis.....	27
5.2 Compostos Orgânicos	29
5.3. Lâmina Total Irrigação	30
6. Conclusão.....	30
Referencial Bibliográfico.....	32

1. INTRODUÇÃO

O brócolis é uma das hortaliças onde a sua introdução é recente no Brasil e o seu cultivo está aumentando gradativamente nestas últimas décadas. Seu consumo tem apresentado incrementos expressivos devido ao seu valor nutritivo, suas propriedades nutritivas, pela formação de glucosinolatos e a maioria dos consumidores são atraídos pelos aspectos visuais da hortaliça onde possa ser consumido de forma *in natura*, onde este pode ser processado em pedaços mínimos e após isto serem congelado, podendo assim, aliar-se a um preparo rápido e fácil com outros alimentos (SCHIAVON JR, 2008).

Sendo que esta hortaliça é uma espécie onde os cultivos ainda se limitam na região Centro-Sul do Brasil, sua importância para o cenário oleícola nacional é recente. Do ponto de vista dos dados de pesquisa e técnicas sobre a sua produção, ainda se tem uma escassez de informações na literatura brasileira (SCHIAVON JR, 2008).

Esta hortaliça possui uma quantidade da água de aproximadamente de 90,7%, sendo esta rica em proteínas, cálcio e das vitaminas A, B e C. (SCHIAVON JR, 2008)

De acordo com May et al (2007), a cultura do brócolis necessita de nitrogênio, fósforo e potássio em grandes quantidades, e em situações onde o fornecimento desses nutrientes sejam baixos, o crescimento vegetativo da planta seja reduzido. Dentre estes nutrientes, o nitrogênio e o potássio são os que mais influenciam na produção desta brássica. O nitrogênio é responsável para o desenvolvimento rápido e vigoroso da inflorescência do brócolis, estando diretamente relacionado ao seu bom crescimento, onde o fósforo é o macro nutriente absorvido em menor quantidade pela planta.

A couve-flor e o brócolis possuem uma exigência em micronutrientes como o caso do molibdênio, boro e entre outros, sendo assim, a disponibilização destes elementos se torna fundamental e adequada para se garantir que as plantas sejam saudáveis e produtivas (MAY et al, 2007; VIDIGAL et al.,2007). A deficiência de boro nas brássicas causa uma coloração escura da inflorescência e na formação de talo-oco (PIZETTA et al., 2005; MAY et al., 2007; VIDIGAL et al., 2007).

Segundo Gliessman (2000), para a agricultura orgânica, uma grande parte da energia que se é proveniente dos microrganismos, plantas, trabalho humano animal e de esterco, sendo assim denominado de aporte cultural biológico. A compostagem orgânica tem um grande aporte para se tiver a forma de energia biológica, onde os nutrientes deste sistema proporcionam uma estabilidade para vários tipos de vegetais.

Uma das grandes características do composto orgânico é de liberar uma graduação de Nitrogênio mineral para o solo. Mais de 90% do N total situado no composto orgânico está em forma orgânica (AMLINGER et al., 2003).

O material orgânico, após o processo de compostagem, libera nutrientes em uma taxa menor do que os fertilizantes minerais (CASTELLANOS & PRATT, 1981), onde este diminui os riscos de perdas eventuais, podendo assim ter uma limitada produção de culturas hortaliças. A utilização do composto orgânico em produção de olerícolas resulta em efeitos mais diversos e complexos do que a sua aplicação de fontes naturais altamente solúveis. Embora hoje seja a sua utilização crescente na produção orgânica de hortaliças e olerícolas (SOUZA & RESENDE, 2003) os resultados respectivos ao crescimento e a produção ainda poucos conhecidos.

Além da adubação, outra prática que se deve utilizar no cultivo das brássicas é a irrigação, onde esta deve ser feita de maneira que seja adequada para atender a demanda hídrica da cultura (MAY et al., 2007).

A culturas do brócolis possui uma grande sensibilidade ao déficit hídrico, sendo indispensável o controle e a quantidade de água a ser aplicada ao longo do seu ciclo de cultura, de modo que possa evitar prejuízos. A necessidade hídrica desta cultura dependerá de vários aspectos, tais como: A fase de cultura, o espaçamento entre as plantas, o índice de área foliar, entre outros aspetos referentes a cultura. (MAY et al., 2007).

A falta de água no solo para a cultura do brócolis promove a queda da cabeça, a formação do caule oco e de doenças relacionadas a cultura (RODRIGUES et al.,2013) . Sendo assim, o déficit hídrico expressivo poderá afetar a inflorescência (má formação e flores pequenas), onde a irrigação seja uma alternativa para uma produção melhor desta hortaliça. Para uma obtenção de produtos de boa qualidade é necessário se conciliar as boas práticas de manejo, onde a irrigação seja adequada e uma adubação equilibrada e um bom controle fitossanitário (OLIVEIRA, 2014).

