

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E
PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS DE CABEÇA ÚNICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Jorge Nadir Trevisan

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS DE CABEÇA ÚNICA

Jorge Nadir Trevisan

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fisiologia e manejo de culturas agrícolas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Sidinei José Lopes

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Trevisan, Jorge Nadir
Crescimento, desenvolvimento e produção de brócolis de
cabeça única / Jorge Nadir Trevisan.-2013.
105 p.; 30cm

Orientador: Sidinei José Lopes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, RS, 2013

1. Brassica oleracea L. var. italica Plenck 2. Curvas
de crescimento 3. Modelo do cosseno 4. Híbridos e épocas
I. Lopes, Sidinei José II. Título.

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Jorge Nadir Trevisan. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: jorgentsm@hotmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Dissertação de Mestrado

**CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE
BRÓCOLIS DE CABEÇA ÚNICA**

elaborada por
Jorge Nadir Trevisan

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Sidinei José Lopes, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Sandro Luis Petter Medeiros, Dr. (UFSM)

Nilson Lemos de Menezes, Dr. (UFPel)

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida e companhia durante toda a jornada.

A meus pais por terem me gerado, mantido, educado e amado.

A minha mulher e filha pelo apoio e compreensão nas ausências e convivência familiar.

A Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Fitotecnia e Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade para a realização do Curso.

A Coordenação e Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelo incentivo, apoio, atendimento e encaminhamento administrativo.

Ao meu orientador professor Dr. Sidinei José Lopes por sua capacidade técnica, ter sido um importante incentivador na consecução deste trabalho, prestado grande auxílio nas análises estatísticas e também pela compreensão, disponibilidade e apoio dedicados durante todo o período de Mestrado.

Ao Comitê de Orientação composto pelos professores Doutores Sidinei José Lopes, Sandro Luis Petter Medeiros e Alessandro Dal'Col Lúcio por me orientarem e apoiarem nos momentos necessários.

Aos membros da Banca Examinadora composta pelos professores Doutores Sidinei José Lopes, Sandro Luis Petter Medeiros, Nilson Lemos de Menezes e Alessandro Dal'Col Lúcio por terem aceitado o convite e por suas contribuições na apresentação da Dissertação.

Ao colega e amigo professor Titular Gustavo Adolfo Klippel Martins pelo companheirismo e convívio diário, na mesma sala de trabalho por mais de trinta anos, e pelas oportunas e inestimáveis ajudas, apoios e sugestões, também durante mais esta etapa de minha jornada de trabalho na UFSM.

Ao colega da disciplina de olericultura professor Dr. Jerônimo Luiz Andriolo pelo incentivo constante, apoio oportuno e disponibilidade dispensada.

Aos acadêmicos Fernando Henrique Baldissera Casagrande, Ismael Albino Schwantes e Pedro Hernandez Padilha pelo importante e eficiente auxílio prestado na coleta de dados, com disponibilidade, responsabilidade, pontualidade e convivência agradável.

A todos os integrantes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia que foram meus professores durante a realização do Curso.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e, em especial, Bruna Mendonça Alves, Carlise Pereira e Fernando Machado Haesbaert pelo convívio, apoio, ajuda e parceria de estudos na realização de disciplinas e trabalhos curriculares.

Aos servidores do Departamento de Fitotecnia João Vicente do Amaral Colpo, Ilton Almeida Goulart, Pedro Gilberto Pinheiro Kaufmann, Joel Gonçalves Dias e em especial, a Joeci Braga Espindola, lotado no Setor de Horticultura, que colaboraram de forma direta ou indireta nos trabalhos de instalação e condução dos experimentos.

COM GRATIDÃO

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS DE CABEÇA ÚNICA

AUTOR: JORGE NADIR TREVISAN

ORIENTADOR: SIDINEI JOSÉ LOPES

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2013.

O brócolis de cabeça única (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) é uma das hortaliças com a introdução mais recente no Brasil e seu cultivo vem aumentando gradativamente nas últimas décadas. Este cultivo apresenta potencial para a diversificação da produção olerícola, na região central do Rio Grande do Sul como uma alternativa econômica e horticultural para a conversão parcial da fumicultura, à qual se dedicam muitos produtores rurais, bem como, para o abastecimento do mercado regional de hortaliças. O objetivo deste trabalho foi estudar o crescimento, desenvolvimento e produção dos híbridos Legacy e BRO 68 de brócolis de cabeça única cultivados em duas épocas, utilizando dados gerados em experimentos instalados na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, nas datas de 22/03/2011 e 30/06/2011. Foram avaliadas as variáveis morfológicas e produtivas bem como a soma térmica do transplante até a antese da primeira flor. Ajustou-se as curvas de crescimento pelo modelo do cosseno, determinou-se a medida linear do limbo foliar para estimar a área foliar e fez-se a análise da variância em esquemas fatoriais para as variáveis morfológicas e produtivas. O modelo de crescimento e desenvolvimento do cosseno teve um bom ajuste, com valores do coeficiente de determinação superiores a 70%. Quanto ao crescimento, a área foliar diferiu entre as épocas e entre os dois híbridos na segunda época; o número de folhas entre os híbridos nas duas épocas; as variáveis componentes da cabeça altura, diâmetro e as fitomassas verde da cabeça, dos floretes e do ápice caulinar, entre os dois híbridos na primeira época. A soma térmica para o híbrido Legacy na primeira época foi de 1.479,9 graus-dia e na segunda época foi de 1.285,5 graus-dia. A soma térmica para o híbrido BRO 68 na primeira época foi de 1.423,1 graus-dia e na segunda época foi de 1.172,8 graus-dia. O modelo de melhor ajuste para estimativa da área foliar foi: $\text{área foliar} = -0,006981 + 0,000878403 \times L^{1,5}$, utilizando a medida da largura do limbo foliar, para o híbrido BRO 68, enquanto que, para o 'Legacy', foi: $\text{área foliar} = 0,0174307 + 0,00000249604 \times (C \times L)^{1,5}$, envolvendo o produto entre o comprimento e a largura. Houve interação entre híbridos e épocas para fitomassa verde da cabeça. O híbrido Legacy foi o mais tardio em ambas as épocas e o mais produtivo na primeira época, com fitomassa média de 755,72 g cabeça⁻¹. Ambos os híbridos obtiveram as maiores fitomassas médias na segunda época, com 864,43 e 862,62 g cabeça⁻¹ para o 'BRO 68' e 'Legacy', respectivamente.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck. Curvas de crescimento. Modelo do cosseno. Híbridos e épocas.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Agronomy
Federal University of Santa Maria

Growth, development and production of single-head hybrid broccoli.

AUTHOR: JORGE NADIR TREVISAN

ADVISOR: SIDINEI JOSÉ LOPES

Date and Local da Defesa: Santa Maria, february 27th, 2013.

Single-head broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) is one of the vegetables with the latest introduction to Brazil and its cultivation has increased gradually over the past decades. This crop has potential to diversify vegetable production in Rio Grande do Sul central area as an economic and horticultural alternative to tobacco growing which widespread among local farmers, as well as to supply regional produce market. The aim of this work was to study growth, development and yield using data generated in two experiments with single-head broccoli hybrids grown in two seasons. The experiments were conducted at the Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, using Legacy and BRO 68 hybrids transplanted on march 22, 2011 and july 30, 2011. We evaluated morphological and productive variables as well as thermal time from transplanting through to the first flower opening. Adjusted growth curves by the cosine model, were determined measuring the length and width of the leaf blade to estimate leaf area, and the variance was analysed in factorial schemes. The model of growth and development of the cosine provided a good fit with the coefficient of determination higher than 70%. Concerning growth, leaf area differed between seasons and between the hybrids in the second season; number of leaves between hybrids in both seasons; component variables of head height, diameter and head green phytomasses, florets and stem apex, between the hybrids in the first season. The thermal time for hybrid Legacy in the first season was 1479.9 degree-days and in the second season was 1285.5 degree-days. The thermal time for hybrid BRO 68 in the first season was 1423.1 degree-days and second season was 1172.8 degree-days. The best model for estimating leaf area was: leaf area = - 0.006981 + 0.000878403 x $W^{1.5}$, using the width of the leaf for hybrid BRO 68, whereas for 'Legacy', was: leaf area = 0.0174307 + 0.00000249604 x (L x W) $^{1.5}$, involving the product of leaf length and width. There was interaction between hybrids and seasons for head green phytomass. 'Legacy' was latest in both seasons and the most productive in the first season, with an average head phytomass of 755.72 g head⁻¹. Both hybrids had the highest average weights in the second season, with 864.43 g head⁻¹ and 862.62 g head⁻¹ for 'BRO 68' and 'Legacy', respectively.

Key-Words: *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck. Growth curves. Cosine model. Hybrid and seasons.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Temperaturas mínimas, médias e máximas até o estágio de antese da primeira flor em 100% das plantas dos híbridos Legacy e BRO 68 na E1 (22/03/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 47
- Figura 2 – Temperaturas mínimas, médias e máximas até o estágio de antese da primeira flor em 100% das plantas dos híbridos Legacy e BRO 68 na E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 48
- Figura 3 – Área foliar relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 56
- Figura 4 – Número de folhas relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 57
- Figura 5 – Altura do caule relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 58
- Figura 6 – Diâmetro do caule relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 59
- Figura 7 – Fitomassa verde do limbo foliar relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 60
- Figura 8 – Fitomassa verde do pecíolo foliar relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 61
- Figura 9 – Fitomassa verde foliar total relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 62
- Figura 10 – Fitomassa verde do caule relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 63
- Figura 11 – Altura da cabeça relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 64
- Figura 12 – Diâmetro da cabeça relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 65

Figura 13 – Fitomassa verde da cabeça relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	66
Figura 14 – Número de floretes relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	67
Figura 15 – Fitomassa verde dos floretes relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	68
Figura 16 – Fitomassa verde do ápice caulinar relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	69
Figura 17 – Fitomassa verde aérea relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	70
Figura 18 – Fitomassa seca foliar total relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	71
Figura 19 – Fitomassa seca da cabeça relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	72
Figura 20 – Fitomassa seca da parte aérea relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	73
Figura 21 – Distribuição da participação da produção comercial por colheita (%) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011).....	90
Figura 22 – Temperaturas mínimas, médias e máximas durante o período de colheita dos híbridos Legacy e BRO 68 na E1 (22/03/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	91
Figura 23 – Temperaturas mínimas, médias e máximas durante o período de colheita dos híbridos Legacy e BRO 68 na E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	92

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Variáveis, tamanho de amostra e procedimento de coleta dos dados nos j-ésimos dias de amostragem para as determinações referentes ao crescimento, desenvolvimento e produção dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013 . 36
- Tabela 2 – Temperaturas médias e soma térmica acumulada (STa) para os estágios fenológicos dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013 49
- Tabela 3 – Desenvolvimento e crescimento com diferenças significativas das variáveis relativas em função do desenvolvimento relativo (D_r) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.2011) e E2 (30.06.2011), comparado pelo Intervalo de Confiança para o parâmetro (q) estimado do modelo do cosseno ($(\text{Variável relativa}=\cos\{ \pi/2(1-D_r) \})$). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 53
- Tabela 4 – Estimativa e limites superior (L_s) e inferior (L_i) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($AF_r=\cos\{ \pi/2(1-D_r) \})$ ajustado para área foliar relativa (AF_r) em função do desenvolvimento relativo (D_r) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 56
- Tabela 5 – Estimativa e limites superior (L_s) e inferior (L_i) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($NFOr=\cos\{ \pi/2(1-D_r) \})$ ajustado para número de folhas relativo ($NFOr$) em função do desenvolvimento relativo (D_r) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 57
- Tabela 6 – Estimativa e limites superior (L_s) e inferior (L_i) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($ACAUr=\cos\{ \pi/2(1-D_r) \})$ ajustado para altura do caule relativa ($ACAUr$) em função do desenvolvimento relativo (D_r) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 58

- Tabela 7 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($DCAUr = \cos q \{ \pi/2(1-Dr) \}$) ajustado para diâmetro do caule relativo ($DCAUr$) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 59
- Tabela 8 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVLFr = \cos q \{ \pi/2(1-Dr) \}$) ajustado para fitomassa verde do limbo foliar relativa ($FMVLFr$) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 60
- Tabela 9 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVPFr = \cos q \{ \pi/2(1-Dr) \}$) ajustado para fitomassa verde do pecíolo foliar relativa ($FMVPFr$) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 61
- Tabela 10 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVFTr = \cos q \{ \pi/2(1-Dr) \}$) ajustado para fitomassa verde foliar total relativa ($FMVFTr$) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 62
- Tabela 11 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVCAUr = \cos q \{ \pi/2(1-Dr) \}$) ajustado para fitomassa verde do caule relativa ($FMVCAUr$) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 63
- Tabela 12 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($ACABr = \cos q \{ \pi/2(1-Dr) \}$) ajustado para altura da cabeça relativa ($ACABr$) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 64

- Tabela 13 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($DCABr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para diâmetro da cabeça relativa (DCABr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 65
- Tabela 14 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVCABr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde da cabeça relativa (CABr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 66
- Tabela 15 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($NFLr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para número de floretes relativo (NFLr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 67
- Tabela 16 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVFLCr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde dos floretes relativa (FMVFLr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 68
- Tabela 17 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVACr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde do ápice caulinar relativa (APr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 69
- Tabela 18 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVAr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde aérea relativa (FMVAr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013..... 70

Tabela 19 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMSFTr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa seca foliar total relativa (FMSFTr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	71
Tabela 20 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMSCABr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa seca da cabeça relativa (FMSCABr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	72
Tabela 21 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMSAr = \cos\{q/\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa seca da parte aérea relativa (FMSAr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.....	73
Tabela 22 – Médias da área foliar (m^2 planta ⁻¹) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013	74
Tabela 23 – Médias das fitomassas verde (FMV), da altura e do diâmetro do caule, das razões entre $FMVFT/FMVCAB$ e $FMVA/FMVCAB$ da produção dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011) durante os estádios de início a 50% e de 50 a 80% da maturação das cabeças. Santa Maria, RS, 2013	76
Tabela 24 – Médias da fitomassa verde por folha, número de folhas por planta e número de floretes por cabeça no crescimento e produção dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011) durante os estágios de início a 50% e de 50 a 80% da maturação das cabeças. Santa Maria, RS, 2013.....	79
Tabela 25 – Médias da fitomassa seca foliar total (g) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, antese da 1ª flor na 1ª planta e antese da 1ª flor em 100% das plantas dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013	82

Tabela 26 – Médias da fitomassa seca do caule (g) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013	83
Tabela 27 – Médias da fitomassa seca da cabeça (g) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013	84
Tabela 28 – Médias da fitomassa seca total aérea (g) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013	85
Tabela 29 – Médias do número de folhas, da altura e do diâmetro do caule dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013	87
Tabela 30 – Médias da fitomassa verde, altura e diâmetro de cabeça dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013	88

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice 1 - Estatísticas descritivas dos valores das variáveis FMVCAB(32), DCAB, ACAB, FMVLF, FMVPF, FMVFT, FMVCAU, FMVFLO, FMVAC, FMVCAB(3), FMVA, DCH, NFO, FMVPF, NFLO, FMVPFLO, razão FMVFT/FMVCAB, Razão FMVA/FMVCAB, ACAU e DCAU dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.....	101
--	-----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO	20
2.1 Gênero, espécie e grupos	20
2.2 Curvas de crescimento	22
2.3 Modelo de estimativa de área foliar por medidas lineares do limbo	24
2.4 Temperatura do ar	25
2.5 Produção de cabeças	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Localização e caracterização da área experimental	30
3.2 Descrição e preparo do solo	30
3.3 Híbridos, produção de mudas e transplante.	31
3.4 Manejo da cultura	32
3.5 Experimento, tratamentos, unidades experimentais.	33
3.6 Determinações referentes à planta	34
3.6.1 Crescimento e desenvolvimento	34
3.6.1.1 Área foliar por medidas do limbo.....	39
3.6.1.2 Crescimento, desenvolvimento e produção de cabeças.....	40
3.7 Determinações referentes ao ambiente: variável independente do modelo de crescimento	40
3.7.1 Temperatura do ar.....	40
3.8 Análises estatísticas	44
3.8.1 Crescimento e desenvolvimento	44
3.8.2 Área foliar: medidas lineares relacionadas ao método de discos foliares.	44
3.8.3 Análise de variância.....	45
3.8.3.1 Esquema trifatorial: híbridos, épocas e estádios de maturação da cabeça.....	45
3.8.3.2 Esquemas bifatoriais: épocas e híbridos	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 Crescimento e desenvolvimento	47
4.1.1 Temperatura, soma térmica e estádios fenológicos	47
4.1.2 Modelos de estimativa de área foliar por medidas lineares do limbo.	50
4.1.3 Comparação das curvas de crescimento dos híbridos e épocas, pelo intervalo de confiança para o parâmetro (q) estimado do modelo do cosseno.....	51
4.1.3.1 Área foliar relativa.....	52
4.1.3.2 Número de folhas relativo	53
4.1.3.3 Altura do caule relativa.....	54
4.1.3.4 Altura da cabeça relativa, diâmetro da cabeça relativo, fitomassas verdes da cabeça relativa, dos floretes relativa e do ápice caulinar relativa.....	54
4.1.4 Modelo do cosseno ajustado.....	55
4.2 Crescimento, desenvolvimento e produção de cabeças	74
4.2.1 Área foliar.....	74
4.2.2 Fitomassas verde	75
4.2.3 Fitomassas seca	81
4.3 Produção de cabeças	86
5 CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE	101

1 INTRODUÇÃO

O brócolis é uma das hortaliças com introdução mais recente no Brasil e seu cultivo vem aumentando gradativamente nas últimas décadas. Seu consumo tem apresentado incrementos expressivos devido: ao seu alto valor nutritivo; as suas propriedades nutracêuticas; a formação de glucosinolatos; a maior atratividade visual aos consumidores; prestar-se ao consumo in natura, processamento mínimo e congelamento; aliadas ao preparo rápido e fácil.

Por ser uma espécie com o cultivo ainda limitado ao Centro-Sul do Brasil e de recente importância no cenário olerícola nacional, dados de pesquisa e informações técnicas para a produção, ainda são bastante escassas na literatura brasileira.

São cultivados dois grupos de brócolis no Brasil: o ramoso, que forma uma inflorescência central pequena com numerosas inflorescências laterais desenvolvidas pela brotação das gemas das axilas foliares e o de cabeça central ou única, formada no ápice caulinar (SCHIAVON JR, 2008).

O volume de produção de brócolis no Brasil aumentou em 152% entre os dois últimos Censos Agropecuários realizados em 1995 e 2006, passando da vigésima sétima hortaliça mais produzida, entre as 57 espécies levantadas, para a vigésima colocação, com 91.653 toneladas. O Estado do Rio Grande do Sul, com produção de 9.702 toneladas, se manteve na quinta posição, com aumento de 298%, quase o dobro do brasileiro, o que indica, para ambos os casos, o aumento da procura pelo consumidor (IBGE, 2011).

Estatísticas publicadas nos Boletins Mensais de Comercialização da CEASA/RS, também mostram expressivo aumento nos volumes de brócolis comercializados no período 1980/99. Os volumes médios anuais comercializados do início ao término destas duas décadas apresentaram um incremento na comercialização e consumo superior a 2.200% (RIO GRANDE DO SUL, 1980/99).

Produto diferenciado no mercado, tecnologia cultural relativamente simples e rentabilidade potencial são fatores que favorecem o cultivo de brócolis de cabeça única como alternativa de diversificação para a atividade olerícola regional (CASTAMAN et al., 1998). Por ser uma hortaliça mais adaptada ao cultivo de outono-inverno, é na Região Centro-Sul seu principal local de cultivo, concentrando sua produção no Distrito Federal, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. As brassicáceas são tradicionalmente cultivadas também no município de

Santa Maria, RS, principalmente nos distritos de colonização italiana e em alguns municípios limítrofes, que contribuem para o abastecimento local e regional.

As espécies de brassicáceas mais cultivadas eram o repolho, o brócolis ramoso, a couve-flor e a couve-chinesa. Nas duas últimas décadas, houve grande aumento da aceitação pelo consumidor regional do brócolis de cabeça única, abastecido pelo mercado distribuidor, principalmente, com produto importado de outras regiões. Os produtores locais, com a experiência de cultivo anteriormente adquirida com aquelas espécies, e, podendo suprir esta nova demanda do mercado local, agora a ser disputado com a concorrência do importado, passaram a substituir o cultivo do brócolis ramoso pelo de cabeça única no período favorável de produção. Esta substituição ocorreu primeiro com os produtores de repolho, pela maior lucratividade do brócolis. Os fumicultores foram os próximos, utilizando-o no seu processo de conversão da cultura do fumo, introduzindo-o junto com outras hortaliças já cultivadas durante o outono-inverno como alternativa de renda na entressafra do fumo. E, por último, os próprios produtores do brócolis ramoso, para a redução e adequação da mão de obra, muito escassa e, por isto, de alto custo, no meio rural na região.

Novos produtores e, principalmente, os que fizeram a conversão do fumo, do repolho e do brócolis ramoso para o de cabeça única, são os que têm enfrentado transtornos e dificuldades para atender os compromissos de abastecimento do mercado. A existência desta demanda crescente, por parte de supermercados pertencentes a redes nacionais e regionais e órgãos públicos estaduais e federais que, para fechar acordos ou contratos, exigem do produtor que o abastecimento seja contínuo em quantidade e qualidade. A disponibilidade de híbridos adaptados e a falta de programação da produção são os maiores entraves enfrentados pelos produtores no atendimento destas exigências, expondo-os a constantes riscos e desabastecimento do mercado. Diagnóstico semelhante foi relatado por Tan (1999) na Austrália, onde, produtores da região de Darling Downs, com melhores tecnologias de produção e de manejo pós-colheita, enfrentavam problemas semelhantes para otimizar a predição e programação das colheitas visando a exportação da produção de brócolis de cabeça única.

A produção foi enfocada juntamente com o crescimento, desenvolvimento e adaptação dos dois híbridos mais cultivados durante a amplitude das duas épocas de cultivo mais utilizadas. Procurou-se avaliar e obter informações básicas através de prováveis interações-relações da produção (componentes da cabeça) x ambiente (temperatura e soma térmica).

A predição ou previsão da ontogenia, empregando o modelo matemático do cosseno proposto por Dourado Neto et al. (1998), foi utilizada para os dois híbridos de brócolis nas

duas épocas de cultivo, tomando por base o pressuposto de que a curva de crescimento, com um único ponto de máxima taxa de acúmulo em função de seu desenvolvimento relativo durante o ciclo, fosse identificado para cada variável dependente, indicando então a variação temporal do acúmulo da fitomassa, o que possibilitaria futuras tomadas de decisões sobre as possíveis interferências agronômicas na condução e manejo da cultura.

O objetivo deste trabalho é estudar o crescimento, desenvolvimento e produção, de dois híbridos de brócolis de cabeça única, plantados em duas épocas de cultivo, através da: determinação e comparação das curvas de crescimento; caracterização da exigência térmica para os diferentes estádios fenológicos; proposição de um modelo de estimativa de área foliar por medidas lineares do limbo e avaliação da produção.

2 REVISÃO

2.1 Gênero, espécie e grupos

O gênero *Brassica*, pertencente à família *Brassicaceae*, possui diversas espécies botânicas (*Brassica oleracea*) de importância agrícola e econômica. Entre estas espécies de brássicas, pelos diferentes órgãos utilizados como alimento, destacam-se, como hortaliças, com maior área cultivada e volume de produção, no Brasil (SOUZA, 1983) e no RS (RIO GRANDE DO SUL, 1980/99): o repolho e a couve-comum, como produtores de folhas e a couve-flor e o brócolis, como produtores de inflorescências. Estas quatro espécies estão entre as vinte hortaliças mais produzidas e consumidas no Brasil (SCHIAVON JR, 2008; IBGE, 2011). As três espécies da família *Brassicaceae* de maior importância econômica comercializadas em São Paulo também foram: o repolho, a couve-flor e o brócolis (MAGRO, 2009).

O brócolis, *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck, teve origem nas regiões costeiras ocidentais e ilhas do Mar Mediterrâneo. Provavelmente, foi introduzido na Europa, via Itália, vindo de Chipre ou da Grécia, como a couve-flor. Não se sabe de sua existência, com a morfologia atual, antes do ano de 1600 (NIEUWHOF, 1969). Nas Américas, o brócolis é uma das hortaliças com introdução mais recente, por volta de 1920, por imigrantes italianos nos Estados Unidos e, mais tardiamente, também os imigrantes italianos o introduziram no Brasil, via São Paulo.

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

O brócolis é uma planta herbácea, bienal, formada por sistema radicular, caule, folhas e cabeça. O sistema radicular seminal é pivotante, podendo ser modificado durante a produção

das mudas, com o transplante e/ou na amontoa. O caule é ereto, com possibilidade de emitir raízes adventícias com facilidade na sua porção basal. Desenvolve folhas que se arranjam em disposição alterna espiralada e diferencia uma cabeça no seu ápice. As folhas são simples; grandes; glabras; com duas estípulas na base, dando continuidade ao limbo ou separadas do mesmo; com limbo oblongo; nervuras menos salientes que as da couve-flor; cor verde ou verde azulada; com grande deposição de cera na lâmina foliar; pecíolo alongado e arredondado. A cabeça é formada por floretes, também denominados de pedúnculos florais, emitidos pela porção terminal do caule, interna a cabeça ou ápice caulinar e por pequenas folhas modificadas, estreitas e curtas, semelhantes a brácteas, na base e internamente à cabeça.

No Brasil existem dois grupos de genótipos em função de seu hábito de crescimento. O grupo de genótipos de cabeça única, por possuírem dominância apical, forma somente uma cabeça central grande, por isto denominado de cabeça única. Os genótipos deste grupo, cultivados no Brasil, são quase todos híbridos e importados. A introdução de híbridos de brócolis no Brasil, de acordo com VELLO (1977), não teria ocorrido até este ano, por não haverem relatos de sua utilização. Até o final da década de 70, a totalidade da produção dependia da utilização de cultivares do grupo ramoso. Os primeiros híbridos de cabeça única somente começaram a ser cultivados no Brasil com a importação de suas sementes, situação esta que predomina até hoje. Sua área de cultivo começou a ser incrementado a partir da década de 80, ocupando atualmente uma fatia já expressiva do mercado, devido ao menor gasto com mão de obra na colheita, apresentar maior rendimento no processamento, por se prestar ao congelamento e ser mais atrativo visualmente ao consumidor. A duração do período de colheita é bem mais curta do que os do grupo ramoso (SONNENBERG, 1985), mas ainda não se dispõem de pesquisas e também disponibilidade no mercado nacional dos novos materiais genéticos de cabeça única com tolerância ao calor, já melhorados nos Estados Unidos (BJÖRKMAN; PEARSON, 1998; FARNHAM; BJÖRKMAN, 2008).

Os genótipos do grupo ramoso, além de produzirem uma cabeça central menor, emitem brotos laterais encimados por pequenas inflorescências, advindo desta morfologia, a denominação do grupo, possibilitando várias colheitas que podem se estender por períodos superiores a dois meses (SONNENBERG, 1985). A maioria dos genótipos do grupo ramoso são produtos do melhoramento genético nacional, cultivo no outono-inverno, primavera-verão e alguns, com ampla adaptação climática, ou seja, possibilitando seu cultivo durante todo o ano. Estas denominações, “cabeça única” e “ramoso”, são empregadas tanto pelo mercado como na literatura técnica brasileira.

2.2 Curvas de crescimento

A agricultura moderna busca, de maneira incessante e rápida, tecnologias que possam aumentar a produção de alimentos e reduzir a fome no mundo. Novas tecnologias de manejo dos cultivos agrícolas e o melhoramento dos recursos genéticos visam obter maiores rendimentos, tanto quantitativos como qualitativos, das espécies cultivadas. A ampliação da adaptabilidade dos genótipos possibilita reduzir o emprego de energia, que, aliado à geração e utilização de técnicas limpas de manejo agrícola e ambiental, minimizam os efeitos resultantes à natureza. Na produção vegetal, o conhecimento prévio do efeito genótipo x ambiente, permite que se trabalhe com menor agressividade ao ambiente e com melhores resultados técnicos e econômicos na produção dos alimentos.

O brócolis, de uma maneira geral, assemelha-se à couve-flor quanto ao crescimento e ao desenvolvimento. Necessita também ter emitido determinado número de folhas bem desenvolvidas para que ocorra o crescimento e a formação de uma cabeça comercial. O desenvolvimento da planta decresce quando a cabeça principal chega ao ponto comercial (MAGRO, 2009).

O desenvolvimento do brócolis, é lento no início, primeiro mês da fase juvenil, e tem um incremento rápido, no terceiro mês, no final da fase juvenil, por ocasião da diferenciação dos botões florais e início do alongamento do ápice caulinar (FERREIRA et al., 1993).

