

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

Maurício Faé

**ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE OLERÍCOLAS EM FUNÇÃO
DO TAMANHO DE PARCELA E DA SOMA TÉRMICA
ACUMULADA**

Santa Maria, RS
2018

Maurício Faé

**ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE OLERÍCOLAS EM FUNÇÃO
DO TAMANHO DE PARCELA E DA SOMA TÉRMICA
ACUMULADA**

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Agronomia, da
Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em
Agronomia**

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Dal'Col Lúcio

Santa Maria, RS
2018

Faé, Maurício
ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE OLERÍCOLAS EM FUNÇÃO DO
TAMANHO DE PARCELA E DA SOMA TÉRMICA ACUMULADA / Maurício
Faé.- 2018.
65 p. ; 30 cm

Orientador: Alessandro Dal'Col Lúcio
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Agronomia, RS, 2018

1. Olericultura 2. Modelo de regressão linear 3.
Valores nulos I. Dal'Col Lúcio, Alessandro II. Título.

Maurício Faé

**ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE OLERÍCOLAS EM FUNÇÃO DO
TAMANHO DE PARCELA E DA SOMA TÉRMICA ACUMULADA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**

Aprovado em 20 de Fevereiro de 2018:

Alessandro Dal'Col Lúcio Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Denise Schmidt Dra. (UFSM)

Jana Koefender Dra. (UNICRUZ)

Santa Maria, RS
2018

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAGRO) por possibilitarem a realização desse sonho, além disso, agradeço pela alta qualidade das disciplinas ofertadas, e pela capacidade de ensino de todos os professores que fizeram parte da minha formação.

Ao meu orientador professor Dr. Alessandro Dal'Col Lúcio por toda dedicação e paciência em me auxiliar sempre que necessário, por todo conhecimento compartilhado e por acreditar na minha capacidade de vencer mais essa etapa.

Ao meu pai Alencar, minha mãe Veronice e meu irmão Fabiano pelo apoio e compreensão, por entenderem a importância dessa conquista na minha vida e estarem ao meu lado sempre que necessário.

A minha namorada Juliana pelo amor, carinho, companheirismo e acima de tudo pela paciência e compreensão. Por me ajudar a ser a pessoa que sou hoje, teu apoio sempre foi fundamental para minha vida.

Aos meus colegas de pós-graduação e do setor de experimentação vegetal pelos conhecimentos compartilhados.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e minha formação, meu **Muito Obrigado!**

RESUMO

ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE OLERÍCOLAS EM FUNÇÃO DO TAMANHO DE PARCELA E DA SOMA TÉRMICA ACUMULADA

AUTOR: Maurício Faé
ORIENTADOR: Alessandro Dal'Col Lúcio

As múltiplas colheitas realizadas em algumas culturas olerícolas fazem com que exista uma variabilidade de produção no decorrer do seu ciclo produtivo. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da produção das culturas da abobrinha italiana, do pimentão, do feijão-de-vagem, da berinjela e do tomate cereja no decorrer do ciclo produtivo, em função do tamanho de parcela e da soma térmica acumulada. Os dados de produção de frutos utilizados foram obtidos em 12 ensaios de uniformidade e que compõem o banco de dados do Setor de Experimentação Vegetal da UFSM. Para cada ensaio foi ajustado um modelo de regressão linear múltipla de segunda ordem e outro de primeira ordem, tendo como variável dependente o peso de frutos por plantas ou o peso acumulado de frutos por plantas e como variáveis independentes a soma térmica acumulada e os diferentes tamanhos de parcela simulados. A produção estimada pelo modelo de segunda ordem não possibilitou uma interpretação prática biológica para os valores das variáveis independentes que melhor determinam o valor da variável dependente. Já na análise do modelo de primeira ordem foi possível identificar que cada cultura apresentou tendências particulares de produção durante o ciclo, que podem ser relacionadas com as diferentes estações do ano e ambientes de cultivo. Ao utilizar as colheitas agrupadas é possível reduzir o número de valores nulos do banco de dados, aumentando o coeficiente de determinação, proporcionando maior confiabilidade aos resultados.

Palavras-chave: Hortaliças. Modelo de regressão linear. Valores nulos.

ABSTRACT

PRODUCTION ESTIMATION OF OLERACEOUS IN THE FUNCTION OF THE PORTION SIZE AND THE ACCUMULATED THERMAL SUM

AUTHOR: Maurício Faé
ADVISOR: Alessandro Dal'Col Lúcio

The multiple harvested crops in some oleraceous cultures result in production variability throughout its production cycle. Therefore, the goal of this study was evaluate the production behaviour from cultures of Italian zucchini, bell pepper, green beans, eggplant and cherry tomato throughout the production cycle in function of the portion size and the accumulated thermal sum. Were utilized data from fruit production, gathered in 12 experiments of uniformity that compose the database of Experimentation Sector of UFSM. For each experiment was used a multiple linear regression model of second order and another of first order, using as dependent variables the weight of the fruits by plants or the total weight of the fruits by plants and using as independent variables the accumulated thermal sum and the different sizes of the portions. The estimated production by second order model did not allow a practical biological interpretation for the values from the independent variables that better determine the values of the dependent variable. In the analysis of the first order model was possible identify that each culture showed particular tendencies of production during the cycle that can be related with the different seasons of the year and cultivation environment. By using grouped crops it is possible to reduce the number of null values in the database, raising the determination coefficient, providing greater reliability to the results.

Key words: Oleraceous. Linear regression model. Null values.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura da abobrinha italiana no cultivo de outono.....	35
Figura 2 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura da abobrinha italiana no cultivo de primavera/verão.....	36
Figura 3 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura do pimentão no cultivo de verão/outono.....	38
Figura 4 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura do pimentão no cultivo de inverno/primavera.....	38
Figura 5 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de outono/inverno, a campo.....	40
Figura 6 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de outono/inverno, em estufa.....	41
Figura 7 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de outono/inverno, em túnel.....	41
Figura 8 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de primavera/verão, a campo.....	42
Figura 9 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de primavera/verão, em túnel.....	42
Figura 10 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura da berinjela no cultivo de primavera/verão, no túnel 1.....	44
Figura 11 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura da berinjela no cultivo de primavera/verão, no túnel 2.....	45
Figura 12 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso total e Peso acumulado da cultura do tomate cereja no cultivo de primavera/verão, na estufa de 250m ²	46

Figura 13 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para
Peso total e Peso acumulado da cultura do tomate cereja no cultivo de
primavera/verão, na estufa de 200m²..... 47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	A OLERICULTURA NO CONTEXTO NACIONAL.....	13
2.2	CULTURA DA ABOBRINHA ITALIANA.....	14
2.3	CULTURA DO PIMENTÃO.....	16
2.4	CULTURA DO FEIJÃO-DE-VAGEM.....	17
2.5	CULTURA DA BERINJELA.....	18
2.6	CULTURA DO TOMATE CEREJA.....	20
2.7	SOMA TÉRMICA.....	22
2.8	TÉCNICAS EXPERIMENTAIS.....	24
2.9	MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	ABOBRINHA ITALIANA.....	33
4.2	PIMENTÃO.....	37
4.3	FEIJÃO-DE-VAGEM.....	39
4.4	BERINJELA.....	43
4.5	TOMATE CEREJA.....	45
5	CONCLUSÃO	49
6	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE A - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DA ABOBRINHA ITALIANA NO CULTIVO DE OUTONO	59
	APÊNDICE B - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DA ABOBRINHA ITALIANA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO	59
	APÊNDICE C - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO PIMENTÃO NO CULTIVO DE VERÃO/OUTONO	60
	APÊNDICE D - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO PIMENTÃO NO CULTIVO DE INVERNO/PRIMAVERA	60
	APÊNDICE E - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE OUTONO/INVERNO, A CAMPO	61
	APÊNDICE F - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE OUTONO/INVERNO, EM ESTUFA	61

APÊNDICE G - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE OUTONO/INVERNO, EM TÚNEL.....	62
APÊNDICE H - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO, A CAMPO.....	62
APÊNDICE I - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO, EM TÚNEL.....	63
APÊNDICE J - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DA BERINJELA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO, NO TÚNEL 1.....	63
APÊNDICE K - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DA BERINJELA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO, NO TÚNEL 2.....	64
APÊNDICE L - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO TOMATE CEREJA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO, NA ESTUFA de 250m².....	64
APÊNDICE M - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO TOTAL E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO TOMATE CEREJA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO, NA ESTUFA DE 200m².....	65

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a busca por hábitos alimentares mais saudáveis aumentam a demanda para o consumo de hortaliças. Além disso, a alta rentabilidade em menor área de produção comparado às culturas de grãos, bem como o aumento do incentivo a feiras onde os produtores rurais conseguem ofertar seu produto por preços satisfatórios, possibilitando a estes uma boa renda e permitindo aos consumidores economia financeira, potencializam o desenvolvimento da olericultura.

O aumento na demanda por hortaliças faz com que a necessidade de maximização da produção seja rápida. Purquerio (2010) afirmou que a produção de hortaliças é, em grande parte, feita em sistemas intensivos e que esses devem possibilitar alta produtividade, de modo a atender a demanda do mercado tanto em quantidade como em qualidade. Porém, o crescimento da inflação nos últimos anos fez com que os preços de produção se elevassem, o que acarretou em redução de 1,2% do total da área cultivada com hortaliças no Brasil em 2015 comparando com 2014 (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2016).

Destaca-se que por necessitar de tratamentos culturais intensivos, a olericultura requer uma alta demanda de mão-de-obra, aumentando assim a oferta de empregos. É considerada uma atividade de alto risco quando cultivada em sistemas convencionais devido sua alta dependência do clima e pela exposição a problemas fitossanitários, além de ter um período restrito de cultivo que varia de acordo com a região. Silva, Silva e Pagiuca (2014) pontuam que para tentar controlar esses fatores e possibilitar uma maior segurança produtiva, além de uma produção fora de época onde os preços normalmente são mais elevados, o cultivo em ambiente protegido tem grande relevância.

Devido a importância da olericultura no Brasil, aumenta a necessidade de expansão dos estudos sobre o desempenho das mais diversas culturas, como por exemplo os casos da abobrinha italiana, pimentão, feijão-de-vagem, berinjela e tomate cereja, os quais serão abordados no presente trabalho. Essas culturas apresentam a característica de múltiplas colheitas, o que permite maior período de produção. Porém, em determinado ponto do ciclo produtivo, essa produção irá reduzir, chegando em um momento onde não se justifica mais a realização das colheitas, podendo o experimento ser encerrado.

As culturas em estudo apresentam variabilidade na produção durante seu ciclo de desenvolvimento (CARPES et al. 2008; SANTOS et al. 2012a; LÚCIO et al. 2016a). O

melhor entendimento do desempenho da produção durante o ciclo permite encontrar o pico máximo produtivo para cada uma das culturas, possibilitando saber quando a cultura começa a ter decréscimos de produção, facilitando assim a identificação do momento em que a realização das colheitas não é mais viável financeiramente.

A variabilidade experimental decresce com o aumento do tamanho de parcela, entretanto esta taxa de decréscimo da variabilidade diminui conforme as parcelas vão ficando maiores (LÚCIO et al. 2004; LÚCIO et al. 2011). Aliado a isso, parcelas maiores representam maiores custos. Dessa forma, o tamanho adequado da parcela é fundamental para equilibrar a precisão experimental e os custos de realização de um experimento. Ainda, um bom planejamento experimental é importante para manter o erro experimental controlado.

Diante do exposto, a hipótese deste estudo é de que com o passar do ciclo produtivo as culturas da abobrinha italiana, pimentão, feijão-de-vagem, berinjela e tomate cereja apresentem desempenho crescente em sua produção até certo ponto, onde a partir deste irá se reduzir. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção das cinco culturas supracitadas, com base na interação entre diferentes simulações de tamanho de parcela e soma térmica acumulada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A OLERICULTURA NO CONTEXTO NACIONAL

A olericultura, de modo geral, ganha importância em diversos âmbitos, sendo um deles o setor econômico. O aumento no rendimento financeiro por unidade de área possibilitado pela olericultura é um importante fator para o seu desenvolvimento. Porém, essa atividade é considerada de alto risco devido à sazonalidade das culturas que necessitam de um alto investimento inicial (SILVA et al., 2015). Além disso, é difícil prever e executar todas as medidas necessárias para o controle da produção, pelo fato de estarem sujeitas a variações climáticas e, principalmente, de preço (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2014).

Segundo dados do Anuário Brasileiro de Hortaliças (2017), no Brasil, a produção de hortaliças é bastante diversificada, sendo que nos estados do Sudeste e do Sul essa produção ganha mais espaço. O estado de maior produção é São Paulo, que produz cerca de 20% da produção nacional, enquanto o Rio Grande do Sul produz cerca de 6%, ficando em quinto lugar no ranking nacional. De modo geral, observou-se que a área plantada no Brasil vem diminuindo nos últimos anos em virtude do aumento do desemprego e da redução do poder aquisitivo da população, além do aumento da inflação que elevou os custos de produção.

É possível visualizar reflexos disso no que se refere ao ano de 2017, onde ficou evidente o enfraquecimento no consumo de hortaliças pelos brasileiros. Desde a crise econômica de 2015, esse foi o pior ano para os produtores. Porém, para 2018 as perspectivas são de um cenário econômico mais favorável, apesar das incertezas climáticas e da área de produção ainda menor. A previsão é de que no verão de 2018 os preços devem ser maiores quando comparados ao mesmo período do ano anterior. Essa expectativa positiva se dá pela possibilidade de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro depois de dois anos em queda, o que pode sinalizar um aumento no consumo de hortaliças. Além disso, espera-se que o câmbio do Banco Central permaneça estável, mantendo atrativo o segmento exportador e não sinalizando o aumento do preço dos insumos agrícolas. Também se estima que a taxa de inflação e juros siga caindo,

sinalizando uma maior disponibilidade de crédito para o produtor e para o consumidor (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

Apesar desta expectativa de aumento no consumo de hortaliças para 2018 supracitada, uma retomada mais robusta só ocorrerá a partir de 2019. Isso se deve porque, apesar de ser observado um decréscimo na taxa de desemprego, ela ainda permanece alta, sendo um dos últimos fatores a se reestabelecer após a crise, dependendo da ampliação dos investimentos no país.

No que se refere ao local de cultivo de olerícolas no Brasil, destaca-se basicamente a produção a campo e em ambiente protegido. O cultivo a campo, ainda predominante, é extremamente suscetível às adversidades climáticas, como excesso ou falta de precipitação, variações de temperatura, ventos, entre outros inúmeros fatores. Para o controle desses fatores ambientais, o uso do ambiente protegido começou a tomar maior proporção como uma boa alternativa de ambiente de cultivo de hortaliças. Segundo Silva, Silva e Pagiuca (2014), este tipo de cultivo possibilita controlar essas condições e maximizar a produção, potencializando os lucros.

Mesmo com o uso de ambiente protegido, as culturas olerícolas apresentam elevada variabilidade na produção de frutos por planta e isso se deve a alguns fatores como proximidades das linhas de cultivo com as extremidades da estufa plástica, presença ou ausência de frutos aptos em culturas de múltiplas colheitas, além de um ponto de colheita subjetivo (CARPES et al., 2010; HAESBAERT et al., 2011).

2.2 CULTURA DA ABOBRINHA ITALIANA

Abobrinha é o fruto da aboboreira (*Cucurbita pepo* L.), planta pertencente à família das *Cucurbitaceae*, que teve origem na América Central, entre o México e o Sul do Estados Unidos. Atualmente é uma planta bastante utilizada na culinária nacional, possibilitando diversidade de pratos, tendo seus frutos normalmente vendidos ao consumidor a granel ou em bandejas, podendo ser o fruto inteiro ou cortado (EMBRAPA, 2010).

No Brasil o principal centro de produção da abobrinha fica na região Sul, tendo seu consumo constante durante todo o ano, sendo assim uma das 10 hortaliças com maior

valor econômico e de produção no país. Segundo dados da ABCSEM (2017), a abobrinha italiana teve área de produção de 20.904 hectares, com produção de 376.268 toneladas, totalizando produtividade média de 18 toneladas por hectare. Para se obter essa produção, é necessária elevada mão de obra, que pode chegar a custar até 38% do custo total de produção.

Morfologicamente, a abobrinha italiana apresenta sistema radicular superficial, concentrado nos primeiros 20 cm da camada de solo. Seu caule é prostrado e suas folhas são recortadas com machas brancas nos ângulos das nervuras, apresentando um crescimento ereto com pecíolos longos e firmes. Trata-se de uma planta monóica, com flores díclinas majoritariamente femininas, coloração amarelada e ovário alongado (LEÓN, 1987).

O ciclo produtivo varia de 50 a 80 dias e os frutos apresentam-se aptos para colheita quando seu tamanho chega em torno dos 18 cm de comprimento. Carpes et al. (2008) relatam que a elevada velocidade de maturação da aboboreira faz com que o período de colheita seja bastante restrito, de modo que a planta tenha frutos aptos e inaptos a serem colhidos, podendo, assim, aumentar a variabilidade experimental.