Ainda sobre o autor citado acima, o Brasil consome uma grande parcela de água na agricultura irrigada, onde esta seria usada em diversas atividades humanas. Em maioria das áreas onde são irrigadas é comum de se ver a ausência de um manejo racional da água, onde esta tem uma aplicação excessiva gerando assim um desperdício de água e energia, além de ocorrer vários problemas ambientais e uma deficiência hídrica para a planta, onde esta acarreta em uma baixa produtividade e de prejuízos econômicos ao produtor.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o desenvolvimento vegetativo da cultura do brócolis com diferentes dosagens de composto orgânico com irrigação por gotejamento em ambiente protegido.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o diâmetro, altura, comprimento da raiz, massa verde e seca da raiz e folhas, bem como o número de folhas da cultura do brócolis nas diferentes dosagens;

Analisar o Nitrogênio, Carbono e Matéria Orgânica do composto orgânico;

Quantificar a lâmina de Irrigação para os diferentes estádios de desenvolvimento.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Gênero, Espécie e Grupo.

O gênero *Brassica* pertence à família *Brassicaceae*, possuindo diversas espécies botânicas (*Brassica oleracea*) de importância agrícola e econômica. Estas espécies tem destaque por serem hortaliças com maiores áreas cultivadas e de um volume de produção no Brasil (SOUZA, 1983) e no RS (RIO GRANDE DO SUL, 1989/99): o repolho e a couve-comum são somente a produção de folhas e a couve-flor e o brócolis para a produção de inflorescência. Essas quatro espécies estão entre as vinte espécies de hortaliças mais produzidas e consumidas no Brasil (SCHIAVON JR, 2008; IBGE, 2011). As três espécies de extrema importância da família *Brassicaceae* que foram comercializadas no estado de São Paulo foram: o repolho, a couve-flor e o brócolis (MAGRO, 2009).

O brócolis, *Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck, teve sua origem nas regiões costeiras ocidentais e nas ilhas do Mar Mediterrâneo. Provavelmente o início da sua introdução inicial, onde se teve relatos iniciais na Europa, através de vias marítimas pela Itália, onde este foi trazido através do Chipre ou Grécia, como a cultura da couve flor para aquele continente. Não se sabia de sua existência com a sua morfologia atual, antes do ano de 1600 (NIEUWHOF, 1969). Já no continente americano teve seu conhecimento nos anos de 1920, através de sua introdução nos Estados Unidos, onde esta foi trazida pelos imigrantes italianos e eles introduziram no Brasil mais tardiamente, na região de São Paulo em meados da década de 1940 (TREVISAN et al., 2013).

As espécies existentes de *Brassica oleracea* tiveram sua origem evolutiva através do repolho selvagem (*Brassica oleracea* var. *oleracea*) e da couve selvagem (*Brassica oleracea* var. *sylvestris*), onde estas variedades botânicas dessas espécies possuem um mesmo número de cromossomos $2n=18$, e assim se cruzam com facilidade (SONNENBERG, 1985). Com estas mutações ocorridas durante o seu processo de evolução destas duas espécies, as seleções naturais contínuas e com o processo de melhoramento genético feito em laboratório pelo homem e no decorrer da domesticação da espécie, originaram as evoluções a seguir: brócolis, repolho, couve-flor, couve de folhas, couve de Bruxelas e a couve-rábano (SONNENBERG, 1985; MAGRO, 2009).

O brócolis é uma planta herbácea, bienal, formada por um sistema radicular com caule, folhas e cabeça. O seu sistema radicular seminal é pivotante, podendo ter modificações durante o seu processo de produção de mudas, no transplântio e /ou amontoa. Seu caule é ereto, com a possibilidade de emissão de raízes adventícias facilitando assim a sua porção basal. A mesma desenvolve folhas que se arranjam na disposição alternada espiralada e assim esta, diferencia a sua cabeça em seu ápice (TREVISAN et al., 2013).

Segundo Vello (1977), existem dois tipos de grupos de genótipos em função ao seu hábito de crescimento. Os grupos de genótipos de cabeça única, por as mesmas possuírem uma dominância apical, formam somente uma cabeça central grande, dando origem ao seu nome.

Até o final da década de 1970, a totalidade de produção dependia da utilização de cultivar do grupo ramoso. Sua área de cultivo começou a ter um aumento a partir da década de 80, ocupando atualmente uma fatia de grande expressão no mercado (SONNENBERG, 1985).

A duração do período de colheita do cultivar híbrido se torna mais curto em comparação ao grupo ramoso, mas ainda assim, não são disponíveis pesquisas e a disponibilidade de novos materiais genéticos no mercado nacional (SONNENBERG, 1985).

Os genótipos de tipo ramoso, além de produziram uma cabeça central menor, emitem brotos laterais encimados por pequenas inflorescências, advindo desta morfologia, a denominação deste grupo, possibilitando assim várias colheitas onde se estendem por períodos superiores a dois meses (SONNENBERG, 1985). A maioria destes genótipos do tipo ramoso são produtos de melhoramento genéticos nacional, cultivados no outono-inverno, primavera-verão e alguns possuem uma adaptação ao clima, ou seja, seu cultivo é possibilitado durante todo o ano. (TREVISAN et al.,2013).