A análise do crescimento de plantas agrícolas possibilita ampliar o estudo e a obtenção de um melhor conhecimento na avaliação de cultivares (CARDOSO et al., 2006). Segundo Oliveira et al. (2002), na primeira fase de uma curva clássica de crescimento de plantas na forma sigmoideal, a fase logarítmica, o crescimento é o resultado do aumento em tamanho por unidade de tempo. Afirma que inicialmente ela é lenta e justifica com o exemplo da germinação. O crescimento das plantas, medido pelo acúmulo de fitomassa por unidade de tempo, pode ser representado por uma curva sigmoideal. O crescimento das plantas cultivadas inicialmente é lento, tanto por semeadura direta, quando o crescimento ocorre as expensas das reservas acumuladas na própria semente para a germinação, como por mudas transplantadas, quando tanto a velocidade como o percentual de pegamento dependem da idade e da quantidade de reservas armazenadas pela muda para sua futura emissão de novas raízes e folhas. No início do crescimento, a fitomassa das plantas aumenta em uma proporção constante por dia até atingir um crescimento exponencial. A partir do momento em que as plantas começam a sofrer interferência por espaço, radiação, água, entre outros e mais folhas

são emitidas, sem, no entanto, conseguirem atingir a mesma eficiência fotossintética, a taxa de crescimento tende a se manter constante e a fitomassa total da planta aumenta linearmente até atingir uma máxima taxa de acúmulo, chamado de ponto de inflexão, a partir do qual, a taxa de crescimento começa a reduzir até que a curva se aproxime do valor final, assíntota da curva ou ponto de maturidade fisiológica.

O desenvolvimento de um modelo matemático que fosse completo ou suficientemente amplo, envolvendo o maior número possível de variáveis, poderia simular com maior precisão uma situação de crescimento real de uma planta. Mas modelos muito complexos dificilmente possibilitariam sua aplicabilidade prática (PEREIRA; MACHADO, 1987). Por outro lado, a utilização de modelos matemáticos com poucas variáveis ou representando apenas uma parte de um sistema, também pode dificultar seu emprego, por não permitirem a previsibilidade ajustada e desejada.

As curvas de crescimento de plantas ajustadas desde o transplante até o ponto de maturidade fisiológica, em função do tempo térmico, tempo em dias, graus-dia ou soma térmica acumulada, utilizam-se normalmente de modelos não lineares que representam uma curva sigmóide para o crescimento (Modelos Cosseno, Logístico, Gompertz, entre outros). A aplicação do modelo matemático do cosseno, como sugerido por Dourado Neto (1999), usa uma expressão matemática mais conhecida e mais simples do que as normalmente empregadas nos modelos de crescimento não lineares representados por uma curva sigmoidal.

A análise de um modelo de crescimento permite uma melhor compreensão dos genótipos e de suas possíveis interações ambientais, podendo contribuir para os produtores (olericultores) planejarem e otimizarem tanto o volume quanto a qualidade de suas produções, adequando o uso das cultivares em função da melhor época de semeadura, combinando as práticas de manejo para atender as necessidades mais críticas durante o ciclo e planejando a programação de futuras colheitas para épocas de pouca oferta, exportação ou melhor preço (TAN, 1999).

A análise de crescimento de um vegetal, segundo Magalhães (1985), pode ser caracterizada pela utilização de método não destrutivo de plantas através de mensurações sequenciais e temporais de seus componentes, tais como: a altura da planta, o diâmetro do caule, a área foliar, a largura e o comprimento da folha. Também considera que a taxa de crescimento relativo seria a forma mais apropriada e indicada para realizar a avaliação do crescimento do vegetal, porque representaria a fitomassa acumulada por unidade de tempo, em função da massa inicial.

Dentre as variáveis estudadas no crescimento e produção de brócolis em sistema orgânico, Diniz et al.(2008) concluíram que a área do dossel foi a que apresentou a maior correlação tanto com a produção como com a massa seca. Sendo a massa seca uma variável de caráter destrutivo, variáveis que não necessitem serem destruídas e que possibilitem alta correlação, como área do dossel, número de folhas e diâmetro do caule podem ser utilizadas para inferir sobre o crescimento do brócolis.

A área foliar da planta ou do dossel são as variáveis mais utilizadas pelos pesquisadores, por serem consideradas responsivas e relacionadas, na análise do seu crescimento e na determinação quantitativa da necessidade dos fatores ambientais que interferem na fotossíntese e transpiração das plantas, controlando o seu crescimento e desenvolvimento. Como parâmetro, tem sido empregado mundialmente na agricultura, em espécies cultivadas e invasoras, em modelos de previsão ou estimativa de crescimento, produtividade de cultivos e na determinação de ações de planejamento e manejos agrícolas. (BENINCASA, 1988; SILVA et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2002; OLFATI et al., 2010).

2.3 Modelo de estimativa de área foliar por medidas lineares do limbo

A estimativa da área foliar pode ser feita pelo método direto ou indireto. A tomada de decisão normalmente se baseia na precisão, destrutibilidade ou não do material, equipamentos, exequibilidade e rapidez, entre outros (TOEBE et al., 2010). Os métodos com maior precisão e que não sejam destrutivos (OLFATI et al., 2010) são os mais utilizados por agrônomos, pesquisadores e fisiologistas, para medir a área foliar individual das plantas agrícolas. Para as plantas olerícolas, devido ao elevado número de espécies cultivadas, inclusive para as brássicas e, entre elas o brócolis, há carência de técnicas recomendadas e modelos para estimar a área foliar de maneira mais precisa, rápida e simples.

Medidas dimensionais do limbo foliar, comprimento e largura, analisadas por equações de regressão com a área foliar real, obtida através do método de discos foliares, tem sido muito utilizada para a determinação de um modelo que obtivesse o melhor ajuste na determinação da área foliar (TOEBE et al., 2010).

2.4 Temperatura do ar

A temperatura do ar é o fator mesológico ou ambiental que mais afeta o crescimento, desenvolvimento e produção de plantas de brássicas, podendo ser a principal causa de elevados ou baixos rendimentos (KNOTT, 1962; SONNENBERG, 1985; TAN, 1999; FILGUEIRA, 2000; TREVISAN et al., 2002). As altas temperaturas do ar, que podem chegar a 32°C em Campo Grande, MS, inclusive durante o outono-inverno, são citadas como um dos fatores que afetam negativamente tanto a produção comercial como a qualidade do brócolis de cabeça única (LALLA et al., 2010).

Em brássicas, Ferreira (1983) relata que o número de folhas formadas pela planta depende preponderantemente do efeito da temperatura. Quando a planta for exposta a temperaturas mais altas, como reposta ela prolonga seu ciclo e continua emitindo novas folhas. Durante a formação da cabeça, variações térmicas afetam a velocidade de seu crescimento e desenvolvimento. Temperaturas mais baixas reduzem, e mais altas, aceleram o crescimento, podendo resultar em maturação mais ou menos concentrada. Aumentos de temperatura, mesmo por períodos muito curtos, durante a formação da cabeça, podem provocar grande acúmulo de cabeças a serem colhidas em uma única vez e/ou rápido alongamento dos pedúnculos com perda de qualidade.

Existe uma relação linear entre o número total de folhas e a temperatura do ar. Plantas de brócolis, em temperaturas mais baixas, florescem com menor número de nós, tendo assim menor número de folhas do que em temperaturas mais elevadas. Há também uma relação linear significativa entre a duração da soma térmica, da emergência até a diferenciação floral, e o número de folhas total na iniciação floral nos híbridos Greenbelt e Marathon, mas não no híbrido 'Fiesta', salientando não ser este muito sensível à temperatura. As diferentes respostas à temperatura sugerem que a taxa de iniciação foliar pode depender da temperatura para alguns híbridos, mas não para outros, e que a relação entre a temperatura média e o número total de folhas depende da cultivar (TAN et al., 1998).

Híbridos de couve-flor precoce ou de outono-inverno, segundo Sonnenberg (1985), quando cultivados no verão, em temperaturas mais elevadas do que 20°C, permanecem em crescimento vegetativo com aumento do número de folhas e, sem que haja diferenciação de cabeça. A planta, apesar da idade, número de folhas e área foliar, não consegue superar a fase juvenil e passar para a fase reprodutiva. A variabilidade na duração do ciclo do mesmo híbrido, quando cultivado em época de temperatura mais alta, prolonga o período de

crescimento, pela não satisfação do seu requerimento em temperaturas baixas para a vernalização e passagem à fase reprodutiva, mantendo-se vegetativo.

A resposta de plantas de brócolis às temperaturas mais elevadas durante a fase vegetativa, aos 74 dias após a sementeira, ocorre pelo aumento do número total de folhas presentes na iniciação floral. Quando a temperatura aumentou de 13°C a 29°C, o número de folhas também aumentou, de 18 para 24 (WIEBE, 1975 apud TAN, 1999, p. 26 e 121).

O requerimento das brássicas, quanto à necessidade térmica para as melhores respostas no crescimento da planta e qualidade de produção, é satisfeito quando as temperaturas médias atingem a faixa favorável de 15°C a 18°C (KNOTT, 1962; CASSERES, 1980). Este intervalo de temperatura média mensal para o desenvolvimento das brássicas, segundo Ferreira (1983), pode ser mais amplo, variando entre 15°C e 20°C.

O brócolis tem uma faixa de adaptação bastante ampla por ser indiferente ao fotoperíodo, testado por Tan (1999), até 16 horas de duração, e tolerar temperatura mais altas durante o desenvolvimento do seu ciclo, com máximas de 23,8°C (KNOTT, 1962; CASSERES, 1980). Temperaturas altas podem causar deformação de cabeças em cultivares de brócolis sensíveis a temperatura acima de 30°C (BJÖRKMAN; PEARSON, 1998). Se a planta receber o estresse por temperatura alta, ainda durante a fase vegetativa ou juvenil, antes da diferenciação floral, não haverá formação de lesão na futura cabeça. A fase crítica de exigência de temperaturas favoráveis para que ocorra a diferenciação da cabeça é quando ela está com diâmetro inferior a 1mm. Quando o estresse é recebido depois da diferenciação da cabeça, com 5 a 10mm de diâmetro, muitos botões ainda são afetados, mas eles são facilmente encobertos pelos botões florais das gemas mais velhas que ocuparão seus espaços.

Segundo conclusões de Tan (1999), embora a planta de brócolis suporte temperatura extremamente baixa, de -1°C até -3°C logo após a fase de diferenciação floral, a produção de cabeças fica prejudicada em volume e qualidade, pelo desenvolvimento irregular dos primórdios florais e floretes e, quando estas temperaturas ocorrerem na fase inicial da diferenciação, causa a morte dos primórdios florais. Temperaturas mais baixas, entre -7°C e -9°C, são letais à planta quando cultivada em campo. Nestas condições extremas, três híbridos testados reagiram de forma semelhante. Quanto à resposta dos híbridos à temperatura, quando submetidas a análise simulada em três modelos de crescimento que incluíram, além das temperaturas médias e cardinais, variações de fotoperíodo e radiação solar, concluiu que a temperatura permitiu fazer uma análise consistente no estudo dos híbridos, mas que o tempo térmico dos estádios fenológicos foi especificidade do híbrido. Também o genótipo, em vez do ambiente, foi quem determinou principalmente os atributos de qualidade das cabeças de

brócolis. Dos três híbridos testados, quando cultivados em época com temperaturas mínimas inferiores à 8°C, 'Marathon' foi o que apresentou qualidade apenas aceitável quanto à cor das gemas e compacidade da cabeça para exportação.

A duração do ciclo da planta de brócolis pode ser dividida em quatro estádios, de acordo com Kimoto (1993): no primeiro, de 0 a 30 dias, para a formação da muda; no segundo, dos 30 aos 60 dias, para o desenvolvimento do número de folhas e crescimento do limbo foliar; no terceiro, a diferenciação floral; no quarto, desenvolvimento dos botões florais e formação da cabeça. Afirma também que o segundo e terceiro estádios são fundamentais para a obtenção de boa produção e cabeças de qualidade. A duração dos estádios depende basicamente da cultivar e da temperatura.

Seabra Júnior (2005), utilizando o híbrido BRO 68, realizou sementeira em 18/02/2004, o transplante 33 dias após a sementeira (DAS), as colheitas de 28/05/2004 (99 DAS) a 12/06/2004 (114 DAS), com duração de 15 dias, tendo transcorrido um ciclo de 114 dias. Os tempos decorridos, em dias, entre os estádios sugeridos por Kimoto (1993), quantificados e relados por Seabra Júnior (2005), foram de: 0 a 33, da sementeira ao transplante; 33 aos 64, do transplante ao crescimento e desenvolvimento foliar; 64 aos 82, para a diferenciação floral; e, dos 82 a 114 para a formação e maturação da cabeça.

Castoldi et al. (2009) avaliando o crescimento, o acúmulo de nutrientes e a produtividade em couve-flor e, atribuíram o menor crescimento e acúmulo de massa seca até aos 40 dias após o transplante devido à incidência de baixas temperaturas ocorridas na fase inicial do desenvolvimento ou a fatores inerentes às brassicas que, após este período, atingem maior velocidade de crescimento (CHARLO et al., 2007), com máxima taxa de crescimento absoluto dos 56 aos 69 dias, assim como, os maiores valores de massa seca também foram observados aos 69 dias para o caule, pecíolo, limbo foliar, cabeça e massa seca total da planta. Os maiores valores da altura da planta, número de folhas, área foliar, diâmetro do caule, massa fresca das inflorescências também foram atingidos aos 69 dias após o transplante (CASTOLDI et al., 2009).

Em trabalho com brócolis de cabeça única 'Legacy', Charlo et al (2007) também relataram resultados de crescimento lento na fase inicial da cultura. Constataram que, aos 69 dias após o transplante, quando as inflorescências atingiram o ponto de colheita, as plantas apresentavam maior: altura, número de folhas, área foliar, diâmetro do caule; massas secas do caule, pecíolo, limbo foliar, inflorescência e total por planta; massa fresca, diâmetro e altura da inflorescência. A taxa máxima de crescimento absoluto (14,49 g/planta dia) foi atingida

aos 69 dias após o transplante, com aumentos contínuos, e, a maior taxa de crescimento relativo ($0,126 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) ocorreu aos 28 dias após o transplante.

2.5 Produção de cabeças

Os híbridos de brócolis de cabeça única, como o próprio nome já o caracteriza, têm como principal e, para a maioria dos híbridos deste grupo, a cabeça ou inflorescência como o único componente de produção, mas alguns destes híbridos podem emitir ramificações laterais sob determinadas condições de clima e manejo (TREVISAN et al., 2003).

O brócolis híbrido Marathon, quando cultivado em população de 50.000 plantas ha^{-1} , produziu 19.400 kg ha^{-1} de inflorescência e acumulou 6.200 kg ha^{-1} de massa seca, relatado por Rincon et al. (1999). Observaram, também, que as inflorescências contribuíram com 39,1% do total da massa seca produzida durante o período de 87 dias, do transplante à colheita.

Melo et al. (2010) compararam o comportamento quanto à produção das cultivares Avenger, Demoledor, Grandisimo, Green Storm Bonanza, Legacy e o material HECB-01-06 submetidas a dois sistemas de plantio, o direto e o convencional, não tendo encontrado diferença significativa entre os dois sistemas de plantio. Entre as cultivares, houve diferença significativa para as variáveis avaliadas, quando a cultivar Avenger se diferenciou das demais pela maior produtividade ($13,2 \text{ t ha}^{-1}$), peso médio (458g), diâmetro (15,3cm) e melhor qualidade das inflorescências.

Avaliando o desempenho de oito cultivares comerciais (BRO 68, Marathon, Green Parasol, Centenário, Legacy, Magestic Crown, AF649 e Brócolis de Cabeça) de brócolis tipo cabeça única nas condições edafoclimáticas de Campo Grande, MS, Lalla et al. (2010) realizaram seis colheitas a partir de 89 dias após a semeadura, e concluíram que as cultivares mais indicadas para o cultivo entre junho a setembro, pela maior produtividade, foram: Centenário, AF649, BRO 68 e Marathon.

De acordo com Schiavon Júnior (2008), plantas de brócolis “Legacy” foram influenciadas significativamente pelo espaçamento e adubação-espaçamento com, respectivamente, valores mínimos e máximos de: área foliar ($3.322,34$ e $7.152 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) - espaçamento, diâmetro de caule (3,00 e 5,64cm) - adubação x espaçamento, comprimento do

caule (de 22,83 e 30,88cm) – espaçamento e massa seca do caule (12,69g e 21,53g) – espaçamento. O emprego de espaçamento de 0,80m entre filas por 0,20 m entre plantas, com 150% da dose de NK_2O (315kg ha^{-1} de N e K_2O), por Schiavon Júnior (2008), permitiu a obtenção de produtividades máximas de inflorescência de $22.082,08\text{kg ha}^{-1}$. Já avaliando o resultado da aplicação de adubação orgânica, em dose de 25t ha^{-1} de composto, Diniz et al. (2008), obtiveram a maior produção de brócolis de cabeça única, com uma massa média de cabeça de 564g planta^{-1} , correspondente ao rendimento de $12,53\text{t ha}^{-1}$.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

Foram instalados dois experimentos a céu aberto, em ambiente natural, na horta didática e experimental do Setor de Horticultura, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria, RS.

O local está situado nas coordenadas geográficas latitude 29°43'S, longitude 53°42'W e com altitude de 95m. A região central do Rio Grande do Sul apresenta, segundo a classificação climática de Köeppen, clima tipo “cfa” subtropical úmido, com verões quentes (MORENO, 1961). As médias anuais de temperatura do ar são de 19,2°C e de 1.769 mm para a precipitação, com umidade relativa do ar de 78,4% (MOTA et al., 1971).

Esta área possui exposição Norte, com gradiente de 1%. A rede de drenagem artificial é constituída por drenos em forma de espinha de peixe, com 0,80m de profundidade média, com manilhas perfuradas, envelopadas em pedra britada e fechados, permitindo preparo mecanizado do solo. O sistema de irrigação tem linha principal subterrânea de 3”, ramais secundários com 2” e 3” e a água utilizada provém de fonte artificial (açude) com toda a bacia de acumulação em área internalizada da própria UFSM. Os quadrantes Norte e Sul possuem quebra-ventos implantados com *Pinus sp.* e *Inga sp.* e *Pinus sp.* e capoeira nativa regenerada entremeadada com *Pinus sp.*, respectivamente, no Oeste por mata nativa regenerada e a Leste por construções do Setor de Avicultura.

3.2 Descrição e preparo do solo

O solo pertence à classe PLANOSSOLO HDROMÓRFICO Distrófico arênico, de textura média, em área de várzea, com alguma restrição quanto à drenagem natural (DALMOLIN; KLAMT, 1997).

A ocupação deste solo vinha sendo com cultivos de hortaliças e adubação verde, cultivada e espontânea, intercalados por períodos em pousio de cultivo. Nesta sequencia de uso, no ano de 2010, efetuou-se subsolagem, gradagem, encanteiramento, cultivos com

brássicas e alface, gradagem posterior, novo pousio, gradagens com exposição solar durante os meses de verão. Parte da área foi pré-encanteirada mecanicamente em 10.03.11 e o encanteiramento definitivo realizado em 17.03.2011, com adição da adubação de cultivo para o transplante do primeiro experimento, época 1 (E1) em 22.03.2011. Outra parte da área, contígua a este experimento, foi mantida gradeada e em pousio-exposição solar, com pré-encanteiramento em 14.06.11 e o encanteiramento definitivo posterior, em 25.06.2011, conjuntamente com a aplicação da adubação de cultivo para a instalação do segundo experimento, época 2 (E2) em 30.06.2011.

As adubações foram realizadas de acordo com o resultado da análise do solo e seguiram as recomendações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Núcleo Regional Sul (SBCS/CQFS/NRSUL, 2004), experiência de cultivo local e regional, pesquisa anterior de adubação no mesmo solo com os mesmos híbridos utilizados nestes experimentos e expectativa de elevado rendimento. Adicionou-se todo o fósforo (450 kg ha^{-1} de P_2O_5), potássio (450 kg ha^{-1} de K_2O) e 25% do nitrogênio (60 kg ha^{-1} de N) a lanço e de forma localizada em duas faixas na superfície da área pré-encanteirada aos cinco dias pré-transplante. O restante do N (180 kg ha^{-1}) foi parcelado em três aplicações de igual quantidade logo após o pegamento, 20 dias após a primeira e por ocasião do início da emissão da cabeça. Pulverizações foliares preventivas, para o fornecimento de boro e molibdênio, foram realizadas segundo as indicações de Trani et al. (1998).

3.3 Híbridos, produção de mudas e transplante.

Utilizaram-se os híbridos de cabeça única Legacy e BRO 68 mais cultivados na região central e em todo o Estado do Rio Grande do Sul e por apresentarem ciclo diferenciado.

O brócolis híbrido Legacy, segundo a empresa detentora de seu registro (SEMINIS® DE RUITER SEEDS, 2010), desenvolve planta alta e vigorosa, atingindo de 40 a 50cm de altura, bom enfolhamento e excelente uniformidade; cabeça de excelente formato redondo, grandes e pesadas, com 650 a 850g, podendo atingir 1.200g, granulação extra fina, coloração verde-escura, muito atraente para consumo *in natura* ou industrializado; boa conservação pós-colheita; adaptado ao inverno mais rigoroso (outono/inverno) com época de semeadura de março a junho para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul e ciclo de 105 a 110 dias após a

semeadura. A Syngenta do Brasil (2012), detentora do registro do brócolos híbrido BRO 68, o descreve como uma planta aberta com pouca folha; altura média de 50,8-55,9cm; ausência de talo oco; uniformidade de maturação; cabeça semiglobular, diâmetro de 12,70-20,30cm, peso de 350g; finalidade mercado fresco e ciclos de 80-85 dias no outono e 85-90 no inverno. No Brasil, em regiões de clima ameno, é indicado para o cultivo durante todo o ano, já em regiões de clima quente, o outono e inverno são as épocas indicadas.

A produção das mudas foi realizada em estufa, coberta por filme de polietileno aditivado anti UV, em bandejas, de poliestireno expandido com 200 células piramidais invertidas e, em substrato comercial de casca de pinus compostada e adubada. Foram proporcionadas todas as condições necessárias para o desenvolvimento normal das mudas sem a ocorrência de estresse térmico, nutricional ou sanitário. As sementeiras ocorreram nas datas de 15.02.11 e 26.05.11 e os transplantes em 22.03.11, no início do outono e 30.06.11, no início do inverno, para a primeira e a segunda época, respectivamente, para os dois híbridos.

As mudas foram transplantadas com 2 a 3 folhas verdadeiras, em fileiras duplas desencontradas, no espaçamento de 0,70 m entre filas por 0,50 m entre plantas de acordo com recomendações de Trevisan et al. (2002), em canteiros, em ambiente natural, com 0,25 m de altura e 1,10 m de largura útil.

3.4 Manejo da cultura

As adubações de cobertura seguiram as recomendações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Núcleo Regional Sul (SBCS/CQFS/NRSUL, 2004). Aplicou-se a dose de 180kg ha⁻¹, usando como fonte o sulfato de amônio, parcelado em três aplicações de igual quantidade, 60 kg ha⁻¹ de N, distribuídos a lanço entre as plantas, na superfície do solo, logo após o pegamento das mudas, nas datas de 04.04.11 e 12.07.11, nas épocas 1 e 2, respectivamente. O solo foi mobilizado manualmente com enxada, para a incorporação da adubação granulada, com posterior amontoa, para dar maior sustentação às plantas e estimular a emissão de raízes adventícias. A segunda adubação de cobertura, aplicada próxima aos 20 dias após a primeira, em 26.04.11(E1) e 25.07.11 (E2), variando em função do crescimento e da própria época de cultivo. O solo foi novamente mobilizado com enxada para a incorporação da adubação granulada. Por ocasião da terceira adubação de cobertura, realizada em 06.05 e 01.09.11, nas E1 e E2, respectivamente, após o

início da emissão da cabeça, o fertilizante foi solubilizado e incorporado ao solo através da irrigação por aspersão.

O controle de plantas daninhas foi realizado por duas vezes e de forma indireta, através de mobilizações do solo, por capinas manuais para a incorporação das adubações de cobertura, sendo simultâneas e subsequentes na primeira e na segunda coberturas, acrescida de amontoa na primeira adubação de cobertura. A irrigação foi necessária nas duas épocas, para complementar a necessidade hídrica das plantas, quando não satisfeita pelas precipitações. O sistema utilizado foi o convencional por aspersão. A lâmina d'água variou de 15 a 20 mm/aplicação, dependendo das condições ambientais ocorridas durante cada época de cultivo e dos turnos de rega que variaram entre 3 e 4 dias. As adubações foliares, contendo os nutrientes cálcio, boro e molibdênio, foram realizadas logo após as três adubações de cobertura seguindo a recomendação de Trani et al. (1998). O controle de pragas e doenças foi necessário para a proteção contra míldio, lagartas e traça das crucíferas, com os defensivos recomendados para a cultura de brócolis: mancozebe (Dithane), acefato (Orthene) e deltrametrina (Decis), conforme registrado em Brasil (2011).

Ao final dos experimentos, procedeu-se a roçada das plantas para a ciclagem da massa verde com finalidades de evitar a disseminação de pragas e doenças e incorporar os resíduos como adubação orgânica do solo.

3.5 Experimento, tratamentos, unidades experimentais.

A área de cada época foi dividida em oito canteiros para as amostragens das variáveis respostas obtidas de forma não destrutiva, feitas através de leituras, e destrutiva, realizada pela coleta das plantas. Dos oito canteiros utilizados, os dois laterais e centrais serviram como bordaduras e os outros quatro foram sorteados dois a dois para os híbridos. Nas unidades experimentais foram dispostas seis plantas, em fileiras duplas desencontradas, que formaram grupamentos de 12, com as oito plantas centrais passíveis de serem utilizadas nas avaliações como amostras de plantas.

Para as amostragens não destrutivas, coletaram-se aleatoriamente oito plantas por híbrido e por época, sendo anotadas as variáveis: número, comprimento (cm) e largura (cm) da folha; altura (cm) e diâmetro do caule (cm); e, por ocasião da colheita no estágio comercial, fitomassa verde (g), altura (cm) e diâmetro da cabeça e, desta, número e fitomassa

dos floretes (g) e fitomassa do ápice caulinar (g). Também foi sorteada, a ordem das amostras de plantas nas filas, etiquetando-as com numeração sequencial de um a 32, o total de plantas amostras por híbrido e por época, com exceção para a variável área foliar (cm²), que foram utilizadas oito plantas, sistematizadas para mínima circulação na área, nas plantas com números ímpares 1-3-5-7 e 9-11-13-15. As amostragens não destrutivas foram realizadas semanalmente do j-ésimo dia do transplante até o j-ésimo dia da maturação da cabeça, ou seja, de sua colheita comercial.

Para as amostragens destrutivas, das variáveis dependentes dos modelos de crescimento, o número de agrupamentos e de amostras de plantas dependeu da duração do ciclo dos híbridos em cada época. Foi utilizado o método de amostragem aleatória de plantas para a coleta dos dados das variáveis respostas dependentes. O método consistiu em realizar três sorteios a cada avaliação semanal para (i) o agrupamento, para (ii) as fileiras e para (iii) as três amostras de plantas que foram avaliadas, entre as oito plantas úteis disponíveis. As amostragens destrutivas foram realizadas semanalmente do j-ésimo dia do transplante até o j-ésimo dia do início da colheita das trinta e duas plantas, e em mais três datas: nos j-ésimos dias em que o número de plantas com cabeças maduras (colhidas) ultrapassou 50% e foi menor do que 80%; na antese da primeira flor na primeira planta; e, na antese da primeira flor de 100% das oito plantas úteis.

3.6 Determinações referentes à planta

3.6.1 Crescimento e desenvolvimento

A frequência das coletas de dados através de medições, contagens, pesagens e coleta de plantas foram semanais, iniciando nas datas de transplante da E1 em 22.03.2011 e da E2 em 30.06.2011 para todas as variáveis dependentes até o início da colheita. Seguiu-se a programação de até três colheitas semanais, como realizado comercialmente, nas segundas, quartas e sextas-feiras, à medida que as plantas atingiam o estágio de colheita e sem risco de ultrapassá-lo até a realização da próxima.

Respostas à temperatura do ar pelos dois híbridos, no decorrer das épocas de crescimento, foram quantificadas no decorrer de todo o ciclo e nos estádios fenológicos,

adaptados de Feller et al. (2011), de mudas (transplante); na diferenciação floral; durante a maturação da cabeça, início-50%, 50-80% e término de maturação e nas anteses da primeira flor emitida na cabeça da primeira e nas das oito plantas úteis da parcela.

A partir da primeira colheita, a coleta de dados para a fitomassa verde e seca foi realizada em três estádios: quando o número de cabeças maduras (colhidas) ultrapassou 50% e foi menor do que 80%, na antese da primeira flor emitida na cabeça da primeira planta útil e quando 100% das oito cabeças das plantas úteis apresentaram a antese da primeira flor. As determinações em campo sempre foram efetuadas nas primeiras horas da manhã, enquanto as plantas ainda se mantinham turgidas, para medições mais precisas de fitomassa verde.