A abobrinha italiana é bem adaptada a climas quentes, tolerando temperaturas entre 15 e 40 °C durante o seu desenvolvimento, porém, a faixa ótima de temperatura varia conforme as fases do ciclo, ficando entre 20 e 25 °C no período da germinação, 25 a 35 °C durante o crescimento vegetativo, e 20 a 25 °C na época da floração (DELEGADO GONZALEZ, 1999). Apesar de tolerar larga faixa de temperatura, a abobrinha italiana é sensível a baixas temperaturas, sendo intolerante à geada. Outro contraponto da cultura é que ela é bastante suscetível a bactérias, fungos, vírus e nematoides, sendo que as doenças virais são as mais recorrentes, assim como ocorre com a maioria das cucurbitáceas (ÁVILA; REIS, 2007). Levando em consideração estes fatores, além de aspectos relacionados ao transporte, conservação, dentre outros, a partir de dados da ABCSEM (2017) estima-se que houve um percentual total de perda de 20% da produção no ano de 2016.

O uso da irrigação vem sendo uma ferramenta importante no cultivo da abobrinha italiana, possibilitando melhor fornecimento hídrico nas fases de maior exigência. Segundo Carpes et al., (2008), o sistema de irrigação por gotejamento, quando comparado com o por aspersão, apresentou maior heterogeneidade entre as variâncias da fitomassa

dos frutos de abobrinha italiana cultivada em ambiente protegido. Afim de melhorar a produção, Garcia (2015) pontuou que o uso diário de irrigação promove uma maior produtividade e retorno econômico. As épocas do ano também influenciam o uso da irrigação, sendo necessária sua utilização na primavera/verão (CARPES et al., 2010), de modo a suprir corretamente às necessidades da cultura.

2.3 CULTURA DO PIMENTÃO

O pimentão pertence à família das *Solanaceae* e ao gênero *Capsicum*, tendo sua origem no continente Americano e posteriormente sendo levado aos mais diversos centros produtivos do mundo. Segundo Monteiro et al. (2009), no Brasil o pimentão se encontra entre as 10 hortaliças de maior importância econômica. Dados da ABCSEM (2017) apontam que no ano de 2016 o pimentão foi cultivado em área total de 11.188 hectares e apresentou produção de 554.904 toneladas, tendo sua média produtiva em 49,6 toneladas por hectare. Para se obter essa produção, o gasto com mão de obra chegou a 36% do custo total de produção.

A cultura do *Capsicum annuum* L., apesar de bem adaptada aos climas tropical e temperado, tem sua produção bastante afetada por diversos fatores, necessitando de boas condições de luminosidade, temperatura, umidade e nutrientes (MARTINEZ, 1994; RYLSKI et al., 1994). No que se refere à demanda por luminosidade, Carvalho, Oliveira e Pereira (2011) afirmam que a floração e a frutificação acontecem em qualquer comprimento de dia, porém em dias curtos o pimentão é mais precoce.

O melhor desenvolvimento do pimentão se dá em temperaturas mais amenas, que, segundo Doorenbos e Kassam (1994), ficam entre 18 e 27 °C durante o dia e 15 e 18 °C durante a noite. Os autores referem que temperaturas noturnas muito baixas podem provocar maior ramificação e floração no pimentão, enquanto temperaturas acima de 35 °C podem comprometer a floração e a frutificação podendo acarretar no aborto e na queda de flores. Além disso, o pimentão é intolerante a geada (FONTES; DIAS; SILVA, 2005).

O pimentão é uma planta anual de porte arbustivo, seu ciclo produtivo varia de acordo com o ambiente de cultivo, a campo normalmente tem duração de cinco meses, já em estufa pode se prolongar a períodos de até a um ano. Sua altura oscila entre 40 e 150 cm, e seu sistema radicular pode chegar até 1 m de profundidade. Suas flores são pequenas e hermafroditas, variando entre 1 e 2 cm de diâmetro. As folhas apresentam coloração

verde-escuro com bordos lisos, pecíolo comprido e limbo oval-lanceolado. Seu fruto é do tipo baga, com a presença de dois a quatro lóculos, parcialmente oco por dentro, apresentando coloração, formato e tamanho variáveis, sendo a polpa a parte comestível do fruto. Segundo El Saied (1995), o valor nutritivo do pimentão é dado principalmente pela presença de vitaminas, predominantemente pela C, que pode chegar até 15 g kg^{-1} de peso seco. Além disso, ele apresenta um teor de proteínas de aproximadamente 10%.

A coloração dos frutos é um importante fator de mercado. Os frutos que apresentam coloração verde e vermelha são os mais procurados, porém os de cor alaranjada e amarelada estão tendo maior aceitação por parte dos consumidores. Essa diferença de preferência de mercado pela cor se dá pelo fato de que a pigmentação tem influência direta no sabor do fruto. Dentre as cores tradicionais, o vermelho é o mais saboroso, pois apresenta 50% mais capsáina, uma substância picante (FONSECA, 1986).

O uso de cultivares híbridas, que segundo Nogueira et al., (2012) apresentam maior resistência a doenças, bem como o aumento da demanda do pimentão por parte dos consumidores e melhorias no sistema produtivo, potencializam a produção nacional desta cultura. No Brasil, o principal sistema de cultivo ainda é a campo, uma vez que não necessita de uma grande estrutura, entretanto, a condução a campo é muito suscetível a variações climáticas, problemas fitossanitários, vírus, fungos, nematoides e bactérias. Devido a alguns desses fatores, o pimentão é uma das olerícolas mais recomendadas para o cultivo em ambiente protegido.

2.4 CULTURA DO FEIJÃO-DE-VAGEM

O feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pertence à família das leguminosas e é considerada a mais importante *Fabacea* no grupo das olerícolas. Sua produção nacional se dá em aproximadamente 4 milhões de hectares, chegando a 3,5 milhões de toneladas por ano (AGRIANUAL, 2010). De acordo com Rocha et al. (2011), a cultura tem potencial produtivo para mais de 3.000 kg ha^{-1} , entretanto, a média nacional ficou na faixa dos 820 kg ha^{-1} .

As cultivares de feijão-de-vagem predominantes no Brasil são as de hábito de crescimento indeterminado que tem um ciclo entre 70 e 80 dias. Segundo Gomes et al. (2016) essas cultivares apresentam maiores produções. Entretanto, demandam grande

mão-de-obra e maiores cuidados, uma vez que são realizadas múltiplas colheitas e estão mais sujeitas a pragas e doenças. Em contrapartida, as cultivares de hábito de crescimento determinado apresentam algumas vantagens, como ter um ciclo menor, cerca de 60 dias, não necessitar de tutoramento, possibilitar colheita única, permitir uma redução dos custos e da mão de obra e admitir uma mecanização total da lavoura. Ainda assim, elas são menos produtivas quando comparadas as de hábito de crescimento indeterminado (MOREIRA et al., 2009).

No que diz respeito às cultivares comerciais, Filgueira (2013) aponta que elas são classificadas de acordo com seu formato, sendo que os principais tipos são a macarrão e a manteiga. A primeira apresenta vagens levemente ovaladas, entre 15 e 18 cm de comprimento por 0,8 cm de diâmetro no ponto de comercialização, e tem um maior valor econômico por ser a preferida dos consumidores. A segunda, por sua vez, possui vagens achatadas, entre 21 e 23 cm de comprimento e uma largura entre 1,5 e 2 cm. Castellane e Carvalho (1988) dividem a sua coloração em três classes: verde, amarela e roxa. A maior parte das cultivares comerciais apresentam coloração verde, tornando-a mais aceita que as demais.

Um importante ponto que impulsiona a produção do feijão-de-vagem é a possibilidade de aproveitar estruturas de tutoramento e adubação residual de outras culturas. Essa planta pode ser utilizada como rotação de cultura na entressafra de outras olerícolas, pois além de possibilitar elevada renda, são importantes para a quebra do ciclo de algumas pragas. (SANTOS, et al., 2012a)

Essa hortaliça necessita de uma faixa térmica ótima que varia entre 18 e 30°C (PRELA E RIBEIRO, 2002). Quando submetido a temperaturas muito elevadas na fase vegetativa, o feijão-de-vagem, segundo Pereira, Otto e Reghin (2003), pode ter grandes perdas de produção, pois as temperaturas elevadas prejudicam o desenvolvimento, afetando o estande final de plantas. Além dessa perda de produção por temperaturas muito altas, o feijão-de-vagem é intolerante ao frio e a geadas (FILGUEIRA, 2013).

2.5 CULTURA DA BERINJELA

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma solanácea originária das regiões tropicais do oriente. Ela é rica em vitaminas B1 e B2 e minerais como cálcio, fósforo,

ferro e potássio. Apresenta também propriedades redutoras do nível de colesterol, sendo recomendada para enfermidades do aparelho digestivo, rins e bexiga (FILGUEIRA 2013). Essa riqueza nutricional e suas propriedades medicinais são fatores que potencializam seu cultivo no Brasil (OLIVEIRA; HERNANDEZ; ASSIS JÚNIOR, 2009).

Em sua maioria, o consumo de berinjela é feito in natura e seus frutos são utilizados nos mais diversos cardápios. Ainda, sua utilização na forma de farinha vem ganhando destaque no cenário nacional. Segundo Perez e Germanin (2007), a farinha de berinjela apresenta maior teor de proteínas e fibras alimentares quando comparada com a farinha de trigo. Silva et al. (2016) acrescentam, também, que é possível encontrar alto potencial nutritivo de diversos genótipos de berinjela para farinha, em sistema orgânico de produção.

Morfologicamente, a berinjela é uma planta perene, de porte arbustivo, caule do tipo semi-lenhoso e ereto, podendo atingir tamanho que varia entre 1,0 a 1,8 m de altura. Seu sistema radicular é bastante desenvolvido e pode atingir mais de 1,0 m de profundidade. Apresenta folhas simples com limbo ovado e densa pilosidade podendo conter espinhos dependendo da cultivar. Suas flores podem ser solitárias ou inflorescência do tipo cimeira, com tamanho variando de 3,0 a 5,0 cm, enquanto seus frutos são do tipo baga, com variados formatos, geralmente brilhantes de coloração púrpura (RIBEIRO; BRUNE; REIFSCHNEIDER, 1998).

A berinjela é uma cultura de clima tropical e subtropical que necessita de altas temperaturas para seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Segundo Ribeiro, Brune e Reifschneider (1998), temperaturas inferiores a 14 °C inibem seu crescimento, floração e frutificação. Em contrapartida, quando submetidas a temperaturas acima de 35 °C por muito tempo, o pólen é inviabilizado impedindo a plena fertilização resultando em frutos defeituosos.

O ciclo vegetativo da berinjela varia entre 100 e 125 dias e depende diretamente da cultivar e da época em que será cultivada (CARVALHO et al., 2004). Dentro desse ciclo, o ponto de colheita é definido visualmente quando os frutos atingem um tamanho entre 16 e 20 cm de comprimento, coloração roxo-escuro e brilhante, e polpa macia, mas firme. Sua produtividade apresenta alta variabilidade conforme relatado por Oliveira,

Lopes e Moura (2014), podendo variar entre 30 e 65 t ha⁻¹, fato que está diretamente ligado às condições de cultivo e a cultivar utilizada.

As culturas olerícolas são suscetíveis a alguns fatores de estresse. No caso da berinjela, trata-se de uma das plantas mais tolerantes a doenças, porém sua produção ainda é afetada por algumas patologias. Ascari et al. (2016) afirmam que as doenças fúngicas são as mais frequentes. Outro fator refere-se ao excesso de umidade, que prejudica a aeração, provocando deficiência de oxigênio principalmente nas raízes e resultando em perdas de produção, sendo estes problemas mais sentidos nos estádios iniciais e vegetativo (MAROUELLI et al., 2014).

2.6 CULTURA DO TOMATE CEREJA

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das mais importantes culturas olerícolas do Brasil, principalmente pela área plantada e alta produtividade. Segundo dados do Anuário Hortifruti Brasil (2018), a área plantada na safra 2017/2018 foi de 36.668 hectares, sinalizando queda de 12,9% de área em comparação à safra anterior. Ainda assim, considera-se que a área destinada à cultura do tomateiro é uma das maiores dentre as olerícolas, visto que sua produtividade subiu 15,7% entre fevereiro e novembro de 2017 em relação ao mesmo período de 2016.

Nos últimos anos, o tomate que vem ganhando destaque é o grupo cereja (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). Existem algumas hipóteses sobre sua domesticação, sendo que a mais aceita é a de que ele foi levado até a região sul do México, onde o povo Asteca iniciou o cultivo. Posteriormente, o tomate cereja foi levado para a Europa pelos colonizadores, nos séculos XVI e XVII (JENKINS, 1948). Outra hipótese é de que no México e na região Andina podem ter ocorrido centros independentes de domesticação (RICK E HOLLE, 1990). Essa teoria foi embasada por Rick (1991), que afirma que o tomate cereja se desenvolve espontaneamente em diversos locais da América do Sul e regiões tropicais e subtropicais do mundo.

O tomate cereja, também conhecido popularmente como mini tomate, é utilizado como adorno em pratos ou aperitivos, sendo considerado um ingrediente versátil na gastronomia moderna. Caracteriza-se por ter sabor adocicado, tamanho reduzido de fruto

e valor de mercado mais alto que os demais tipos de tomate, impulsionando assim a sua produção (GUSMÃO et al., 2000; LENNUCCI et al., 2006).

As plantas de tomate cereja apresentam um hábito de crescimento indeterminado e o número de frutos por cacho é bastante variável. O ciclo de cultivo é de aproximadamente 90 dias. Elas são tolerantes ao manejo rasteiro ou sem condução, porém o uso do tutoramento proporciona melhor qualidade de frutos e maior rendimento. Compreende-se que a densidade populacional e a forma de condução do cultivo interferem na produção e na qualidade dos frutos. Nesse sentido, Peil, Albuquerque Neto e Rombaldi (2014) pontuam que o número de plantas por metro quadrado tem influência no seu desenvolvimento, sendo que quanto mais denso é o cultivo, menor é o crescimento individual das plantas. Também é possível observar que a produtividade por unidade de área é maior. Outro dado importante é trazido por Silva et al. (2017), que afirmam que menor número de hastes por planta possibilita a melhoria das características relativas à padronização e ao tamanho de frutos. Os autores verificaram que para a cultivar “Isla 261”, a condução com quatro hastes e três cachos por hastes proporcionou maior produtividade.

Morfologicamente, segundo Diez Niclos (1995), os frutos do tomate cereja são do tipo baga carnosa, podendo conter de dois a 12 lóculos cada. Eles podem apresentar formato arredondado ou comprido, com peso normalmente variando entre 10 e 30 g, com uma coloração vermelha brilhante. As sementes, por sua vez, são reniformes, pequenas e com pelos curtos. O teor de grau brix fica na faixa entre 9 e 12 graus, enquanto o do tomate comum fica entre 4 e 6 graus, e por essa razão o tomate cereja apresenta sabor mais adocicado (ROCHA, 2013). As temperaturas diurnas e noturnas para o tomateiro variam de 21 a 28 °C e de 15 a 20 °C respectivamente. Valores abaixo dos 10 °C ou acima de 35 °C reduzem a taxa de crescimento e a polinização da planta, podendo ocasionar o abortamento de flores e frutos (FILGUEIRA, 2013).

O tomate cereja é usualmente cultivado em ambiente protegido, principalmente devido ao seu elevado potencial produtivo e seu alto valor de mercado. Dessa forma, os estudos sobre essa cultura, nesse sistema de cultivo, vêm aumentando. Gusmão, Gusmão e Araújo (2006) mostraram produções satisfatórias em ambiente protegido com o uso de diferentes substratos. Em outro estudo, Holcman, Sentelhas e Mello (2017) observaram o desempenho da produção de tomate cereja em diferentes coberturas plásticas, concluindo que o uso de plástico difusivo pode ser recomendado para o Sul do Brasil.

2.7 SOMA TÉRMICA

A soma térmica é uma das ferramentas mais importantes para representar o efeito da temperatura do ar sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas (ARNOLD, 1960). Além de ser um método simples, Gilmore e Rogers (1958) destacam que a soma térmica é mais eficiente em comparação aos dias após o plantio para medir o tempo biológico das plantas.

Para a planta completar uma fase fisiológica e avançar no seu ciclo, ela necessita acumular determinado valor de graus dias. Segundo Palaretti et al. (2012), o método da soma térmica é de suma importância para a determinação da duração dos estádios de desenvolvimento das culturas olerícolas. Esse método de graus dias consiste na demanda das plantas por determinado somatório térmico para cada subperíodo de desenvolvimento, ou seja, uma quantidade de energia acumulada acima da temperatura base, que é favorável para o desenvolvimento da planta, abaixo da qual alguns processos metabólicos podem paralisar, ou reduzir drasticamente sua ocorrência, pressupondo uma relação linear entre acréscimo de temperatura e desenvolvimento vegetal (BRUNINI et al., 1976).

Segundo Moreno et al. (2014), uma estimativa precisa da temperatura base permite fornecer informações para a seleção de espécies em determinadas regiões. Yang, Logan e Coffey (1995) afirmam que a temperatura base pode ser descrita estatisticamente ou fisiologicamente, de modo que na primeira a temperatura base é a menor variação no acúmulo térmico em diferentes períodos. Na segunda, por sua vez, pressupõe-se que abaixo de um determinado valor de temperatura, o desenvolvimento da planta é prejudicado.