3.2 Temperaturas e Umidade do Ar

A temperatura do ar é um fator ambiental que mais afeta o crescimento, o desenvolvimento e a produção de plantas de brássicas, onde estes podem se tornar os principais fatores para a obtenção de baixos e elevados rendimentos da cultura

(KNOTT, 1962; SONNENBERG, 1985; TAN, 1999; FILGUEIRA, 2000; TREVISAN et al., 2002). De acordo com Lalla et al. (2010) as altas temperaturas do ar, onde estas podem chegar a 32°C, podem afetar negativamente a produção comercial quanto a qualidade do brócolis de cabeça única.

Segundo Ferreira (1983), o número de folhas que são formadas pela planta, irá depender preponderantemente ao efeito da temperatura. Quando esta planta for exposta a temperaturas mais altas, ela irá ter um prolongamento do seu ciclo e continuará emitindo novas folhas. Durante a formação da cabeça, as variações iram afetar a velocidade de seu crescimento e desenvolvimento. Temperaturas mais baixas fazem com que reduzem o desenvolvimento, e temperaturas mais altas aceleram o crescimento, podendo se ter uma maturação mais ou menos concentrada. Aumento das temperaturas em períodos muito curtos, durante a formação da cabeça, pode provocar um grande acúmulo de cabeças a serem colhidas somente de uma única vez ou um alongamento rápido dos pedúnculos com perdas de qualidade.

Segundo Sonnenberg (1985), híbridos de couve-flor precoce ou as de estações outono-inverno, sendo estas plantadas no verão, em temperaturas acima dos 20°C, possuem uma permanência de seu crescimento vegetativo com um aumento de folhas, e assim a mesma terá uma diferenciação de cabeça. A planta ao passar da idade, terá um número de folhas e a sua área foliar não irá conseguir superar a fase juvenil, passando assim diretamente para a sua fase reprodutiva.

Tan (1999) obteve respostas das plantas de brócolis durante a fase reprodutiva, com 74 dias após a sua semeadura, onde estas tiveram um aumento de número de folhas presentes na iniciação floral com temperaturas mais elevadas nesta fase. Quando a temperatura obteve um aumento entre a faixa dos 13°C e 29°C houve um aumento de 18 a 24 folhas por plantas.

As brássicas requerem uma necessidade térmica para a obtenção de melhores respostas para o crescimento da planta e da qualidade de produção, onde estas se tornam satisfeitos quando as temperaturas alcançam a faixa de 15°C a 18°C (KNOTT, 1962; CASSARES, 1980). Ferreira (1983) salienta que este intervalo de temperatura média mensal para o desenvolvimento das brássicas poderá ser mais amplo com variações ente os 15°C e 20°C.

O brócolis possui uma faixa de adaptação bastante ampla e por sua indiferença a fotoperíodo, sendo que este teste foi realizado por Tan (1999), onde

este teste obteve um fotoperíodo de 16 horas de duração, e assim teve-se uma tolerância de temperaturas mais altas durante o desenvolvimento em seu ciclo com temperaturas máximas a 23°C (KNOTT, 1962; CASSERES, 1980). Altas temperaturas poderão causar deformações de cabeças em cultivares de brócolis que são sensíveis a temperaturas acima dos 30°C (BJÖRKMAN; PEARSON, 1998). Se a planta tiver um estresse ocasionado por altas temperaturas durante a sua fase vegetativa, a mesma não terá uma lesão na formação da cabeça. Sua fase crítica exige temperaturas favoráveis onde se ocorra uma diferenciação única e assim ela estará com um diâmetro inferior a 1 mm. Quando a planta recebe o estresse depois da sua diferenciação da cabeça com 5 a 10 mm de diâmetro, muitos botões iram ser afetados e assim serão facilmente encobertos pelos botões florais que estão localizados nas gemas mais velhas e estas iram ocupar seu espaço.

Embora a planta do brócolis suporte as temperaturas extremamente baixas, entre -1°C até -3°C, logo após a sua fase de diferenciação floral, a produção de cabeça ficará prejudicada em relação ao volume e qualidade e no seu desenvolvimento irregular dos primeiros floretes e botões florais. Temperaturas mais baixas, entre -7°C e -9°C, tornam-se letais para as plantas que são cultivadas á campo.(OLIVEIRA, 2014)

De acordo com Kimoto (1993), existem quatro estádios de duração do ciclo da planta do brócolis: no primeiro de 0 a 30 dias, para ser formadas as mudas; no segundo dos 30 aos 60 dias, para o seu desenvolvimento do número e do crescimento do limbo foliar; no terceiro a sua diferenciação floral e no quarto o seu desenvolvimento de seu botões florais e a formação de sua cabeça. Afirma-se também que o segundo e terceiro estádios são fundamentais para obtenção de uma boa produção de cabeças com qualidade. A duração dos estádios irá depender basicamente do cultivar a ser implantado e da temperatura da região.