As variáveis dependentes utilizadas na modelagem do crescimento e obtenção das curvas sigmoidais, para os híbridos Legacy e BRO 68, nas duas épocas de cultivo, foram: área foliar (AF), número de folhas (NFO), altura do caule (ACAU), diâmetro do caule (DCAU), altura da cabeça (ACAB), diâmetro da cabeça (DCAB), número de floretes (NFLO), fitomassa verde do limbo foliar (FMVLF), fitomassa verde do pecíolo foliar (FMVPF), fitomassa verde foliar total (FMVFT), fitomassa verde do caule (FMVCAU), fitomassa verde da cabeça (FMVCAB), fitomassa verde dos floretes (FMVFLO), fitomassa verde do ápice caulinar (FMVAC) e fitomassa verde aérea (FMVA), acrescidas das variáveis fitomassa seca foliar total (FMSFT), fitomassa seca da cabeça (FMSCAB) e fitomassa seca aérea (FMSA). Estas variáveis também foram utilizadas na análise de variância num esquema fatorial.

As variáveis fitomassa seca foliar total (FMSFT), fitomassa seca da cabeça (FMSCAB) e fitomassa seca aérea (FMSA), obtidas na segunda época de cultivo, juntamente com o número de dias até a colheita e as razões entre fitomassa verde foliar total com a fitomassa verde da cabeça (FMVFT/FMVCAB) e fitomassa verde aérea com a fitomassa verde da cabeça (FMVA/FMVCAB), foram analisadas tanto para a determinação do crescimento quanto para a produção pela análise de variância.

Todas as variáveis, tamanho de amostras e procedimentos utilizados na coleta dos dados para as determinações referentes ao crescimento, desenvolvimento e produção dos dois híbridos de brócolis nas duas épocas de plantio estão descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis, tamanho de amostra e procedimento de coleta dos dados nos j-ésimos dias de amostragem para as determinações referentes ao crescimento, desenvolvimento e produção dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.

Variável /tamanho de amostra (plantas)	Procedimento de coleta
Área foliar (AF)/8	Mediu-se, em régua com escala milimétrica, o maior comprimento longitudinal, a partir dos lóbulos basais, quando separados da lâmina foliar, até o ápice do limbo, e, transversal, na parte mais expandida da lâmina foliar. As medidas foram expressas em centímetros e a área foliar calculada em $\text{cm}^2 \text{ semana}^{-1}$.
Número de folhas (NFO)/32	Consideraram-se, independentemente de seu tamanho e posição no caule, todas as folhas completamente expandidas e de cor verde até a colheita. A contagem foi individual e expressa em número.
Altura do caule (ACAU)/32	A partir da inserção no solo e até a base dos primórdios foliares, que formavam a gema apical da planta, foi a altura do caule considerada na planta. A medição foi realizada em régua com escala milimétrica e a medida expressa em centímetros.
Diâmetro do caule (DCAU)/32	A medida do diâmetro do caule foi efetuada em paquímetro, com escala milimétrica, a 2/3 da sua altura, onde normalmente atinge o maior espessamento. Empregou-se o centímetro para expressar a unidade métrica.
Altura da cabeça (ACAB)/3	Foi medida, em régua com escala milimétrica, da base inferior do ápice caulinar até o maior prolongamento vertical das flores dos floretes. Empregou-se o centímetro para expressar a unidade métrica.
Diâmetro da cabeça (DCAB)/3	Utilizada a média aritmética simples de duas medidas transversais ao diâmetro da cabeça feitas em régua com escala milimétrica. Empregou-se o centímetro para expressar a unidade métrica.
Fitomassa verde dos limbos foliares (FMVLF)/3	As lâminas dos limbos foram separadas com tesoura de poda dos pecíolos foliares, abaixo dos lóbulos basais, quando estes estavam unidos às lâminas dos limbos. Foram pesados por planta, em balança digital com precisão de 0,01 g.
Fitomassa verde por limbo foliar (FMVPLF)/3	Obtida pela divisão da FMVLF pelo número de limbos foliares da mesma planta. A unidade foi expressa em gramas.
Fitomassa verde dos pecíolos foliares (FMVPPF)/3	Os pecíolos foliares, após a separação dos limbos foliares, foram pesados por planta, em balança digital com precisão de 0,01 g.

(continua)

(continuação)

Tabela 1 – Variáveis, tamanho de amostra e procedimento de coleta dos dados nos j-ésimos dias de amostragem para as determinações referentes ao crescimento, desenvolvimento e produção dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.

Variável /tamanho de amostra (plantas)	Procedimento de coleta
Fitomassa verde por pecíolo foliar (FMVPPF)/3	Obtida pela divisão da FMVPPF pelo número de pecíolos foliares da mesma planta. A unidade foi expressa em gramas.
Fitomassa verde foliar total (FMVFT)/3	Obtida pelo somatório das fitomassas verdes dos limbos e pecíolos foliares por planta, pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g.
Fitomassa verde por folha (FMVPPF)/3	Obtida pela divisão da FMVFT pelo NF da mesma planta. A unidade foi expressa em gramas.
Fitomassa seca foliar total (FMSFT)/3	Obtida pelo somatório das fitomassas secas dos limbos e pecíolos foliares por planta. Acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa à 60°C e 0% de umidade relativa até atingirem massa constante e pesados em balança digital com precisão de 0,01 g.
Fitomassa verde do caule (FMVCAU)/3	Foi marcada a inserção do caule no solo. Arrancou-se a planta e separou-se, com tesoura de poda, o sistema radicular do caule. Após a retirada das folhas, separou-se a cabeça do caule, por corte com faca, três centímetros abaixo da inserção do último pedúnculo do florete. Foi pesado em balança digital com precisão de 0,01 g.
Fitomassa seca do caule (FMSCAU)/3	O caule, após a pesagem para FMV, foi acondicionado em saco de papel e colocados em estufa à 60°C e 0% de umidade relativa até atingir massa constante e pesado em balança digital com precisão de 0,01 g.
Fitomassa verde da cabeça (FMVCAB)/3	As cabeças foram pesadas individualmente em balança digital com precisão de 0,01 g.
Fitomassa seca da cabeça (FMSCAB)/3	Obtida pelo somatório de toda a fitomassa seca dos componentes da cabeça (floretes e ápice caulinar) por planta. Foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa a 60°C e 0% de umidade
Número de floretes (NFLO)/3	Os floretes, diferenciados e perceptíveis visualmente, foram separados individualmente, por corte em bisel, com faca, o mais rente possível ao ápice caulinar. A contagem foi individual e expressa em número.
Fitomassa verde dos floretes (FMVFLO)/3	Foram pesados conjuntamente por cabeça, em balança digital com precisão de 0,01 g.

(continua)

(conclusão)

Tabela 1 – Variáveis, tamanho de amostra e procedimento de coleta dos dados nos j-ésimos dias de amostragem para as determinações referentes ao crescimento, desenvolvimento e produção dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.

Variável /tamanho de amostra (plantas)	Procedimento de coleta
Fitomassa verde por florete (FMVPFLO)/3	Obtida pela divisão da FMVPFLO pelo NFLO da mesma planta. A unidade foi expressa em gramas.
Fitomassa verde do ápice caulinar (FMVAC)/3	Foi pesado individualmente em balança digital com precisão de 0,01 g.
Fitomassa verde aérea (FMVA)/3	Foi obtida pelo somatório de todas as fitomassas dos componentes da parte aérea da planta (folhas, caule e cabeça), com exceção do sistema radicular. O peso foi expresso em gramas.
Fitomassa seca aérea (FMSA)/3	Foi obtida pelo somatório de todas as fitomassas secas dos componentes da parte aérea da planta (folhas, caule e cabeça), com exceção do sistema radicular. Foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa à 60°C e 0% de umidade até atingirem massa constante. O peso foi expresso em gramas.
Razão FMVFT/FMVCAB/3	Foi obtida pela divisão da FMVFT pela FMVCAB da respectiva cabeça. O peso foi expresso em gramas.
Razão FMVA/FMVCAB/3	Foi obtida pela divisão da FMVA pela FMVCAB da respectiva cabeça. O peso foi expresso em gramas.
Dias do ciclo hortícola (DCH)/32	Foram somados os dias do transplante até a colheita do início a 50% e 50 a 80% de cabeças maduras. Expresso em número de dias.
Produtividade (PRODUT)/32	Obtida pelo produto entre as médias das fitomassas verdes das cabeças e a densidade de 24.800 plantas ha ⁻¹ , expressa em kg ha ⁻¹ .
Produtividade (PRODUT)/32	Obtida pelo produto entre as médias das fitomassas verdes das cabeças e a densidade de 24.800 plantas ha ⁻¹ , expressa em kg ha ⁻¹ .

3.6.1.1 Área foliar por medidas do limbo

A área foliar foi calculada por folha e integralizada por planta da data de transplante até a data de colheita para a obtenção das curvas de crescimento e desenvolvimento, para os híbridos Legacy e BRO 68 nas duas épocas de cultivo, utilizando-se o modelo de melhor ajuste para a estimativa de área foliar por medidas lineares do limbo.

Para a determinação do modelo que tivesse o melhor ajuste (maior coeficiente de determinação) para a estimativa de área foliar por medidas lineares do limbo, foram mensurados o comprimento ao longo da nervura central (cm) e a largura transversal (cm) do limbo foliar de 50 folhas representativas, dos dois híbridos na E1, quando 50-80% das cabeças atingiram a maturação, com número e tamanho máximos de folhas. Destas mesmas folhas, foi determinada a área foliar pelo método de discos foliares, e testados:

- área foliar (método de discos foliares) = função (comprimento da folha);
- área foliar (método de discos foliares) = função (largura da folha); e,
- área foliar (método de discos foliares) = função (comprimento x largura da folha).

A área foliar, pelo método de discos, foi obtida com o auxílio de um perfurador, com diâmetro de 0,030m, contando-se o número máximo de discos foliares por limbo foliar. Tanto os discos como os resíduos do limbo foliar foram colocados em estufa à 60°C e a 0% de umidade relativa, para a secagem, até atingirem peso constante. Após se manterem em peso constante, as fitomassas secas dos discos e dos resíduos foram pesados individualmente, por limbo foliar, em balança analítica digital e com precisão de 0,001g.

A fitomassa seca de discos foi empregada para estimar a área foliar de uma folha pela equação:

$$AFMD = (AD * ND) * (FMSD + FMSR) / FMSD \quad (1)$$

em que: AFMD representa a área foliar pelo método de discos, em m²; AD a área de um disco (0,00031416m²); ND o número de discos; FMSD, a fitomassa seca de discos, em kg m⁻² e FMSR a fitomassa seca de resíduos, em kg m⁻².

As medidas lineares do limbo, da data do transplante das mudas até a data de colheita das cabeças, foram realizadas com uma régua, em escala milimétrica, pelo maior comprimento longitudinal, a partir dos lóbulos basais, quando separados da lâmina foliar, até

o ápice do limbo, e, transversal, na sua parte mais expandida. Foram mensuradas todas as folhas verdes e completamente expandidas até a data de colheita.

3.6.1.2 Crescimento, desenvolvimento e produção de cabeças

A colheita ocorreu quando as cabeças atingiram o máximo desenvolvimento, coloração verde característica, com manutenção da forma e compacidade, floretes com formato e altura ainda não saliente na superfície da cabeça, granulometria típica do híbrido e em pré-antese da primeira flor.

Houve o parcelamento das colheitas em intervalos de dois a três dias e periodicidade de duas a três semanais. As folhas internas e de proteção à cabeça foram eliminadas, após a sua separação da planta e padronizou-se o corte do caule a três centímetros da base da inserção do último pedúnculo floral.

Todas as cabeças amostras colhidas atingiram classificação comercial por seu tamanho e qualidade. Mediu-se a altura e o diâmetro das cabeças. Separou-se os floretes do ápice caulinar, através de corte rente, ambos foram pesados e os floretes também contados.

A determinação do crescimento, desenvolvimento e produção de cabeças foi realizada através das variáveis absolutas FMVLF, FMVPF, FMVFT, NFO, ACAU, DCAU, FMVCAU, FMVPFLO, FMVFLO, FMVAC, FMVCAB, FMVA, FMSFT, FMSCAU, FMSA, razão FMVT/FMVCAB, razão FMVA/FMVCAB e número de dias entre os estádios de início a 50% e de 50 a 80% de maturação da cabeça (Tabela 1).

3.7 Determinações referentes ao ambiente: variável independente do modelo de crescimento

3.7.1 Temperatura do ar

A temperatura foi a variável independente empregada para a modelagem das curvas de crescimento e desenvolvimento. Temperaturas mínimas e máximas diárias do ar (°C) foram

coletadas em estação meteorológica convencional, pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia, localizada na UFSM, próxima à área experimental e utilizadas para o cálculo da temperatura média diária do ar.

Calculou-se a temperatura média diária do ar pela média aritmética das temperaturas máxima e mínima diária do ar pela equação:

$$T_{méd_j} = \frac{T_{máx_j} + T_{mín_j}}{2} \quad (2)$$

em que: $T_{méd_j}$ se refere à temperatura média, $T_{máx_j}$ à temperatura máxima e $T_{mín_j}$ à temperatura mínima do ar (°C): a) no j-ésimo DAT ($j = 1, 2, \dots, 88$) e ($j = 1, 2, \dots, 74$), na E1, para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente; e, na E2 ($j = 1, 2, \dots, 91$) e ($j = 1, 2, \dots, 89$), para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente, para modelar o crescimento em AF; b) no j-ésimo DAT ($j = 1, 2, \dots, 88$) e ($j = 1, 2, \dots, 79$), na E1, para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente e, na E2, ($j = 1, 2, \dots, 96$) e ($j = 1, 2, \dots, 91$), para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente, para modelar o crescimento em: NFO, ACAU, DCAU e da fitomassa verde; c) no j-ésimo DAT ($j = 1, 2, \dots, 100$) e ($j = 1, 2, \dots, 93$), na E1, para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente e, na E2, ($j = 1, 2, \dots, 103$) e ($j = 1, 2, \dots, 96$), para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente, para modelar o crescimento em fitomassa verde e seca.

Utilizando os valores da temperatura média diária (STd_j) do ar dos j-ésimos DAT, para as variáveis dos dois híbridos nas duas épocas, obteve-se a soma térmica diária para a cultura.

A soma térmica diária foi calculada utilizando a equação (3), simplificada por Gilmore & Rogers (1958):

$$STd_j = \sum_{j=1}^n (\bar{T}d_j - Tbi_j) \quad (3)$$

A STd_j foi obtida pela $\bar{T}d_j =$ temperatura média diária do ar dos dias j menos a $Tbi_j =$ temperatura basal inferior em todos os dias j em que a temperatura mínima foi maior que a temperatura basal inferior da cultura, e, quando a $Tmin$ foi menor que a Tbi_j , empregou-se $Tméd_j$ igual a Tbi_j . A Tbi_j utilizada foi a considerada por DIPUTADO; NICHOLS (1989 apud TAN, 1999, p. 23-24) como sendo de 3°C.

O desenvolvimento relativo da cultura foi utilizado como variável independente do modelo a ser ajustado, tendo como finalidades, identificar e descrever a variação temporal do acúmulo das fitomassas verde e seca relativas e prever a época de máxima taxa de acúmulo e a época de colheita da cultura do brócolis. O pressuposto das curvas de crescimento é de que exista um único ponto de máxima taxa de acúmulo durante o ciclo de crescimento de um vegetal, como também um período de taxas positivas e crescentes, positivas e decrescentes, negativas e decrescentes.

O desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis foi calculado desde o primeiro DAT até o estágio de 100% das plantas com antese da primeira flor para os dois híbridos nas duas épocas: $Dr_j = f(\text{soma térmica acumulada para AF até o término de colheita para as oito amostras de plantas, em } ^\circ\text{C.dia})$; $Dr_j = f(\text{soma térmica acumulada para FMVCAB até término de colheita para as trinta e duas amostras de plantas, em } ^\circ\text{C.dia})$; $Dr_j = f(\text{soma térmica acumulada para as demais variáveis dependentes das fitomassas verde e seca até antese da primeira flor em qualquer das plantas amostradas, em } ^\circ\text{C.dia})$; e, $Dr_j = f(\text{soma térmica acumulada até a antese da primeira flor em 100% das plantas amostradas, em } ^\circ\text{C.dia})$ pela equação (4):

$$Dr_j = \sum_{j=1}^n \frac{(\bar{T}_j - T_{bi})}{STtc} \quad (4)$$

em que Dr_j = desenvolvimento relativo acumulado do brócolis até o j-ésimo DAT, \bar{T}_j = temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$) em um dia qualquer, T_{bi} = temperatura basal inferior do brócolis e $STtc$ = soma térmica total do ciclo (soma térmica/variável dependente/escala de duração).

O cálculo do valor relativo das variáveis (Y_r) de crescimento (3.6.1) num j-ésimo dia qualquer (Y_{r_j}) foi realizado pela equação (5):

$$Y_{r_j} = \frac{Y_j}{Y_{máx}} \quad (5)$$

em que: Y_j foi o valor da variável de crescimento no dia_j e $Y_{máx}$ foi o valor máximo da variável de crescimento num j-ésimo dia.

A estimação do modelo de crescimento e desenvolvimento relativo em função da soma térmica foi realizada para todas as variáveis respostas independentes pela equação (6), utilizada por Lopes et al. (2007):

$$Y_{rj} = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\} \quad (6)$$

em que: Y_{rj} = variáveis dependentes relativas no j -ésimo DAT; e, q = fator de forma da curva de crescimento.

Foi empregado o procedimento iterativo para mínimos quadrados não lineares de Levenberg-Marquardt, com o auxílio do programa computacional Table Curve 2D v.2.03 (Jandel Scientific).

Os critérios utilizados para proceder o ajuste dos modelos de crescimento foram: (i) na pressuposição de que o crescimento das plantas siga uma curva sigmoideal, (ii) na significância do teste F da análise de regressão, (iii) na análise da dispersão dos pontos no gráfico e (iv) no desvio médio absoluto (DMA). O DMA foi calculado pela equação (7), proposta por Sarmento (2006):

$$DMA = \sum_j |Y_j - \hat{Y}_j| / n \quad (7)$$

em que: Y_j = valor observado no j -ésimo dia; \hat{Y}_j = valor estimado; e, n = número de observações.

O desenvolvimento relativo referente à taxa máxima de acúmulo ($Dr_{\text{taxa máx}}$) para todas as variáveis dependentes (Y) foi estimado pela derivada do modelo, segundo a equação (8), empregada por Pimenta et al. (1999):

$$\hat{D}r_{\text{taxa máx.}} = Dr_j \left[1 - \frac{2}{\pi} \arctg \left(\frac{1}{\sqrt{q-1}} \right) \right] \quad (8)$$

Depois de ajustado o modelo do cosseno, calculou-se o desenvolvimento relativo (Dr) referente a máxima taxa de acúmulo obtendo-se o valor máximo, pela primeira derivada, que corresponde ao ponto de inflexão (PI) da curva de crescimento e desenvolvimento. É a

proporção do tempo térmico do ciclo da cultura em que a planta atinge a máxima taxa de acúmulo.

Os gráficos foram confeccionados no Programa Microsoft Office Excel 2007. Primeiro se obteve o gráfico de pontos pela inserção conjunta dos dados do desenvolvimento relativo (D_r) com as variáveis dependentes relativas (Y_r). A seguir, inseriu-se, novamente e de maneira conjunta, o desenvolvimento relativo (D_r) com as variáveis dependentes estimadas (Y) para a obtenção das curvas sigmoidais de crescimento e desenvolvimento.

3.8 Análises estatísticas

3.8.1 Crescimento e desenvolvimento

Os modelos de crescimento e desenvolvimento das variáveis dependentes relativas estudadas: AFr, NFO_r, ACAU_r, DCAU_r, FMVLF_r, FMVPF_r, FMVF_r, FMVCAU_r, ACAB_r, DCAB_r, FMVCAB_r, NFLO_r, FMVFLO_r, FMVAC_r, FMVA_r, FMSF_r, FMSCAB_r e FMSA_r, relativizadas pela equação 6, foram ajustados para cada híbrido e época. Calculou-se o intervalo de confiança para o fator de forma ou parâmetro (q) da curva para cada modelo. A partir destes intervalos de confiança, foram comparados o crescimento e desenvolvimento semanal dos híbridos nas épocas. Quando o limite superior (LS) de um está dentro do intervalo de outro, a forma da curva (parâmetro q) não difere entre os híbridos ou entre as épocas, ou seja, o crescimento é semelhante.

A qualidade dos modelos foi representada pelo coeficiente de determinação (R^2 ajustado) e o desvio médio absoluto dos resíduos (DMA).

3.8.2 Área foliar: medidas lineares relacionadas ao método de discos foliares.

Os modelos de determinação de área foliar por medidas lineares do limbo foliar, correlacionando as medidas lineares com os valores obtidos pelo método de discos foliares, foram obtidos pelo aplicativo Table Curve 2D v.2.03 (Jandel Scientific). Utilizaram-se os

critérios de ajuste do maior R^2 e de dispersão dos pontos na comparação entre os modelos ajustados entre área foliar (método de discos foliares) em função de: comprimento da folha; largura de folha; e, comprimento versus largura de folha.

3.8.3 Análise de variância

As variáveis foram testadas quanto à normalidade da distribuição dos erros através do teste de Anderson-Darling e homogeneidade das variâncias dos erros através do teste de Bartlett. Quando atendidos estes pressupostos, procedeu-se a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação das médias, em 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico Soc (NTIA/EMBRAPA, 1986, 1988, 1989). Quando os dados não atenderam aos pressupostos, foram transformados pelo procedimento Box-Cox. Atendidos os pressupostos com a transformação, aplicou-se a ANOVA. Quando não atendidos os pressupostos com a transformação, as variáveis foram analisadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, para comparação das médias, em 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa Action (ESTATCAMP, 2011). Com auxílio deste programa, também foram estimados os valores das estatísticas: mínimo, máximo, média, mediana e desvio padrão (Apêndice A) para cada variável observada dos respectivos, híbridos e épocas.

3.8.3.1 Esquema trifatorial: híbridos, épocas e estádios de maturação da cabeça

Para as variáveis: NFO, FMVLF, FMVPF, FMVPFO, FMVFT, ACAU, DCAU, FMVCAU, FMVPFLO, FMVFLO, FMVAC, FMVCAB, FMVA, razão FMVFT/FMVCAB (g), razão FMVA/FMVCAB (g) e dias do transplante ao término da maturação da cabeça (n°), foram realizadas análises de variância em um trifatorial: Fator A= dois híbridos (Legacy e BRO 68); Fator B= duas épocas de cultivo (E1 22/03/2011 e E2 30/06/2011); e, Fator C= dois estádios de maturação de cabeça, início até 50% e 50 a 80% de maturação das cabeças.

3.8.3.2 Esquemas bifatoriais: épocas e híbridos

Para as variáveis: AF, FMSFT, FMSCAU, FMSCAB, FMSEA, em três plantas amostradas nos estádios fenológicos muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas; NFO, ACAU, DCAU, FMVCAB, ACAB e DCAB, em trinta e duas plantas amostradas na colheita; por híbrido e por época, foram realizadas análises de variância em um bifatorial: Fator A = dois híbridos (Legacy e BRO 68) e Fator B= duas épocas de cultivo (E1 22/03/2011 e E2 30/06/2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento e desenvolvimento

4.1.1 Temperatura, soma térmica e estádios fenológicos

A instalação e condução do experimento durante o outono e inverno, quando as temperaturas médias são as mais favoráveis ao cultivo do brócolis de cabeça única, somadas a execução das práticas de manejo exigidas pela espécie, evitaram as possíveis condições de estresses, promovendo crescimento, desenvolvimento e produção normal das plantas. Os dois híbridos também contribuíram neste sentido, por apresentarem adaptação às épocas de cultivo e serem possuidores de potencial genético expressado pelas suas características agrônômicas desejáveis, em nível igual ou superior aos melhores disponíveis no mercado.

As temperaturas médias do ar (Figuras 1 e 2) de 19,2°C (MOTA et al., 1971) estão no intervalo de 15°C a 20°C (KNOTT, 1962; CASSERES, 1980; FERREIRA, 1983) que

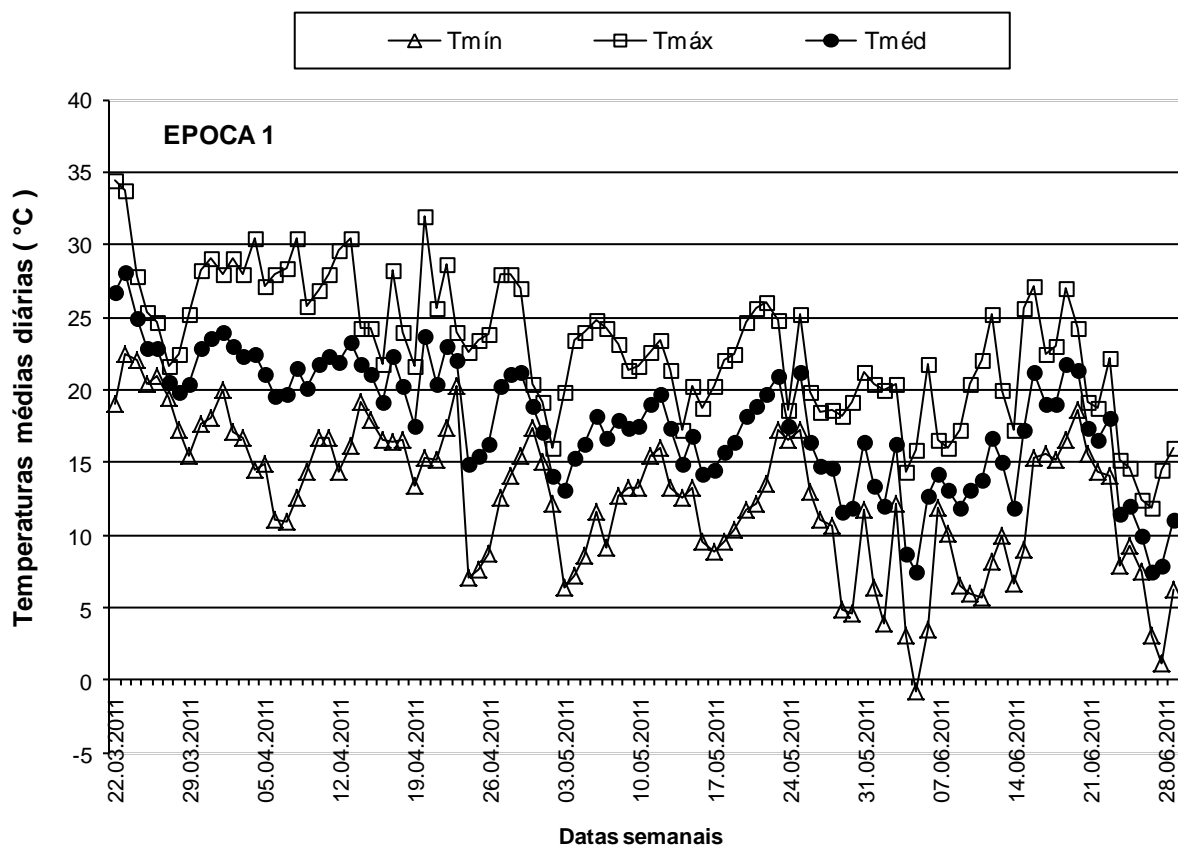


Figura 1 – Temperaturas mínimas, médias e máximas até o estágio de antese da primeira flor em 100% das plantas dos híbridos Legacy e BRO 68 na E1 (22/03/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

favoreceriam o crescimento, desenvolvimento e produção do brócolis durante as duas épocas de condução dos experimentos. A temperatura média de 17,8°C durante a E1 (Figura 1) foi mais alta do que na E2 e decrescente do transplante (26,7°C) até a antese da primeira flor em 100% das plantas (11,1°C). As temperaturas mais altas durante a E1 ocorreram na fase do desenvolvimento vegetativo e as mais baixas durante a formação das cabeças.

Durante a E2, a temperatura média de 15,6°C (Figura 2) foi crescente do transplante (12,6°C) até a antese da primeira flor em 100% das plantas (19,5°C). As temperaturas mais baixas na E2 ocorreram durante desenvolvimento vegetativo, principalmente por ocasião do pagamento das mudas e as mais altas durante a formação da cabeça.