Mesmo a soma térmica sendo o principal método utilizado para medir os efeitos da temperatura do ar sobre o desenvolvimento das plantas, ele ainda apresenta alguns contrapontos. No cálculo da soma térmica diária são utilizadas as temperaturas cardinais base como constantes durante todo o ciclo da cultura. Porém, conforme afirma Streck et al. (2003), essas temperaturas não são constantes durante todo o ciclo de desenvolvimento da planta. Valera (2017) mostrou que a temperatura base para a cultura da pimenta

biquinho é de 16,5 °C para a fase emergência-transplante, e de 14,8 °C para a fase transplante-início da floração. Já para as fases início da floração-início da colheita, início da colheita-plena colheita e para as subfases de botão floral-antese, antese-frutificação e frutificação-maturação, a temperatura base foi de 20,2 °C.

Atualmente são utilizadas diversas formas de cálculo para a soma térmica diária, porém o método de Gilmore e Rogers (1958) e Arnold (1960) ainda é o mais frequente, sendo ele descrito por:

$$STd_1 = (T_{med} - T_b) \quad (1)$$

Onde STd_1 é a soma térmica diária, T_{med} é a temperatura média diária calculada pela média aritmética entre as temperaturas máximas e mínimas do ar durante o dia, e T_b são as temperaturas cardinais base. Assim, para se obter a soma térmica acumulada total, basta somar as somas térmicas diárias.

Diversos trabalhos foram conduzidos com base em soma térmica. Carvalho, Oliveira e Pereira (2011) concluíram que eram necessários 1.533 graus dias para a cultura do pimentão completar seu ciclo produtivo. Já Moura et al. (2012) descreveu as fases fenológicas da cultura do feijão-caupi com base na quantidade de graus-dias necessários para o desenvolvimento de cada estágio, concluindo necessidade de 636,81 graus dias desde a semeadura até o início do ciclo reprodutivo e 1.103,54 graus dias da semeadura até o final do ciclo reprodutivo.

Carini (2016) mostrou que os híbridos ‘Wanda’ e ‘Dolcetto’ de tomate cereja apresentaram soma térmica acumulada total de 2.902,97 graus dias e que esse acúmulo é diferente entre as cultivares em cada fase do ciclo fenológico. Valera (2017), além de descrever as variações de temperatura base no decorrer do ciclo, também mostra que a cultura da pimenta biquinho apresenta requerimento térmico diferente para cada uma das fases, necessitando de 446,2 graus dias para a fase de emergência-transplante, 377,1 graus dias para transplante-início da floração, 558 graus dias para início da floração-início da colheita e 781,8 graus dias para início da colheita-colheita plena. Já as subfases botão floral-antese, antese-frutificação e frutificação-maturação tiveram um requerimento térmico de 104, 162,8 e 342,1 graus dias, respectivamente.

2.8 TÉCNICAS EXPERIMENTAIS

Na experimentação, para um ensaio ser confiável e ter boa credibilidade, existem cinco etapas que devem ser respeitadas: planejamento, execução, coleta de dados, análise e interpretação dos resultados. O planejamento de um experimento tem por base a definição da unidade experimental ou parcela de forma adequada, visando maior eficiência e menor erro experimental (PARANAIBA, FERREIRA E MORAES, 2009). Essa adequação de tamanho e forma de parcela, além do número de repetições e delineamento experimental, segundo Storck et al. (2011), são influenciadas pela variabilidade inerente ao experimento. Essa variabilidade deve ser mantida em níveis controlados a fim de manter o erro experimental o mais baixo possível, tornando os resultados mais precisos.

Alguns trabalhos já foram realizados para determinar tamanhos e formas de parcela para as culturas em estudo. Lorentz e Lúcio (2009) avaliaram que o tamanho ótimo de parcela para o pimentão em estufa plástica é de 10 plantas, com duas fileiras de largura e cinco plantas por fileira. Santos et al. (2012b) verificaram que o tamanho ótimo de parcela para feijão-de-vagem em estufa é de 16 plantas, e para túneis e ambientes não protegidos é de 12 plantas. Santos et al. (2014) estudaram os efeitos de vizinhança e tamanho de parcela em experimentos com culturas olerícolas de múltiplas colheitas, concluindo que o tamanho ótimo de parcela é de 10 plantas para feijão-de-vagem, cinco plantas para pimentão e cinco plantas para abobrinha italiana. Todos os trabalhos citados mostraram tamanho ótimo de parcela acima de uma unidade experimental base, apontando que com maiores tamanhos de parcela a variabilidade é reduzida.

Schwertner, Lúcio e Cargnelutti Filho (2015) determinaram o tamanho de ensaio de uniformidade para estimativa do tamanho de parcela, a fim de avaliar a massa de frutos de tomateiro, feijão-de-vagem e abobrinha italiana. Para os ensaios de uniformidade em túnel plástico com dimensões de 5 m de largura por 20 m de comprimento, os autores concluíram que 12 unidades experimentais básicas de uma planta para tomateiro e 21 unidades experimentais básicas de duas plantas para feijão-de-vagem são suficientes para estimar o tamanho de parcela. Já para os ensaios em estufa plástica, são necessárias 18 unidades básicas de duas plantas para feijão-de-vagem e 10 unidades básicas de uma planta para a abobrinha italiana.

Já Lúcio e Benz (2017) avaliaram a melhor combinação entre tamanho de parcela e número de colheitas necessárias para que haja melhoria na precisão das estimativas de produção de abobrinha italiana. Foram realizados dois experimentos em estufas plásticas, o primeiro na temporada verão-outono e o segundo na temporada inverno-primavera. Os autores concluíram que a melhor combinação entre o tamanho de parcela e o número de colheitas é de sete plantas e metade do ciclo produtivo, em ambas estações de cultivo.

2.9 MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR

A técnica de regressão é uma ferramenta importante para estudar a relação entre as variáveis dependentes (X) e independentes (Y). De modo geral, busca-se compreender a variação da resposta da variável Y com base na influência causada pela variável explicativa X. Existem diversos modelos de regressão e eles são definidos pelo número e distribuição das variáveis explicativas. Em casos onde existe apenas uma variável explicativa, usa-se o modelo de Regressão Linear Simples, já em casos onde se tem mais de uma variável explicativa, para relacionar com a variável resposta, o modelo usado é o de Regressão Linear Múltipla.

A análise de Regressão Múltipla é uma ferramenta que permite estimar os valores da variável resposta Y em resposta a um conjunto de variáveis regressoras X. Ela é usada em situações onde a interação entre dois fatores quantitativos com mais de dois níveis é significativa, e nesse caso é necessário ajustar uma equação polinomial de segundo grau com duas variáveis independentes e a interação linear entre estas duas variáveis.

O coeficiente de terminação R^2 fornece informação auxiliar ao resultado da análise da variância da regressão como maneira de verificar se o modelo proposto é adequado ou não para descrever o fenômeno analisado. Ele pode ser obtido pela divisão da Soma dos Quadrados da Regressão pela Soma dos Quadrados total. O valor desse R^2 pode variar entre 0 e 1, onde valores próximos a 1 representam que o modelo está adequado ao proposto, enquanto valores próximos ao 0 indicam que o modelo não foi adequado. Além disso, R^2 indica a proporção da variação de Y que é explicada pela regressão ajustada, ou seja, quanto da variação da variável dependente Y está sendo explicada pelas variáveis independentes X_1 e X_2 .

No ramo da olericultura, diversos trabalhos foram realizados com o uso de modelos de regressão. Fernandes et al. (2014) avaliaram e otimizaram o processo de extração de pectina de cenoura utilizando ácido cítrico como agente extrator em diferentes tempos e valores de pH. Os autores utilizaram o modelo de regressão linear para testar a significância da relação entre as variáveis dependentes e independentes, e concluíram que o modelo de regressão apresentou significativamente a relação entre as variáveis independentes e a resposta (rendimento), com R^2 de 0,93.

Tonin, et al. (2015) estudaram a eficiência do uso do medidor de clorofila e do Colorímetro para a quantificação não destrutiva de clorofila em folhas de morangueiro do cultivar Camarosa. Os dados gerados foram avaliados com base em uma análise de regressão linear e não-linear para o teor de clorofila total. Assim, eles chegaram à conclusão de que os equipamentos utilizados mostraram bom índice de correlação para o teor de clorofila a e clorofila total.

Com uso da análise da variância e de regressão, Lima et al. (2015) investigaram o desenvolvimento e a produção de berinjela irrigada com águas de diferentes salinidades. Com base em suas análises, eles apontaram que o aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente o desenvolvimento e a capacidade de produção da cultura da berinjela. O uso de água com salinidade acima de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ afeta negativamente o desenvolvimento da planta e a produção de frutos de berinjela.

Lúcio et al. (2016b) ajustaram modelos de regressão não-linear para estimativa da produção de frutos de tomate cereja em duas estufas plásticas. Além disso, buscaram determinar o tamanho de parcela para cada uma das estufas com melhor poder de explicação e ajuste dos modelos. A conclusão foi de que os modelos utilizados descrevem de forma satisfatória o desempenho da produção de frutos de tomate cereja, e que um tamanho de parcela com duas plantas para a estufa de 250m^2 e de três plantas para a estufa de 200m^2 proporcionam elevado poder de explicação nas estimativas dos parâmetros dos modelos.

Santiago et al. (2017) examinaram os efeitos da tela de sombreamento sobre o microclima no cultivo de tomate cereja e estimaram equações via modelo de regressão linear simples, que correlacionam elementos climáticos dentro e fora do ambiente protegido. Com o estudo foi possível concluir que o uso da tela de sombreamento promoveu alterações microclimáticas com o aumento de temperatura, redução da

umidade do ar, radiação global e velocidade do vento. As equações de estimativas revelaram alta correlação entre as variáveis meteorológicas dentro e fora do ambiente protegido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados os dados provenientes de ensaios de uniformidade que compõem o banco de dados do Setor de Experimentação Vegetal do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria – Brasil. Esses ensaios foram realizados com abobrinha italiana, pimentão, feijão-de-vagem, berinjela e tomate cereja, cultivados em diferentes estações sazonais de cultivo e estruturas experimentais.

Todos os ensaios foram realizados na área experimental do departamento mencionado, que apresenta latitude 29° 42' 23''S, longitude 53° 43' 15''W e altitude 95 metros. O clima da região segundo a classificação de Köppen (ALVARES, et al., 2013) é do tipo Cfa - temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e subtropical do ponto de vista térmico. A respeito do solo, sua classificação é feita com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), sendo definido como Argissolo vermelho distrófico arênico.

Nos ensaios de uniformidade cada unidade experimental básica (UEB) foi composta por uma única planta dentro de cada fileira de cultivo, exceto para aqueles com feijão-de-vagem onde cada UEB foi composta por duas plantas. Isso ocorreu em virtude da característica de crescimento indeterminado da espécie e enovelamento em plantas adjacentes.

Os ensaios com abobrinha italiana, cultivar Caserta, foram conduzidos em duas épocas em estufa plástica de 20 m de comprimento e 10 m de largura. Todas as coberturas, bem como as cortinas móveis das laterais e das portas, foram feitas de PEBD, com espessura de 100 µm e com aditivo anti-UV. Na primeira, o cultivo foi realizado do dia 15

de fevereiro de 2001 até o dia 24 de abril de 2001, caracterizando um cultivo de verão/outono, nesse período, foram realizadas 12 colheitas. Na segunda época, o ensaio foi implantado no dia 14 de setembro de 2001 e encerrado no dia 08 de dezembro de 2001, caracterizando um cultivo de primavera/verão, nesse período, foram realizadas 30 colheitas. As colheitas em ambos os ensaios foram feitas com os frutos imaturos, quando eles atingiam comprimento aproximado de 16 cm e diâmetro transversal médio de 8 cm. Para ambos os ensaios, foram feitos oito camalhões com cerca de 0,10 m de altura e 0,40 m de largura, os quais constituíram as fileiras de cultivo. Sobre esses camalhões foi colocado um “mulching” preto de filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 35 µm de espessura numa faixa de 50 cm na fileira das plantas. Os dois ensaios tiveram oito fileiras de cultivo contendo 20 plantas por fileira. Os tamanhos de parcela simulados foram de uma, duas, quatro, cinco e 10 UEB no sentido da fileira de cultivo.

Para a cultura do pimentão, cultivar Vidi, foram conduzidos dois ensaios em estufa plástica de 24 m de comprimento por 10 m de largura. Todas as coberturas, bem como as cortinas móveis das laterais e das portas, foram feitas de PEBD, com espessura de 100 µm e com aditivo anti-UV. As mudas foram dispostas em dez fileiras sobre camalhões com 0,1 m de altura e 0,4 m de largura, espaçados entre si a 0,6 m. Esses camalhões foram cobertos com “mulching” preto de PEBD de 35 µm de espessura. Foram dispostas 70 plantas em cada fileira, com espaçamento de 0,3 m por planta. No primeiro ensaio, o cultivo foi do dia 13 de fevereiro de 2001 até o dia 21 de junho de 2001, caracterizando um cultivo de verão/outono, nesse período, foram realizadas 5 colheitas. Já no segundo ensaio, o cultivo foi do dia 28 de setembro de 2001 até o dia 05 de dezembro de 2001, caracterizando um cultivo de primavera, nesse período, foram realizadas 4 colheitas. As colheitas dos frutos imaturos foram feitas quando ocorria o escurecimento da parte inferior dos mesmos. Os tamanhos de parcela simulados foram de uma, duas, cinco, sete, 10, 14 e 35 UEB no sentido da fileira de cultivo.

Para a cultura do feijão-de-vagem, cultivar Macarrão, foram realizados cinco ensaios em duas épocas. Na primeira época foram realizados três ensaios, um a campo, um em estufa plástica e o outro em túnel alto. Todos foram conduzidos do dia 23 de março de 2009 até o dia 03 de julho de 2009, caracterizando cultivo de outono/inverno, nesse período, foram realizadas 4 colheitas. Já na segunda época, foram realizados dois ensaios, um a campo e outro em túnel alto, sendo estes conduzidos do dia 09 de setembro de 2009 até o dia 06 de janeiro de 2010, caracterizando cultivo de primavera/verão, nesse período,

foram realizadas 5 colheitas. As colheitas foram feitas quando as vagens eram imaturas e tinham comprimento aproximado de 15 cm, estando tenras e com as pontas se partindo quando dobradas. A estrutura da estufa era metálica do tipo arco pampeano, com pé direito de 2,0 m e 3,5 m na parte central, com 20 m de comprimento por 10 m de largura, orientada no sentido norte-sul. O túnel alto possuía 20 m de comprimento, 5 m de largura e pé direito de 3,0 m, com orientação norte-sul. Tanto as coberturas da estufa quanto do túnel alto foram feitas com PEBD, com espessura de 150 μm e aditivo anti-UV. A área e a estrutura utilizada para o cultivo a campo e em túnel alto foram as mesmas nas duas épocas. Em todos os ensaios as plantas foram cultivadas em linha sobre camalhões de aproximadamente 0,20 m de altura e 0,40 m de largura, cobertos com faixas de "mulching" de filme opaco de PEBD de cor preta. Na estufa foram utilizadas seis linhas de 72 plantas. No túnel e no cultivo a campo, foram usadas três linhas de 84 plantas. O espaçamento foi de 0,2 m entre plantas e de 1,0m entre linhas em todos os experimentos. Os tamanhos de parcela simulados foram de uma, duas, três, seis, sete, 14 e 21 UEB no sentido da fileira de cultivo para os ensaios a campo e em túnel plástico. Já para o ensaio em estufa plástica, os tamanhos de parcela simulados foram de uma, duas, três, quatro, seis, nove, 12 e 18 UEB no sentido da fileira de cultivo. Para todas as situações, as unidades experimentais básicas foram compostas por duas plantas.

Para a cultura da berinjela, cultivar Long Purple, o ensaio foi realizado do dia 21 de outubro de 2011 até o dia 28 de fevereiro de 2012, caracterizando um cultivo de primavera/verão. As plantas foram dispostas em dois túneis altos (túnel 1 e túnel 2) de 20 m de comprimento, 5 m de largura e pé direito de 3,0 m, orientação norte-sul, cobertos com PEBD, e cada túnel alto tinha três fileiras de cultivo de 28 plantas com espaçamentos de 0,7 m entre plantas e 1 m entre filas. Foram realizadas seis colheitas para ambos os túneis, os frutos foram colhidos imaturos quando apresentavam comprimento igual ou maior que 18 cm, coloração brilhante e polpa macia. Os tamanhos de parcela simulados foram de uma, duas, quatro, sete e 14 UEB também no sentido da fileira de cultivo.