De acordo com a classificação Koppen, o clima para esta região é tipo Cfa (clima temperado úmido com verão quente), sendo este caracterizado pela ocorrência de precipitações em todos os meses do ano. A precipitação média anual local é de aproximadamente de 1777.8 mm (KOPPEN-GEIGER,1918).

3.3 Adubação e Irrigação

De acordo com Oliveira (2014), para se ter uma qualidade melhor e uma produtividade elevada de brócolis, é necessário realizar adubações entre os minerais essenciais, destacando-se o fósforo, o nitrogênio e o potássio, onde estes possuem uma demanda em grande quantidade para a planta e assim devem ser fornecidas em doses compatíveis as exigências da cultura. Em situações na qual o fornecimento destes nutrientes é baixo, o crescimento da planta irá ser reduzido. Devido a estas características, muitas vezes os produtores tem utilizado sem terem um critério apropriado para este tipo de adubação as quantidades mais diversas quantidades destes nutrientes.

Segundo Schiavon Júnior (2008), em relação à adubação, o nitrogênio e o potássio possuem uma demanda em grande quantidade. Tanto na deficiência, quanto ao excesso de nutrientes onde estes poderão causar distúrbios fisiológicos e assim a mesma terá a sua qualidade afetada. Para se obter uma produtividade e um tamanho de cabeça de diversas cultivares de brócolis, deverá ter um aumento do incremento da dose de nitrogênio aplicada (GORSK; ARMSTRONG,1985; SCHIAVON JÚNIOR, 2008). De acordo com Feller & Fink (2005), salientam que a necessidade de nitrogênio para a cultura do brócolis está compreendida entre 300 a 465 kg ha⁻¹.

Fortier et al. (2010), realizaram avaliações sobre a influência da irrigação e da adubação nitrogenada para a produção do brócolis e verificaram que o aumento do rendimento de cabeças comercializáveis com o aumento do nitrogênio aplicando, onde em condições de altas doses de adubação tiveram o resultado de um aumento percentual de caule oco no cultivo irrigado.

Em áreas de olerícolas com irrigação, é comum observar uma inexistência de manejo de irrigação, onde esta gera um desperdício de água e energia, além de gerar também problemas socioambientais. Práticas de manejo adequado da irrigação contribuem para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos agrícolas (OLIVEIRA, 2014).

Doorenbos e Kassam (1979) determinaram que a evapotranspiração fosse que à quantidade na qual a água é evaporada e transpirada de uma superfície do solo vegetada durante um determinado período de tempo, onde esta se inclui a

evaporação do solo, a água depositada por um sistema de irrigação, pela chuva ou orvalho nas superfícies das folhas e da transpiração vegetal.

O consumo da água que está envolvido no processo de evapotranspiração é influenciado por diversos fatores, entre eles estão associados à combinação dos elementos meteorológicos tais como: a radiação solar, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento, o grau de sombreamento do dossel vegetal e a quantidade de água prontamente disponível no solo (DOORENBOS; PRUITT, 1977).

O manejo de irrigação se consiste na determinação de quando se devem irrigar as culturas, quanto deverá ser aplicado de lamina da água, e do seu tempo de funcionamento do sistema de irrigação. A determinação do consumo de água para as culturas é realizada através de medidas efetuadas no solo, na planta e na atmosfera. No método de balanço hídrico no sistema solo-planta-atmosfera, a entrada da água ocorre por meio das irrigações e das precipitações pluviais, já para a saída da água ocorre principalmente por evapotranspiração e pela percolação profunda (OLIVEIRA, 2014).

A evapotranspiração de referência (ET_o) é estimada por diferentes métodos e técnicas, onde estes são realizados a partir de dados meteorológicos, onde seu valor conhecido constitui-se em um fator básico para se quantificar um total de água que será necessário pra uma cultura durante o seu ciclo vegetativo (ALLEN et al., 1998).

A evapotranspiração de referência (ET_o) é definida como a evapotranspiração de uma cultura hipotética que cobre em todo o solo, em sua fase de crescimento ativo, sem suas restrições hídricas e/ou nutricionais, sendo uma altura média da planta de 12 cm, um albedo de 0,23 e uma resistência da superfície de 70 s m. Sendo que a equação de Penman-Monteith é adotada para a realização dos cálculos para o método padrão de estimativa da ET_o (ALLEN et al., 1998).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e caracterização do experimento.

O estudo foi conduzido em estufas (Figura 1), do Departamento de Ciências Agrárias, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus II, ERECHIM-RS, que está localizada em uma altitude 760m acima do nível do mar e, e coordenadas geográficas de 27°37'46''S e 52°16'33''W.

Figura 1. Área das estufas e produção experimental da URI Campus de Erechim. A estufa na qual foi conduzido o estudo está inserida a indicativa na imagem.