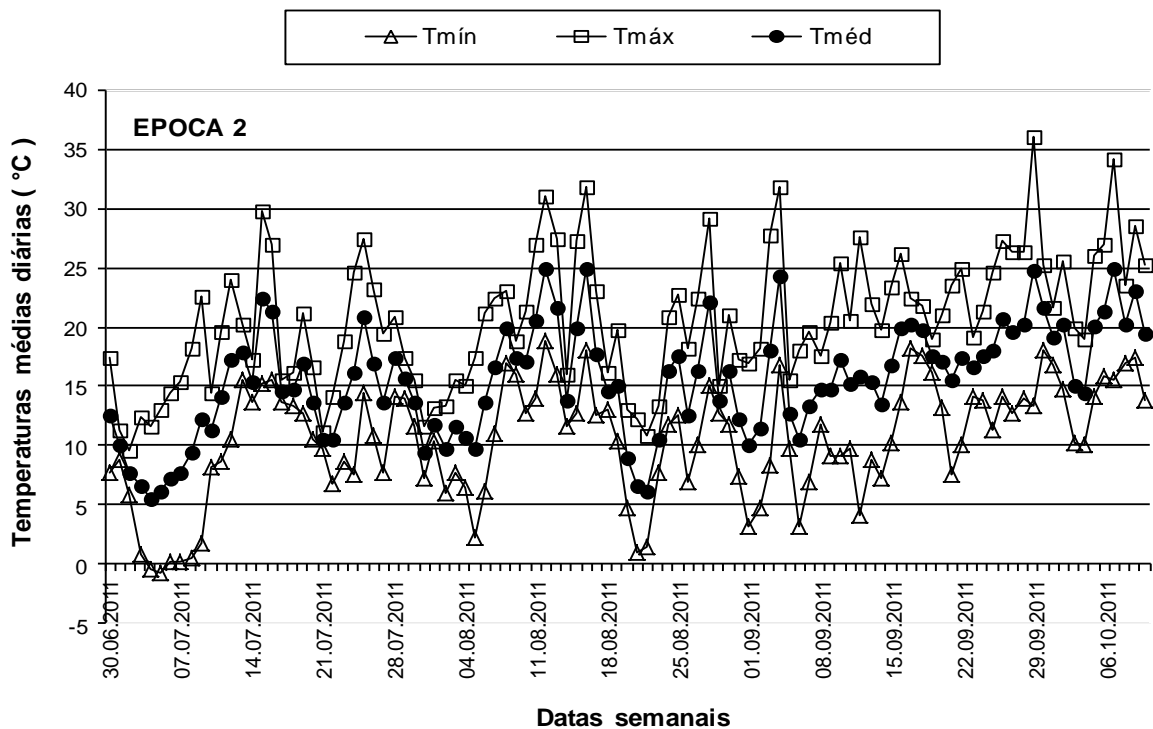


Figura 2 – Temperaturas mínimas, médias e máximas até o estágio de antese da primeira flor em 100% das plantas dos híbridos Legacy e BRO 68 na E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Os principais estádios de crescimento e desenvolvimento de brássicas-brócolis foram adaptados de Feller (1995), por serem aceitos mundialmente, para quantificar as respostas de necessidade térmica (graus-dia) de dois híbridos nas duas épocas de cultivo: mudas (transplante), diferenciação floral, maturação de cabeças (início-50%, 50-80% e término do estágio de maturação da cabeça) até a antese da primeira flor em 100% das plantas, conforme tabela 2.

A previsão das fases fenológicas pela utilização de graus-dia, em vez dos dias do calendário, segundo Silva et al. (1999), tem sido de grande utilidade no cultivo de espécies agrícolas por sua independência da época e do local de cultivo.

Tabela 2 – Temperaturas médias e soma térmica acumulada (STa) para os estádios fenológicos dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Data	Temperaturas médias (°C)		STa até o estádio (graus-dia)	Descrição fenológica do estádio
	Na data estádio	Até o estádio		
Legacy E1				
22.03.11	26,7	26,7	23,7	Muda com 2 a 3 folhas verdadeiras
06.05.11	18,2	20,5	810,4	Início da diferenciação floral
08.06.11	13,1	15,7	1.229,1	Início da maturação das cabeças
13.06.11	15,0	14,1	1.284,6	50 a 80% das cabeças maduras
17.06.11	19,0	17,4	1.342,0	Término da maturação das cabeças
22.06.11	16,6	19,2	1.423,1	Antese da 1ª flor na 1ª planta ¹
29.06.11	11,1	11,1	1.479,9	Antese da 1ª flor em 100% das plantas
BRO 68 E1				
22.03.11	26,7	26,7	23,7	Muda com 2 a 3 folhas verdadeiras
06.05.11	18,2	20,5	810,4	Início da diferenciação floral
27.05.11	14,7	17,4	1.112,9	Início da maturação das cabeças
30.05.11	11,9	12,7	1.141,9	50 a 80% das cabeças maduras
08.06.11	13,1	11,2	1.229,1	Término da maturação das cabeças
15.06.11	17,3	14,2	1.307,7	Antese da 1ª flor na 1ª planta ¹
22.06.11	16,6	19,5	1.423,1	Antese da 1ª flor em 100% das plantas
Legacy E2				
30.06.11	12,6	12,6	9,6	Muda com 2 a 3 folhas verdadeiras
01.09.11	10,1	14,2	713,4	Início da diferenciação floral
23.09.11	16,7	15,8	995,9	Início da maturação das cabeças
26.09.11	20,7	18,8	1.043,2	50 a 80% das cabeças maduras
03.10.11	15,1	20,2	1.172,8	Término da maturação das cabeças
05.10.11	20,1	17,3	1.201,4	Antese da 1ª flor na 1ª planta ¹
10.10.11	19,5	21,8	1.295,5	Antese da 1ª flor em 100% das plantas
BRO E2				
30.06.11	12,6	12,6	9,6	Muda com 2 a 3 folhas verdadeiras
25.08.11	17,7	14,1	630,7	Início da diferenciação floral
19.09.11	17,6	15,4	941,0	Início da maturação das cabeças
23.09.11	16,7	16,7	995,9	50 a 80% das cabeças maduras
28.09.11	20,2	19,9	1.087,0	Término da maturação das cabeças
28.09.11	20,2	19,9	1.087,0	Antese da 1ª flor na 1ª planta ¹
03.10.11	15,1	20,2	1.172,8	Antese da 1ª flor em 100% das plantas

¹ Avaliação diária efetuada em oito plantas por híbrido e por época a partir do início do estádio de maturação da cabeça.

Os híbridos e as épocas de cultivo apresentaram exigências diferenciadas quanto à necessidade em soma térmica acumulada para seu crescimento e desenvolvimento. O híbrido com a menor exigência térmica para completar o ciclo, do transplante até a antese da primeira flor em 100% das plantas, foi o BRO 68 com 1.172,8 graus-dia. O híbrido Legacy foi o que apresentou a maior exigência em acúmulo térmico para completar o ciclo, da muda (transplante) até a antese da primeira flor em 100% das plantas, com 1.479,9 graus-dia. A E1 comparativamente com a E2 foi a que acumulou maior soma térmica para o desenvolvimento dos híbridos (Tabela 2). Tanto o híbrido Legacy, caracterizado com exigência de híbrido típico de outono-inverno, quanto a E2, com temperatura média mais baixa, requereram maior período de tempo para atingir a soma térmica necessária para o final do ciclo, sendo, em função disto, mais tardias, segundo conclusão de Pedro Júnior et al. (2004) de que a duração total do ciclo de triticales aumentou quando cultivado em épocas mais frias devido à diminuição da temperatura do ar.

O conhecimento da soma térmica será de grande importância para o produtor que desejar fazer a previsão ou estimativa da comercialização de sua produção. Poderá fazer a previsão da época de colheita - início, duração, concentração e término da maturação das cabeças com o objetivo de programar seus cultivos, de forma mais precisa na tentativa de reduzir períodos com oferta insuficiente do produto ou abastecer o mercado de forma contínua.

4.1.2 Modelos de estimativa de área foliar por medidas lineares do limbo.

A equação linear ($Y = a + bx^{1,5}$) proporcionou o melhor ajuste com elevada precisão na estimativa da área foliar real (m^2) com o uso do método de discos foliares para os dois híbridos de brócolis utilizando as medidas lineares do limbo foliar (Figura 3).

Para o híbrido BRO 68, o modelo linear com melhor ajuste, maior coeficiente de determinação ($R^2 = 0,8698$), foi obtido pela relação entre a área foliar, pelo método de discos foliares, em função da largura da folha (L), em centímetros, pelo modelo: área foliar = $-0,006981 + 0,000878403 \times L^{1,5}$. Para o híbrido Legacy, o modelo linear com melhor ajuste, maior coeficiente de determinação ($R^2 = 0,8905$), foi obtido pela relação entre a área foliar, pelo método de discos foliares, em função do produto comprimento x largura da folha (C x L), em centímetros, pelo modelo: área foliar = $0,0174307 + 0,00000249604 \times (C \times L)^{1,5}$.

Os híbridos BRO 68 e Legacy possuem arquiteturas de planta diferenciadas. A arquitetura da planta do ‘Legacy’ assemelha-se a outros híbridos. E a arquitetura do ‘BRO 68’ possui algumas peculiaridades como menor número de folhas, maior largura de limbo, distribuição de folhas no caule na forma alterna espiralada quase perfeita e, pela maior fitomassa verde e menor número, tem um ângulo de inserção no caule mais aberto, recebendo maior radiação solar.

Segundo Olfati et al. (2010), a equação linear (área foliar = $a + bL^2$), tendo a largura da folha como variável independente, estimou de forma mais precisa a área foliar em vários híbridos de repolho, comparativamente com a utilização da variável independente comprimento x largura (C x L). Justifica-se este resultado em função do formato das folhas de repolho terem limbos arredondados (FILGUEIRA, 2000). Olfati et al. (2010) também repetiram o mesmo estudo para seis híbridos de brócolis, onde não estavam incluídos o ‘BRO 68’ e nem o ‘Legacy’, mas sim híbridos com o formato de folha semelhante ao ‘Legacy’, tendo concluído que a equação com a variável independente (C x L) forneceu a estimativa mais precisa e salientaram que foi necessário o dobro do tempo para coletar as duas medidas.

4.1.3 Comparação das curvas de crescimento dos híbridos e épocas, pelo intervalo de confiança para o parâmetro (q) estimado do modelo do cosseno

Para comparar o crescimento entre os híbridos Legacy e BRO 68 e, entre as épocas de cultivo E1 e E2, utilizou-se o intervalo de confiança (IC) para o parâmetro “q” das curvas de crescimento. Quando os intervalos de “q” não apresentaram valores coincidentes entre híbridos ou épocas, eles diferiram entre si. Estas comparações, nos casos de diferença significativa, estão compiladas na Tabela 3 e evidenciam que as diferenças no crescimento relativo ocorreram entre os híbridos Legacy e BRO 68 para as variáveis: alturas do caule e da cabeça, diâmetro da cabeça e fitomassa verde da cabeça, dos floretes e do ápice caulinar na E1 e, na E2, área foliar e número de folhas. As demais variáveis relativas não diferiram significativamente entre si, inclusive para a fitomassa seca. A área foliar relativa foi a única variável que diferiu significativamente no desenvolvimento relativo entre as épocas. As demais variáveis não diferiram, ou seja, não foram afetadas pelos efeitos das épocas de cultivo tanto no crescimento como no desenvolvimento relativo das fitomassas verde e seca.

Houve maior predominância de diferenças significativas entre híbridos do que entre épocas (Tabela 3). Os híbridos se diferenciaram no crescimento relativo principalmente quanto aos componentes de produção da cabeça: altura, diâmetro e fitomassa verde da cabeça, dos floretes e do ápice caulinar. O híbrido Legacy atingiu o mais rápido crescimento relativo em altura e diâmetro de cabeça, bem como no desenvolvimento do ápice caulinar e na diferenciação dos floretes para a formação da cabeça. Também apresentou desenvolvimento relativo mais rápido do número de folhas tanto na primeira quanto na segunda época. As duas épocas influenciaram somente o crescimento relativo da área foliar. O híbrido Legacy foi superado pelo 'BRO 68' no crescimento relativo mais rápido da área foliar na segunda época.

4.1.3.1 Área foliar relativa

As duas épocas influenciaram no crescimento da área foliar, e na E2 houve diferença de crescimento entre os híbridos. Os dois híbridos, na E2, tiveram uma condição de crescimento vegetativo inicial menos favorável do que na E1. Provavelmente, por terem ocorridas temperaturas mais baixas, em torno de 14 °C até o início da diferenciação floral (Tabela 2). Na E2, este efeito foi mais evidente no 'Legacy', que atingiu o ponto de máxima taxa de área foliar com, aproximadamente, 79% do desenvolvimento relativo, enquanto o 'BRO 68' atingiu com 71% (Tabelas 3 e 4 e Figura 3). Houve também um maior alongamento de ciclo, podendo ter resultado em melhor equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a produção de cabeças, com maior fitomassa média na E2 (Tabela 30). Os valores da área foliar absoluta, atingidos pelos híbridos Legacy e BRO 68, na E2, no estágio de 50 a 80% da maturação da cabeça, foram, respectivamente, de 0,9674 e 1,3900 m² planta⁻¹ (Tabela 22), superiores aos obtidos por Schiavon Júnior (2008), de 7.152,51 cm² planta⁻¹, também com o híbrido Legacy.

Tabela 3 – Crescimento e desenvolvimento com diferenças significativas das variáveis relativas em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.2011) e E2 (30.06.2011), comparado pelo Intervalo de Confiança para o parâmetro (q) estimado do modelo do cosseno ((Variável relativa= $\cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tratamentos	Variáveis com diferença de crescimento e desenvolvimento
Épocas 1 e 2	Área foliar
Legacy e BRO 68 (Época 1)	Número de folhas
	Altura do caule
	Altura da cabeça
	Diâmetro da cabeça
	Fitomassa verde da cabeça
	Fitomassa verde dos floretes
Legacy e BRO 68 (Época 2)	Fitomassa verde do ápice caulinar
	Área foliar
	Número de folhas

4.1.3.2 Número de folhas relativo

O número de folhas relativo foi a variável de desenvolvimento mais precocemente estabelecida pelos híbridos independentemente da época. O híbrido BRO 68 teve o desenvolvimento relativo do número de folhas mais precoce, atingindo a máxima taxa com apenas 32% do desenvolvimento relativo em ambas as épocas e o Legacy com 58% na E1 e 50% na E2, o que demonstra a menor sensibilidade destes híbridos ao efeito da temperatura para a determinação do número de folhas relativo, especialmente para o BRO 68 (Tabelas 3 e 5 e Figura 4). O aumento do número de folhas relativo foi diferenciado entre os dois híbridos nas duas épocas, podendo demonstrar que os efeitos da carga gênica determinante do número de folhas relativo dos dois híbridos se sobrepõem aos da temperatura, fato comprovado por Tan et al. (1998), ao testar três cultivares, quando as diferentes respostas à temperatura sugeriram que a taxa de iniciação foliar pode depender da temperatura para alguns híbridos, mas não para outros, e que a relação entre a temperatura média e o número total de folhas dependa da cultivar. Segundo Ferreira (1983), em brássicas, o número de folhas formadas pela planta dependeria preponderantemente do efeito da temperatura e quando a planta fosse

exposta às temperaturas mais altas, reagiria com o prolongamento do seu ciclo e continuaria emitindo novas folhas.

4.1.3.3 Altura do caule relativa

A altura do caule relativa atingiu a taxa máxima de crescimento com 47% e 58% do desenvolvimento relativo para o 'BRO 68' e o 'Legacy', respectivamente, na E1, sendo a segunda variável mais precoce determinada pela planta durante seu ciclo (Tabelas 3 e 6 e Figura 5). O híbrido BRO 68 foi o mais precoce na E1, equivalendo-se na E2 ao 'Legacy', com ponto de inflexão de 54%, pressupondo não ter havido efeito da temperatura no seu crescimento em altura.

4.1.3.4 Altura da cabeça relativa, diâmetro da cabeça relativo, fitomassas verdes da cabeça relativa, dos floretes relativa e do ápice caulinar relativa.

As variáveis altura da cabeça, diâmetro da cabeça e as fitomassas verdes da cabeça, dos floretes e do ápice caulinar são os componentes que dão o formato e a fitomassa média das cabeças dos híbridos de brócolis de cabeça única. Estes componentes, no híbrido Legacy, apresentaram, na E1, diferenças significativas em relação aos mesmos componentes relativos do BRO 68, sendo em função disto, discutidos de forma conjunta (Tabela 3). A máxima taxa de crescimento da altura e do diâmetro relativos da cabeça, de 80 a 90%, ocorreram conjuntamente com o maior aumento, também de 80 a 90%, das fitomassas verdes da cabeça, dos floretes e do ápice caulinar relativos (Tabelas 13, 14, 16, 17 e Figuras 12, 13, 15 e 16), que se diferenciaram do BRO 68, na E1, em função de sua menor resposta à temperatura mais baixa. Houve maior variabilidade de temperatura na E1 durante o período de formação de cabeça e menor variabilidade no ciclo da planta, e, na E2 ocorreu o contrário. O crescimento vegetativo mais rápido na fase inicial do ciclo pode não ter sido benéfico em função da menor área foliar desenvolvida, resultando em menor produção. Este efeito também ocorreu no 'Legacy', quando comparado à E2, mas com menor intensidade.

4.1.4 Modelo do cosseno ajustado

Os resultados da modelagem do crescimento e desenvolvimento dos dois híbridos de brócolis cultivados em duas épocas estão apresentados nas tabelas 4 a 21 conjuntamente com as figuras 3 a 20.

Nas tabelas 4 a 21 estão apresentados os dados estatísticos dos limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança (IC) do parâmetro “q”, ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação (R^2_{ajustado}) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($A_{Fr} = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$), ajustado para as respectivas variáveis: A_{Fr}, N_{For}, A_{CAUr}, D_{CAUr}, F_{MVLFr}, F_{MVPPFr}, F_{MVFTTr}, F_{MVCAUr}, A_{CABr}, D_{CABr}, F_{MVCABr}, N_{FLOr}, F_{MVFLOr}, F_{MVACr}, F_{MVAr}, F_{MFSFTTr}, F_{MSCABr} e F_{MSSAr}, em função do desenvolvimento relativo (Dr). As figuras 3 a 20, através dos modelos de crescimento e desenvolvimento, mostram os resultados em curvas sigmoidais para cada variável modelada, dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011).

Segundo Oliveira et al. (2002), na primeira fase de uma curva clássica de crescimento de plantas na forma sigmoidal, a fase logarítmica, o crescimento é o resultado do aumento em tamanho por unidade de tempo. Afirma que inicialmente ela é lenta e justifica com o exemplo da germinação para as espécies que são semeadas diretamente. As curvas de crescimento, apresentadas neste trabalho para o brócolis, assim como, para muitas espécies transplantadas, o crescimento inicial mais lento também pode ser atribuído ao tempo necessário para o pegamento e posterior recuperação das mudas transplantadas.

Em trabalho com brócolis de cabeça única ‘Legacy’, Charlo et al (2007) também relataram resultados de crescimento lento na fase inicial da cultura. Constataram que, aos 69 dias após o transplante, quando as inflorescências atingiram o ponto de colheita, as plantas apresentavam maior: altura, número de folhas, área foliar, diâmetro do caule; massa fresca, diâmetro e altura da inflorescência. A taxa máxima de crescimento absoluto (14,49 g/planta.dia) foi atingida aos 69 dias após o transplante e a maior taxa de crescimento relativo ocorreu aos 28 dias após o transplante.

O período inicial de maior acúmulo de massa seca variou com as doses de composto, sendo que na dose de 25t ha⁻¹, este período ocorreu entre o 28º e 56º dias após o transplante. As mais altas taxas de crescimento relativo foram verificadas entre a segunda e a quarta semanas após o transplante (DINIZ et al., 2008).

Tabela 4 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($AFr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para área foliar relativa (AFr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
Legacy	E1	Ls: 3,5625 Li: 2,9566	0,6263	0,8514	0,0785
BRO 68	E1	Ls: 3,9920 Li: 3,3875	0,6514	0,9154	0,0654
Legacy	E2	Ls: 10,5028 Li: 8,2277	0,7881	0,7388	0,0722
BRO 68	E2	Ls: 5,4546 Li: 4,7296	0,7077	0,9185	0,0619

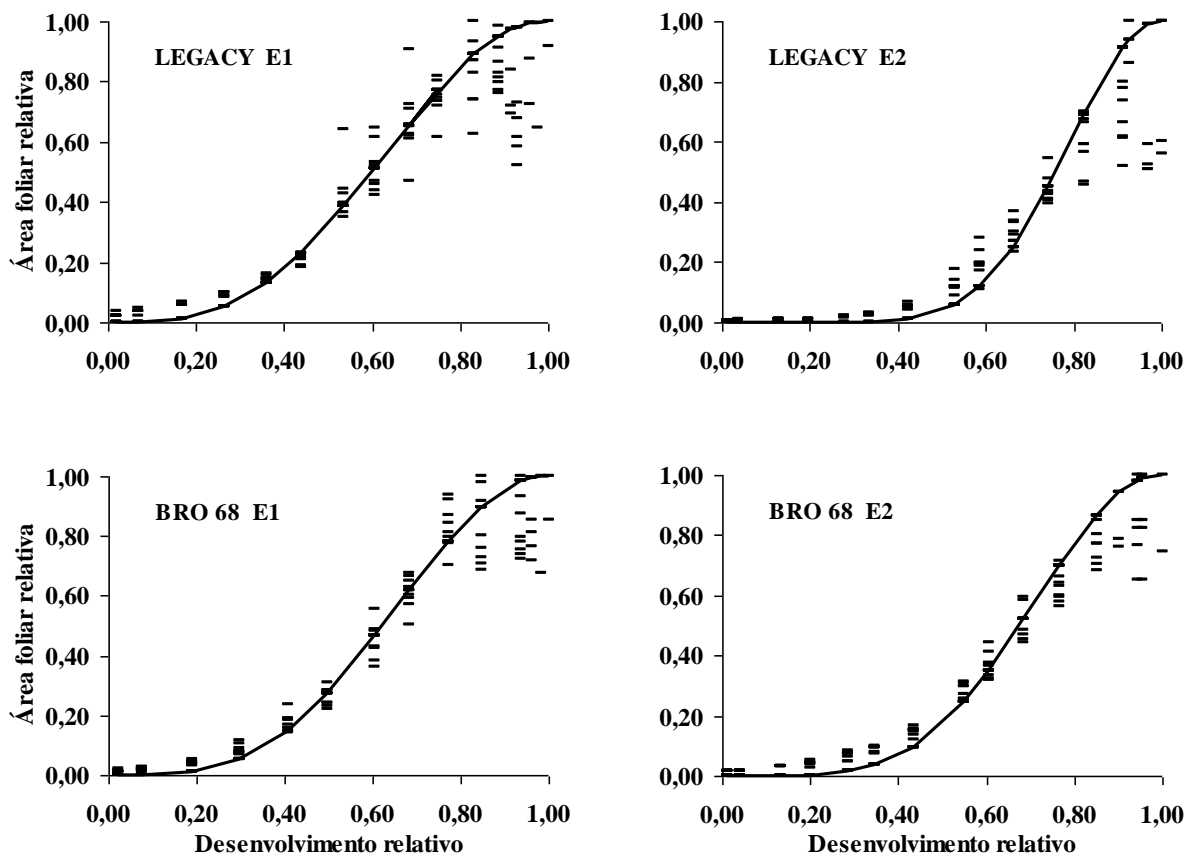


Figura 3 – Área foliar relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 5 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($NFOR = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para número de folhas relativo (NFOR) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
	Ls	2,8483			
Legacy	E1	2,7101	0,5844	0,8144	0,0965
	Li	2,5718			
	Ls	1,3722			
BRO 68	E1	1,3080	0,3225	0,8409	0,0911
	Li	1,2437			
	Ls	2,0623			
Legacy	E2	1,9856	0,4977	0,8839	0,0837
	Li	1,9088			
	Ls	1,3434			
BRO 68	E2	1,2928	0,3158	0,8801	0,0820
	Li	1,2422			

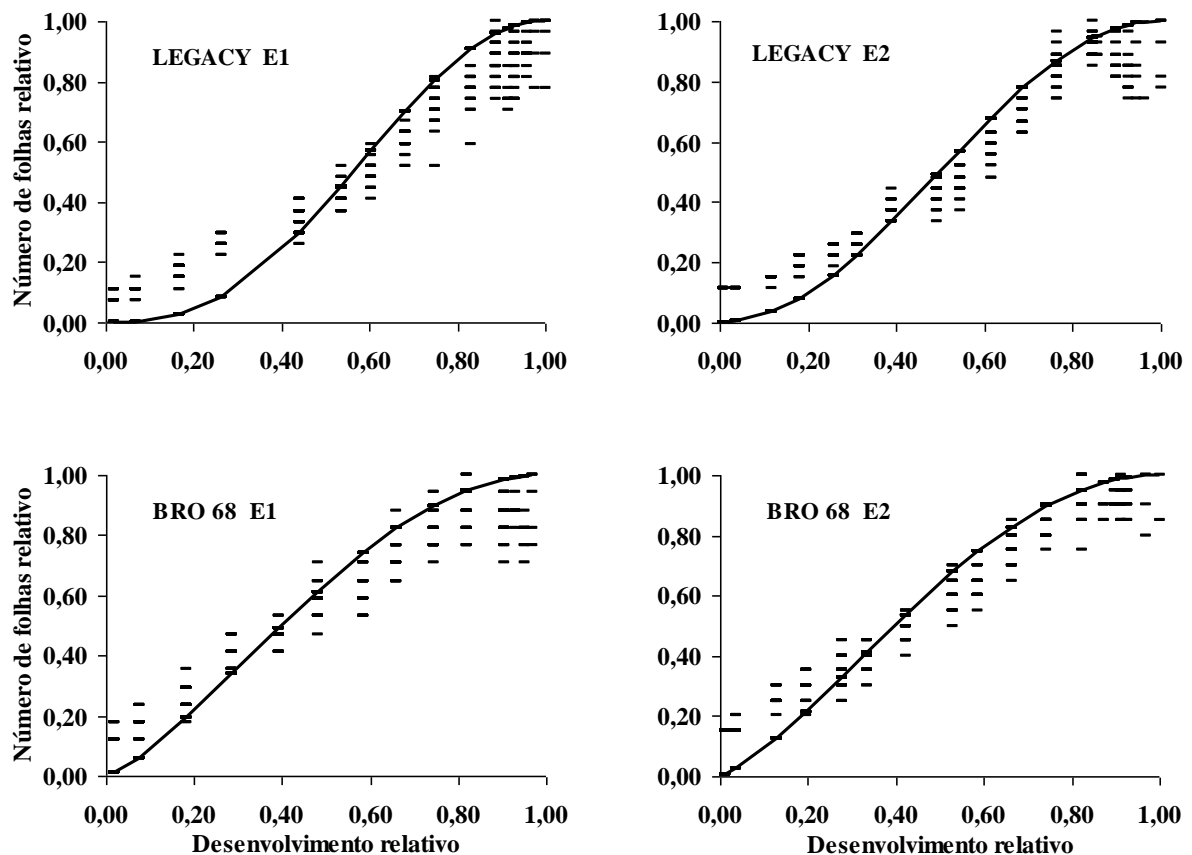


Figura 4 – Número de folhas relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 6 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($ACAUr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para altura do caule relativa (ACAUr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
Legacy	E1	Ls: 2,9241 Li: 2,6512	0,5912	0,8286	0,0951
BRO 68	E1	Ls: 1,9519 Li: 1,8741	0,4786	0,9150	0,1554
Legacy	E2	Ls: 2,4421 Li: 2,2571	0,5475	0,8852	0,0743
BRO 68	E2	Ls: 2,4876 Li: 2,2485	0,5497	0,8046	0,0925

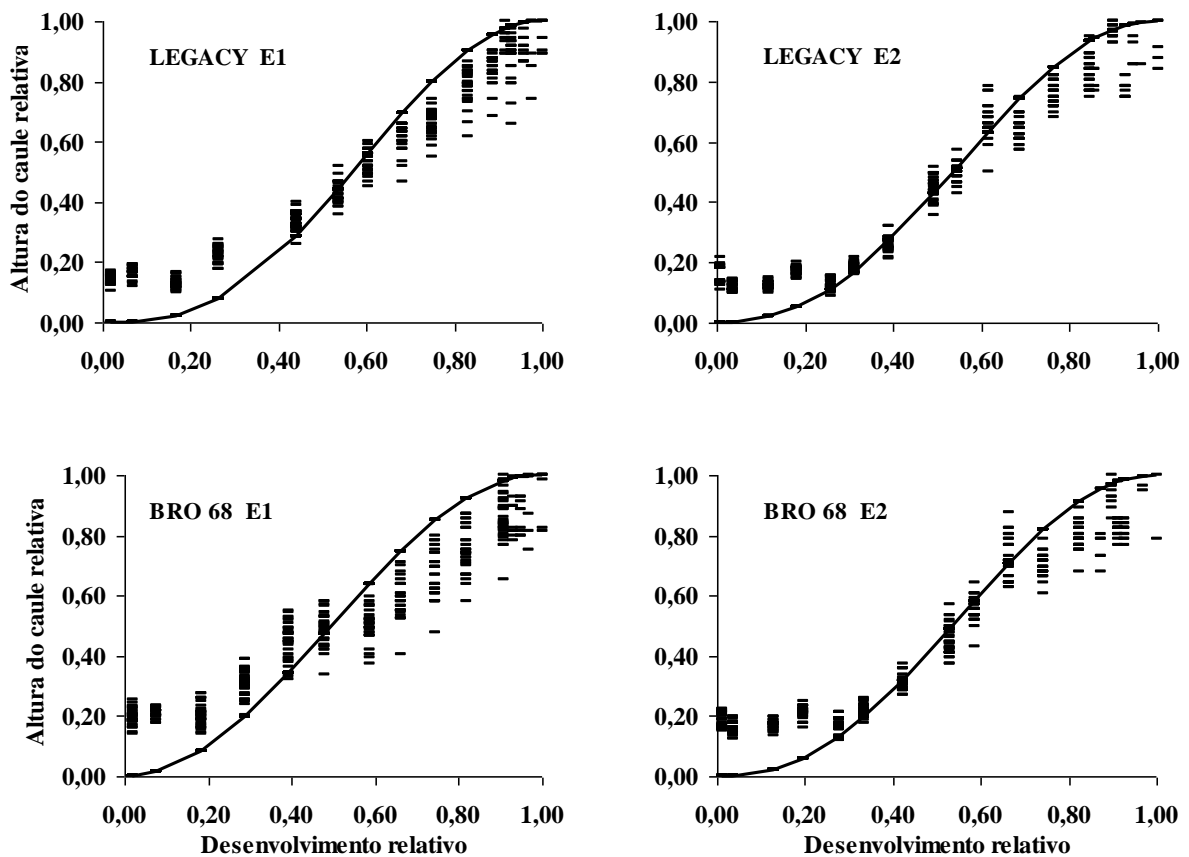


Figura 5 – Altura do caule relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 7 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($DCAUr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para diâmetro do caule relativo (DCAUr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
		Ls			
Legacy	E1	2,4358	0,5573	0,9414	0,0612
		Li			
		Ls			
BRO 68	E1	2,4029	0,5536	0,9653	0,0495
		Li			
		Ls			
Legacy	E2	3,2898	0,6282	0,9326	0,0613
		Li			
		Ls			
BRO 68	E2	3,1974	0,6222	0,9619	0,0546
		Li			