Para a cultura do tomate cereja, cultivar Lili, foram realizados dois ensaios em estufas plásticas do tipo arco pampeano cobertas com filme de polietileno de baixa densidade, com espessura de 150 μm e aditivo anti-UV, orientadas no sentido norte-sul e com dimensões diferentes. Uma estufa apresentava pé direito de 4,0 m e 5,5 m na parte central, com 25 m de comprimento e 10 m de largura, totalizando uma área de 250 m^2 , enquanto a outra apresentava pé direito de 3,0 m e 4,0 m na parte central, com 20 m de

comprimento e 10 m de largura, totalizando uma área de 200 m². Em cada uma das estufas foram erguidos oito camalhões com aproximadamente 0,20 m de altura e 0,30 m de largura, cobertos com faixas de "mulching" de filme opaco de PEBD de cor preta, espaçados a 1,0 m de distância, já o espaçamento entre plantas foi de 0,5 m. As mudas foram transplantadas no dia 25 de outubro de 2013 nas duas estufas, porém o encerramento do ensaio ocorreu no dia 03 de janeiro de 2014 para a estufa de 250 m² e no dia 05 de janeiro de 2014 para a estufa de 200m², caracterizando cultivo de primavera/verão para ambas. As mudas foram dispostas sobre os camalhões em oito fileiras de cultivo de 40 plantas na estufa de 250 m² e oito fileiras de cultivo de 30 plantas na estufa de 200 m². Foram realizadas três colheitas em cada um dos ensaios, quando a maioria dos frutos imaturos do cacho apresentavam coloração indo do verde para o vermelho. Os tamanhos de parcela simulados foram de uma, duas, quatro, cinco, oito, dez e 20 UEB na estufa de 250 m² e de uma, duas, três cinco, seis, 10 e 15 UEB na estufa de 200 m², sempre no sentido da fileira de cultivo. A realização de apenas três colheitas nesse experimento pode estar relacionada ao fato de que a mensuração de todas as variáveis em laboratório demandava tempo, uma vez que no total foram avaliados 72.173 frutos, o que não permitiu uma maior frequência de colheitas nas estufas.

A variável em estudo foi o peso de frutos por planta em cada colheita para abobrinha italiana, pimentão, feijão-de-vagem, berinjela e tomate cereja. Nas simulações dos diferentes tamanhos de parcela, os valores do peso de frutos de cada parcela foram obtidos a partir do somatório do valor de cada UEB que compõem a parcela simulada. Desta forma originou-se a segunda variável estudada, denominada peso acumulado.

A soma térmica diária foi calculada pelo método de Gilmore e Rogers (1958) e Arnold (1960). A temperatura cardinal base variou para cada cultura estudada, sendo adotado $T_b = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ para a abobrinha italiana (BERNARDES et al., 2014), $T_b = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ para o pimentão (DOORENBOS; KASSAM, 1994) e $T_b = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ para as culturas do feijão-de-vagem (KISH; OGLE, 1980), da berinjela (UZUN, 2006) e do tomate cereja (PIVETTA et al., 2007). A soma térmica acumulada para cada colheita de cada cultura foi estimada pelo somatório das somas térmicas diárias ($STd_1 + STd_2 + STd_3 + \dots + STd_n$) a partir da data de transplante das mudas até cada uma das colheitas realizadas.

Para cada ensaio foram ajustadas uma superfície de resposta via modelo de regressão linear múltipla de 2^a ordem e outra de 1^a ordem.

O modelo de regressão linear múltipla de 2ª ordem foi ajustado com base na expressão:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_{11}X_1^2 + B_2X_2 + B_{22}X_2^2 + B_{12}X_1X_2 + \varepsilon \quad (2)$$

Onde: Y é a variável dependente do modelo e será o peso de frutos por planta ou o peso acumulado; X₁ e X₂ são as variáveis independentes do modelo e, respectivamente, os diferentes tamanhos de parcela simulados e a soma térmica acumulada; B_n são os coeficientes a serem estimados e ε é o vetor dos desvios das médias estimadas em relação ao modelo.

Para a estimativa dos coeficientes B_n a equação foi trabalhada de forma simplificada como:

$$\hat{Y} = \hat{X}\hat{B} + \varepsilon \quad (3)$$

Em que \hat{Y} é o vetor das médias Y_{ij} com i = 1, 2, ... I e J = 1, 2, ... J; \hat{X} é a matriz das variáveis independentes = {1 X₁ X₁² X₂ X₂² X₁X₂}; \hat{B} é o vetor dos parâmetros a serem estimados = {B₀ B₁ B₁₁ B₂ B₂₂ B₁₂}; ε é o vetor dos desvios das médias estimadas em relação ao modelo. Fazendo-se ε'ε = Z e dZ/dB = 0 obteve-se o sistema de equações normais, ou seja, X'XB = X'Y cuja solução única é obtida por B = (X'X)⁻¹ X'Y.

Após a estimativa da superfície de resposta para cada cultura, foram determinados os valores de X₁ (tamanho de parcela) e de X₂ (soma térmica acumulada) que melhor determinam o valor de Y (peso de frutos por planta ou peso acumulado), de modo a otimizar a combinação dos níveis das variáveis independentes do modelo ajustado.

Foi utilizada a equação ajustada na forma:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + X'\hat{a} + X'\hat{A}X \quad (4)$$

$$\text{Em que } X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \quad \hat{a} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \end{bmatrix} \quad \hat{A} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{11} & \hat{\beta}_{12/2} \\ \hat{\beta}_{12/2} & \hat{\beta}_{22} \end{bmatrix}$$

O ponto crítico foi estimado por $\delta\hat{Y}/\delta X = \hat{a} + 2\hat{A}X^* = 0$ onde, isolando o valor de X*, via cálculo matricial, foi obtido sua estimativa pela expressão $X^* = \frac{-1}{2} A^{-1} \hat{a}$.

O modelo de regressão linear múltipla de 1ª ordem foi ajustado com base na expressão:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \varepsilon \quad (5)$$

Onde: Y é a variável dependente do modelo e será o peso de frutos por planta ou peso acumulado; X₁ e X₂ são as variáveis independentes do modelo e, respectivamente, os diferentes tamanhos de parcela simulados e a soma térmica acumulada; B_n são os coeficientes a serem estimados e ε é o vetor dos desvios das médias estimadas em relação ao modelo.

Para se fazer o ajuste do modelo $Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \varepsilon$, foi usada a equação matricial reduzida ($\hat{Y} = \hat{X}\hat{B} + \varepsilon$). A matriz \hat{Y} é o vetor da variável resposta, a matriz \hat{X} é o vetor das variáveis independentes, a matriz \hat{B} representa os coeficientes de regressão e a matriz ε corresponde aos erros aleatórios. Assumindo $\varepsilon = 0$, tem-se $\hat{Y} = \hat{X}\hat{B}$, onde a representação gráfica dessa função é um plano tridimensional no espaço.

Para os cálculos da soma térmica acumulada e para as análises estatísticas foram utilizadas planilhas no Excel e os softwares SISVAR e TC3D.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as culturas apresentaram produção crescente conforme o tamanho de parcela e/ou colheitas foram agrupadas, comportamento esperado pelo aumento do número de plantas em uma parcela, e somatório de produção com o decorrer do ciclo. Parcelas agrupadas, ou seja, com mais de uma planta, apresentam maior produção de frutos, uma vez que a não produção por uma planta é compensada pela produção de outra na mesma parcela.

Ao avaliar o modelo de regressão linear de segunda ordem, para cada uma das culturas, foi constatado que os valores das variáveis X1 (tamanho de parcela), X2 (soma térmica) que melhor determinam o valor de Y (peso de frutos por plantas ou peso acumulado), ou seja, os pontos críticos, não apresentam interpretação prática (Apêndice A-M). Devido a isso, foi possível afirmar que o modelo de regressão linear de segunda ordem não teve um bom ajuste para o banco de dados em questão. Então, optou-se por ajustar um modelo de regressão linear de primeira ordem, que possibilitou uma explicação real do comportamento de cada uma das culturas ao decorrer do seu ciclo.

Analisando o comportamento da produção ao decorrer do ciclo, via modelo de regressão linear de primeira ordem, para as culturas da abobrinha italiana, pimentão, feijão-de-vagem, berinjela e tomate cereja, pode-se afirmar que o comportamento da produção não foi como esperado, uma vez que a produção não foi crescente até certo ponto, reduzindo no final do ciclo. Todas as culturas apresentaram um comportamento particular.

4.1 ABOBRINHA ITALIANA

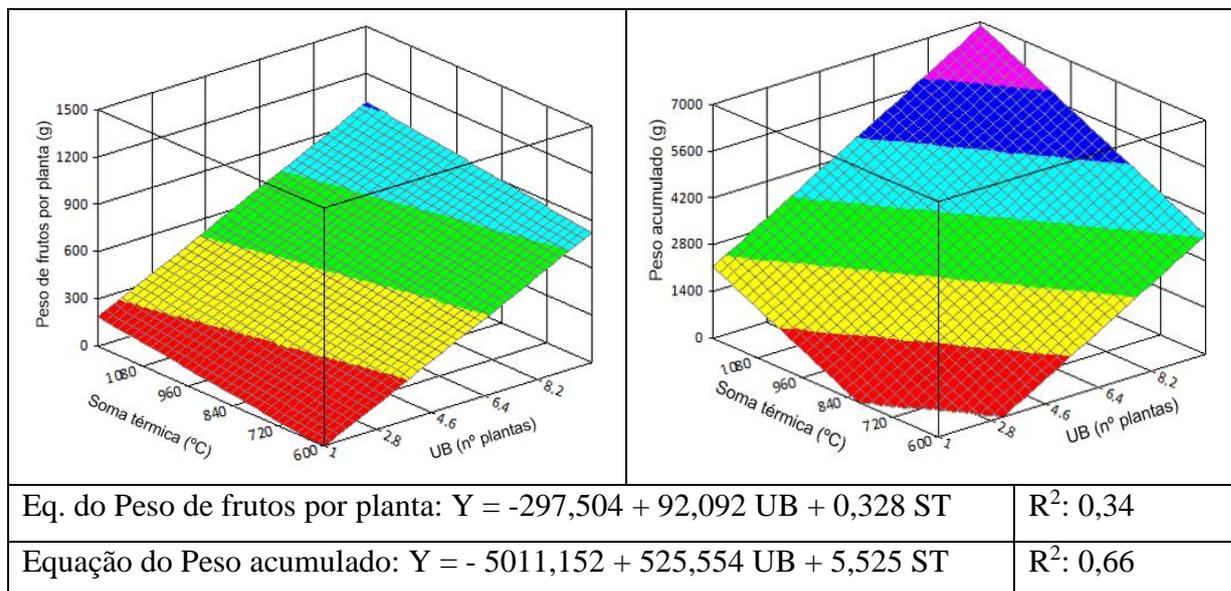
A cultura da abobrinha italiana apresentou uma média produtiva por parcela de uma planta durante todo o ciclo de 1,1 kg no verão/outono e 5,6 kg na primavera/verão. Essa elevada diferença de peso ocorre por que no verão/outono foram realizadas 12 colheitas e na primavera/verão foram realizadas 30 colheitas. O desequilíbrio no número de colheitas e na produção, aconteceu devido a abobrinha italiana ser uma planta que apresenta melhor desenvolvimento e ciclo mais longo no período de primavera/verão,

onde as temperaturas ficam na faixa de 20 – 35 °C, ideais para a cultura. Esses resultados vão de encontro com os obtidos por Strassburger et al. (2011) que indicaram que a disponibilidade de radiação solar afeta fortemente a produção e a distribuição de matéria seca, bem como todos os índices de crescimento da cultura da abobrinha italiana, onde as taxas de crescimento da cultura, dos frutos e dos órgãos vegetativos aéreos, além da taxa de crescimento relativa, são mais elevadas no ciclo de primavera/verão quando comparado ao ciclo verão/outono.

A parcela de uma planta com maior produção, teve um peso de 2,7 kg para a o cultivo verão/outono e 8,9 kg para o cultivo primavera/verão, mostrando que a cultura tem um potencial produtivo superior à média do experimento. Concordando com isso, Silva et al., (2011) encontraram produção máxima de 25,67 kg para a cultivar Menina Brasileira e 13,70 kg para a cultivar e Piramoita, quando aplicados 90 kg de nitrogênio por hectare,

Para atingir a média de produção de 1,1 kg por parcela é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 1.020 °C (Figura 1). Para chegar na produção máxima de 2,7 kg, sem conduzir o ciclo completo, é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

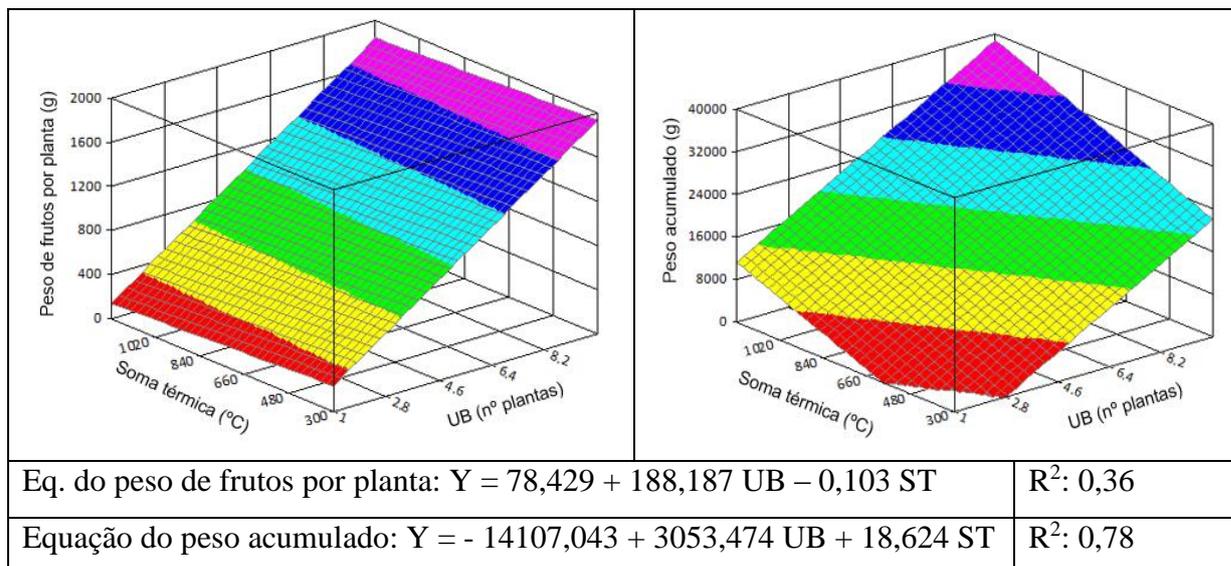
Figura 1 – Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura da abobrinha italiana no cultivo de verão/outono em estufa plástica.



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = unidade Base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Para atingir a média de produção de 5,6 kg por parcela, é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 950 °C (Figura 2). Para chegar na produção máxima de 8,9 kg, sem conduzir o ciclo completo, é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

Figura 2 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura da abobrinha italiana no cultivo de primavera/verão em estufa plástica.



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Para o cultivo de verão/outono, observou-se que a produção apresenta uma tendência crescente durante o ciclo de cultivo (Figura 1), ou seja, houve um acréscimo de produção com o desenvolvimento da cultura. Enquanto no cultivo de primavera/verão, a produção teve uma tendência decrescente durante o ciclo de cultivo (Figura 2), mostrando um decréscimo de produção conforme a cultura foi se desenvolvendo. Essa diferença de comportamento pode ser explicada pelo fato de que a frequência de colheita foi menor no cultivo de verão/outono, sendo feita, em média, uma a cada três dias, permitindo assim, um maior desenvolvimento dos frutos. Já no cultivo de primavera/verão, a frequência foi inferior a dois dias, chegando em diversos momentos do ciclo a apresentar colheitas diárias, portanto, os frutos tinham um período de tempo menor para se desenvolver. Ademais, o acúmulo térmico diário é maior na época da primavera/verão, e se a frequência de colheitas fosse menor, alguns frutos poderiam passar do ponto ideal de colheita e conseqüentemente serem perdidos, reduzindo a produção total.

O coeficiente de determinação R^2 aumentou quando se trabalhou com o peso acumulado, mostrando um maior potencial explicativo das equações. Isso pode ser explicado pela redução no número de valores nulos no banco de dados quando comparado ao peso de frutos por planta, assim, reduzindo a variabilidade no banco de dados. Para

peso de frutos por planta no verão/outono, 45,0% dos valores eram nulos, quando as colheitas foram agrupadas, esse valor reduziu para 13,64%. Para peso de frutos por planta na primavera/verão, 28,96% dos valores eram nulos, número que reduziu para 4,36% quando agrupadas as colheitas. Esses resultados concordam com os apresentados por Carpes et al., (2010) que mostraram que a redução dos valores nulos, consequentes do agrupamento de parcela e/ou colheitas, reduz a variabilidade experimental para a cultura da abobrinha italiana.