4.2 Características Climáticas

As características climáticas, tais como temperatura e umidade relativa do ar foram retiradas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018)

4.3 Manejo de Operação

Para a condução do experimento foram utilizadas mudas de brócolis cultivar Legacy apresentando quatro folhas definitivas. As mudas foram transplantadas para um vaso com capacidade de 10 L. Em cada um dos vasos foram adicionados adubação base com três partes solo de mata (volume/volume), duas partes de substrato organovegetal (volume/volume), e uma parte de cama de aviário (volume/volume). O composto orgânico produzido em uma composteira da URI Erechim foi acrescentado em cada um dos tratamento com diferentes dosagem (Figura 2).

Figura 2. Composto orgânico obtido a partir da decomposição de resíduo orgânico



A área da estufa, onde foi implantado o experimento, possui 42,5m². Os vasos foram mantidos em uma casa de vegetação do tipo capela onde esta compreende a área total de 125m², pé direito de 4 metros de altura e cobertura de agrofílm de 150 micras de espessura.

O composto orgânico foi pesado e homogeneizado no vaso (Figura 3) antes do transplante da muda do brócolis cultivar híbrido Legacy (Figura 4)

Figura 3. Distribuição e homogeneização das doses de composto orgânico no vaso de cultivo de brócolis cultivar Legacy.



Figura 4. Abertura de cova e transplante da muda de brócolis do cultivar Legacy em vaso.



Os tratamentos utilizados foram constituídos por diferentes quantidades de composto orgânico, a saber, (0; 50; 100 e 200 g por vaso) (Figura 5).

Figura 5. Distribuição da quantidade de composto orgânico em cada tratamento.



4.5 Compostos Orgânicos

O composto orgânico foi enviado ao laboratório de análises da Faculdade de Agronomia do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) para serem realizadas as análises de: carbono orgânico, nitrogênio total e matéria seca.

4.6 Manejo da irrigação

O balanço hídrico para o cultivo do brócolis foi usado a evapotranspiração da cidade de Passo Fundo (Tabela 1) da Embrapa Trigo (2015).

Tabela 1. Evapotranspiração de Referência utilizada no experimento

Estação	Evapotranspiração de Referência (mm)												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
Passo Fundo	108,1	88,6	90,9	81	73,3	66,7	78,6	85,3	90,7	107,5	120,4	130,5	1.121,60

Fonte: Embrapa Trigo (2015).

A irrigação utilizada para a cultura do brócolis foi a irrigação por gotejamento (Figura 6), sendo esta realizada por gotejadores acoplados em mangueira de polietileno com um espaçamento entre os gotejadores de 0,75 m e vazão correspondente a 2 L h⁻¹.

Figura 6. Irrigação por gotejamento em cada vaso



Na tabela 2 encontram-se os valores do coeficiente da cultura (K_c) para cada estágio de desenvolvimento da cultura.

Tabela 2. Duração de dias e valores de K_c para os quatro estádios de desenvolvimento da cultura do brócolis.

Estádio	Duração (Dias)	K_c
Inicial (I)	12	0,65
Vegetativo (II)	33	1,05
Florescimento (III)	36	0,95
Maturação (IV)	-	-

Fonte: Oliveira (2014)

O manejo de irrigação foi realizado pela equação 1 com base nos dados das tabelas 1 e 2:

$$ET_c = ET_o \times k_c \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

ET_c: Evapotranspiração de Cultura (mm d);
ET_o: Evapotranspiração de Referência (mm d);
K_c: Coeficiente de Cultura (adm).

O Tempo de Irrigação (Ti) foi realizado pela equação 2:

$$Ti = \left(\frac{Etc * A * 60}{q} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

Ti: Tempo de Irrigação (min);
A: Área do Emissor (m²);
60: Conversão de hora para minuto;
q: Vazão do Emissor (L h⁻¹)

Durante o experimento foi aplicado uma dose de Moluscicida granulado metaldeído para evitar o surgimento de lesmas e caramujos africanos. A dosagem foi aplicada conforme recomendação do produto.

4.7 Variáveis analisadas

Após o período de 90 dias, as plantas foram removidas dos vasos e as mesmas foram realizadas as variâncias de altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca parte aérea e raiz, comprimento da raiz, e por fim, massa seca da raiz e planta.

A altura da planta foi determinada através de medida de uma régua graduada. O valor de sua altura foi obtido medindo-se da base até o seu topo apical. Os dados obtidos foram expressos em cm.

O diâmetro do caule foi medido por meio de um paquímetro, onde as medidas forma utilizadas em duas casas decimais (0,01). Os dados obtidos foram expressos em mm.

As folhas após ser destacadas, foram contadas para cada planta. Cada planta de cada tratamento foi pesada em uma balança digital com uma precisão de três casas decimais (0,001), sendo os seus valores expressos em g planta^{-1} .