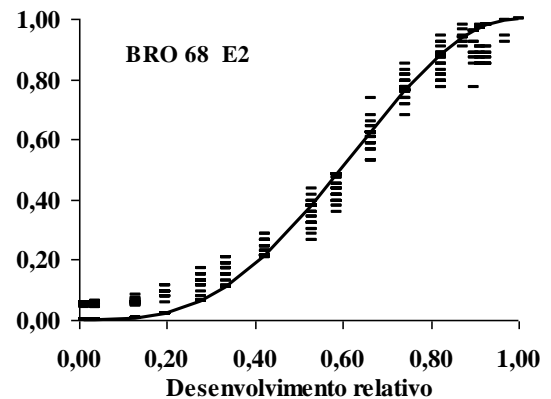
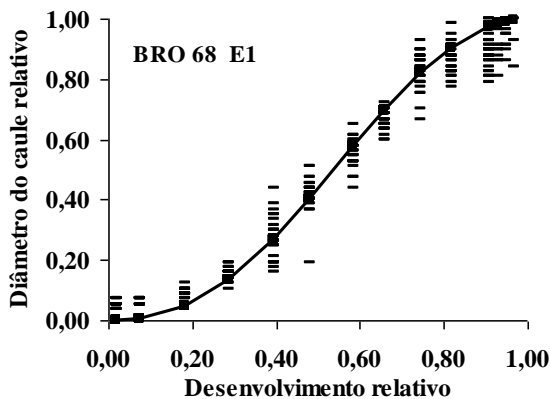
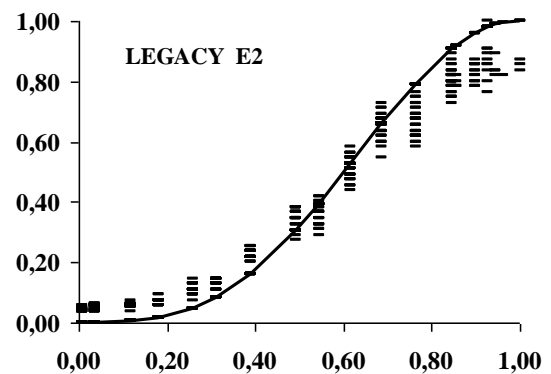
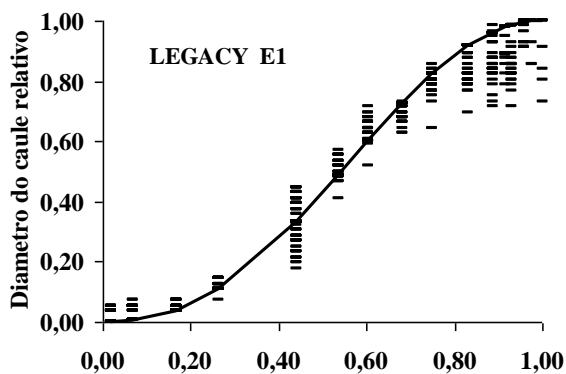


Figura 6 – Diâmetro do caule relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 8 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMV_{LFr} = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde do limbo foliar relativa (FMV_{LFr}) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
	Ls	4,0216			
Legacy	E1	3,2277	0,6242	0,7086	0,1187
	Li	2,4337			
	Ls	3,8832			
BRO 68	E1	3,2547	0,6260	0,8476	0,0862
	Li	2,6261			
	Ls	3,9435			
Legacy	E2	3,4290	0,6368	0,9017	0,0645
	Li	2,9144			
	Ls	5,9050			
BRO 68	E2	4,8867	0,7012	0,8081	0,0774
	Li	3,8684			

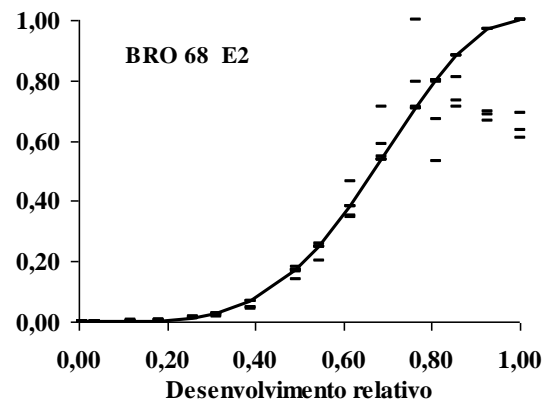
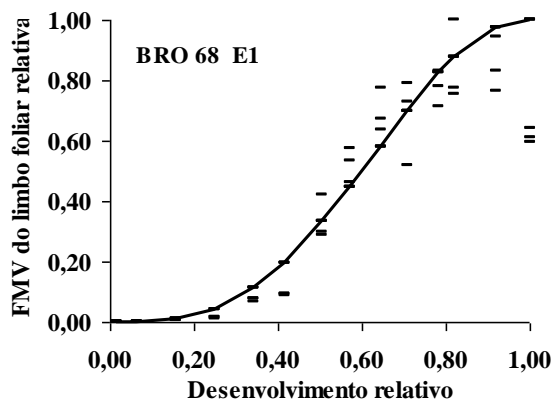
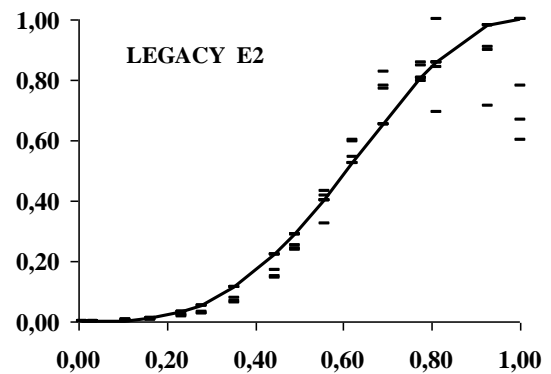
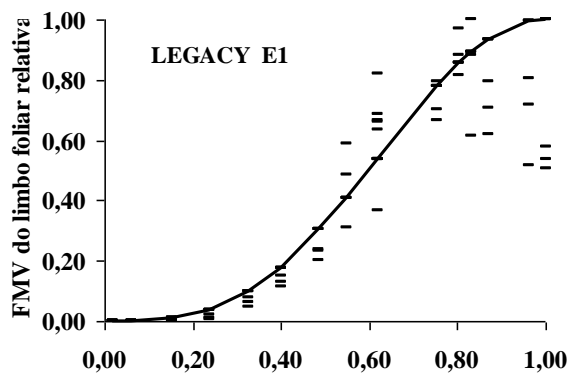


Figura 7 – Fitomassa verde do limbo foliar relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 9 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVPFr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde do pecíolo foliar relativa (FMVPFr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
	Ls	5,2951			
Legacy	E1	4,3136	0,6802	0,7771	0,1069
	Li	3,3322			
	Ls	5,7038			
BRO 68	E1	4,7442	0,6963	0,8275	0,0781
	Li	3,7846			
	Ls	5,2924			
Legacy	E2	4,5281	0,6886	0,8795	0,0682
	Li	3,7638			
	Ls	5,8856			
BRO 68	E2	5,0671	0,7069	0,9084	0,0648
	Li	4,2485			

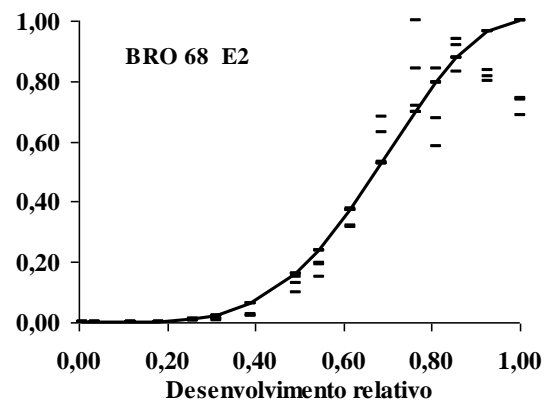
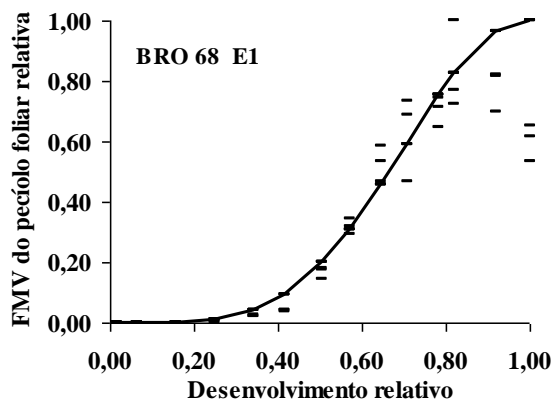
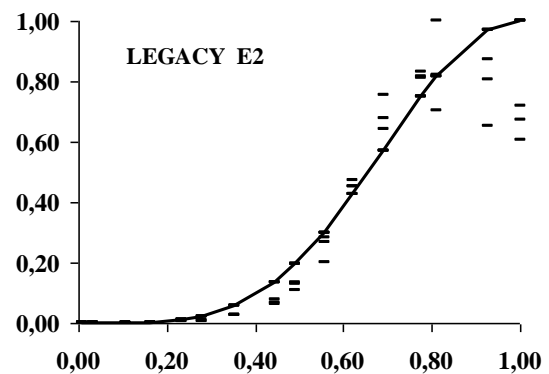
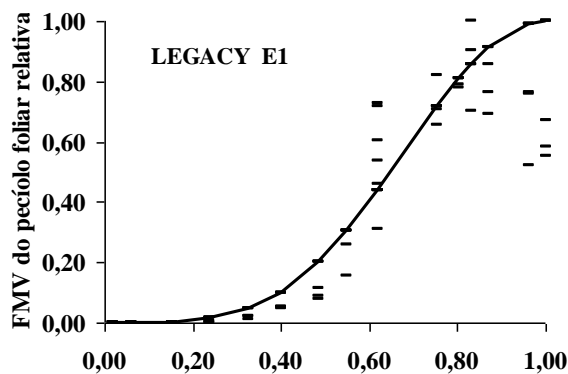


Figura 8 – Fitomassa verde do pecíolo foliar relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 10 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVFTr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde foliar total relativa (FMVFTr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro Q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
	Ls	4,6422			
Legacy	E1	3,7679	0,6555	0,7512	01073
	Li	2,8936			
	Ls	4,7491			
BRO 68	E1	3,9769	0,6656	0,8410	0,0789
	Li	3,2047			
	Ls	4,5526			
Legacy	E2	3,9345	0,6636	0,8931	0,0646
	Li	3,3165			
	Ls	5,8811			
BRO 68	E2	4,9722	0,7039	0,8670	0,0691
	Li	4,0632			

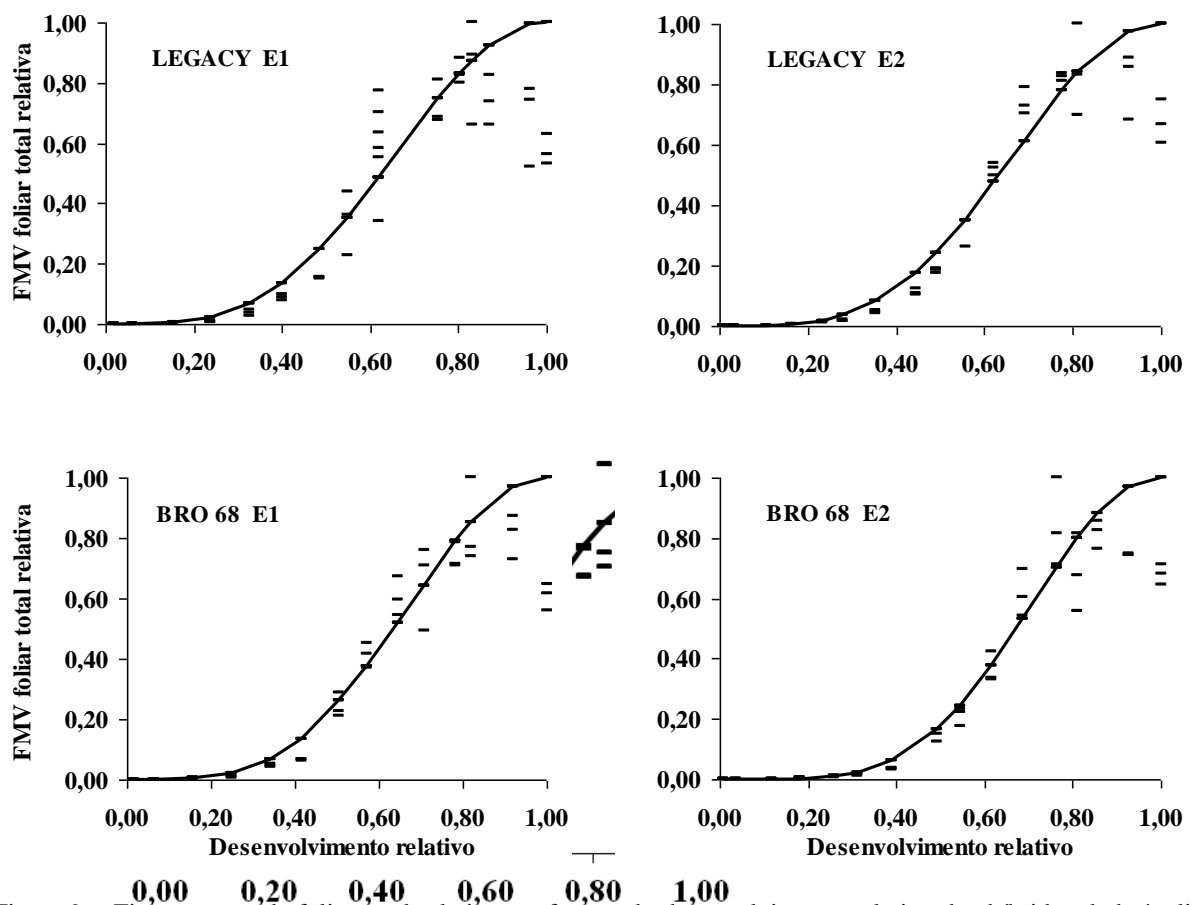


Figura 9 – Fitomassa verde foliar total relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 11 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVCAUr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde do caule relativa ($FMVCAUr$) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
		Ls			
Legacy	E1	5,9327	0,7307	0,9505	0,0469
		Li			
		Ls			
BRO 68	E1	5,1415	0,7092	0,9572	0,0441
		Li			
		Ls			
Legacy	E2	4,9763	0,7041	0,9558	0,0450
		Li			
		Ls			
BRO 68	E2	4,9207	0,7023	0,9470	0,0555
		Li			

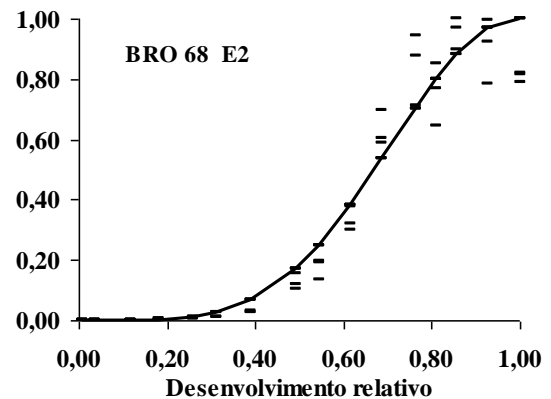
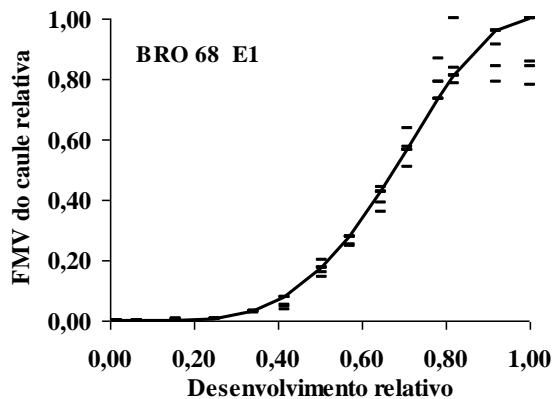
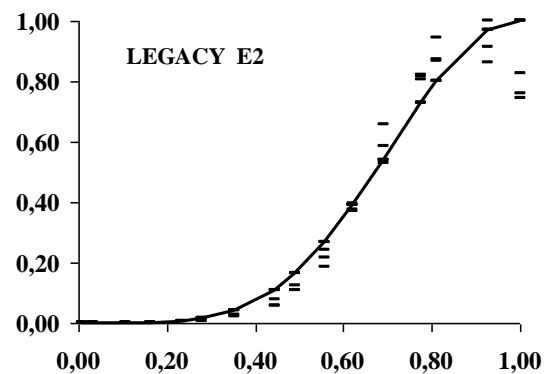
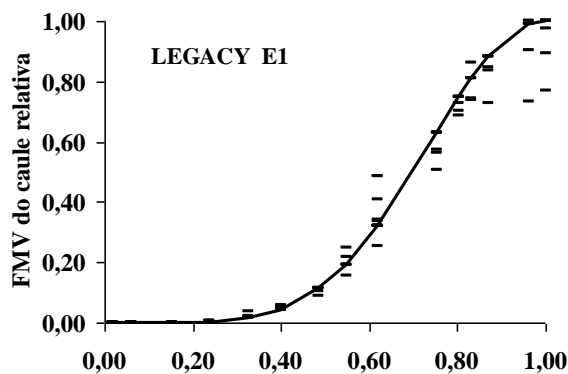


Figura 10 – Fitomassa verde do caule relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 12 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($ACABr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para altura da cabeça relativa (ACABr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
		Ls			
Legacy	E1	16,6519	0,8424	0,9712	0,0306
		Li			
		15,0698			
		Ls			
BRO 68	E1	10,8377	0,7949	0,9793	0,0331
		Ls			
		9,9707			
		Li			
		9,1037			
		Ls			
Legacy	E2	10,5751	0,7909	0,9716	0,0354
		Ls			
		9,6092			
		Li			
		8,6434			
		Ls			
BRO 68	E2	9,9563	0,7857	0,9807	0,0325
		Ls			
		9,1688			
		Li			
		8,3813			

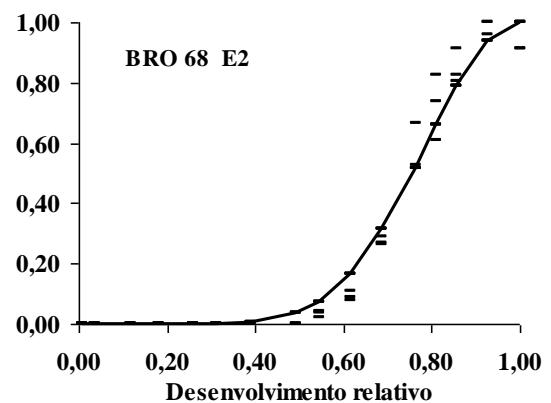
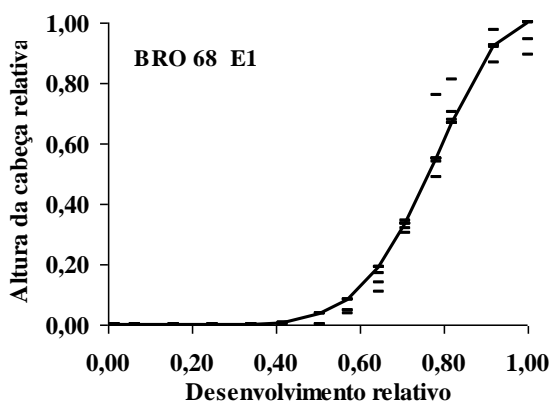
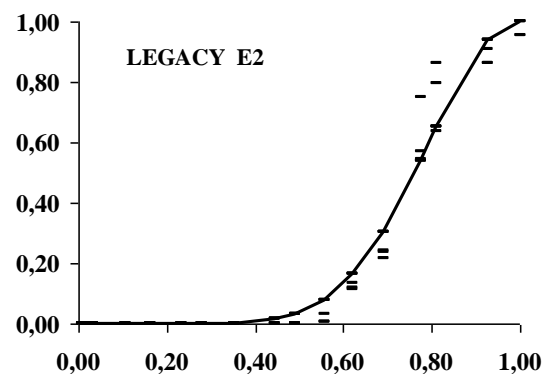
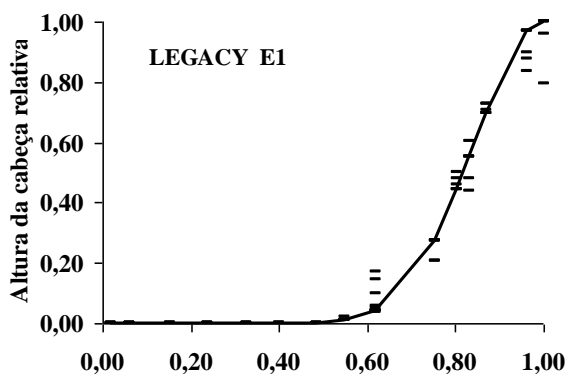


Figura 11 – Altura da cabeça relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 13 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($DCABr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para diâmetro da cabeça relativa (DCABr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
	Ls	19,8129			
Legacy	E1	17,8574	0,8479	0,9593	0,0396
	Li	15,9020			
	Ls	12,8138			
BRO 68	E1	11,7346	0,8114	0,9768	0,0289
	Li	10,6556			
	Ls	11,9135			
Legacy	E2	11,0775	0,8057	0,9841	0,0287
	Li	10,2416			
	Ls	13,1673			
BRO 68	E2	12,2625	0,8156	0,9833	0,0234
	Li	11,3577			

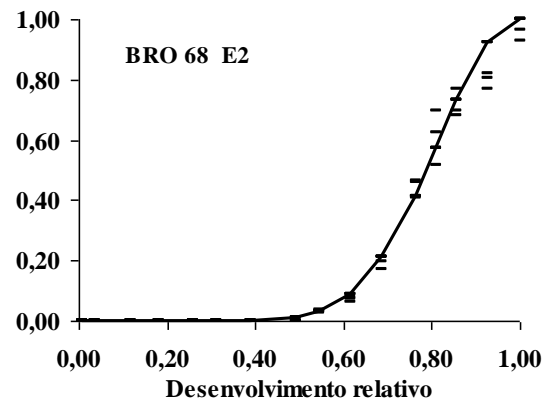
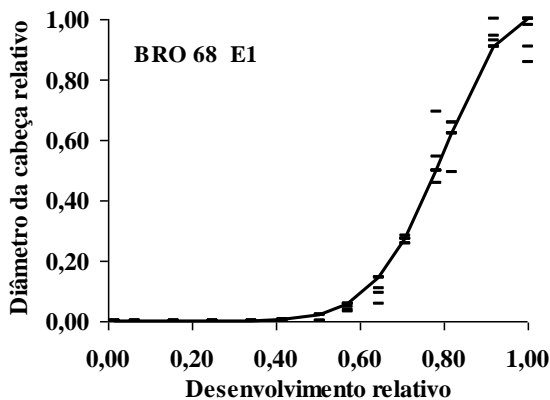
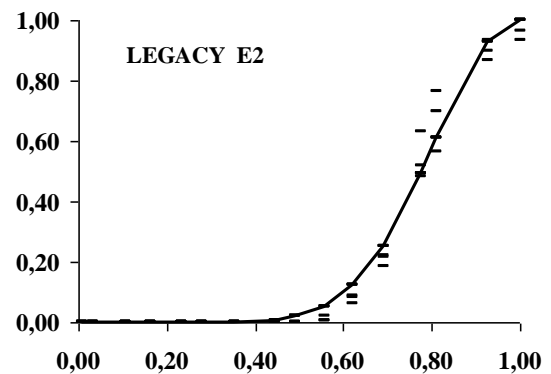
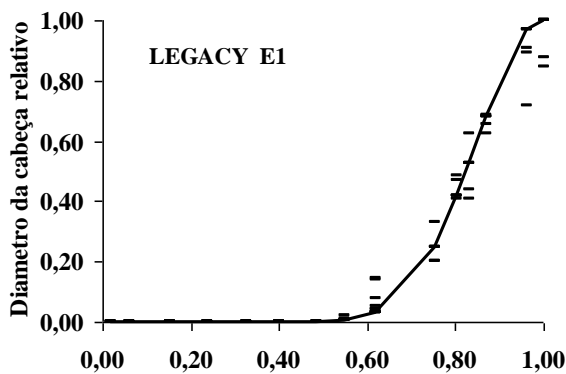


Figura 12 – Diâmetro da cabeça relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 14 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVCABr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde da cabeça relativa (CABr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro Q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
Legacy	E1	44,1514	0,8958	0,8912	0,0422
		Ls			
		Li			
BRO 68	E1	21,8057	0,8626	0,9496	0,0312
		Ls			
		Li			
Legacy	E2	16,6713	0,8425	0,9703	0,0257
		Ls			
		Li			
BRO 68	E2	20,1587	0,8570	0,9807	0,0222
		Ls			
		Li			

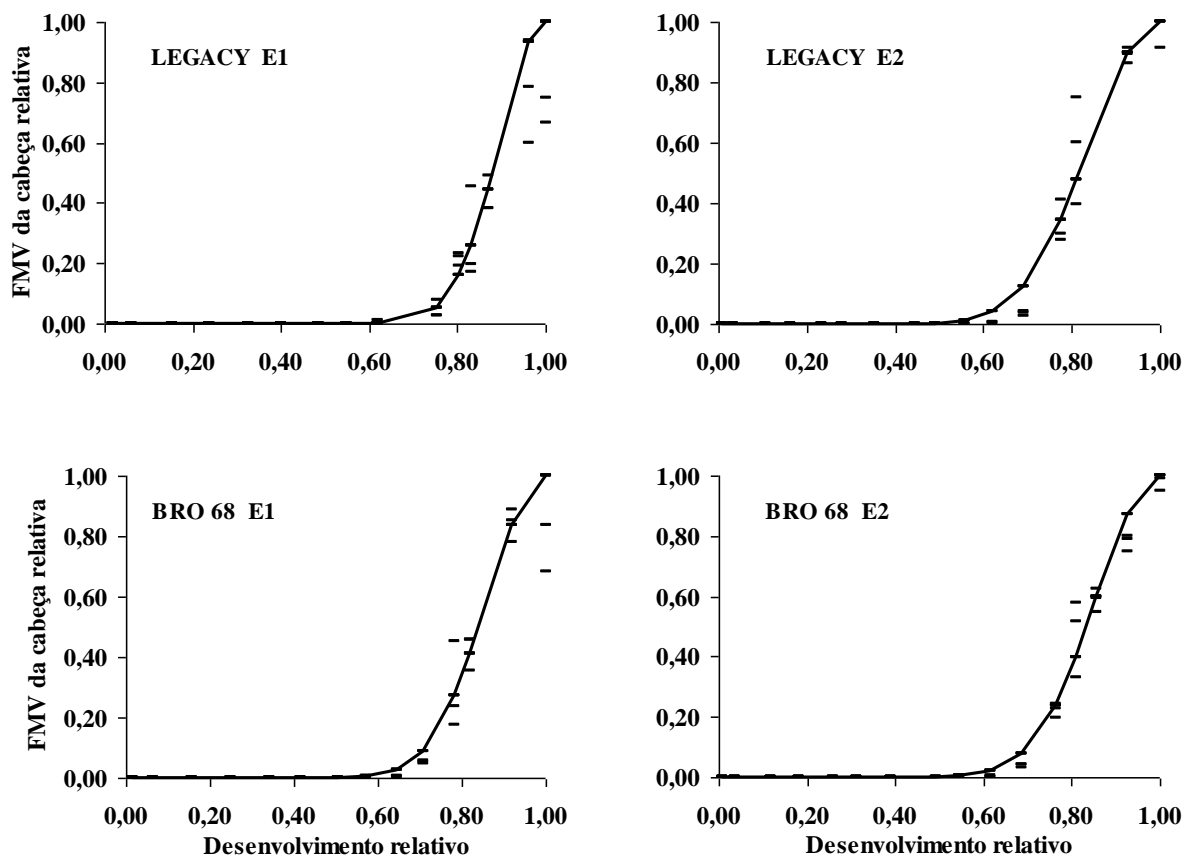


Figura 13 – Fitomassa verde da cabeça relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 15 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($NFLr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para número de floretes relativo (NFLr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro Q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
		Ls			
Legacy	E1	8,8720			
		Li	0,7617	0,9005	0,0785
		Ls			
BRO 68	E1	9,8912			
		Li	0,7723	0,8847	0,0853
		Ls			
Legacy	E2	6,4752			
		Li	0,7199	0,9094	0,0754
		Ls			
BRO 68	E2	8,0788			
		Li	0,7494	0,9099	0,0812
		Ls			
		Li	5,5136		