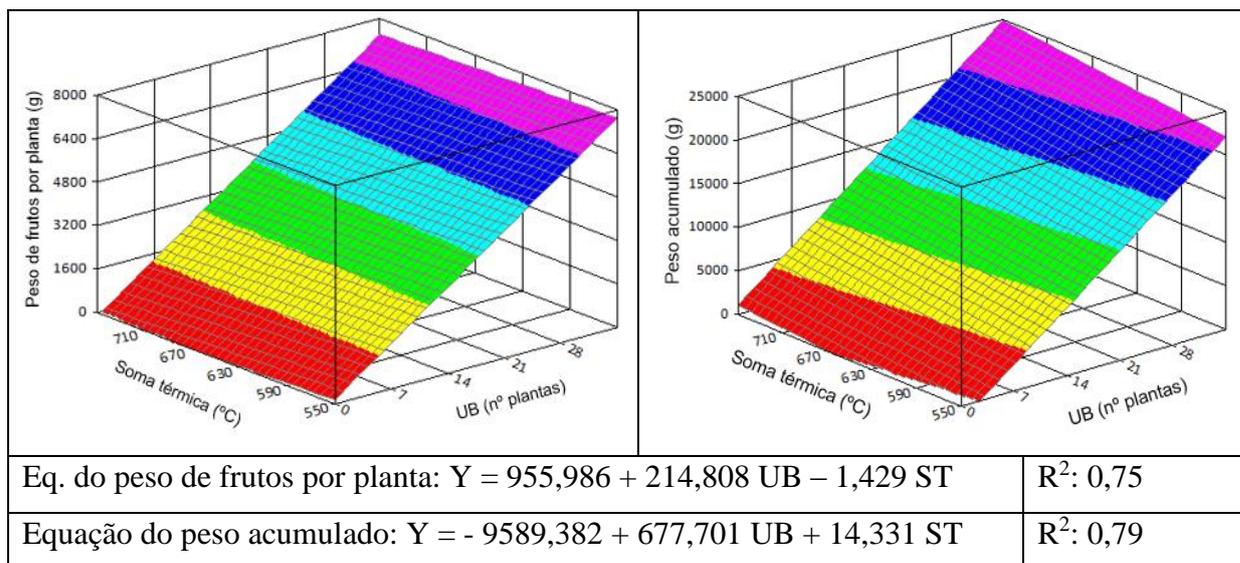
4.2 PIMENTÃO

A cultura do pimentão apresentou uma média produtiva por parcela de uma planta durante todo o ciclo de 1,1 kg no verão/outono e 1,3 kg na primavera. A baixa produtividade no cultivo de verão/outono pode ser explicada pelo fato que no outono, a disponibilidade de energia solar foi baixa. Já a produção no cultivo de primavera, não expressou todo potencial por enfrentar períodos onde ocorreram 4-5 dias seguidos onde a temperatura média ficou acima dos 30 °C. Apesar do cultivo de primavera apresentar uma colheita a menos, comparada ao cultivo em verão/outono, sua produção foi maior. Isso se deve ao fato das colheitas serem realizadas na época de maior disponibilidade de energia solar em Santa Maria. Brunet et al., (2015) afirmou que o cultivo nas épocas mais frias causa mais heterogeneidade na produção, devido as variações de temperatura e intensidade luminosa no interior da estufa aumentando a variabilidade do crescimento dos frutos. Lima et al. (2012) encontrou produção máxima de 1,7 kg para a cultura do pimentão Konan R quando irrigados com lâmina de 435,73 mm.

A parcela de uma planta com maior produção, teve um peso de 2,5 kg para o cultivo verão/outono e 3,3 kg para o cultivo de primavera, mostrando que a cultura tem um potencial produtivo superior à média do experimento.

Para atingir a média de produção de 1,1 kg por parcela é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 685 °C (Figura 3). Para chegar na produção máxima de 2,5 kg, sem conduzir o ciclo completo, é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

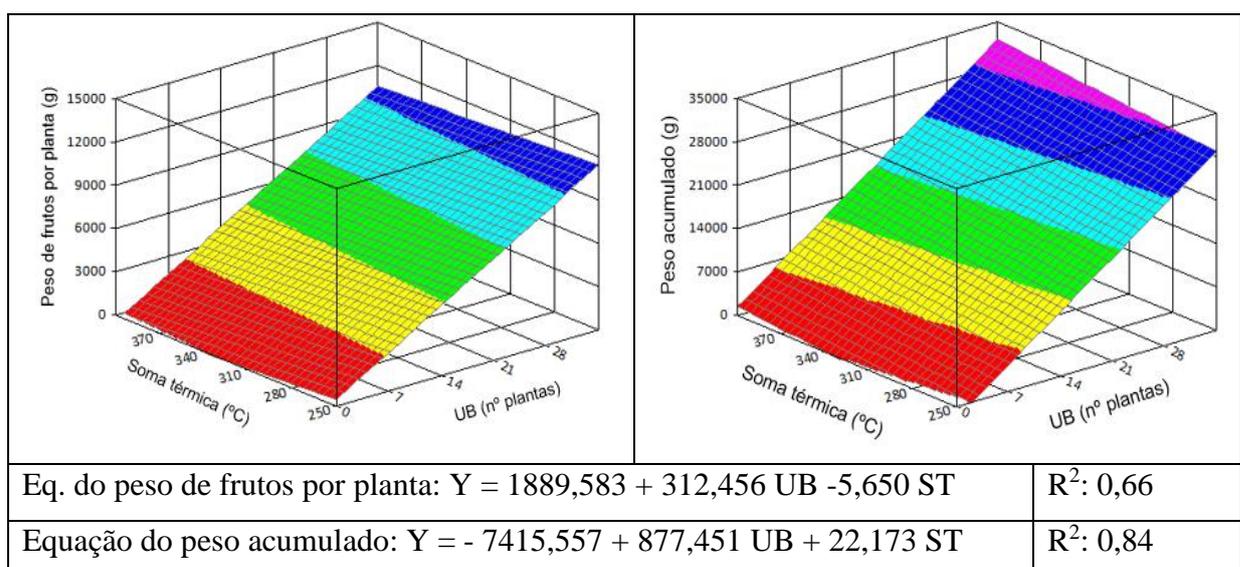
Figura 3 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do pimentão no cultivo de verão/outono em estufa plástica.



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Para atingir a média de produção de 1,3 kg por parcela, é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 310 °C (Figura 4). Para chegar na produção máxima de 3,3 kg, sem conduzir o ciclo completo, é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

Figura 4 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do pimentão no cultivo de primavera em estufa plástica.



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Para o cultivo de verão/outono, vemos que a produção se mantém constante durante todo o ciclo (Figura 3), esse comportamento pode ser explicado devido ao fato de o período produtivo ter se encontrado em faixas de temperatura de 20 °C, consideradas ideais para o desenvolvimento da cultura, o que permitiu um desenvolvimento semelhante durante todo o ciclo de cultivo. Entretanto, o cultivo de primavera, apresentou uma tendência decrescente de produção durante o ciclo de cultivo (Figura 4), e esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que no início da primavera a temperatura estava na faixa ideal, permitindo um bom desenvolvimento da planta, porém, quando as temperaturas começam a aumentar, passando dos 30°C na parte final do ciclo, o pimentão começou a reduzir sua produção.

O coeficiente de determinação R^2 aumentou quando se trabalhou com o peso acumulado, mostrando um maior potencial explicativo das equações. Isso pode ser explicado pela redução significativa no número de valores nulos no banco de dados quando comparado ao peso de frutos por planta. Para o peso de frutos por planta no verão/outono, 20,6% dos valores eram nulos, quando as colheitas foram agrupadas, esse valor reduziu para 5,2%. Para peso de frutos por planta na primavera, 24,0% dos valores eram nulos, número que reduziu para 7,3% quando agrupadas as colheitas. Esses resultados também concordam com os apresentados por Benz e Lúcio, (2016) que mostraram que a redução dos valores nulos consequentes do agrupamento de parcela e/ou colheitas reduz a variabilidade experimental para a cultura do pimentão.

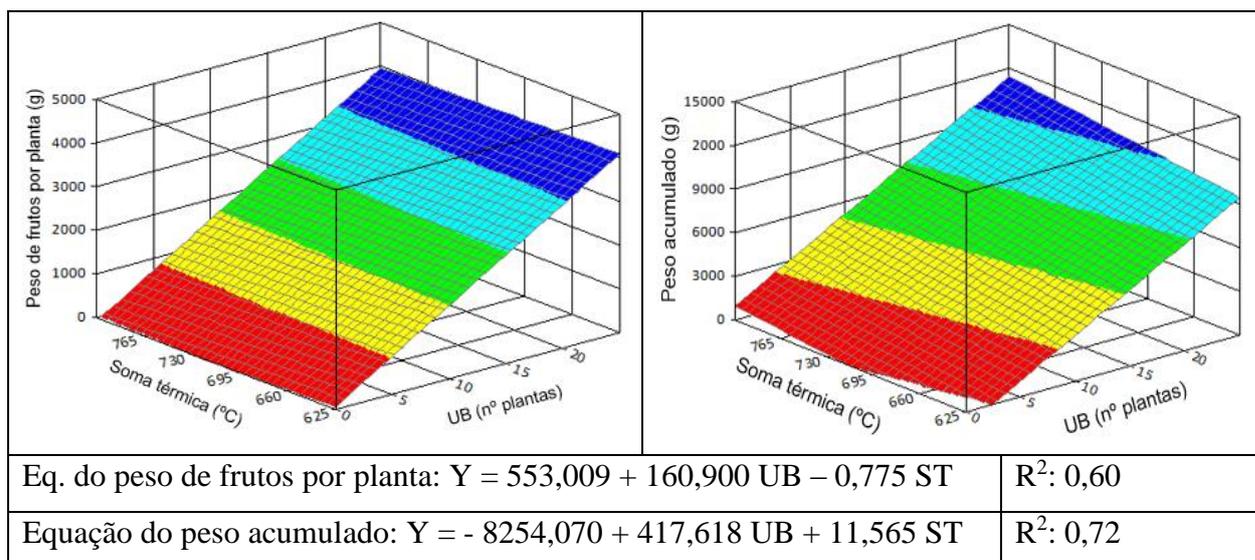
4.3 FEIJÃO-DE-VAGEM

A cultura do feijão-de-vagem apresentou uma média produtiva por parcela de duas plantas durante todo o ciclo no cultivo de outono/inverno de 0,65 kg, 0,55 kg e 0,85 kg para os cultivos em campo, estufa e túnel respectivamente, já para a época primavera/verão essa média foi de 0,95 kg e 1,03 kg para cultivo em campo e túnel respectivamente. Apesar da época outono/inverno apresentar uma colheita a mais em todos os experimentos, a média foi inferior comparada a primavera/verão. Isso pode ser explicado pelo fato de que o feijão-de-vagem demandar temperaturas mais elevadas, entre 18 °C e 30 °C para seu desenvolvimento e quando a temperatura começou a diminuir com a chegada do inverno, ficando abaixo dos 15 °C seu desenvolvimento reduziu e, conseqüentemente, a produção foi menor.

A parcela de duas plantas com maior produção, teve um peso de 1,41 kg, 1,56 kg e 1,68 kg para os cultivos em campo, estufa e túnel respectivamente para a época de outono/inverno, e de 1,78 kg e 2,11 kg para cultivo em campo e túnel respectivamente na primavera/verão, mostrando que a cultura tem um potencial produtivo superior à média do experimento.

Para atingir as médias de produção de 0,65 kg, 0,55 kg e 0,85 kg por parcela para campo, estufa e túnel, é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 770 °C (Figura 5), 780 °C (Figura 6) e 760 °C (Figura 7) respectivamente. Para chegar na produção máxima de 1,41 kg, 1,56 kg e 1,68 kg para as três formas de cultivo, sem conduzir o ciclo completo, é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

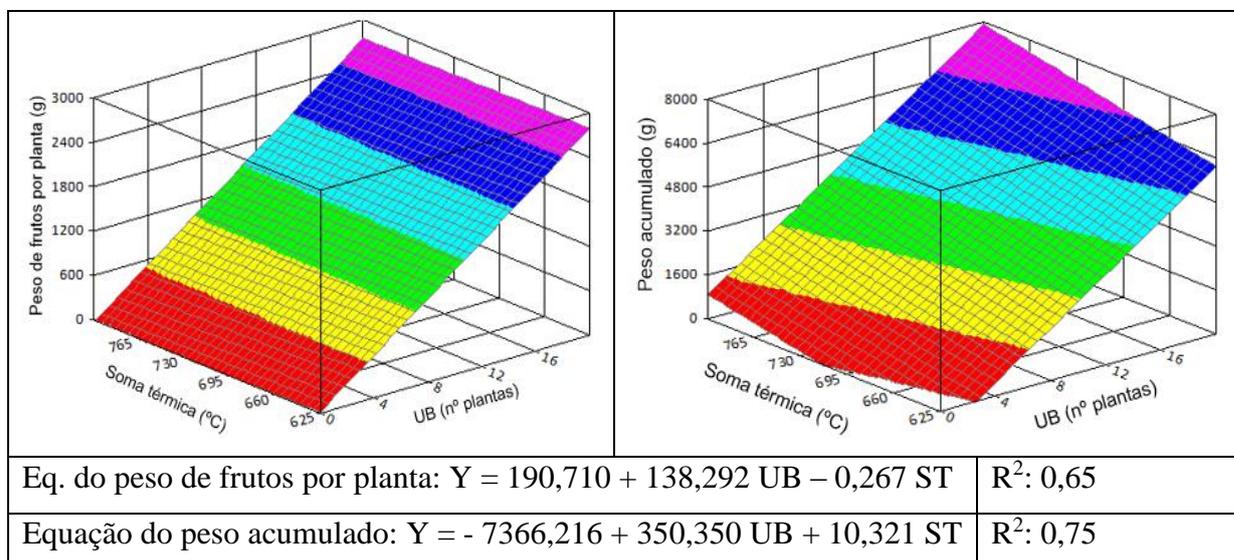
Figura 5 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de outono/inverno a campo.



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

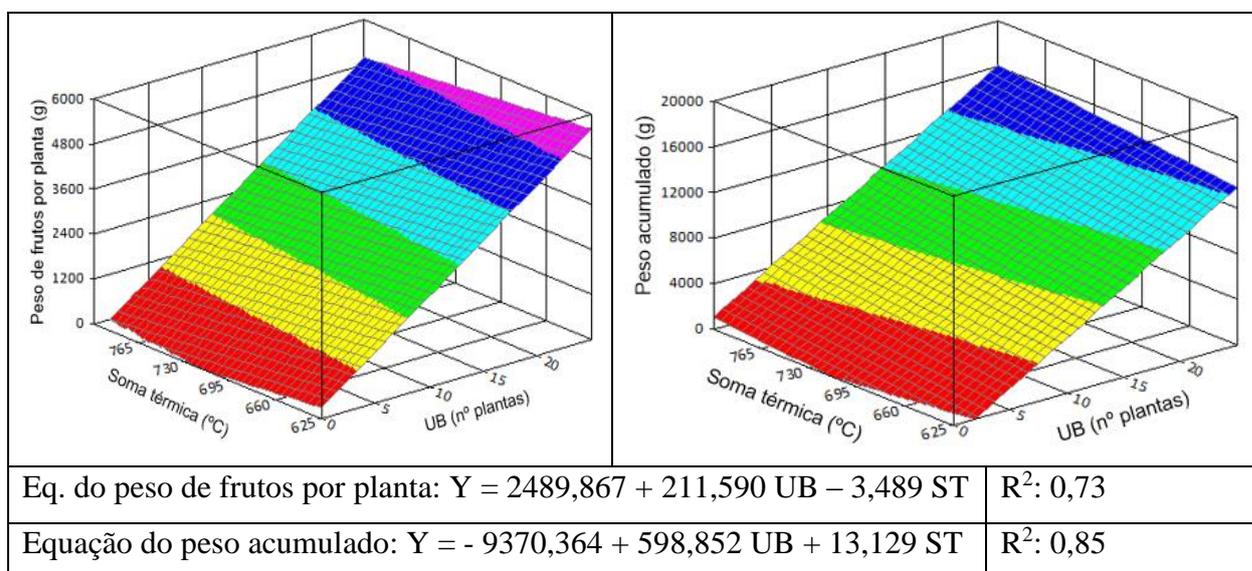
Para atingir as médias de produção de 0,95 kg e 1,03 kg por parcela a campo e túnel, é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 1.170 °C (Figura 8) e 1.000 °C (Figura 9) respectivamente. Para chegar na produção máxima de 1,78 kg e 2,11 kg para as duas formas de cultivo, sem conduzir o ciclo completo, é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

Figura 6 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de outono/inverno em estufa plástica.