Para cada planta foram separadas as raízes dos caules e as mesmas foram pesadas em uma balança digital com uma precisão de três casas decimais (0,001), e o seu valor expresso em g planta^{-1} . As raízes de cada planta foram medidas através de uma régua graduada. O valor de comprimento das raízes foi obtido através do topo da planta até a sua radícula. Os dados obtidos foram expressos em cm.

Para a obtenção dos resultados, os mesmos foram colocados em uma estufa de ar forçada com a temperatura de 65°C até a estabilização de sua massa, num período de 72 horas. Após a retirada da estufa, as mesmas foram pesadas e obtidas, os seus pesos respectivos. Os valores foram expressos em g planta^{-1} .

4.8 - Delineamento Experimental

Foi utilizado o Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado (DIC), onde os vasos foram colocados em quatro linhas de irrigação, onde estas linhas tinham uma extensão de 10 metros de extensão, sendo que seu espaçamento entre linhas é de 1,00 m, 0,38 m entre vasos e 0,75 m entre os gotejadores. Cada linha continha 8 vasos, tendo um total de 32 vasos, dentre as quais foram utilizados 4 dosagens de composto orgânico. Os tratamentos de dosagem de composto foram de diferentes aplicações: T1 (0 g), T2 (50 g), T3 (100g) e T4 (200 g).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação das variáveis

Segundo o INMET (2018), as temperaturas durante o experimento apresentaram máximas de 32°C e mínimas de 19°C .

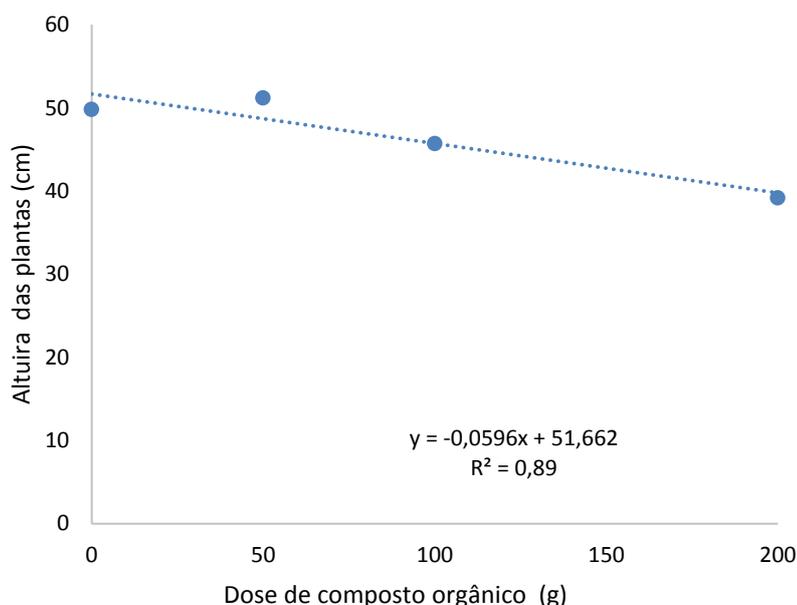
Assim de acordo com SCHIAVON JÚNIOR (2008), a temperatura ideal para esta olerícola está entre 20 e 24°C, onde estas são ideais para o crescimento da mesma. Já para o surgimento de inflorescência dos brócolis deverá ter uma variação entre 10 a 15°C, com uma umidade relativa oscilando-se na faixa dos 60 e 75%.

Por outro lado, Tagune (2012) cita que quando a temperatura média tiver uma permanência de 25°C, poderá ocasionar um retardamento da formação da cabeça.

Observou-se por meio da análise de variância que o fator utilizado para o experimento (dose do composto orgânico) não apresentou um efeito significativo para as variáveis número de folhas, massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes e comprimento das raízes.

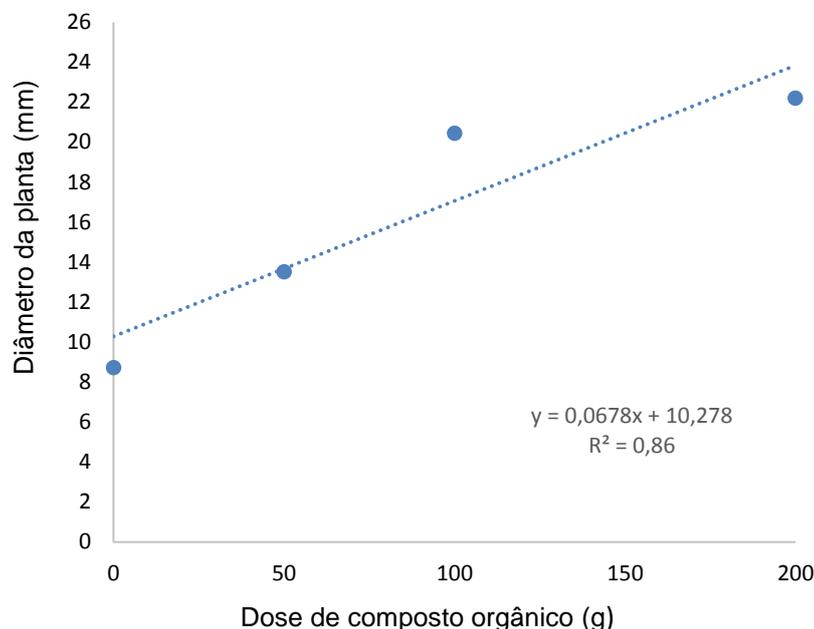
Para a variável altura da planta, pode-se observar na figura 7 uma tendência linear decrescente à medida que a concentração do composto orgânico foi aumentada no vaso cultivado. Esse comportamento pode ser atribuído em resposta ao aumento das doses de composto orgânico, podendo ser relacionado com o nível de fertilidade do solo utilizado no experimento (Figura 7).