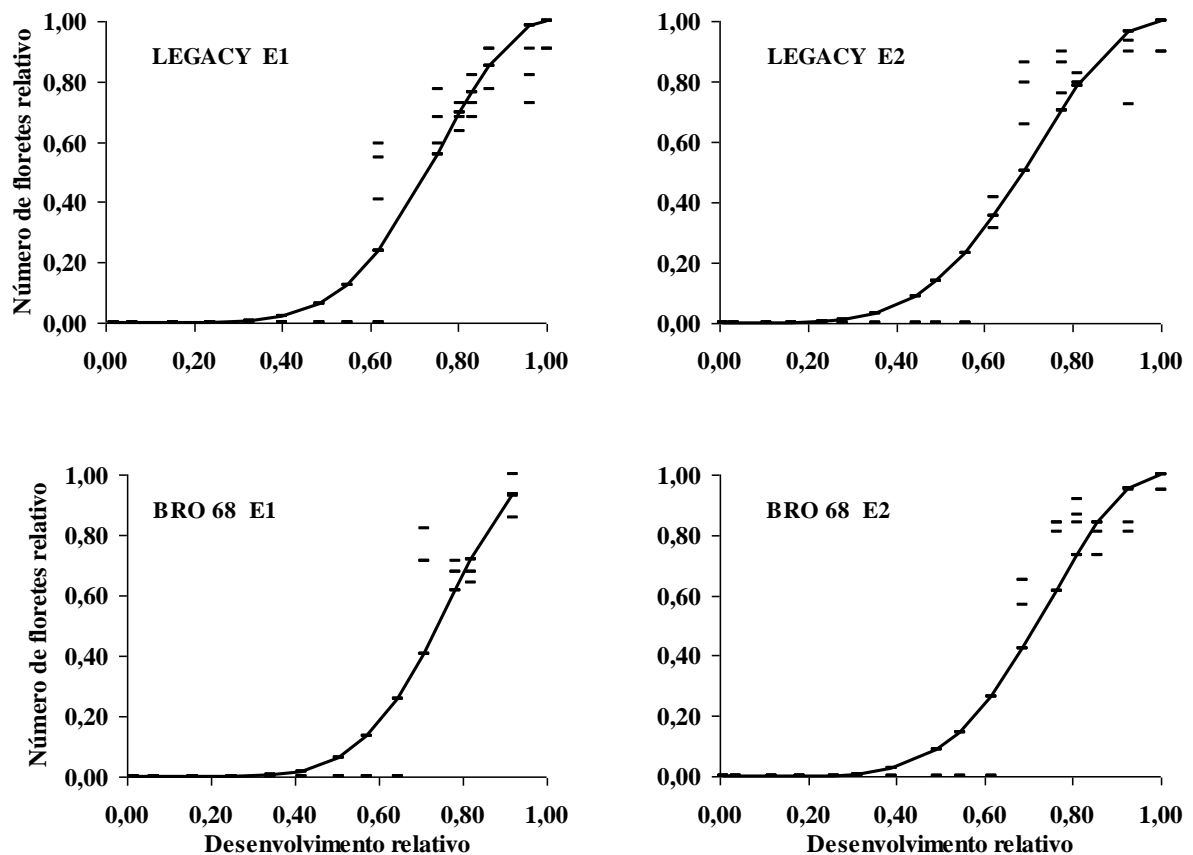


Figura 14 – Número de floretes relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 16 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q, ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVFLCr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde dos floretes relativa (FMVFLr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro Q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
	Ls	45,0795			
Legacy	E1	38,3675	0,8968	0,8906	0,0404
	Li	31,6554			
	Ls	25,8297			
BRO 68	E1	22,6650	0,8653	0,9475	0,0308
	Li	19,5003			
	Ls	21,7062			
Legacy	E2	19,5849	0,8549	0,9686	0,0264
	Li	17,4637			
	Ls	25,0398			
BRO 68	E2	23,0308	0,8664	0,9766	0,0211
	Li	21,0219			

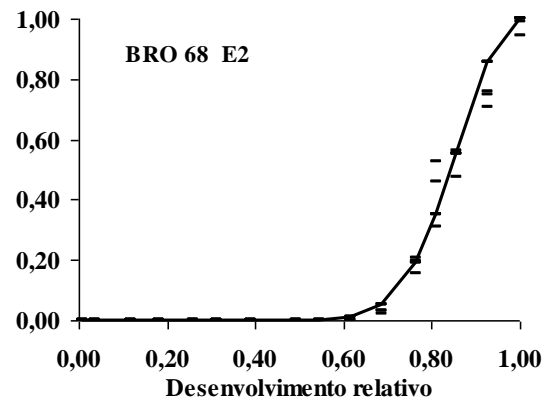
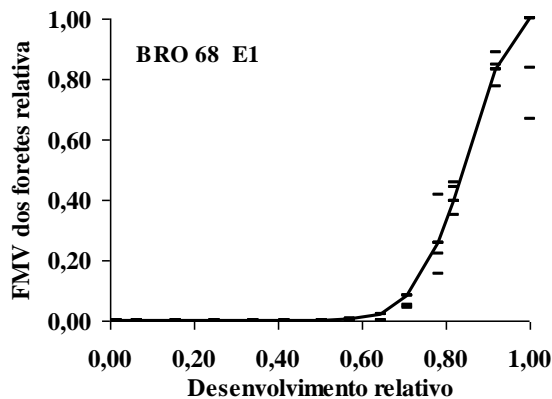
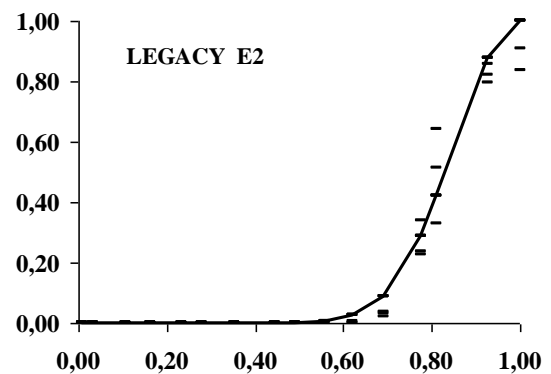
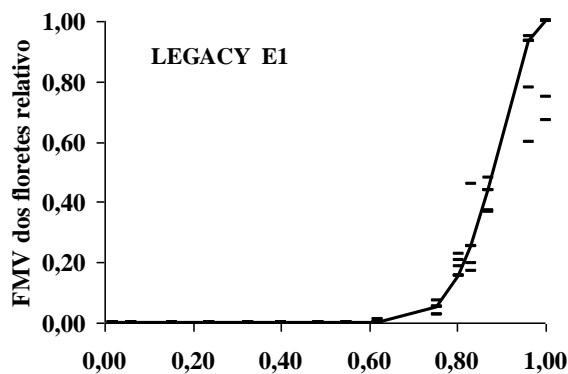


Figura 15 – Fitomassa verde dos floretes relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 17 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMV_{ACr} = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde do ápice caulinar relativa (APr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro Q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
	Ls	37,1357			
Legacy	E1	31,7023	0,8863	0,8820	0,0433
	Li	26,2688			
	Ls	17,2293			
BRO 68	E1	14,9344	0,8334	0,9378	0,0433
	Li	12,6396			
	Ls	14,3792			
Legacy	E2	12,1505	0,8148	0,9076	0,0527
	Li	9,9217			
	Ls	14,3941			
BRO 68	E2	12,6789	0,8188	0,9530	0,0511
	Li	10,9637			

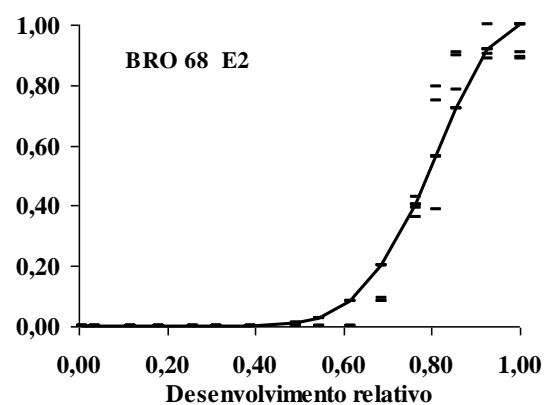
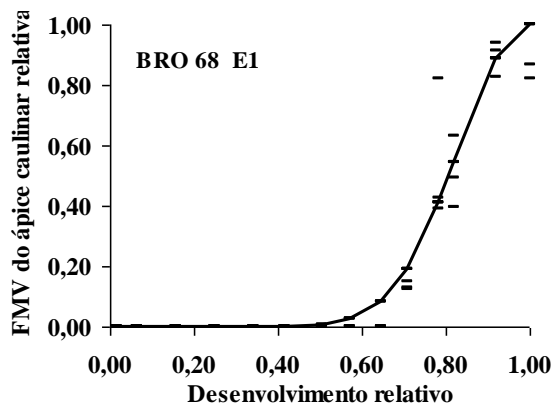
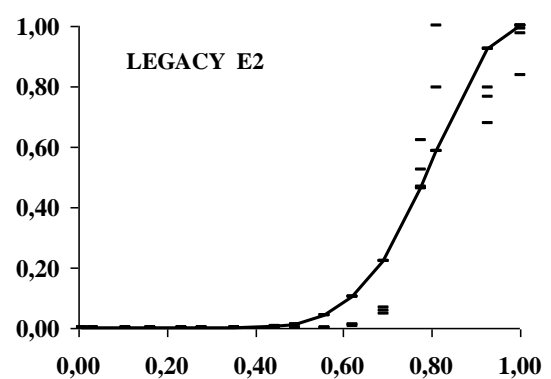
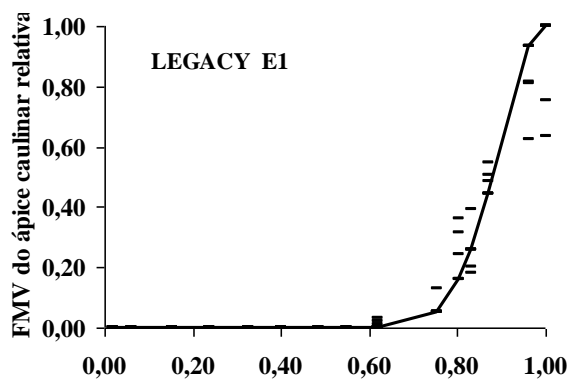


Figura 16 – Fitomassa verde do ápice caulinar relativo em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 18 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMVAr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa verde aérea relativa (FMVAr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
		Ls			
Legacy	E1	7,1950	0,7568	0,8715	0,0752
		Li			
		Ls			
BRO 68	E1	6,1768	0,7364	0,9706	0,0336
		Li			
		Ls			
Legacy	E2	6,8241	0,7499	0,9831	0,0272
		Li			
		Ls			
BRO 68	E2	7,8583	0,7678	0,9882	0,0231
		Li			

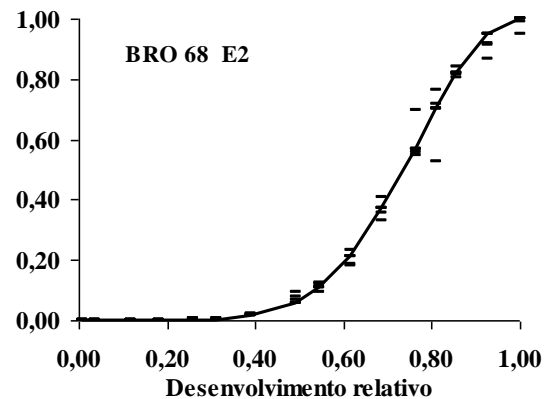
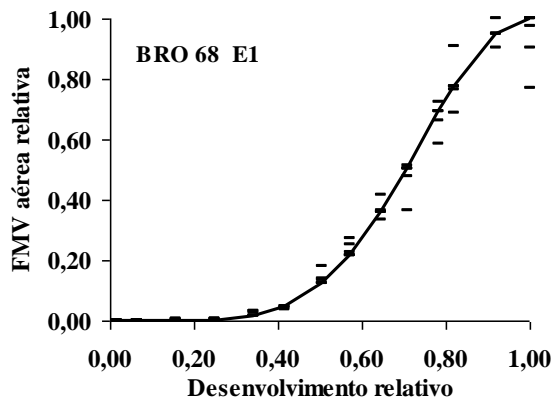
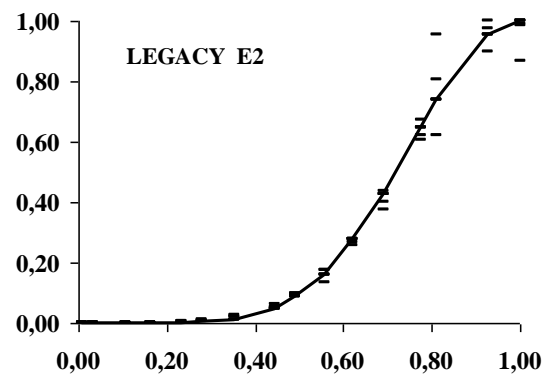
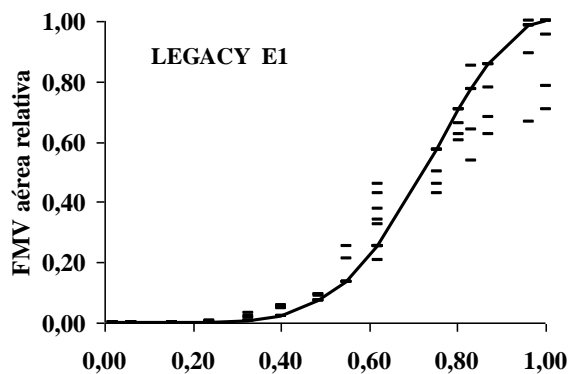


Figura 17 – Fitomassa verde aérea relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 19 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMSFTr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa seca foliar total relativa ($FMSFTr$) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
Legacy	E2	Ls 3,9596 Li 3,0460	0,6648	0,7162	0,1118
BRO 68	E2	Ls 5,9987 Li 3,9240	0,7036	0,6967	0,1158

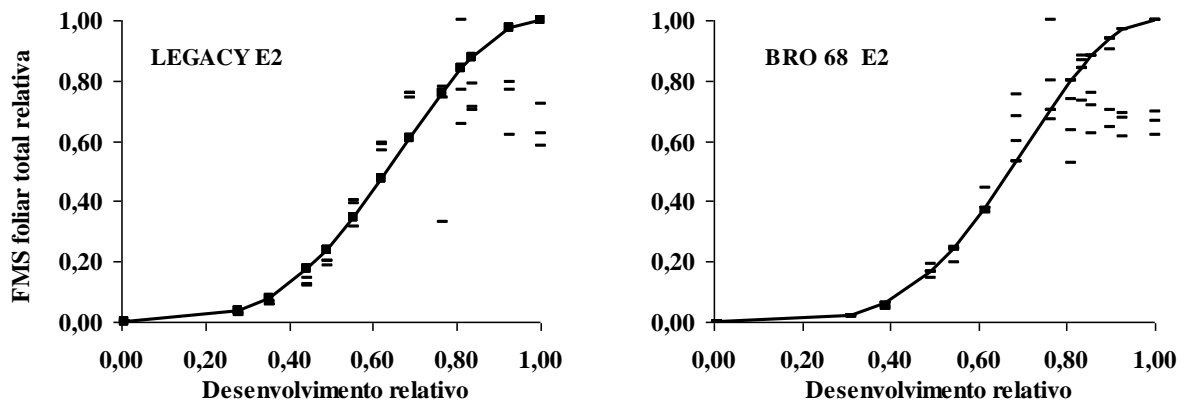


Figura 18 – Fitomassa seca foliar total relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 20 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMSCABr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa seca da cabeça relativa (FMSCABr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
Legacy	E2	Ls 16,9292 Li 14,4394 11,9495	0,8305	0,9284	0,0552
BRO 68	E2	Ls 20,0055 Li 18,5593 17,1131	0,8509	0,9705	0,0400

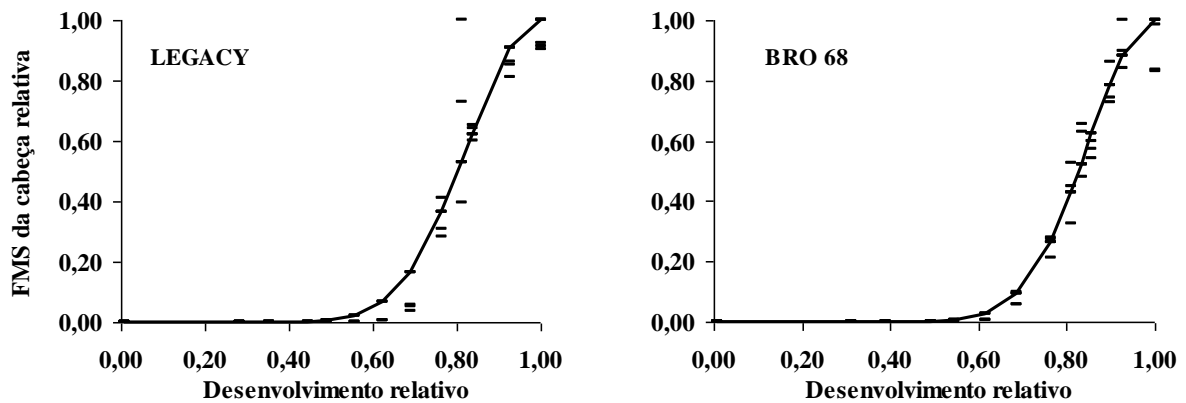


Figura 19 – Fitomassa seca da cabeça relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Tabela 21 – Estimativa e limites superior (Ls) e inferior (Li) do intervalo de confiança do parâmetro q , ponto de inflexão (PI), coeficiente de determinação ($R^2_{ajustado}$) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), do modelo do cosseno ($FMSAr = \cos^q\{\pi/2(1-Dr)\}$) ajustado para fitomassa seca da parte aérea relativa (FMSAr) em função do desenvolvimento relativo (Dr) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Híbrido	Época	parâmetro q	PI	$R^2_{ajustado}$	DMA
Legacy	E2	Ls 7,4172 Li 6,2160	0,7606	0,8897	0,0684
BRO 68	E2	Ls 7,9033 Li 6,5026	0,7569	0,9525	0,0545

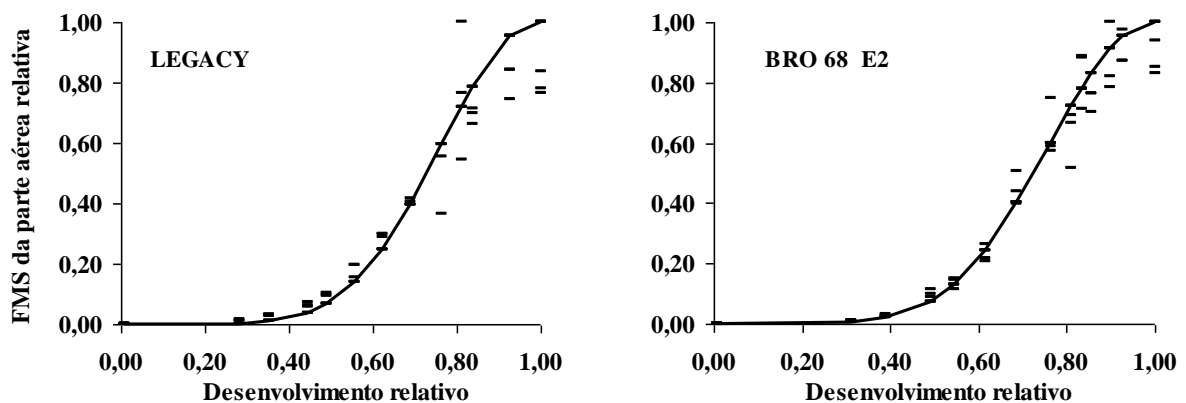


Figura 20 – Fitomassa seca da parte aérea relativa em função do desenvolvimento relativo dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68, na época de plantio E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

O coeficiente de determinação (R^2) variou de 70% até 99%, evidenciando o bom ajuste dos modelos ao crescimento e desenvolvimento de brócolis, bem como, a baixa variabilidade entre os desvios médios absolutos (DMA) dos ajustes de modelos para híbridos e épocas para cada variável relativa.

4.2 Crescimento, desenvolvimento e produção de cabeças

4.2.1 Area foliar

Entre os híbridos e as épocas não houve interação para nenhuma das variáveis estudadas nos estádios de muda, diferenciação floral e maturação de 50 a 80% das cabeças (Tabela 22).

No estádio de muda não houve diferença entre as duas épocas para a área foliar em cada híbrido. Na primeira época, não houve diferença entre os híbridos, enquanto que na segunda época, o Legacy tinha maior área foliar do que o BRO 68.

Tabela 22 – Médias da área foliar (m^2 planta⁻¹) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.2011) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013.

Híbridos	Época 1	Época 2	Média
Muda *			
Legacy	0,0373 ab	0,0525 a	0,0449
BRO 68	0,0334 b	0,0317 b	0,0326
Média	0,0354	0,0421	
Diferenciação floral **			
Legacy	0,7849	0,5170	0,6510 b
BRO 68	1,2076	0,7052	0,9564 a
Média	0,9963 a	0,6111 b	
Maturação de 50 a 80% das cabeças *			
Legacy	1,0693 bc	0,9674 c	1,0184
BRO 68	1,3053 ab	1,3900 a	1,3477
Média	1,1873	1,1787	

* .Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Na diferenciação floral houve diferença entre híbridos e épocas, com maior área foliar para o híbrido BRO 68 e maior área foliar na primeira época. O 'BRO 68' atingiu maior

precocidade na emissão do número de folhas em ambas as épocas, tendo decorridos apenas 32% do ciclo da planta (Tabelas 5 e Figura 4).

Na maturação de 50 a 80% das cabeças não houve diferença entre as duas épocas para a área foliar em cada híbrido. Mesmo sem ter havido diferença entre híbridos na primeira época, o BRO 68 continuou mantendo maior área foliar do que o Legacy também na segunda época.

4.2.2 Fitomassas verde

As variáveis FMVLF, FMVPF, ACAU, DCAU, FMVPFLO, FMVFLO, FMVAC e FMCAB, FMVA, razão FMVFT/FMVCAB e razão FMVA/FMVCAB, atenderam aos pressupostos de distribuição normal dos erros e homogeneidade da variância pela ANOVA e não apresentaram interação entre os fatores híbridos, épocas de plantio e estádios de maturação (Tabela 23). A transformação dos dados, pelo procedimento Box Cox, somente foi utilizada para o diâmetro do caule, quando após a transformação, atendeu aos pressupostos.

Nas tabelas 23 e 24 e no texto, estão apresentados os resultados e as respectivas análises estatísticas dos dados com os resultados das médias das variáveis, como segue: Tabela 1 - variáveis que atenderam aos pressupostos foram submetidas à análise de variância, sem ter havido interação entre os fatores; Tabela 24 - variáveis que atenderam aos pressupostos foram submetidas à análise de variância, com ocorrência de interações duplas, sendo as médias dos efeitos principais comparadas pelo teste de Tukey; e, no texto, por não terem apresentado normalidade na distribuição ou homogeneidade na variância dos erros e não ter sido possível a transformação dos dados, as médias foram comparadas, duas a duas, pelo teste Kruskal-Wallis para as variáveis FMVFT, FMVCAU e número de dias. Nenhuma combinação tripla de fatores apresentou interação.

As variáveis FMVLF, FMVPF, ACAU, DCAU, FMVPFLO, FMVFLO, FMVAC e FMCAB, FMVA, razão FMVFT/FMVCAB e razão FMVA/FMVCAB, não apresentaram interação entre os fatores híbridos, épocas de plantio e estádios de maturação (Tabela 23).

O híbrido Legacy mostrou superioridade sobre o BRO 68 quanto ao crescimento vegetativo na E1 (FMVLF, FMVPF, ACAU e FMVA - Tabela 23) e comportamento semelhante no decorrer dos estádios de maturação, quando a planta já tinha desenvolvido a arquitetura vegetativa. As características produtivas (FMVPFLO, FMVAC e razões entre

FMVFT/FMVCAB e FMVA/FMVCAB) apresentaram maior variação entre si durante as épocas do que entre os híbridos e os estádios de maturação. Durante os estádios de maturação, houve predominância quase total das características produtivas durante o estádio de 50% a 80% de maturação da cabeça.

Tabela 23 – Médias das fitomassas verde (FMV), da altura e do diâmetro do caule, das razões entre FMVFT/FMVCAB e FMVA/FMVCAB da produção dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011) durante os estádios de início a 50% e de 50 a 80% da maturação das cabeças. Santa Maria, RS, 2013.

Variáveis	Híbridos		Épocas		Estádios de maturação	
	Legacy	Bro 68	22.03.11	30.06.11	Início-50%	50-80%
FMV dos limbos foliares (g)	638,32 a*	502,25 b	670,45 a	470,12 b	572,38	568,19
FMV dos pecíolos foliares (g)	711,74a	528,60 b	783,43 a	456,91 b	605,93	635,41
Altura do caule (cm)	26,21 a	22,92 b	28,38 a	20,75 b	24,21	24,92
Diâmetro do caule (cm)	4,78	4,96	5,03	4,71	4,72	5,02
FMV por florete (g)	30,55	23,87	31,50 a	22,93 b	21,57 b	32,86 a
FMV dos floretes (g)	620,46	562,43	578,90	603,99	471,91 b	710,98 a
FMV do ápice caulinar (g)	112,94	125,11	75,25 b	162,79 a	99,55 b	138,49 a
FMV da cabeça (g)	733,40	687,53	654,15	766,78	571,47 b	849,47 a
FMV aérea (g)	2.480,12 a	2.069,83 b	2.601,71 a	1.948,25 b	2.108,06 b	2.441,90 a
Razão FMVFT/FMVCAB(g)	2,12 a	1,72 b	2,54 a	1,30 b	2,38 a	1,46 b
Razão FMVA/FMVCAB (g)	3,74	3,33	4,41 a	2,66 b	4,13 a	2,94 b

* Médias não seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

A fitomassa verde do limbo foliar apresentou diferença significativa entre os dois híbridos e entre as duas épocas. A FMVLF do ‘Legacy’ foi maior, com diferença estatística do ‘BRO 68’, tanto na E1 como na E2. Maior FMVLF pode ser atribuída ao maior número de folhas formado pelo híbrido Legacy do que pelo ‘BRO 68,’ não só na E2 como também na E1, apesar da redução do número de folhas emitidas nesta época (Tabela 24).

Para a fitomassa verde do pecíolo foliar, repete-se a mesma situação da FMVLF. Houve diferença significativa entre os dois híbridos e as duas épocas. A FMVPF foi maior para o ‘Legacy’, com diferença estatística do ‘BRO 68’, também sendo maior na E1 do que na

E2. As FMVFP seguem comportamento idêntico aos dos híbridos e das épocas, condicionadas, provavelmente, ao número de folhas emitidas.

A altura do caule apresentou diferença significativa entre híbridos e entre as épocas. A altura do caule do ‘Legacy’ apresentou significância sobre a do ‘BRO’ e a da E2, nivelando-se após a emissão da cabeça, entre os dois estádios de maturação.

O diâmetro do caule não diferiu significativamente em nenhuma combinação dos três fatores. Respostas de redução-aumento do diâmetro do caule foram encontradas por Schiavon (2008), em função de níveis de adubação no híbrido ‘Legacy’. Charlo et al. (2007) constataram que, aos 69 dias após o transplante, quando as inflorescências atingiram o ponto de colheita, as plantas apresentaram diâmetro do caule de 39,01mm. Na tabela 22, observa-se também, que o crescimento em diâmetro do caule, não apresentou diferença entre os híbridos e nem entre as épocas de plantio.

Existiu diferença significativa entre o estádio inicial a 50% e de 50% a 80% do estádio de maturação da cabeça para a FMVFLO. Com 50% a 80% do estádio de maturação da cabeça, a fitomassa verde média dos floretes foi maior que a média da FMVFLO do estádio inicial a 50% do estádio de maturação da cabeça. A cabeça continuou diferenciando mais floretes (Tabela 24) por unidade de tempo, entre os dois estádios, e também, o aumento da temperatura (Tabela 2) acelerou o crescimento individual dos floretes neste período. Esta situação é a mais crítica e bastante frequente, nas condições climáticas regionais, criando necessidades urgentes de mão de obra e escoamento do produto ou prováveis perdas qualitativas para o produtor. A não existência de diferença significativa entre os híbridos pode ser atribuída ao desenvolvimento de menor número (17,67) e maior fitomassa verde (30,55 g) dos floretes do Legacy ser compensado com o maior desenvolvimento do número (30,17) e menor fitomassa verde (23,87 g) por florete do BRO 68 (Tabelas 22 e 23).