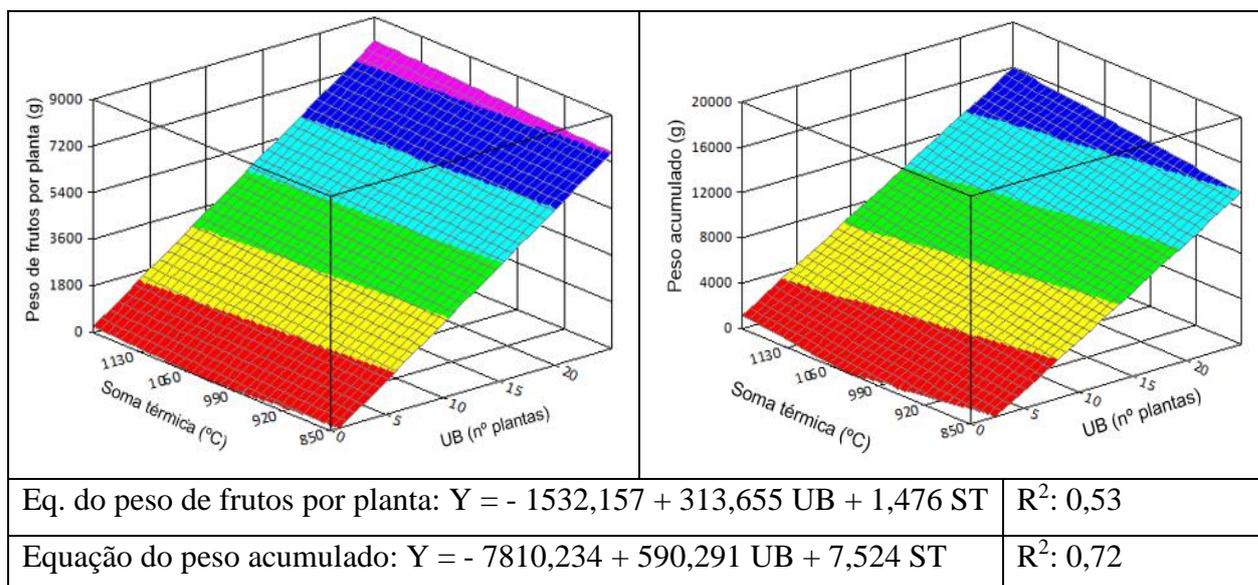
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Figura 7 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de outono/inverno em túnel alto.



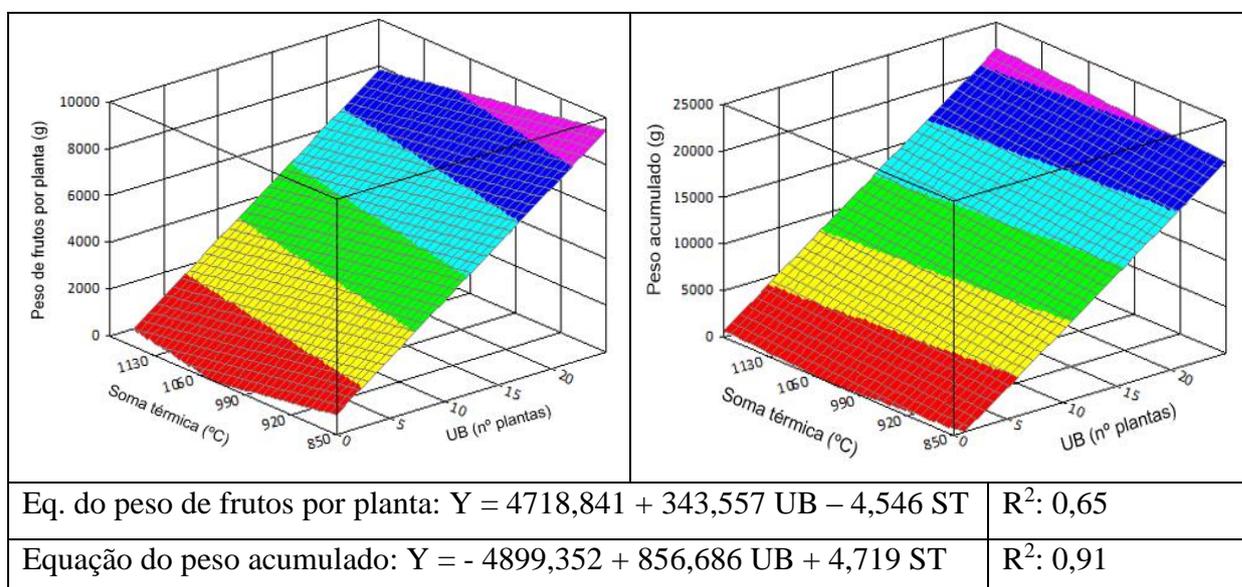
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Figura 8 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de primavera/verão a campo.



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Figura 9 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do feijão de vagem no cultivo de primavera/verão em túnel alto.



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Para o cultivo de outono/inverno a produção apresenta uma tendência de menores produções no meio do ciclo para o cultivo a campo (Figura 5). Já em estufa ocorreu uma

constância na produção durante o ciclo todo (Figura 6) e para o cultivo em túnel, ocorreu uma tendência decrescente de produção (Figura 7). Para o cultivo de primavera/verão, a produção apresenta uma tendência de menores produções no meio do ciclo para o cultivo a campo (Figura 8), enquanto a produção em túnel apresentou tendências decrescentes ao longo do ciclo (Figura 9). Devido as colheitas terem sido realizadas no mesmo dia para os ensaios em sua dada época, atribui-se essa variabilidade produtiva ao sistema de cultivo e as variações climáticas que influenciam em cada sistema. Gomes et al., (2016) avaliaram as variáveis produtivas do feijão-de-vagem arbustivo no cultivo a campo nas cidades de Londrina e Tamarana, eles observaram que o desempenho produtivo depende do genótipo e do ambiente. Já Santos et al. (2012a) observaram que variações de temperatura e radiação solar global incidente para limites críticos, inflacionam a variabilidade aumentando os casos de heterogeneidade de variâncias, mostrando a sensibilidade das culturas olerícolas as variações climáticas.

O coeficiente de determinação R^2 aumentou quando se trabalhou com o peso acumulado, mostrando um maior potencial explicativo das equações. Isso pode ser explicado pela redução significativa no número de valores nulos no banco de dados quando comparado ao peso de frutos por planta. No outono/inverno para peso de frutos por planta, 0,88% dos valores eram nulos para cultivo a campo, 3,01% em estufa e 0,26% em túnel alto, quando as colheitas foram agrupadas, esses valores reduziram para 0,26%, 1,9% e 0,09% respectivamente. Na primavera/verão 2,3% dos valores eram nulos para o cultivo a campo e 1,87% em túnel alto, quando as colheitas foram agrupadas, esses valores reduziram para 2,10% e 0,47% respectivamente. Esse menor número de valores nulos é esperado para a cultura do feijão-de-vagem, pois uma planta pode produzir muitas vagens que apresentam maturação inconstante, tendo assim vagens aptas a serem colhidas durante todo o ciclo produtivo. Apesar da redução dos valores nulos ser menor, comparada as demais culturas, Santos et al., (2012a) mostraram, também, que o agrupamento de colheitas reduz a variabilidade em experimentos com feijão-de-vagem.

4.4 CULTURA DA BERINJELA

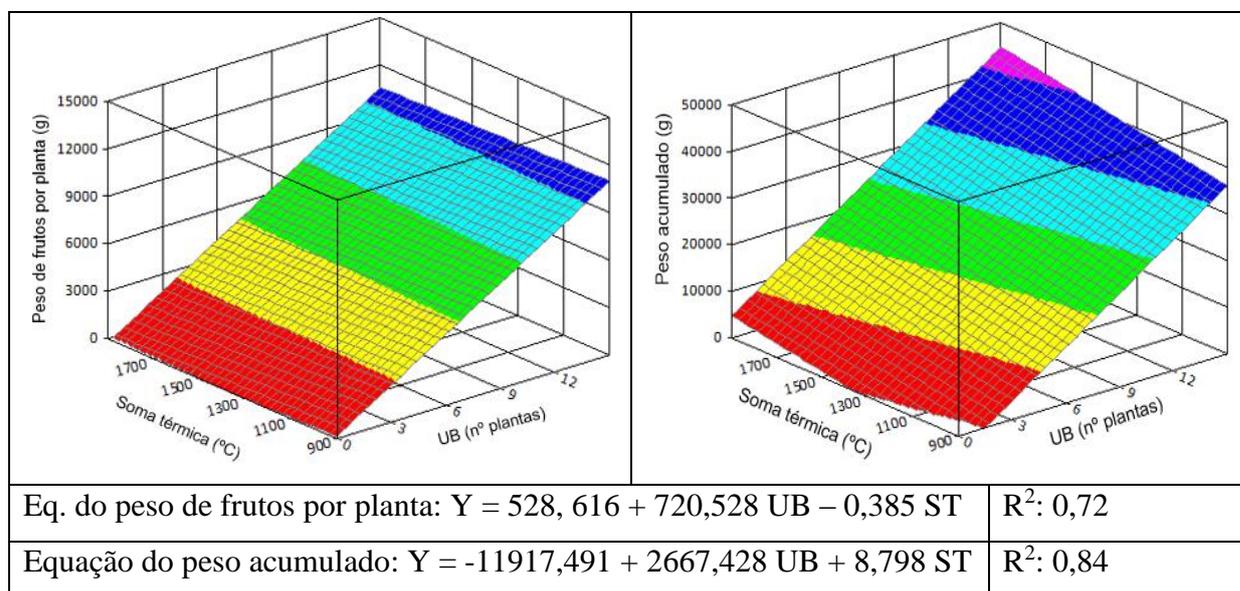
A cultura da berinjela apresentou uma média produtiva por parcela de uma planta durante todo o ciclo de 4,36 kg no túnel 1 e 4,32 kg no túnel 2. Essa semelhança na média

pode ser explicada pelo fato de que o cultivo foi feito de forma homogênea entre os túneis, e os tratos culturais foram os mesmos. Bilibio et al., (2010) obtiveram produtividade média de 3,1 kg por planta de berinjela do híbrido Nápoli ao avaliar cinco diferentes lâminas de irrigação.

A parcela de uma planta com maior produção teve um peso de 7,24 kg para o túnel 1 e 8,01 kg para o túnel 2, mostrando que a cultura tem um potencial produtivo superior à média do experimento.

Para atingir a média de produção de 4,36 kg e 4,32 kg por parcela é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 1.750 °C (Figuras 10 e 11). Para chegar nas produções máximas de 7,24 kg e 8,01 kg, sem conduzir o ciclo completo é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

Figura 10 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura da berinjela no cultivo de primavera/verão no túnel 1.

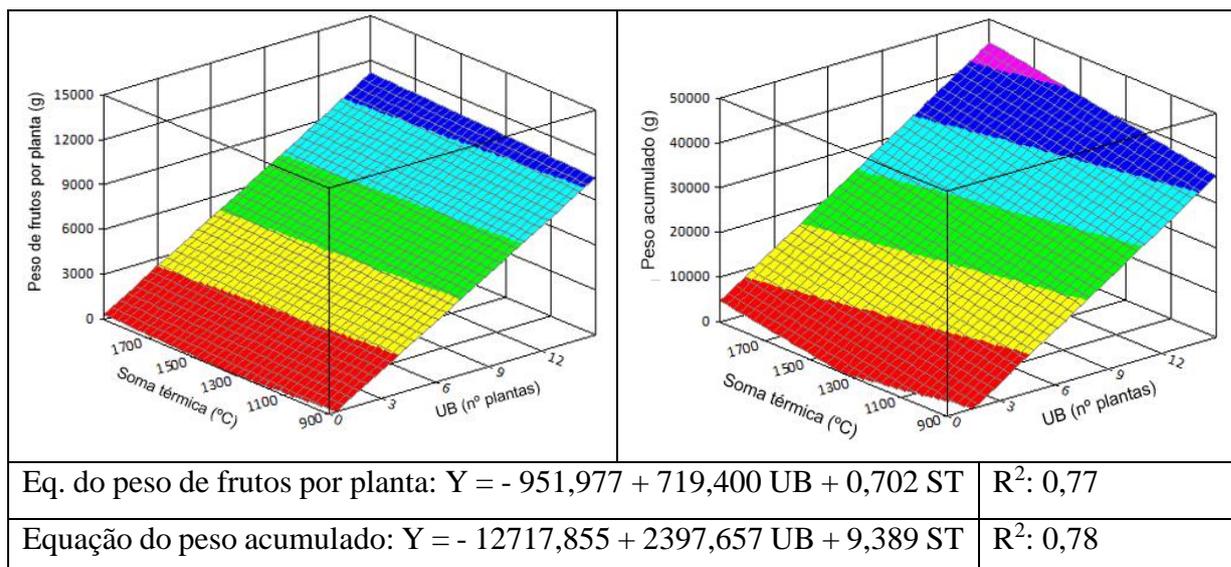


Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Para ambos os túneis a produção apresenta uma certa estabilidade produtiva com pequenas variações no decorrer do ciclo. Porém, observou-se uma pequena tendência de menores produções no meio do ciclo (Figuras 10 e 11) e isso pode ter ocorrido pelo fato de que as plantas tiveram uma boa produção no início do ciclo sendo necessário a

realização de colheitas mais frequentes. Essa situação pode ter causado uma redução na produção em um determinado ponto do ciclo. Entretanto, as últimas colheitas foram realizadas com um espaçamento maior de tempo, o que permitiu um novo acréscimo de produção.

Figura 11 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura da berinjela no cultivo de primavera/verão no túnel 2.



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

O coeficiente de determinação R^2 aumentou quando se trabalhou com o peso acumulado, mostrando um maior potencial explicativo das equações. Isso pode ser explicado pela redução significativa no número de valores nulos no banco de dados quando comparado ao peso de frutos por planta. Para peso de frutos por planta no túnel 1, 11,21% dos valores eram nulos, quando as colheitas foram agrupadas, esse valor reduziu para 0,20%. Para peso de frutos por planta no túnel 2, 10,30% dos valores eram nulos, número que reduziu para 2,02% quando agrupadas as colheitas, possibilitando uma redução da variabilidade e melhor confiabilidade dos dados.

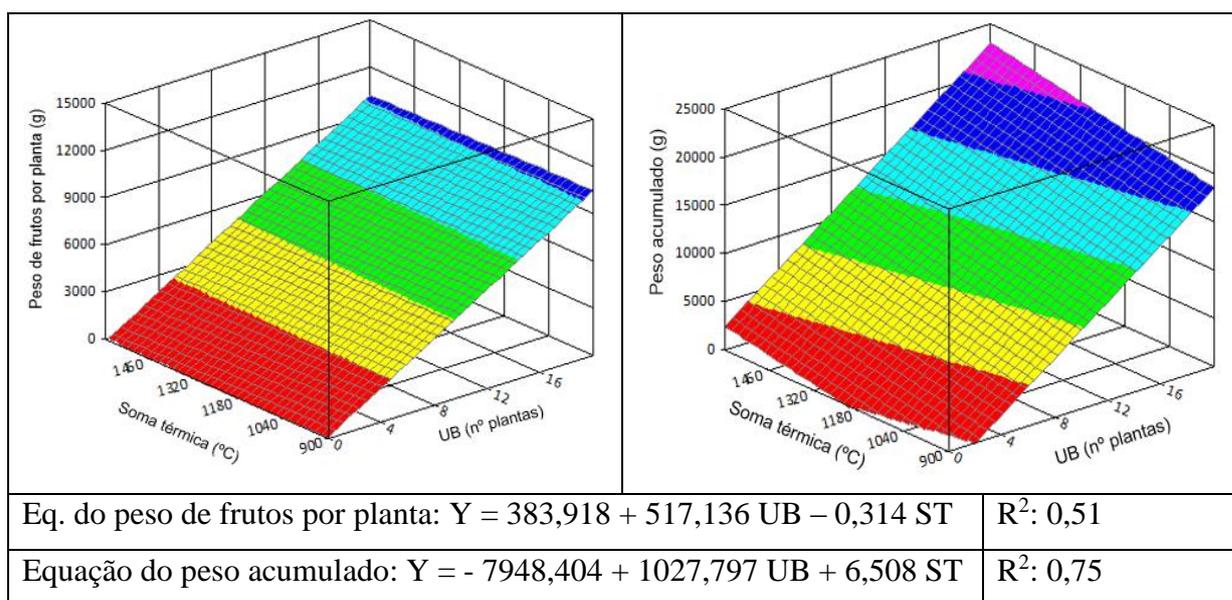
4.5 TOMATE CEREJA

A cultura do tomate cereja apresentou uma média produtiva por parcela de uma planta durante todo o ciclo de 1,55 kg na estufa de 250 m²e 1,59 kg na estufa de 200 m². Essa semelhança na média obtida pode ser explicada pelo fato de que o cultivo foi feito de forma homogênea para as duas estufas e os tratos culturais foram os mesmos. Gusmão, Gusmão e Araújo (2006) encontraram média produtiva em ambiente protegido de 7,51, 6,14, 6,54 e 5,59 kg m⁻² para as cultivares de tomate cereja “Gisela”, “Mascot”, “Sweet Million” e “Cheri” respectivamente, em diferentes substratos.

A parcela de uma planta com maior produção teve um peso de 3,54 kg para a estufa de 250 m²e 3,02 kg para a estufa de 200 m², mostrando que a cultura tem um potencial produtivo superior à média do experimento.

Para atingir a média de produção de 1,55 kg por parcela é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 1.470 °C (Figura 12). Para chegar na produção máxima de 3,54 kg, sem conduzir o ciclo completo é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

Figura 12 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do tomate cereja no cultivo de primavera/verão na estufa de 250 m².