Figura 7. Altura das plantas de brócolis cultivar Legacy cultivadas em ambiente controlado com diferentes concentrações de composto orgânico, após 88 dias de cultivo.



Quanto a variável diâmetro do colo da planta e massa seca das raízes, observou-se um comportamento linear crescente a medida que se aumentou a dose de composto orgânico (Figura 7). Diniz et al. (2008) trabalhando com brócolis cultivar Domador e cinco doses de composto orgânico (5; 10; 15; 20 e 25 t ha⁻¹), verificaram que houve uma forte correlação entre o aumento da dose do composto orgânico e a massa seca das raízes, sendo 25 t ha⁻¹ aquela que apresentou a melhor resposta.

Figura 8. Diâmetro do colo das plantas de brócolis cultivar Legacy cultivadas em ambiente controlado com diferentes concentrações de composto orgânico, após 88 dias de cultivo.



5.2 Compostos orgânicos

Os resultados da composição físico-química do composto apresentaram carbono orgânico (C-orgân.), nitrogênio total (N-total) e matéria seca (Mat. Seca) de 25; 2,3 e 64% de massa por massa, respectivamente. Para o SBCS (2016), os resultados do C-orgân., N-total, e Mat. Seca foram de 12; 1,2; e 70% de massa por massa, respectivamente. De acordo como o autor acima mencionado, o teor de C-orgân., se mostrou satisfatório, assim como o teor de N-total e matéria orgânica. Diante destas informações, o composto desenvolvido estaria bom para ser utilizado

em hortaliças e outras atividades agrícolas. (SBCS, 2016). Ainda segundo o autor o teor de matéria seca, carbono e nitrogênio e de macro nutrientes dos adubos orgânicos podem apresentar grande variabilidade, dependendo de sua origem do material.

5.3. Lâmina total irrigação

Neste experimento foi usada apenas uma lâmina de irrigação (100% da ETc) para os quatro tratamentos. Na tabela 3 apresentam-se os resultados do período de 88 dias de desenvolvimento vegetativo do brócolis cultivar Legacy. Os resultados apontaram que para todo o período, ou seja, inicial até a maturação, a cultura exigiu um total de 219,28 mm.

Tabela 3. Quantidade de água usada para cada planta.

Mês	Fase	ETc	Dias	ETc total	L planta ⁻¹
		mm d ⁻¹		mm ciclo ⁻¹	
Março	I	1,90	19	36,10	2,20
Abril	II	2,84	30	85,20	5,20
Maio	III	2,48	31	76,88	4,69
Junho	IV	2,11	10	21,10	1,29
				219,28	

A fase 2 foi a que obteve maior lâmina de irrigação, devido ao seu coeficiente da cultura (Tabela 2), totalizando assim 85,20 mm, ou então 5,20 L planta⁻¹. A fase com menor uso de água foi a IV com 21,10 mm, tendo apenas 10 dias de irrigação.

6. Conclusão

Para as condições utilizadas nas condições deste experimento, é possível concluir que a adição do composto orgânico exerce influência no crescimento e desenvolvimento do brócolis.

Nitrogênio, Carbono e Matéria Orgânica do composto orgânico estariam de acordo com os teores exigidos pela Sociedade Brasileira de Ciência do solo-

Comissão de Química e Fertilidade, podendo assim ser empregados às demais culturas hortifrutícolas.

A lâmina de água total aplicada durante o ciclo de cultivo foi de 219,28 mm, sendo a menor lâmina na fase 4 e a maior na fase 2.

Referencial Bibliográfico

ALLEN, R. G. et al. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 310 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

AMLINGER, F.; GÖTZ, B.; DREHER, P.; GESZTI, J.; WEISSTEINER, C. Nitrogen in bio waste and yard waste compost: dynamics of mobilization and availability: a review. **European Journal of Soil Biology**, Wageningen, v.39, p. 107-116, 2003.

BJÖRKMAN, T.; PEARSON, K.J. High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). **Journal of Experimental Botany**, v.49, n.318, p.101-106, 1998.