Para fitomassa verde do ápice caulinar existiu diferença entre os estádios inicial a 50% e de 50% a 80% do estádio de maturação da cabeça, o ápice caulinar com, 50 a 80% do estádio de maturação da cabeça, atingiu maior fitomassa verde do que do início a 50% do estádio de maturação da cabeça e entre as épocas também existiu diferença significativa, sendo que na E2 a fitomassa do ápice caulinar foi maior do que na E1 devido ao aumento da fitomassa média da cabeça nos dois híbridos da E1 para a E2.

Pela análise de variância, a média da fitomassa verde da cabeça somente houve diferença significativa entre os dois estádios, sendo que no estádio inicial a 50% da colheita, a média foi menor do no estádio de 50 a 80% do estádio de maturação da cabeça. Todos os componentes da cabeça (849,47 g) quando comparados entre os dois estádios de maturação,

apresentaram diferenças significativas no estágio de 50 a 80% do estágio de maturação da cabeça: FMVPFLO (32,86 g), FMVFLO (710,98 g) e FMVAC (138,49 g).

A fitomassa verde da parte aérea da planta mostrou diferença significativa entre os dois estádios, sendo que o estágio inicial a 50% do estágio de maturação da cabeça atingiu menor fitomassa verde total da planta. Os híbridos também apresentaram diferença significativa para a fitomassa verde da parte aérea da planta, sendo que o 'Legacy' atingiu a maior fitomassa verde da parte aérea da planta e, entre as épocas, também houve diferença significativa, sendo que na E1 a planta desenvolveu maior fitomassa verde média total do que na E2 devido à ocorrência de temperaturas mais altas naquele período.

A fitomassa verde foliar total não atendeu aos pressupostos da ANOVA, e pelo teste de Kruskal-Wallis, não teve diferença significativa entre os estádios de início a 50% do estágio de maturação da cabeça e de 50 a 80% do estágio de maturação da cabeça, para cada híbrido. Porém, o híbrido BRO 68 apresentou menor razão folha/cabeça (1,72), tendo maior eficiência produtiva do que o Legacy. A FMVFT equivaleu a praticamente 50% da FMVA da planta tanto nos dois estádios como nas duas épocas, com menor eficiência produtiva na E1, em função da maior fitomassa aérea formada pela ocorrência de temperatura média mais elevada do que na E2.

Os dois estádios de maturação apresentam uma baixa razão entre a fitomassa aérea da planta e a fitomassa da cabeça. As fitomassas das cabeças corresponderam a 25 e 33% de toda a fitomassa da planta, enquanto que, para Charlo et al, (2007), a participação da fitomassa seca de cabeça na fitomassa total da planta foi de 15%. A maior razão entre a fitomassa aérea da planta e a fitomassa da cabeça, entre o estágio inicial a 50% e o estágio 50 a 80%, denota que nem todas as plantas atingiram o mesmo grau de desenvolvimento ou tiveram a mesma eficiência na alocação de fotoassimilados para o crescimento da cabeça.

As variáveis fitomassa verde por folha, número de folhas por planta e número de floretes por cabeça apresentaram interação dupla e foram desdobradas. A fitomassa verde por folha e o número de folhas por planta apresentaram interação dupla entre híbrido e época. O número de floretes por cabeça além de apresentar interação dupla entre híbrido e época também teve interações duplas entre híbrido e estágio e época e estágio (Tabela 24).

Na E1 ocorreu o maior desenvolvimento vegetativo dos híbridos, expressado pela maior média significativa da fitomassa verde por folha, maior número de folhas por planta (Tabela 24) e fitomassas verde significativas do limbo e pecíolo foliares por planta (Tabela 23) em função das temperaturas mais elevadas pós-transplante. O maior desenvolvimento vegetativo dos híbridos na E1 não possibilitou a nenhum deles obter rendimento superior ao

da E2, pela temperatura descendente e inferiores às exigidas pelos híbridos no período produtivo (KNOTT, 1962; CASSERES, 1980). Pode-se, em função do exposto, justificar que o híbrido BRO 68, embora emitindo um menor número de folhas que o ‘Legacy’, nestas condições, consegue compensar, em parte, com o aumento do limbo foliar, tendo um bom desenvolvimento vegetativo, mas não produtivo, como o da E2, pela redução gradual da temperatura na E1.

Tabela 24 – Médias da fitomassa verde por folha, número de folhas por planta e número de floretes por cabeça no crescimento e produção dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011) durante os estádios de início a 50% e de 50 a 80% de maturação das cabeças. Santa Maria, RS, 2013.

Híbridos	Épocas		Estádios de maturação		Médias
	22.03.2011	30.06.2011	início 50%	50-80%	
fitomassa verde por folha (g)					
Legacy	66,42 b*	47,90 a	57,78 a	56,53 a	57,16 b
BRO 68	82,33 a	46,86 a	60,64 a	68,55 a	64,60 a
Médias	74,37 A**	47,38 B	59,21 A	62,54 A	60,88
folhas por planta (n°)					
Legacy	25,17 a	21,50 a	24,00 a	22,67 a	23,33 a
BRO 68	15,00 b	17,67 b	16,50 a	16,70 a	16,33 b
Médias	20,33 A	19,58 A	20,08 A	19,58 A	19,83
floretes por cabeça (n°)					
Legacy	17,67 b	23,83 a	20,33 a	21,17 a	20,75 b
BRO 68	19,00 a	30,17 a	25,83 b	23,34 a	24,58 a
Médias	18,33 B	27,00 A	23,08 A	22,25 A	22,67

* médias de tratamentos não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para híbridos, e, ** maiúsculas na linha para épocas e estádios, diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fitomassa por folha

A interação foi significativa entre híbrido e época no crescimento da fitomassa verde por folha, com maior crescimento no híbrido BRO 68 durante a E1 e não diferindo significativamente entre eles na E2. Entre as épocas, a diferença significativa ocorreu também

na E1, com maior crescimento da fitomassa por folha. Provavelmente, a temperatura mais elevada no período do pós-transplante na E1 tenha favorecido o crescimento de maior fitomassa por folha no 'BRO 68' na E1, provocando um crescimento de fitomassa verde aérea por planta também durante o estágio de 50 % a 80% do estágio de maturação da cabeça.

O 'Legacy' interagiu significativamente com o 'BRO 68' emitindo o maior número de folhas nas duas épocas de cultivo. Entre as épocas, o número de folhas foi maior no 'Legacy', nas duas épocas. Entre os híbridos houve diferença significativa, também com maior número de folhas no 'Legacy'. A temperatura máxima nas primeiras cinco semanas (Figura 1) variou entre 25°C e 30°C, podendo ter proporcionado condições satisfatórias (WIEBE, 1975 apud TAN, 1999, p. 26 e 121) para que os híbridos (TAN et al., 1998) emitissem de 15 a 25 folhas por planta, muito próximo do número conseguido pelos pesquisadores, de 18 a 24, quando a temperatura aumentou de 13°C a 29°C,

Houve interação significativa entre híbrido e época, em que o número de floretes por cabeça foi maior no BRO 68 na primeira época, e, na segunda época não houve diferença significativa entre os híbridos. Entre as épocas houve diferença significativa, com maior número de floretes por cabeça na segunda época. Entre os híbridos houve diferença significativa, com maior número de floretes por cabeça no BRO 68. Os floretes são os mais importantes componentes da cabeça por determinarem não só a qualidade como também o rendimento. O fator primordial que atua no seu comando é a temperatura. Ela é a responsável pela diferenciação ou não da gema apical que vai originar os floretes e a cabeça. Ela atua de forma inequívoca no processo de crescimento mais lento, mais rápido e até a paralização, sem possível reversão, dos primórdios florais logo após sua diferenciação. A velocidade de crescimento, duração do período de colheita e alguns distúrbios fisiológicos da cabeça estão na dependência de possíveis, bruscas e oscilantes alterações da temperatura.

A fitomassa verde foliar total não atendeu aos pressupostos da ANOVA, e pelo teste de Kruskal-Wallis, não teve diferença significativa entre os estádios de início a 50% e de 50% a 80% do estágio de maturação da cabeça. Explica-se a não diferença em razão do reduzido tempo entre um estágio e outro, à concentração de colheita e pela planta ter estabelecido sua área foliar no início da colheita. No estágio de 50% a 80% e até a antese das flores, a planta reduziu a velocidade de seu crescimento e metabolismo (Tabela 14 e Figura 13) usando como fonte parte das próprias reservas acumuladas e realocando-as, de maneira que a cabeça continuou com aumento de fitomassa verde até a antese da primeira flor em 100% das plantas, para os dois híbridos e nas duas épocas. Os híbridos chegaram a atingir, na E1, até 2.100 g

cabeça⁻¹ Legacy, 1.650 g cabeça⁻¹ BRO 68 e, na E2, 1.785 g cabeça⁻¹ Legacy e 1.490 g cabeça⁻¹ BRO 68.

Para o número de dias, pelo teste de Kruskal-Wallis, houve diferença entre a combinação ‘BRO 68’ no estádio inicial a 50% da colheita na E1 (66dias) e para o ‘Legacy’ no estádio de 50 a 80% do estádio de maturação da cabeça na E2 (88dias), ou seja, um período de dias bem diferente entre os dois híbridos entre as duas épocas. Na mesma época, eles não têm diferença, o ‘Legacy’, na E2, de 23.09.11 a 26.09.11, apresentou colheita mais concentrada, entre o 86° e 89° dias após o transplante. Mesmo não tendo sido detectada diferença estatística para o ‘Legacy’, a resposta deste híbrido será importante na programação dos intervalos entre os plantios, da duração de sua colheita e comercialização.

Para a fitomassa verde do caule, pelo teste de Kruskal-Wallis, não existiu diferença significativa para o crescimento entre todas as combinações dos fatores híbridos, épocas e estádios, mantendo uma média 374,06 g de fitomassa verde sob quaisquer das condições de crescimento a que foi exposto, comprovando que esta característica é determinada pelo híbrido e não pela temperatura, podendo ser modificada por fatores de manejo como espaçamento e adubação, constatado por Schiavon Júnior (2008).

4.2.3 Fitomassas seca

Não houve interação entre híbridos e épocas para a fitomassa seca foliar total em nenhum dos estádios: mudas, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas (Tabela 25). Entre as épocas ocorreram diferenças significativas de fitomassa seca foliar total em todos os estádios de crescimento das plantas, atingindo também as maiores médias na primeira época de plantio.

Os maiores valores de fitomassa seca foliar total foram observados no estádio de 50 a 80% de maturação das cabeças, tanto na primeira como na segunda época. Este estádio ocorreu, na primeira época, aos 83 e 72 dias pós-transplante, para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente, e, na segunda época, aos 89 e 86 dias pós-transplante, para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente. Observou-se maior retardamento da colheita nesta época em função da ocorrência de temperatura média mais baixa (15,5°C) do que na primeira época (17,8°C). Em Jaboticabal, São Paulo, com temperaturas médias mais altas, Charlo et al.

(2007) observaram os maiores valores de fitomassa seca foliar aos 69 dias após o transplante, quando as plantas do híbrido Legacy atingiram o ponto de colheita.

Tabela 25 – Médias da fitomassa seca foliar total (g) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.2011) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013.

Híbridos	Época 1	Época 2	Média
Muda*			
Legacy	0,136	0,106	0,121 a
BRO 68	0,136	0,081	0,109 a
Média	0,136 a	0,094 b	
Diferenciação floral*			
Legacy	70,64	36,42	53,33 a
BRO 68	64,11	21,21	42,66 b
Média	67,38 a	28,28 b	
50 a 80% de maturação das cabeças*			
Legacy	122,89	79,69	101,29 a
BRO 68	106,70	65,71	86,21 a
Média	114,80 a	72,70 b	
ântese da 1ª flor na 1ª planta*			
Legacy	101,71	71,63	80,43 a
BRO 68	86,22	62,17	74,20 a
Média	93,97 a	66,90 b	
ântese da 1ª flor em 100% das plantas*			
Legacy	94,63	63,34	78,99 a
BRO 68	69,49	62,24	65,87 b
Média	82,06 a	62,79 b	

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

O híbrido Legacy também desenvolveu maior fitomassa seca foliar em todos os estádios, com diferença significativa durante a diferenciação floral e quando 100% das cabeças apresentaram a ântese da primeira flor.

Os híbridos e as épocas não apresentaram interação quanto ao acúmulo de fitomassa seca do caule em qualquer um dos estádios de desenvolvimento do brócolis (Tabela 26). A fitomassa seca do caule foi significativamente superior na primeira época de cultivo, com exceção no estágio de mudas, quando as plantas ainda estavam na fase juvenil de crescimento.

As maiores fitomassas secas do caule foram desenvolvidas pelo ‘Legacy’ em todos os estádios, apresentando diferenças significativas quando 50 a 80% das cabeças atingiram a maturação e 100% a ântese da primeira flor. Valores superiores foram encontrados por Charlo et al. (2007), quando as inflorescências atingiram o ponto de maturação, aos 69 dias após o transplante, o caule acumulou o maior valor (76,20g planta⁻¹) de fitomassa seca. Para o híbrido Legacy, as maiores fitomassas também foram acumuladas a partir da maturação da cabeça, mantendo-os até quando 100% das cabeças estavam com a primeira flor em ântese.

Tabela 26 – Médias da fitomassa seca do caule (g) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.2011) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013.

Híbridos	Época 1	Época 2	Média
	Muda*		
Legacy	0,109	0,020	0,065
BRO 68	0,109	0,026	0,068
Média	0,109	0,023	
	Diferenciação floral**		
Legacy	8,66	4,66	6,66 a
BRO 68	9,86	3,90	6,88 a
Média	9,26 a	4,28 b	
	50 a 80% de maturação das cabeças**		
Legacy	43,26	20,37	31,52 a
BRO 68	34,36	17,91	26,14 b
Média	38,81 a	19,14 b	
	ântese da 1ª flor na 1ª planta**		
Legacy	40,76	22,91	31,84 a
BRO 68	33,81	19,39	26,60 a
Média	37,29 a	21,15 b	
	ântese da 1ª flor em 100% das plantas**		
Legacy	45,10	20,37	32,74 a
BRO 68	32,45	16,16	24,31 b
Média	38,78 a	18,27 b	

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Kruskal Wallis, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Houve interação somente no estágio de diferenciação floral para a fitomassa seca da cabeça (Tabela 27).

Tabela 27 – Médias da fitomassa seca da cabeça (g) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.2011) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013.

Híbridos	Época 1	Época 2	Média
Diferenciação floral*			
Legacy	0,013 b	0,052 a	0,033
BRO 68	0,050 a	0,040 a	0,045
Média	0,032	0,046	
50 a 80% de maturação das cabeças			
Legacy	64,75	75,98	70,37
BRO 68	56,86	53,69	55,28
Média	60,81	64,84	
ântese da 1ª flor na 1ª planta			
Legacy	94,72	90,23	92,48
BRO 68	98,72	85,81	92,27
Média	96,72	88,02	
ântese da 1ª flor em 100% das plantas			
Legacy	117,41	97,70	107,56 a
BRO 68	75,79	83,34	79,47 b
Média	96,60 a	90,42 a	

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Apesar de existir diferença no estágio de diferenciação floral, para fitomassa seca da cabeça, na época de colheita, quando 50 a 80% das cabeças estavam maduras, não houve diferença entre os híbridos. Pode-se atribuir a diferença existente entre os híbridos, na primeira época, pela diferenciação floral no ‘BRO 68’ ter sido mais precoce, ocorrida entre dois períodos de coleta semanal de dados, na coleta da próxima semana e determinada através de avaliação visual.

Para fitomassa seca da cabeça, não houve diferença entre as épocas, tendo ocorrido superioridade do ‘Legacy’ em relação ao BRO 68, com exceção nos estádios de diferenciação floral e ântese da primeira flor na primeira planta da primeira época de plantio.

Não houve interação entre híbridos e épocas para a fitomassa seca total aérea em todos os estádios de desenvolvimento da planta (Tabela 28).

Tabela 28 – Médias da fitomassa seca total aérea (g) nos estádios de muda, diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013.

Híbridos	Época 1	Época 2	Média
Muda*			
Legacy	0,245	0,122	0,184
BRO 68	0,245	0,107	0,176
Média	0,245	0,115	
Diferenciação floral**			
Legacy	79,31	41,14	60,23 a
BRO 68	74,02	25,15	49,59 a
Média	76,67 a	33,15 b	
50 a 80% de maturação das cabeças**			
Legacy	230,91	176,05	203,48 a
BRO 68	197,92	137,31	167,62 a
Média	214,42 a	156,68 b	
ântese da 1ª flor na 1ª planta**			
Legacy	237,19	184,77	210,98 a
BRO 68	218,75	167,38	193,07 a
Média	227,97 a	176,08 a	
ântese da 1ª flor em 100% das plantas**			
Legacy	257,14	181,42	219,28 a
BRO 68	177,73	161,53	169,63 b
Média	217,44 a	171,48 b	

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Kruskal Wallis, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Com exceção do estádio de mudas, todos os demais estádios: diferenciação floral, 50 a 80% de maturação das cabeças, ântese da 1ª flor na 1ª planta e ântese da 1ª flor em 100% das plantas, apresentaram diferença significativa entre as épocas, com maior fitomassa na época 1.

Entre as médias dos híbridos, somente houve diferença para a fitomassa seca total aérea na ântese da 1ª flor em 100% das plantas, com superioridade do ‘Legacy em todos os estádios’. Para o híbrido Legacy, a fitomassa seca, além de maior, também foi crescente, a partir da maturação da cabeça até o momento da ântese da primeira flor em 100% das cabeças amostradas, impossibilitando, com a ântese das flores a colheita das cabeças com fins comerciais. Entre a última colheita comercial e a ântese da primeira flor em 100% das cabeças, decorreram, na primeira época, 12 e 14 dias, para os híbridos Legacy e BRO 68,

respectivamente, e, na segunda época, apenas sete e um dia, para os híbridos Legacy e BRO 68, respectivamente, devido à temperatura média mais baixa na segunda época e a menor exigência do BRO 68 para a indução floral. A amplitude do período de colheita é maior para o ‘Legacy’ e menor para o ‘BRO 68’.

Os dois híbridos apresentaram as maiores fitomassas seca foliar total (Tabela 25), do caule (Tabela 26) e total aérea (Tabela 28) na primeira época de plantio, devido à temperatura média mais favorável que possibilitou maior acúmulo de fitomassa na planta.

4.3 Produção de cabeças

As variáveis: número de folhas, altura e diâmetro do caule (Tabela 29), não atenderam ao pressuposto de distribuição normal dos erros. A transformação dos dados pelo procedimento Box Cox só foi encontrada para o diâmetro do caule, sendo usada a ANOVA. Para o número de folhas e altura do caule, foi feita a comparação das médias, duas a duas pelo teste de Kruskal-Wallis.

O híbrido Legacy emitiu um número de folhas muito próximo, 22,75 e 23,03 folhas planta⁻¹, nas E1 e E2, respectivamente, não diferindo significativamente entre as épocas (Tabela 29). Houve diferença significativa entre as épocas para o híbrido BRO 68, com emissão de 14,56 na E1 e de 18,06 folhas planta⁻¹ na E2. As demais combinações diferiram entre si: BRO 68 E1 e Legacy E1, BRO 68 E1 e Legacy E2, BRO 68 E2 e Legacy E1 e ainda BRO 68 E2 e Legacy E2.

A altura do caule não apresentou diferença na E2 entre os dois híbridos (Tabela 29). Todas as demais combinações entre os bifatoriais híbridos X épocas diferiram entre si, quanto à altura do caule: BRO 68 E1 e BRO 68 E2, BRO 68 E1 e Legacy E1, BRO 68 E1 e Legacy E2, BRO 68 E2 e Legacy E1 e também Legacy E1 e Legacy E2. O Legacy foi o híbrido que, tanto na E1 como na E2, desenvolveu o maior alongamento do caule com 33,02 e 24,31 cm, respectivamente. A diferença na altura do caule entre as E1 e E2 para o ‘Legacy’ chegou a 8,71 cm e foi de 5,86 cm para o ‘BRO 68’. Este maior alongamento do caule, aliado ao maior número de folhas e fitomassa verde da parte aérea da planta podem torná-la mais suscetível ao tombamento ou a quebra do caule, em função da intensidade de ocorrência de ventos na região. Maior comprimento de caule significa maior altura da planta, portanto, quando mais alongado, por causar transtornos na condução e manejo da planta.

Tabela 29 – Médias do número de folhas, da altura e do diâmetro do caule dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.211) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013.

Híbridos	Época 1	Época 2	Média
Número de folhas*			
Legacy	22,75 a	23,03 a	-
BRO 68	14,56 c	18,06 b	-
Altura do caule (cm)			
Legacy	33,02 a	24,31 c	-
BRO 68	29,52 b	23,66 c	-
Diâmetro do caule (cm)			
Legacy	5,00	4,64	4,82 b
BRO 68	5,17	4,75	4,96 a
Média	5,09 a	4,70 b	

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Em relação ao diâmetro do caule, apesar de não ter havido interação entre os híbridos e as épocas, existiu diferença entre os dois fatores (Tabela 29). ‘O BRO 68’ desenvolveu maior diâmetro de caule (4,96 cm.) que o ‘Legacy’ (4,82 cm.). Na E1, o diâmetro do caule de 5,09 cm foi maior que na E2, quando atingiu 4,70 cm.

As variáveis fitomassa verde e altura de cabeças atenderam aos pressupostos de distribuição normal dos erros e homogeneidade de suas variâncias (Tabela 30). Tanto a fitomassa verde, como a altura de cabeças, apresentaram interação significativa entre os híbridos e as épocas. Houve resposta da fitomassa verde da cabeça para a interação entre híbridos e épocas (Tabela 30). Ao se comparar o híbrido BRO 68, nas duas épocas de cultivo, sua fitomassa verde de cabeça foi maior na E2, com 864,43 g cabeça⁻¹, do que na E1, 598,81 g cabeça⁻¹. O híbrido Legacy, comparado nas duas épocas de cultivo, também atingiu a maior fitomassa verde, de 862,62 g cabeça⁻¹ na E2, não existindo diferença estatística entre os híbridos nesta época. Mas quando os dois híbridos são comparados entre si, modifica-se a relação conforme a época, ou seja, o ‘Legacy’, que atingiu maior fitomassa verde na E1, com 755,72 g cabeça⁻¹, não difere do ‘BRO 68’ na E2, por ter agindo praticamente o mesmo peso médio.

Situação semelhante também ocorreu para a altura de cabeças, havendo resposta da altura da cabeça para a interação de híbridos e épocas (Tabela 30). Os híbridos têm

comportamento diferente em relação à altura das cabeças conforme a época de plantio, ou seja, a relação da altura de cabeças variou entre as duas épocas de plantio para cada híbrido.

Tabela 30 – Médias da fitomassa verde, altura e diâmetro de cabeça dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22.03.2011) e E2 (30.06.2011). Santa Maria, RS, 2013.

Híbridos	Época 1	Época 2
Fitomassa verde de cabeças (g cabeça ⁻¹)*		
Legacy	755,72 Ab	862,62 Aa
BRO 68	598,81 Bb	864,43 Aa
Altura de cabeças (cm cabeça ⁻¹)		
Legacy	16,33 Ab	17,33 Ba
BRO 68	13,75 Bb	18,67 Aa
Diâmetro de cabeças (cm cabeça ⁻¹)**		
Legacy	19,78 ab	20,58 a
BRO 68	17,44 c	18,81 b

* Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna para híbridos, e, minúsculas na linha para épocas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Comparando as E1 e E2, para o híbrido BRO 68, houve diferença significativa na altura, sendo mais alta, com 18,67cm, na E2. Para o híbrido Legacy, quando comparado nas duas épocas, alcançou a maior altura de cabeças com 17,33 cm na E2. Ao se mudar a época de cultivo, o ‘Legacy’ atinge a maior altura de cabeça na E1 e o ‘BRO 68’ na E2. A altura de cabeça de 14,37 cm foi constatada, por Charlo et al (2007), no híbrido Legacy, quando atingiu o ponto de colheita aos 69 dias após o transplante. Para estes dois híbridos, quando colhidos no ponto recomendado e sem ter ocorrido temperaturas elevadas, maior altura de cabeça geralmente indica formato abobadado, que possibilita o escoamento de água das precipitações ou irrigações por aspersão, reduzindo o risco de doenças e podridões na cabeça, como acontece, com mais frequência, nos híbridos com cabeça plana ou chata devido às pequenas e normais elevações ou desuniformidades provocadas pelo crescimento dos floretes, também com formatos abobadados.

A variável diâmetro de cabeças não apresentou distribuição normal para os erros e também não se conseguiu transformação pelo procedimento Box-Cox. Empregou-se então o

teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, que não estuda e nem mostra se houve interação. Este teste só mostrou (Tabela 30) que existiu diferença entre os tratamentos, ao compará-los dois a dois: ‘BRO 68’ na E1 e E2, ‘BRO 68’ na E1 e ‘Legacy’ na E1, ‘BRO 68’ na E1 e ‘Legacy’ na E2. As comparações feitas para todas estas combinações, mostrou diferença entre os tratamentos para o diâmetro de cabeças. O híbrido BRO 68 na E1 encontrou ‘BRO 68’ na E2, ou seja, entre as duas épocas teve diferença significativa, assim como entre ‘BRO 68’ na E1 e ‘Legacy’ na E1 e também entre BRO 68 na E1 e Legacy na E2. As combinações que não apresentaram diferenças significativas foram: ‘BRO 68’ na E2 com ‘Legacy’ na E1 e ‘Legacy’ na E1 com ‘Legacy’ na E2. Charlo et al., (2007), estudando o híbrido Legacy, constataram que o diâmetro da inflorescência, no ponto de colheita, atingiu 14,55 cm aos 69 dias após o transplante. Lalla et al., (2010), ao testarem, em Mato Grosso, sete híbridos de brócolis de cabeça única, entre os quais Legacy e BRO 68, colheram as cabeças com diâmetros que variaram de 15,2 cm até 16,6 cm, não constatando diferença significativa entre os híbridos.

As diferenças de comportamento entre as épocas para os híbridos foram devidas a redução da temperatura média (Tabela 2) da E1 para a E2. O ‘Legacy’, por ser um híbrido melhor adaptado ao cultivo no outono-inverno para a Região Sul do Brasil, segundo a Seminis® de Ruiters Seeds (2010), quando cultivado na E1, atingiu maior fitomassa verde, altura e diâmetro de cabeça que o BRO 68. E, quando comparado na E2, o BRO 68 desenvolveu maior fitomassa verde da cabeça, tendo a indicação de cultivo durante todo o ano em regiões de clima ameno pela Syngenta do Brasil (2012). Ao compararem oito cultivares de brócolis de cabeça única em Campo Grande, a 532 m de altitude, de junho a setembro, com temperaturas médias durante o período experimental de 22,4°C, máxima de 33,6°C e mínima de 16,5°C, Lalla et al., (2010), obtiveram melhores resultados com o híbrido BRO 68 com 482,6 g cabeça⁻¹ do que com o Legacy, cuja inflorescência atingiu peso médio inferior, de 405,56 g cabeça⁻¹, comprovando a melhor adaptação do BRO 68 em condições de temperaturas mais elevadas.

Para os dois híbridos, nas duas épocas, foram necessárias somente cinco colheitas (Figura 21), em intervalos de dois a três dias, para a obtenção de 100% da produção comercial. Lalla et al., (2010), realizaram seis colheitas, dos 89 aos 116 DAS, de acordo com a formação e o ponto de colheita, independente do tamanho da inflorescência.

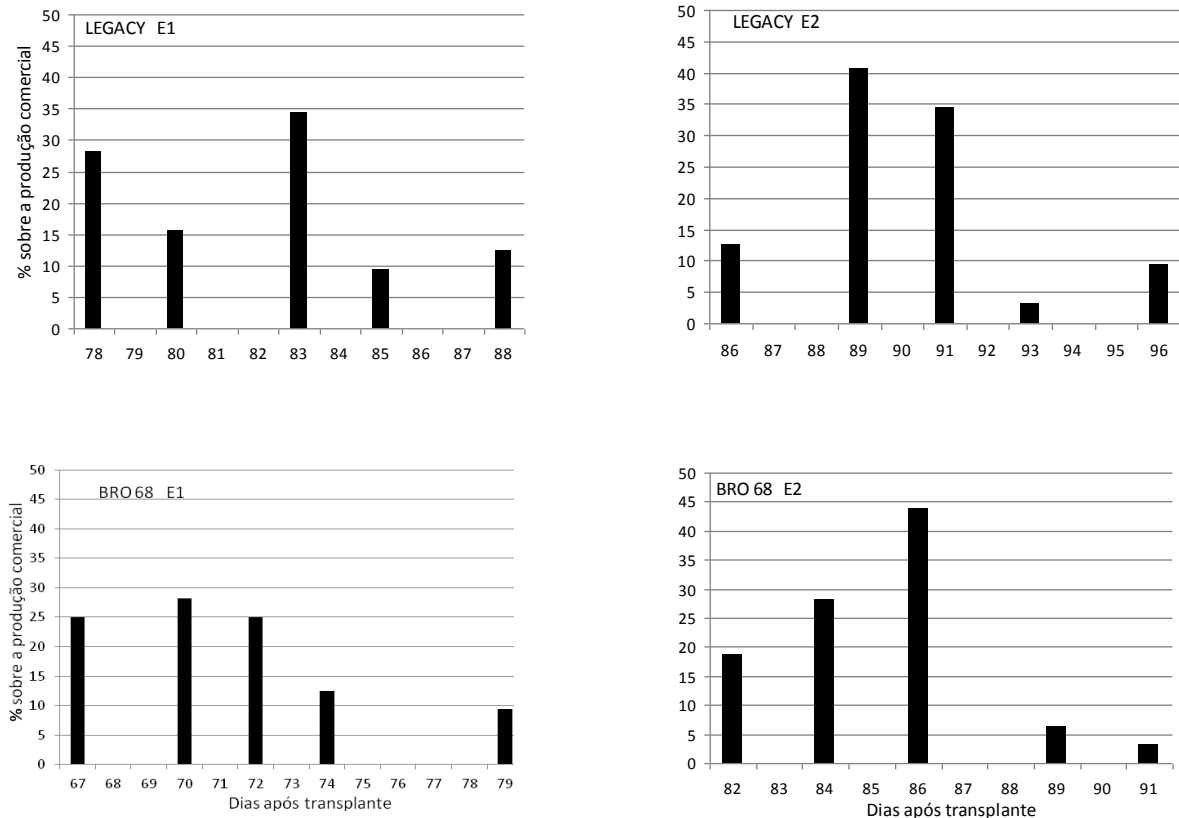


Figura 21 – Distribuição da participação da produção comercial por colheita (%) dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011).