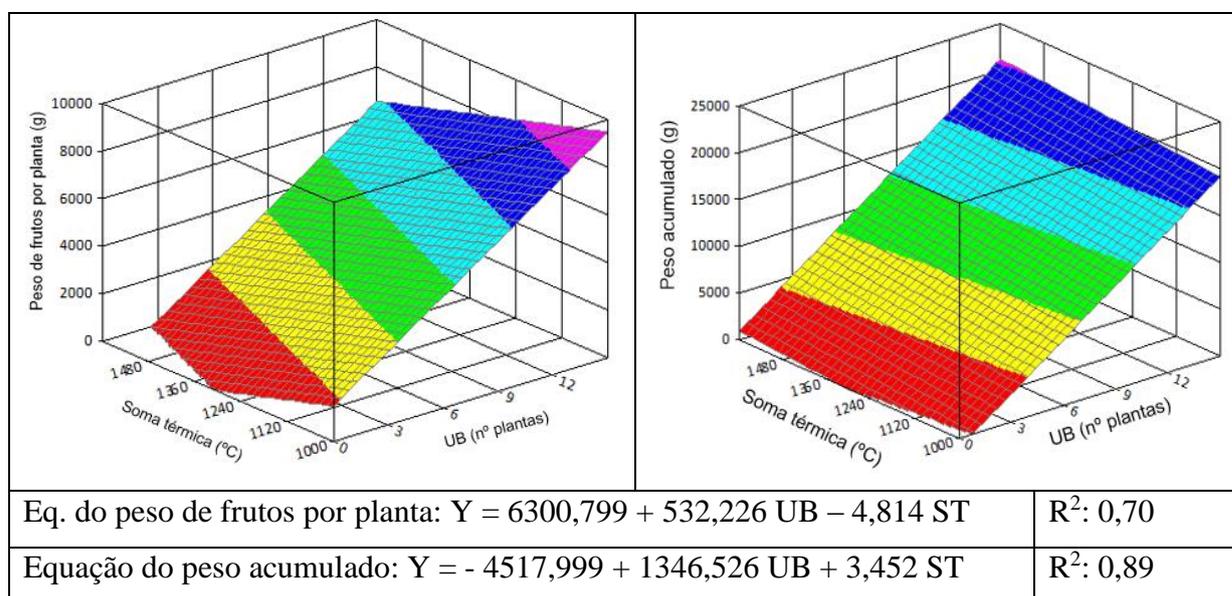


Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

Para atingir a média de produção de 1,59 kg por parcela, é necessário conduzir a cultura até aproximadamente um acúmulo de 1.500 °C (Figura 13). Para chegar na produção máxima de 3,02 kg, sem conduzir o ciclo completo, é necessário um agrupamento de parcelas, dessa forma, quanto mais plantas forem agrupadas na parcela, em um menor período do ciclo é possível chegar a essa produção.

Para o cultivo na estufa de 250 m² ocorreu uma constância na produção durante o ciclo todo (Figura 12). Para o cultivo na estufa de 200 m² a produção apresenta uma tendência crescente durante o ciclo de cultivo (Figura 13). Mesmo com condução semelhante em ambas as estufas, o comportamento foi diferente, e isso pode ser explicado pela alta variabilidade produtiva das culturas olerícolas de múltiplas colheitas. Carpes et al., (2010) mostram uma elevada variabilidade em abobrinha italiana. Enquanto Lúcio et al., (2016a) apontaram uma grande variabilidade para a cultura do tomate cereja.

Figura 13 - Representação gráfica do modelo de regressão linear de primeiro grau para Peso de frutos por planta e Peso acumulado da cultura do tomate cereja no cultivo de primavera/verão na estufa de 200 m².



Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação.

O coeficiente de determinação R^2 aumentou quando se trabalhou com o peso acumulado, mostrando um maior potencial explicativo das equações. Isso pode ser explicado pela redução significativa no número de valores zero no banco de dados quando comparado ao peso de frutos por planta. Para peso de frutos por planta na estufa de 250

m² 5,38% dos valores foram zero, quando as colheitas foram agrupadas, esse valor reduziu para 3,56%. Para peso de frutos por planta na estufa de 200 m² 2,35% dos valores foram zero, número que reduziu para 0,47% quando agrupadas as colheitas. Esse menor número de valores zero é esperado para do tomate cereja, pois uma planta pode produzir muitos cachos com inúmeros frutos, que apresentam maturação desuniforme, permitindo a existência de frutos aptos a serem colhidos durante todo o ciclo produtivo. Apesar da redução dos valores zero ser menor, comparada as demais culturas, Lúcio et al., (2016a) mostraram que o agrupamento de colheitas reduz a variabilidade para a cultura do tomate cereja.

5 CONCLUSÕES

Com a utilização do modelo de regressão linear de primeira ordem é possível estimar a produção de frutos das culturas da abobrinha italiana, pimentão, feijão-de-vagem, berinjela e tomate cereja com base na relação entre o tamanho da parcela do ensaio e a soma térmica acumulada durante o ciclo produtivo.

A combinação de tamanho de parcela e soma térmica para a estimativa de produção de fruto variou entre as culturas de acordo com as estações do ano e ambientes de cultivo.

6 REFERÊNCIAS

ALVARES C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. **Brazilian Vegetable Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. p.88, 2014.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. **Brazilian Vegetable Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. p.13, 2017.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA – AGRIANUAL. **Feijão**. São Paulo: FNP, 2010.p. 318-323, 2010.

ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL. Retrospectiva 2015 e perspectivas 2016. **Hortifruti Brasil**. p.12-16, 2016.

ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL. Retrospectiva 2017 e perspectivas 2018. **Hortifruti Brasil**. p.10-50, 2018.

ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **American Society for Horticultural Science**, Boston, v.76, p. 682-692, 1960.

ASCARI, J. P. et al. Levantamento de doenças da cultura da berinjela em assentamento rural no município de Tangará da Serra/MT. **Nucleus**, v.13, n.1, p.205-214, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS – ABCSEM. Mapeamento e Quantificação da Cadeia Produtiva das Hortaliças. Brasília – CNA, p.1-79, 2017.

ÁVILA, A. C.; REIS, A. Doenças do meloeiro (*Cucumis melo*) causadas por vírus. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, Ed. 1, p. 1-7, 2007. (Circular Técnica, 54).

BENZ, V.; LÚCIO A. D. Aleatoriedade da produção entre parcelas em experimentos de pimentão e feijão-de-vagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.6, p.3835-3846, 2016.

BERNARDES, C. B. et al. Plastocrono da abobrinha italiana (*Curcubita pepo* L.) durante o desenvolvimento vegetativo em diferentes substratos. **XVIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Recife, 2014.

BILIBIO, C. et al. Função de produção da berinjela irrigada em ambiente protegido. *Irriga*, Botucatu, v.15, n.1, p.10-22, 2010.

BRUNES, R. R. et al. Relações entre caracteres de pimentão provenientes de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.8, n.3, p.108-118, 2015.

BRUNINI, O. et al. Temperatura base para alface “White Boston”, em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, v.85, n.19, p.214-219, 1976.

CARINI, F. Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do tomateiro sob uma perspectiva de baixo impacto ambiental. 2016. 99 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2016.

CARPES, R. H. et al. Ausência de frutos colhidos e suas interferências na variabilidade da fitomassa de frutos de abobrinha italiana cultivada em diferentes sistemas de irrigação. **Revista Ceres**. Viçosa, v.55, n.6 p.590-595, 2008.

CARPES, R. H. et al. Variabilidade produtiva e agrupamentos de colheitas de abobrinha italiana cultivada em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p.294-301, 2010.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, A. D.; PEREIRA, J. B. A. Ajuste de modelos para estimativa do índice de área foliar e acúmulo de biomassa do pimentão em função de graus-dias. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.3, p.971-982, 2011.

CARVALHO, J. de A. et al. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela. (*Solanum melongena* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.320-327, 2004.

CATELLANE P. D.; CARVALHO N. M. Feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.): cultivo e produção de sementes. FUNEO/FCAV, Jaboticabal, p. 60, 1988.

DELGADO-GONZALEZ, J. El cultivo de calabacín en el Levante de Almería. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Instituto la Rural 3, p. 55-98, 1999.

DIEZ NICLOS, J. Tipos varietales. In: **Nuez, F. (Coord.) El cultivo del tomate.** Madrid: Mundi Prensa, p.93-129, 1995.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB. p.306, 1994. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

EL SAIED, H. M. Chemical composition of sweet and hot pepper fruits grown under plastic house conditions. **Egyptian Journal of Horticulture**, v.22, n,1, p.11-18, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasileira, ed.3, p.353, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA HORTALIÇAS (EMBRAPA). Brasília: Catálogo brasileiro de hortaliças, p.60, 2010.

FERNANDES, et al., Otimização do processo de extração e caracterização química de pectina de cenoura. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v.26, n.2, p.114-122, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, p. 421, 2013.

FONSECA, A. F. A. da. et al. Avaliação do comportamento de cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA, p. 6, 1986.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.94-99, 2005.

GARCIA, A. C. Supressão e frequência da irrigação na cultura da abobrinha. 2015. 66 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2015.

GILMORE, E. C. Jr.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p.611- 615, 1958.

GOMES, G. R. et al. Desempenho produtivo de genótipos de feijão-vagem arbustivo em dois ambientes. **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v.7, n.2, p.85-92, 2016.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.; ARAÚJO, J. A. C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.431-436, 2006.

GUSMÃO, S. A. L. et al. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo "cereja" em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.572-573, 2000.

HAESBAERT, F.M. et al. Tamanho de amostra para experimentos com feijão-de-vagem em diferentes ambientes. **Ciência Rural**, v.41, p.38-44, 2011.

HOLCMAN, E.; SENTELHAS, P. C.; MELLO, S. C. Cherry tomato yield in greenhouses with different plastic covers. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS, v.47, n.10, 2017.

JENKINS, J. A. The origin of the cultivar tomato. **Economic Botany**, v. 2, p. 379-392, 1948.

KISH, A. J.; OGLE, W. L. Improving the heat unit system in predicting maturity date of snap beans. **Hortscience**, Virginia, v.15, n.2, p.140-141, 1980.

LENUCCI, M. et al. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v.54, n.7, p.2606-2613, 2006.

LEÓN, J. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica: IICA, p.487, 1987.

LIMA, E. M. C. Produção de pimentão cultivado em ambiente protegido e submetido a diferentes lâminas de irrigação. *Revista Agrotecnológica*, Anápolis, v.3, n.1, p.40-56, 2012.

LIMA, L. A. et al. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. *Agro@mbiente*, Roraima, v.9, n.1, p.27-34, 2015.

LORENTZ, L. H.; LÚCIO A. D. Tamanho e forma de parcela para pimentão em estufa plástica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.8, p.2380-2387, 2009.

LÚCIO, A. D. et al. Estimativa de parâmetros para o planejamento de experimentos com a cultura do pimentão em área restrita. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.4, p.766-770, 2004.

LÚCIO, A. D. et al. Estimativa do tamanho de parcela para experimentos com alface. *Horticultura Brasileira*, v.29, n.4, p.510-515, 2011.

LÚCIO, A. D. et al. Modelos não-lineares para a estimativa da produção de tomate do tipo cereja. *Ciência Rural*, Santa Maria – RS, v.46, n.2, p.233-241, 2016b.

LÚCIO, A. D. et al., Heterocedasticidade entre fileiras e colheitas de caracteres produtivos de tomate cereja e estimativa do tamanho de parcela. *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, v.34, n.2, p.223-230, 2016a.

LÚCIO, A. D.; BENZ, V. Accuracy in the estimates of zucchini production related to the plot size and number of harvests. *Ciência Rural*, Santa Maria – RS, v.47, n.1, 2017.

MAROUELLI, W. A. et al. Irrigação na cultura da berinjela. Brasília: Embrapa Hortaliças, Ed. 1, p. 1-25, 2014. (Circular Técnica, 135).

MARTINEZ, P. F. The influence of environmental conditions of mild winter climate on the physiological behavior of protected crops. *Acta Horticulturae*, v.357, p.29-41, 1994.

MONTEIRO, M. et al. Absorção de nutrientes por mudas de pimentão micorrizado cultivado em substrato com pó de coco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.95-101, 2009.

MOREIRA, R. M. P. et al. Potencial agronômico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.1051-1060, 2009.

MORENO, L. S. B. et al. Base temperature determination of tropical *Panicum spp.* grasses and its effects on degree-day-based models. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.186, p.26-33, 2014.

MOURA, J. Z. et al. Escala de desenvolvimento fenológico e exigência térmica associada a graus – dia do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.3, p.66-71, 2012.

NOGUEIRA, D. W. Seleção assistida com uso de marcador molecular para resistência a potyvírus em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.7, p.955-963, 2012.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Absorção de nutrientes em mudas de berinjela cultivadas em pó de coco verde. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 02, p. 139- 143, 2009.

OLIVEIRA, I. T.; LOPES, C. A.; MOURA, A. B. Fruit yield and bacterial wilt symptoms on eggplant genotypes grown in soil infested with *Ralstonia solanacearum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.453-457, 2014.

PALARETTI, et al. Soma térmica para o desenvolvimento dos estádios do tomateiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.6, n.3, p.240-246, 2012.

PARANAIBA, P. F.; FERREIRA, D. F.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Brasil Bioma**, São Paulo, v.27, n.2, p.255-268, 2009.

PEIL, R. M. N.; ALBUQUERQUE NETO A. A. R.; ROMBALDI C. V. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja em sistema fechado de cultivo em substrato. **Horticultura Brasileira**. v.32, n.2, p.234-240, 2014.

PEREIRA, A. V.; OTTO, R. F.; REGHIN, M. Y. Respostas do feijão-vagem cultivado sob proteção com agrotêxtil em duas densidades de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasileira, v.21, n.3, p.564-569, 2003.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciência e tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p. 186-192, 2007.

PIVETTA, C. R. et al. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p.1274-1280, 2007.

PRELA, A.; RIBEIRO, A. M. A. Determinação de graus-dia acumulados e sua aplicação no planejamento do cultivo de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) para Londrina-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Londrina, v. 10, n. 01, p. 83-86, 2002.

PURQUERIO, L. F. V. Tecnologias e tendências para a adubação e nutrição de hortaliças. **Horticultura Brasileira** v.28, n.2, p77-84, 2010.

RIBEIRO, C. S. C.; BRUNE, S.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.). Brasília: **EMBRAPA-CNPQ**, p.23, 1998. (Instrução Técnicas nº 15).

RICK, C. M. **Tomato paste**: A concentrated review of genetic highlights from the beginning to the advent of molecular genetics. *Genetics*. 128: 1-5p. 1991.

RICK, C. M.; HOLLE, M. Andean *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*: genetic variation and its evolutionary significance. **Economic Botany** v.44, p.69-78 1990.

ROCHA, A. Tomates-cereja: aumento de consumo e crescimento no mercado. **Portal Agropecuário**, 2013. Disponível em <http://www.portalagropecuario.com.br/agricultura/horticultura/tomates-cereja-aumento-de-consumo-e-crescimento-no-mercado/>. acesso em: 10 de junho de 2016.

ROCHA, P. R. R. et al. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.2, p9-17, 2011.

RYLSKI, I. et al. Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. **Acta Horticulturae**, v.366, p.45-55, 1994.

SANTIAGO, E. J. P. et al. Condições microclimáticas proporcionadas por tela de sombreamento no cultivo do tomate cereja. **Agrometeoros**, Passo Fundo – RS, v.25, n.1, p.153-161, 2017.

SANTOS, D. et al. Aleatoriedade e variabilidade produtiva de feijão-de-vagem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1147-1154, 2012a.

SANTOS, D. et al. Efeito de vizinhança e tamanho de parcela em experimentos com culturas olerícolas de múltiplas colheitas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.4, p.257-264, 2014.

SANTOS, D. et al. Tamanho ótimo de parcela para a cultura do feijão-vagem. **Ciência Agrônômica**. Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 119-128, 2012b.

SCHWERTNER, D. D.; LÚCIO A. D.; CARGNELUTTIFILHO, A. Size of uniformity trials for estimating the optimum plot size for vegetables. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista – BA, v.33, n.3, p.388-393, 2015.

SILVA, B. A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo protegido: Em busca de mais eficiência produtiva! **Hortifruti Brasil** p. 10-18, 2014.

SILVA, L. V. et al. Doses de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de abobrinha no município de Aquidauana-MS. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.6, n.3, p.447-451, 2011.

SILVA, P. A. et al. Sistemas de condução na produção comercial de tomate “cereja”. **Nativa**, Sinop – MT, v, n.5, p.316-319, 2017.

SILVA, R. S. et al. Qualidade físico-química de farinhas de genótipos de berinjela (*Solanum melongena* L.) submetidas ao cultivo orgânico. **Revista Verde**, Pombal –PB, v.11, n.3, p.59-64, 2016.

SILVA, W. F. et al. Diagnóstico da produção de hortaliças na região metropolitana de belo horizonte. **Horticultura Brasileira**, v.33, n.3, p.368-372, 2015.

STRASSBURGER, A. S. et al. Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana em duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá – PR, v.33, n.2, p.283-289, 2011.

STRECK, N. A. et al. Improving predictions of development all stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.115, p.139-150, 2003.