CASSERES, E. **Producción de hortalizas**. 3 ed. San José: Editorial IICA, 1980. 387p.

CASTELLANOS, J. Z.; PRATT, P. F. Mineralization of manure nitrogen: correlation with laboratory indexes. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 45, p. 354-357, 1981.

DINIZ ER; SANTOS RHS; URQUIAGA SS; PETERNELLI LA; BARRELLA TP; FREITAS GB, 2008. Crescimento e produção de brócolis em sistemas orgânico em função das doses de composto. **Ciência e agrotecnologia** 32: 1428-1434.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO. 1977. 194p.

DORRENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Irrigation and Drainage Paper 33. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193p.

FARNHAM, M. W.; BJÖRKMAN, T. Development of broccoli adapted to summer conditions in the Southeastern United States, 2008. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?seq_no_115=22616>. Acesso em: 21/04/2018.

FELLER, C.; FINK, M. Growth and yield of broccoli as affected by the nitrogen content of transplants and timing of nitrogen fertilization. **HortScience**, Alexandria, v. 40, n. 5, p. 1320-1323, 2005.

FERREIRA, F.A. Efeito do clima sobre as Brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 98, p 12-14, jan. 1983.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2000. V. 2, 357 p.

FORTIER, E., DESJARDINS, Y., TREMBLAY, N., BÉLEC, C., CÔTÉ, M. 2010. Influence of irrigation and nitrogen fertilization on broccoli polyphenols concentration.

ActaHort. (ISHS) 856:55-62. Disponível em: <
http://www.actahort.org/books/856/856_6htm>. Acesso em: 21/04/2018.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**; processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.

GORSKI, S. F; AMSTRONG, D. M. The influence of spacing and nitrogen rate on yield and hollow stem in broccoli. **Research Circular**, Wooster, v. 288, p. 16-18, 1985.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA**. IBGE 2001. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=818&z=t=&o1&i=P>>. Acesso em: 21/04/2018

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇA, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1993. P. 149-177.

KNOTT, J.E. **Handbook for vegetable growers**. New York: John Wile & Sons, 1962. 245p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map. 150cmx200cm.

LALLA, J.G. et al. Competição de cultivares de brócolos tipo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.3, p.360-363, 2010.

MAY, A. et al. **A cultura da couve flor**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 200). 36p.

MAGRO, F.O. **Doses de composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis**. Botucatu, 2009. 50p. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Horticultura) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu.

NIEUWHOF, M. **Cole crops: botany, cultivation and utilization**. London: Leonard Hill, 1969. 353p.

OLIVEIRA, R.M. **Produção das culturas do brócolis e da couve-flor com diferentes lâminas de irrigação** – 2014. 83p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, MG.

OLIVEIRA, E.M. de. **Produtividade do cafeeiro conilon vitória submetido a diferentes laminas de irrigação**. 2014. 96f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

PIZETTA, L.C.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P; BARBOSA, J.C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho á adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, v.23, p. 51-56, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e do abastecimento. **Boletim Mensal de comercialização**. Porto Alegre: CEASA/RS, 1980/1997. Boletins Técnicos Mensais.

RODRIGUES, R.R. Desenvolvimento inicial de brócolis em diferentes disponibilidades hídricas. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.9, n 17, p.10-41, 2013.

SCHIAVON JR, A.A. **Produtividade e qualidade de brócolos em função da adubação e espaçamento entre plantas**. Jaboticabal, 2008 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. SBSC/CQFS/NRSUL. Porto Alegre, 2016. 400p.

SONNENBERG, PE. **Olericultura Especial**. 3 ed. Goiânia: Líder, 1985. 149 p. 2ª Parte (Mimeografado).

SOUZA, J.L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564p.

SOUZA, R.J. de. Origem e Botânica de algumas brássicas. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.9, n.98, p.10-12, 1983.

TAN, D.K.Y. **Effect of temperature an photoperiod on broccoli development, yield in quality in South-east Queensland**. Gatton. 1999. 193p. Thesis (Doctor of Philosophy) - The University of Queensland; Gatton, School of Land and Food, 1999.

TREVISAN, B.G. Densidades de plantio de brócolos 'Legacy' em cultivo de inverno em Santa Maria, RS, 2001. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA DA UFSM, 17, 2002. Santa Maria, Brasil. **Anais...** Santa Maria: Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa-UFSM, 2002. 1 CD-ROM.

TREVISAN, J.N. **Crescimento, desenvolvimento e produção do brócolis de cabeça única. Dissertação de mestrado** - 2013. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

VELLO, N.A. **Seleção dentro de progênies e recombinação por poli cruzamento em couve-brócolos ramosos (*Brássica oleracea* L. var. *itálica* Plenck)**. Piracicaba, ESALQ. 1977. 88p. Tese Doutorado.

VIDIGAL, S.M. (Orgs.). **101 Culturas** - Manual de Tecnologias Agrícolas. 1 ed. Belo Horizonte MG: EPAMIG, 2007.