A E2 teve maior concentração de colheita precoce, ou seja, um volume de fitomassa verde de cabeça de 90% para o ‘BRO 68’ e 88% para o ‘Legacy’ são colhidos de forma concentrada nas três primeiras colheitas e durante quatro a cinco dias, enquanto que, para a E1, percentuais idênticos foram colhidos para ambos os híbridos somente na quarta colheita e durante uma semana. Isto ocorreu devido ao decréscimo da temperatura durante a maturação e colheitas na E1 e aumento na E2. Independentemente da duração do ciclo, em função da exigência em soma térmica, mais precoce na E1, até a terceira colheita, do ‘Legacy’ com 83 e do ‘BRO 68’ com 72 dias após o transplante, mais tardio na E2 até a terceira colheita, do ‘Legacy’ com 91 e do ‘BRO 68’ com 86 dias após o transplante. Seria possível utilizar, com intervalos não inferiores a cinco dias e superiores a dez dias, dependendo do híbrido, da época, de forma simultânea ou isolada, os dois híbridos em projetos de produção programada em função da duração do ciclo produtivo, número e concentração de colheitas.

As temperaturas médias (Tabela 2 e Figura 22) durante o período de colheita na E1, para os híbridos Legacy e BRO 68, foram, respectivamente, de 13,9°C e 12,8°C. O híbrido Legacy, por ser mais tardio, foi duplamente favorecido pela temperatura média mais alta

durante todo o período de colheita que proporcionou crescimento mais rápido da cabeça (Tabela 3) e beneficiado também pela elevação da temperatura que permitiu formar maior volume de fitomassa verde, diferindo significativamente do BRO 68, por ter respondido com

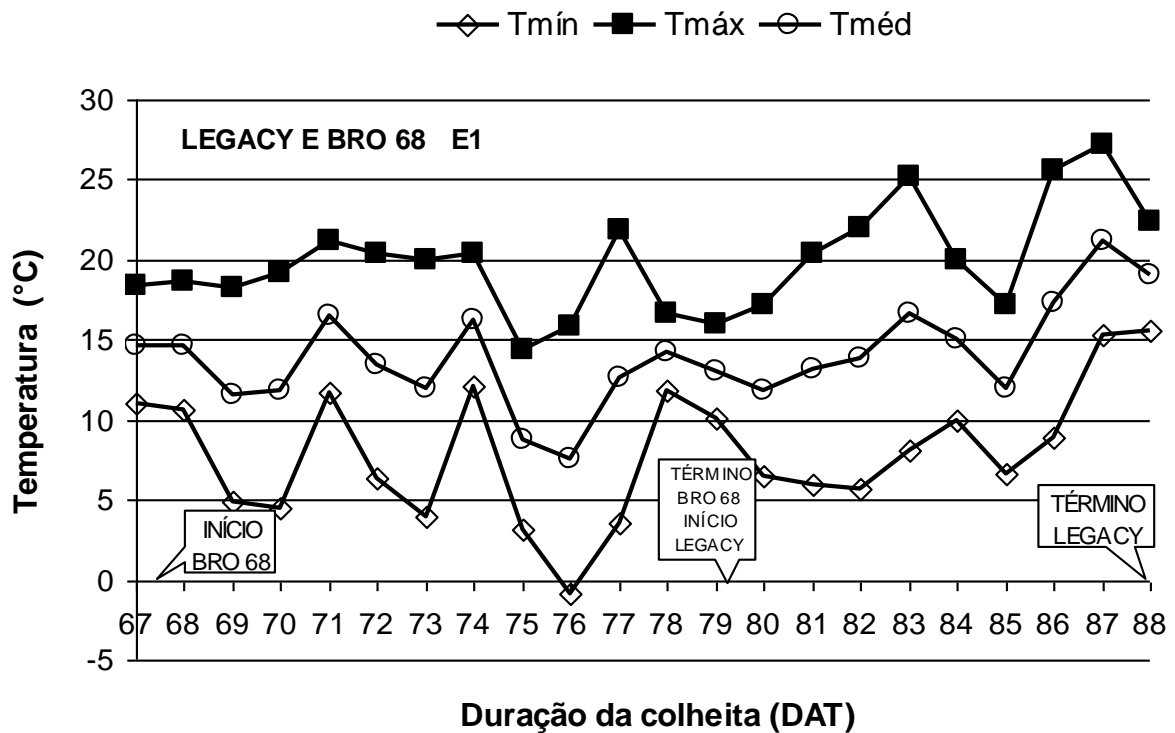


Figura 22 – Temperaturas mínimas, médias e máximas durante o período de colheita dos híbridos Legacy e BRO 68 na E1 (22/03/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

o maior peso médio de cabeça (755,72 g). Os dois híbridos concentraram o mesmo percentual de 87% do volume produzido nas três primeiras colheitas (Figura 21). Os pesos médios de cabeça de 598,81 g para o BRO 68 e 755,72 g para o Legacy, transformados em rendimentos por hectare, atingem níveis de produtividades entre 15,80 t ha⁻¹ e 19,95 t ha⁻¹, respectivamente. O peso médio de cabeça do híbrido BRO 68 de 598,81 g, apesar de ter sido inferior ao Legacy nesta época, superou a descrição técnica e comercial apresentada pela Syngenta do Brasil (2012) que é de 350 g, tendo formato, altura e peso médio de cabeça bem aceitos pelo mercado e com facilidade de ser embalado individualmente em bandejas.

As temperaturas médias (Tabela 2 e Figura 23) durante o período de colheita na E2, para os híbridos Legacy e BRO 68, foram, respectivamente, de 19,4°C e 18,0°C. Intervalos de temperatura média de 15°C a 18°C (KNOTT, 1962; CASSERES, 1980) satisfazem o requerimento desta brássica, proporcionando as melhores respostas no crescimento da planta e

na qualidade de sua produção. Segundo Ferreira (1983), este intervalo pode ser mais amplo, variando de 15°C a 20°C para o desenvolvimento das brássicas.

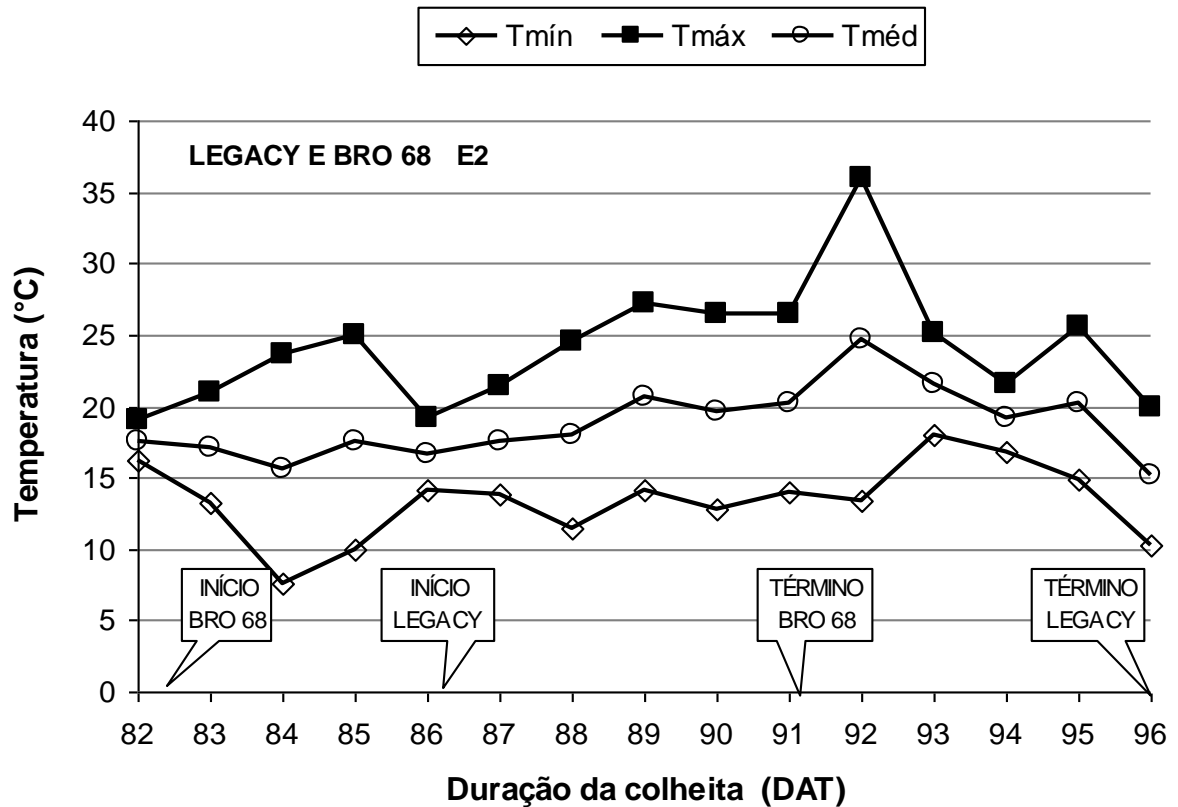


Figura 23 – Temperaturas mínimas, médias e máximas durante o período de colheita dos híbridos Legacy e BRO 68 na E2 (30/06/2011). UFSM, Santa Maria, RS. 2013.

Os dois híbridos não diferiram entre si e apresentaram elevados pesos médios de cabeça pela ocorrência das temperaturas muito favoráveis e sem oscilações bruscas nesta época. O híbrido BRO 68 na E2 foi mais favorecido que o Legacy pelos aumentos significativos da altura da cabeça, de 13,75 cm cabeça⁻¹ para 18,67 cm cabeça⁻¹ (Tabela 30); do número de folhas, de 14,56 folhas planta⁻¹ na E1 para 18,06 folhas planta⁻¹ na E2 (Tabela 29). O BRO 68, com recomendação de adaptação mais ampla, é indicado para o cultivo em condições de temperaturas mais amenas, de outono-inverno, como o Legacy, com possibilidade de estender seu período de cultivo para os meses mais quentes no início do outono e primavera, dependendo da altitude da região, (SYNGENTA DO BRASIL, 2012), apresentando o maior potencial produtivo na E2, com rendimentos de 22,82 t ha⁻¹. Os pesos médios de cabeça de 862,62 g para o Legacy e de 864,43 g para o BRO 68, ao serem transformados em rendimento por hectare, atingem níveis de produtividades entre 22,77 t ha⁻¹

e 22,82 t ha⁻¹, respectivamente, considerados elevados para as condições do RS devido às condições de espaçamento e radiação solar incidente. Estes pesos ou rendimentos médios foram um pouco maiores que os conseguidos por Schiavon Júnior (2008) com doses ajustadas de adubação e redução de espaçamento. Dos poucos e mais recentes trabalhos de pesquisa realizados no Brasil, com brócolis de cabeça única, foram alcançados pesos médios por inflorescência de 450 g por Melo et al. (2010) com a cultivar Avenger; 482,6 g e 405,5 g por Lalla et al. (2010) com os híbridos BRO 68 e Legacy, respectivamente; 564 g por Diniz et al. (2008) com o híbrido Domador e 425,31 g por Charlo et al (2007) com o híbrido Legacy.

5 CONCLUSÕES

O crescimento, desenvolvimento e produção de brócolis são influenciados pelos híbridos e épocas de plantio. As características produtivas são mais exigentes em temperaturas favoráveis e uniformes do que as vegetativas.

Temperaturas ascendentes, do transplante até o término de colheita, mesmo mais baixas que as ótimas exigidas até a diferenciação floral, provocam aumento do ciclo, da área foliar e do peso médio das inflorescências nos dois híbridos.

A soma térmica para o híbrido Legacy na E1 é de 1.479,9 graus-dia e na E2 é de 1.285,5 graus-dia. A soma térmica para o híbrido BRO 68 na E1 é de 1.423,1 graus-dia e na E2 é de 1.172,8 graus-dia.

O híbrido BRO 68 manteve a maior precocidade independentemente da época de cultivo, enquanto, o híbrido Legacy, mesmo sendo o mais tardio, atingiu elevados rendimentos nas duas épocas.

A estimativa da área foliar dos híbridos requer modelos baseados em diferentes medidas lineares do limbo.

REFERÊNCIAS

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1988. 41p.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos fitossanitários – Consulta de produtos formulados**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 mar 2011.

CARDOSO, G.D. et al. **Uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para avaliação de cultivares**. Revista de Biologia e Ciências da Terra. v.6, n.2, p. 79-84, 2006.

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

CASTAMAN, C. et al. Rendimento, período de colheita e ciclo hortícola de couve-brócolo em plantio de outubro. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA DA UFSM, 13, 1998, Santa Maria, RS. CCR **Anais...** Santa Maria: Pró-Reitoria de Pós-graduação e pesquisa, 1998. 671p. p.358.

CASTOLDI, R. et al. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.4, p.438-446, 2009.

CHARLO, H.C.O. et al. Análise de crescimento, distribuição de matéria seca e produção de couve brócolis de cabeça única 'Legacy'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47, 2007. **Resumos...**Porto Seguro. Horticultura Brasileira, 2007. 1CD ROOM.

DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E. Solos de textura superficial média a arenosa do RS. Características, classificação e aptidão de uso agrícola. In: FRIES, M.R.; DALMOLIN, R.S.D. (Coord). **Atualização em recomendação de adubação e calagem – ênfase em plantio direto**. Santa Maria: UFSM-SBCS, 1997. p.9-22.

DINIZ, E.R. et al. Crescimento e produtividade de brócolis em sistema orgânico em função de doses de composto. **Ciências e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1428-1434, 2008.

DOURADO NETO, D. et al. Principles of Crop Modeling and simulation. I. Uses of mathematical models in agriculture science. **Scientia Agricola**, v.55, p.46-50, 1998.

DOURADO NETO, D. Modelos fitotécnicos referentes à cultura de milho. Piracicaba, 1999. 227p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ESTATCAMP. Portal do Action. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

FARNHAM, M.W.; BJÖRKMAN, T. Development of broccoli adapted to summer conditions in the Southeastern Unites States. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?seq_no_115=226216>. Acesso em: 12 abr. 2011.

FELLER C. et al. Brassica: broccoli *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck. Disponível em: <<http://pub.jki.bund.de/index.php/BBCH/article/view/493/443>>. Acesso em: 07 mar 2011.

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

FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: Potafós, 1993. 480 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

GILMORE, E.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, n.50, p.611.615, 1958.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. IBGE 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=818&z=t&o=1&i=P>>. Acesso em: 25 de mai. 2011.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: Potafos, 1993. p.149-178.

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

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.

LOPES, S.J. et al. Cronograma de amostragem de alface cultivada em hidroponia para ajuste de curvas de crescimento vegetativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.10, p.1451-1457, out. 2007.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1985. v. 1, p. 333-350.

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.

MELO, R.A.C.; MADEIRA N.R.; PEIXOTO, JR. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.1, p.23-28, 2010.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia**, 1961. 43p.

MOTA, F.S et al. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Normais agroclimáticas, Ministério da Agricultura, Instituto de Pesquisa Agropecuária, v.1, circular n.50, Pelotas, 1971. 80 p.

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

NÚCLEO TECNOLÓGICO PARA INFORMÁTICA - NTIA/EMBRAPA. **SOC – Software Científico**. Campinas, São Paulo. 1986, 1988, 1989.

OLFATI, J.A. et al. An estimation of leaf area in Cabbage and broccoli using non-destructive methods. **J. Agr. Sci. Tech**. v.12, p. 627-632, 2010.

OLIVEIRA, L.E.M. de; MESQUITA, A.C.; FREITAS, R.B. de. Análise de crescimento de plantas. Lavras: Universidade Federal de Lavras. Departamento de Biologia. Setor de Fisiologia vegetal. p. 1-9, 2002. Disponível em: <<http://www.dbi.ufla.br/Fvegetal/Analise%20Crescimento.pdf>>. Acesso em 29 jan. 2013.

PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Temperatura-base, graus-dia e duração do ciclo para cultivares de triticale. **Bragantia**, v.63, n.3, p.447-453, 2004.

PEREIRA, A. R; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento e desenvolvimento de comunidade vegetal**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1987. 33 p. (Boletim Técnico, 114).

PIMENTA et al. Modelo matemático para estimar o acúmulo de matéria seca e prever épocas do florescimento e do ponto de maturidade fisiológica da cultura do feijão. **Scientia Agrícola**, v.56,n.4, p.915-920.1999.

RINCON, L. et al. Crecimiento y absorción de nutrientes del brócoli. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. v.14, n.1-2, p.226-236, 1999.

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

SARMENTO, J.LR. Et al. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.2, p.435-442, 2006.

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.

SEABRA JÚNIOR, S. **Influência de doses de nitrogênio e potássio na severidade à podridão negra e na produtividade de brócolos tipo inflorescência única**. Botucatu, 2005. 81p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu.

SEMINIS® DE RUITER SEEDS. [**Pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares para o mercado**]. Campinas. 2010.

SILVA, N. F. et al. Modelos para estimar a área foliar de abóbora por meio de medidas lineares. **Revista Ceres**, v. 45, n. 259, p. 287-291, 1998.

SILVA, E. L.; MARTINEZ, L. F.; YITAYEW, M. Relação entre coeficientes de cultura e graus-dia de desenvolvimento da alface. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.2, p.134-142, 1999.

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**. SBCS/CQFS/NRSUL. Porto Alegre, 2004. 400 p.

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

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

SYNGENTA DO BRASIL. **Brócolos híbrido BRO 68**. Disponível em: <<http://www.syngenta.com/country/br/pt/produtosemarcas/sementes/vegetais/Pages/brocolos-hibrido-bro68.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2012.

TAN, D. K. Y. **Effect of temperature and 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.

TAN, D.K.Y.; WEARING, A.H.; RICKERT, K.G.; BIRCH, C.J. Detection of floral initiation in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) based on electron micrograph standards of shoot apices. **Australian Journal of Experimental Agriculture** v.38, n.3, p. 313-318, 1998.

TOEBE, M. et al. Estimativa da área foliar de Crambe abyssinica por discos foliares e por fotos digitais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p.445-448, 2010.

TRANI, P.E.; PASSOS, F. A. Brócolos. In: FAHL, J. I (Edit). **Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo**. 6. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. p.186-187. (Boletim, 2000).

TREVISAN, B.G. et al. 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-ROOM.

TREVISAN, J.N. et al. Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.233-239, 2003.

VELLO, N.A. **Seleção dentro de progênies e recombinação por policruzamento em couve-brócolos ramoso (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck)**. Piracicaba, ESALQ, 1977. 88p. Tese Doutorado.

APÊNDICE

Apêndice 1 – Estatísticas descritivas dos valores das variáveis FMVCAB(32), DCAB, ACAB, FMVLF, FMVPPF, FMVFT, FMVCAU, FMVFLO, FMVAC, FMVCAB(3), FMVA, DCH, NFO, FMVPPF, NFLO, FMVPPFLO, razão FMVFT/FMVCAB, Razão FMVA/FMVCAB, ACAU e DCAU dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.

Híbrido	Época	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Desvio Padrão
Fitomassa verde de cabeça (g) n= 32 plantas						
Legacy	E1	489,9	755,7	737,1	1013,5	100,0
Legacy	E2	680,8	862,6	853,6	1057,0	100,6
BRO 68	E1	423,1	598,8	588,0	815,4	83,6
BRO 68	E2	692,7	864,4	859,8	1147,1	106,1
Diâmetro da cabeça (cm) n= 32 plantas						
Legacy	1	17,0	19,8	20,0	22,5	1,3
Legacy	2	18,0	20,6	21,0	23,0	1,3
BRO 68	1	15,0	17,4	17,0	23,0	1,6
BRO 68	2	17,0	18,8	18,8	23,0	1,2
Altura da cabeça (cm) n= 32 plantas						
Legacy	1	14,0	16,3	16,3	19,0	1,4
Legacy	2	15,0	17,3	17,5	19,0	1,2
BRO 68	1	11,5	13,7	13,5	16,5	1,2
BRO 68	2	17,0	18,7	18,8	20,5	0,9
Fitomassa verde do limbo foliar (g) n= 3 plantas*						
Legacy	E1	605,1	759,7	741,4	988,6	151,7
Legacy	E2	426,1	516,9	520,8	616,7	61,8
BRO 68	E1	513,3	581,2	558,7	717,8	72,2
BRO 68	E2	318,2	423,3	431,1	483,1	60,3

(continua)

(continuação)

Apêndice 1 – Estatísticas descritivas dos valores das variáveis FMVCAB(32), DCAB, ACAB, FMVLF, FMVPF, FMVFT, FMVCAU, FMVFLO, FMVAC, FMVCAB(3), FMVA, DCH, NFO, FMVPF, NFLO, FMVPFLO, razão FMVFT/FMVCAB, Razão FMVA/FMVCAB, ACAU e DCAU dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.

Fitomassa verde do pecíolo foliar (g) n= 3 plantas						
Legacy	1	774,1	914,6	903,9	1117,5	135,8
Legacy	2	431,2	508,9	501,7	613,1	58,6
BRO 68	1	552,3	652,3	623,5	851,8	103,6
BRO 68	2	296,1	404,9	423,5	475,9	70,7
Fitomassa verde foliar total (g) n= 3 plantas						
Legacy	1	1385,2	1674,3	1645,3	2106,1	287,3
Legacy	2	857,3	1025,8	1021,0	1229,8	119,0
BRO 68	1	1113,0	1233,5	1183,8	1569,6	171,2
BRO 68	2	614,3	828,2	874,0	949,1	126,9
Fitomassa verde do caule (g) n= 3 plantas						
Legacy	1	469,8	511,9	556,9	39,9	1,0
Legacy	2	266,0	281,4	310,7	16,8	1,0
BRO 68	1	442,2	475,4	563,1	46,4	2,0
BRO 68	2	172,0	227,5	266,1	35,2	2,0
Fitomassa verde dos floretes (g) n= 3 plantas						
Legacy	1	317,6	644,9	699,6	912,4	249,7
Legacy	2	349,7	596,1	524,6	1006,1	258,5
BRO 68	1	236,5	512,9	577,9	687,2	187,5
BRO 68	2	396,4	611,9	636,2	715,9	117,7

(continua)

(continuação)

Apêndice 1 – Estatísticas descritivas dos valores das variáveis FMVCAB(32), DCAB, ACAB, FMVLF, FMVPF, FMVFT, FMVCAU, FMVFLO, FMVAC, FMVCAB(3), FMVA, DCH, NFO, FMVPF, NFLO, FMVPFLO, razão FMVFT/FMVCAB, Razão FMVA/FMVCAB, ACAU e DCAU dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.

Fitomassa verde do ápice caulinar (g) n= 3 plantar						
Legacy	1	37,1	79,0	90,1	112,4	32,8
Legacy	2	103,3	146,9	132,9	220,9	43,8
BRO 68	1	53,2	71,5	62,4	111,6	23,1
BRO 68	2	92,3	178,7	187,2	214,9	44,9
Fitomassa verde da cabeça (g) n= 3 plantas						
Legacy	1	354,7	723,9	800,8	1024,8	278,0
Legacy	2	453,0	742,9	657,1	1227,0	302,0
BRO 68	1	289,7	584,4	660,6	754,3	203,0
BRO 68	2	488,7	790,6	837,7	928,8	158,3
Fitomassa verde aérea (g) n= 3 plantas						
Legacy	1	2275,3	2910,1	2803,3	3614,9	483,3
Legacy	2	1741,6	2050,2	1862,1	2741,9	399,2
BRO 68	1	1855,3	2293,4	2239,2	2887,0	349,7
BRO 68	2	1307,1	1846,3	1945,7	2080,4	285,3
Dias do ciclo hortícola (nº) n= 32 plantas						
Legacy	1	78,0	80,5	80,5	83,0	2,7
Legacy	2	85,0	86,5	86,5	88,0	1,6
BRO 68	1	66,0	68,5	68,5	71,0	2,7
BRO 68	2	81,0	83,0	83,0	85,0	2,2

(continua)

(continuação)

Apêndice 1 – Estatísticas descritivas dos valores das variáveis FMVCAB(32), DCAB, ACAB, FMVLF, FMVPF, FMVFT, FMVCAU, FMVFLO, FMVAC, FMVCAB(3), FMVA, DCH, NFO, FMVPF, NFLO, FMVPFLO, razão FMVFT/FMVCAB, Razão FMVA/FMVCAB, ACAU e DCAU dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.

		Número de folhas (n°) n= 32 plantas				
Legacy	1	24,0	25,2	25,5	26,0	1,0
Legacy	2	18,0	21,5	21,5	24,0	2,1
BRO 68	1	13,0	15,0	15,0	17,0	1,4
BRO 68	2	17,0	17,7	18,0	18,0	0,5
		Fitomassa verde por folha (g) n= 32 plantas				
Legacy	1	57,7	66,4	63,3	84,2	10,5
Legacy	2	42,8	47,9	46,5	58,6	5,7
BRO 68	1	72,3	82,3	80,7	93,2	8,8
BRO 68	2	36,1	46,9	48,6	55,8	7,1
		Número de floretes (n°) n= 3 plantas				
Legacy	1	15,0	17,7	17,5	20,0	2,1
Legacy	2	22,0	23,8	23,5	26,0	1,5
BRO 68	1	18,0	19,0	19,0	20,0	0,6
BRO 68	2	27,0	30,2	30,5	34,0	2,8
		Fitomassa verde por florete (g) n= 3 plantas				
Legacy	1	19,9	35,8	38,0	48,4	11,5
Legacy	2	14,0	25,3	23,3	43,7	11,6
BRO 68	1	11,8	27,2	30,4	38,2	10,4
BRO 68	2	12,4	20,5	21,0	25,9	4,7

(continua)

(conclusão)

Apêndice 1 – Estatísticas descritivas dos valores das variáveis FMVCAB(32), DCAB, ACAB, FMVLF, FMVPPF, FMVFT, FMVCAU, FMVFLO, FMVAC, FMVCAB(3), FMVA, DCH, NFO, FMVPPF, NFLO, FMVPPFLO, razão FMVFT/FMVCAB, Razão FMVA/FMVCAB, ACAU e DCAU dos híbridos de brócolis Legacy e BRO 68 nas épocas de plantio E1 (22/03/2011) e E2 (30/06/2011). Santa Maria, RS, 2013.

Razão entre fitomassas verde foliar total e da cabeça n= 3 plantas						
Legacy	1	1,7	2,7	2,1	5,3	1,4
Legacy	2	1,0	1,5	1,4	2,2	0,5
BRO 68	1	1,5	2,4	2,0	3,9	0,9
BRO 68	2	0,9	1,1	1,1	1,3	0,2
Razão entre fitomassas verdes aérea e da cabeça n= 3 plantas						
Legacy	1	3,2	4,5	3,7	7,6	1,7
Legacy	2	2,2	3,0	2,8	3,8	0,7
BRO 68	1	3,1	4,3	3,8	6,4	1,3
BRO 68	2	2,1	2,4	2,4	2,7	0,2
Altura do caule (cm) n= 3 plantas						
Legacy	1	28,0	29,8	30,0	31,0	1,2
Legacy	2	21,0	22,6	22,5	25,0	1,5
BRO 68	1	25,0	26,9	27,3	28,0	1,2
BRO 68	2	17,0	18,9	19,0	20,0	1,0
Diâmetro do caule (cm) n= 3 plantas						
Legacy	1	4,5	5,0	5,0	5,4	0,3
Legacy	2	3,9	4,6	4,6	5,2	0,4
BRO 68	1	4,6	5,1	5,2	5,6	0,4
BRO 68	2	4,2	4,8	4,9	5,5	0,4

*Para as variáveis com n=3 plantas, no cálculo das estatísticas descritivas, foram desconsiderados os estádios de maturação de início a 50% e de 50 a 80% da colheita.