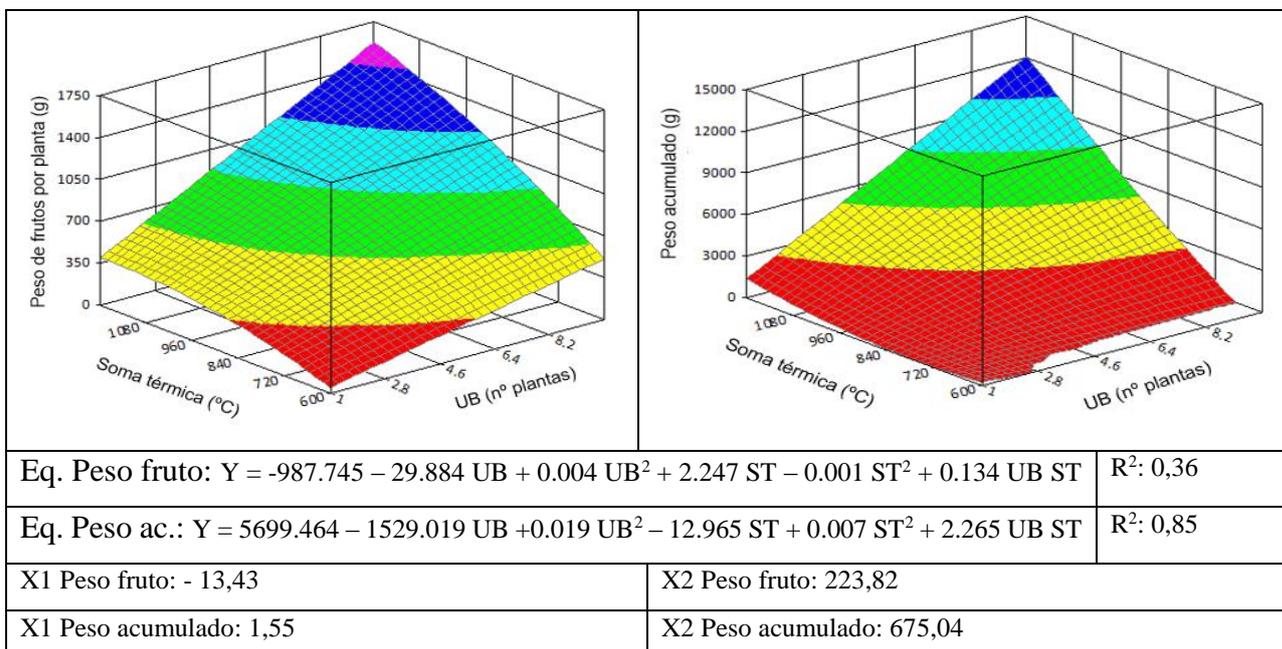
TONIN, J. et al. Modelos lineares e não-lineares para determinação indireta de clorofila em folhas de morangueiro. **Revint**, Cruz Alta – RS, v.3, n.1, p.216-223, 2015.

UZUN, S. The quantitative effects of temperature and light on the number of leaves preceding the first fruiting inflorescence on the stem of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and aubergine (*Solanum melongena* L.). **Scientia Horticulturae**, v.109, p.142-146, 2006.

VALERA, O. V. S. Temperatura base, soma térmica, plastocrono e duração das fases fenológicas de cultivares de pimenta biquinho. 2017, 71 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen – RS, 2017.

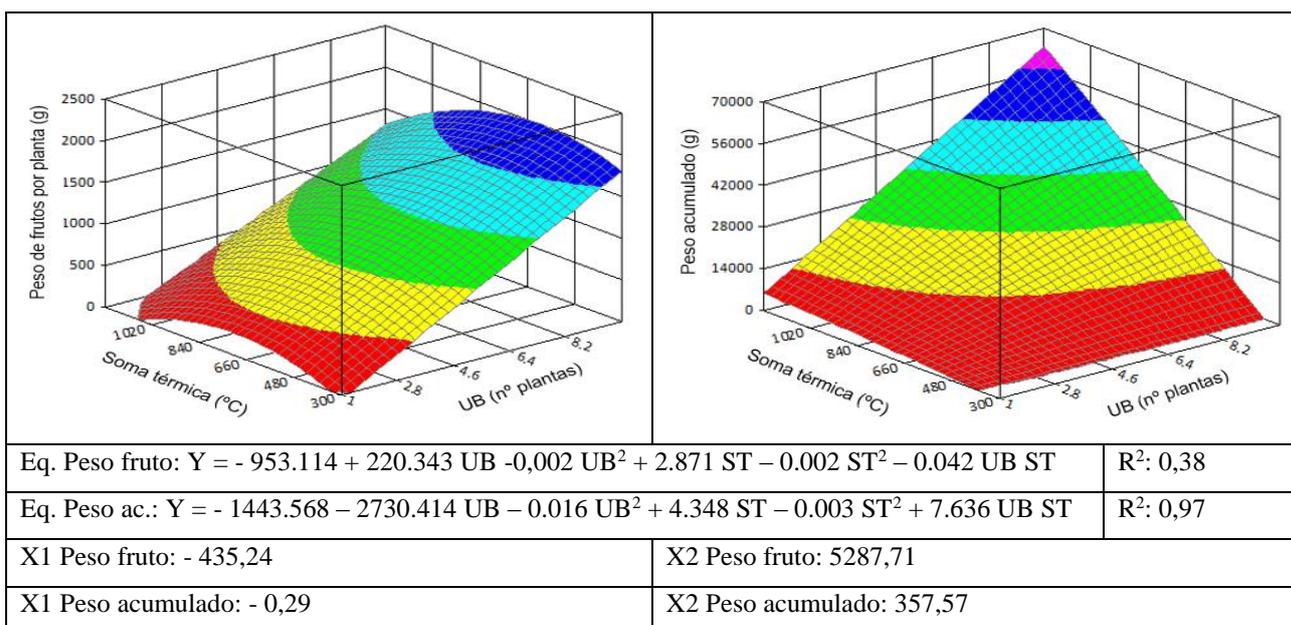
YANG, S.; LOGAN, J.; COFFEY, D. L. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 74, n.1, p.61-74, 1995.

APÊNDICE A – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DA ABOBRINHA ITALIANA NO CULTIVO DE VERÃO/OUTONO EM ESTUFA PLÁSTICA.



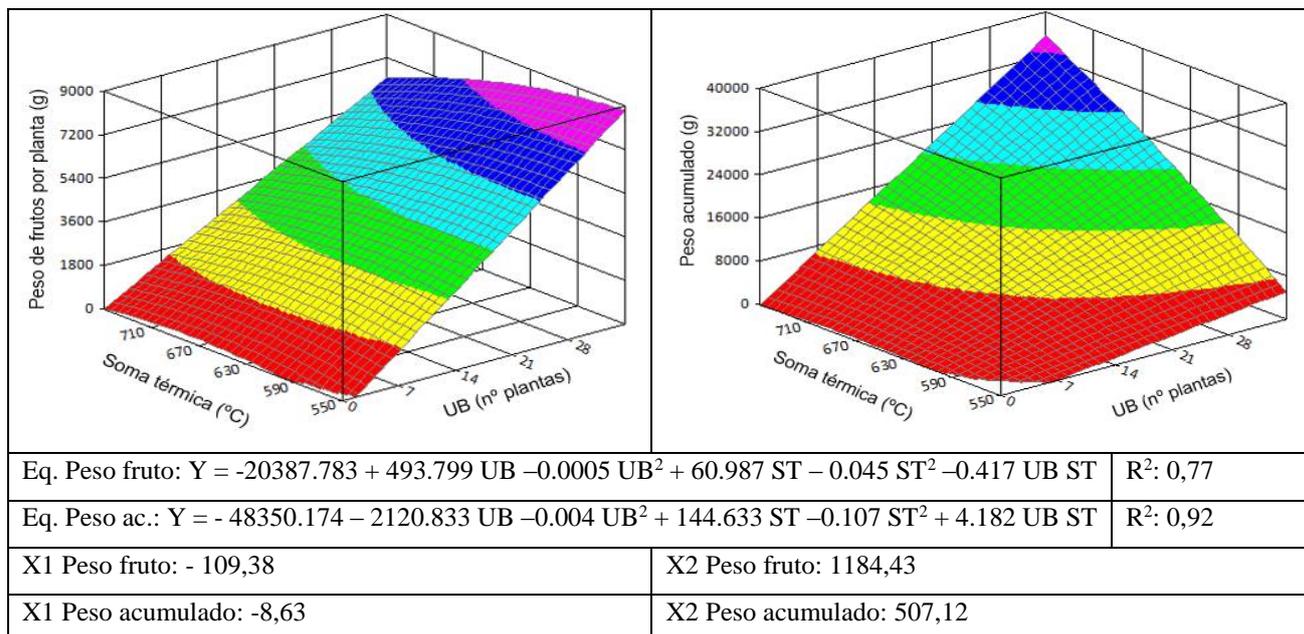
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = unidade Base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE B - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DA ABOBRINHA ITALIANA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO EM ESTUFA PLÁSTICA.



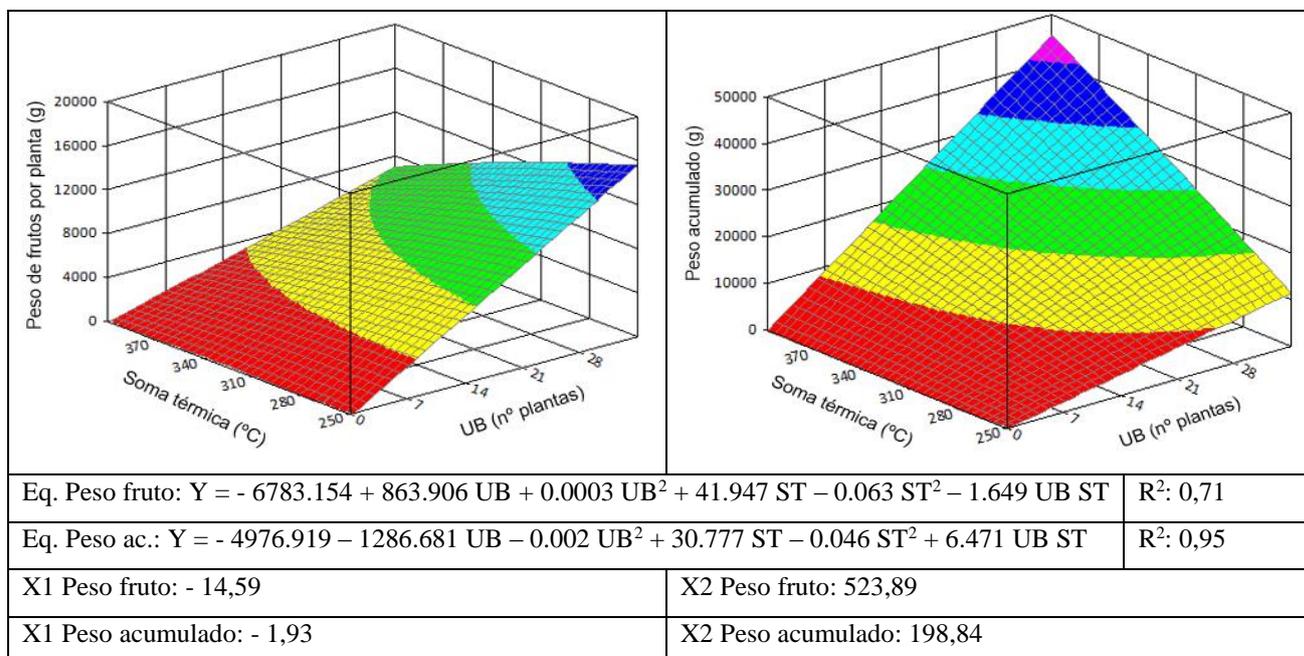
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE C - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO PIMENTÃO NO CULTIVO DE VERÃO/OUTONO EM ESTUFA PLÁSTICA.



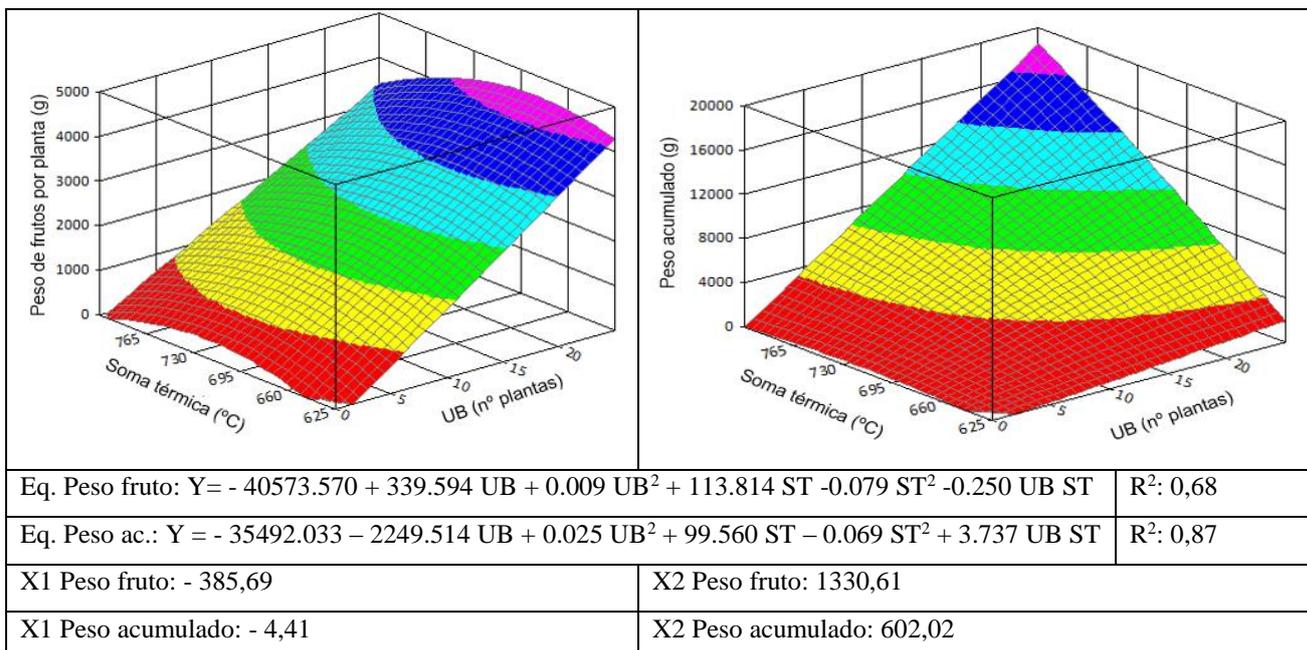
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE D - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO PIMENTÃO NO CULTIVO DE PRIMAVERA EM ESTUFA PLÁSTICA.



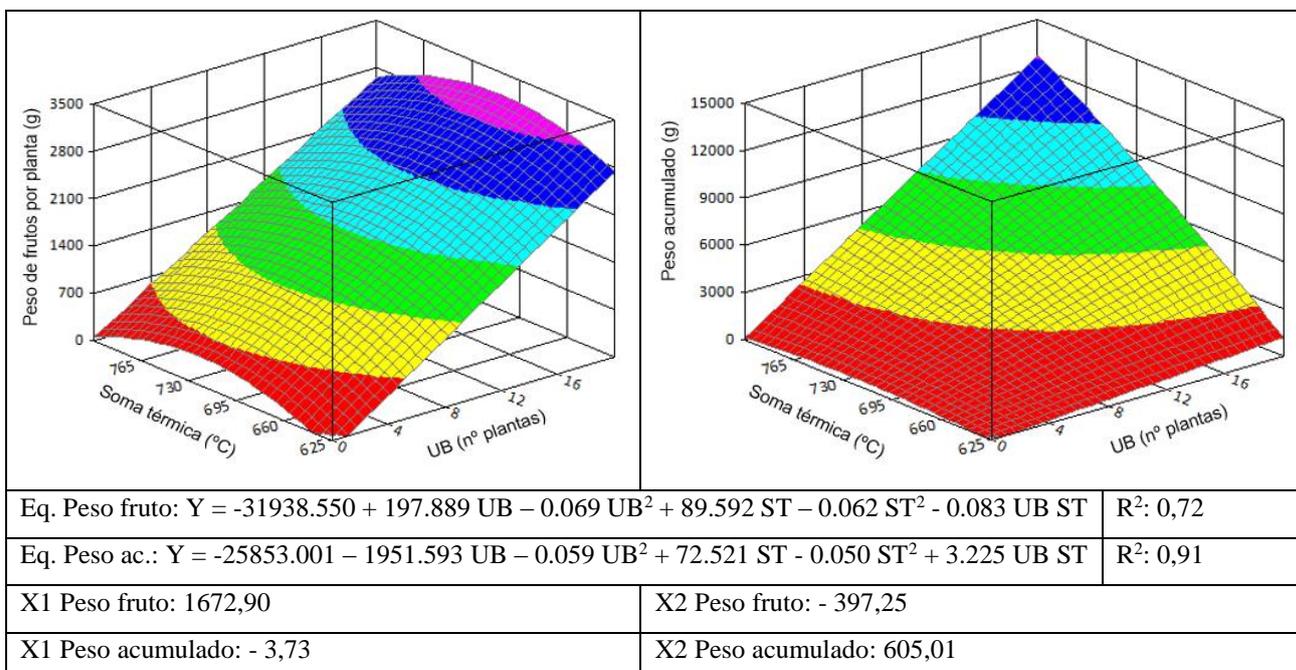
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE E - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE OUTONO/INVERNO A CAMPO.



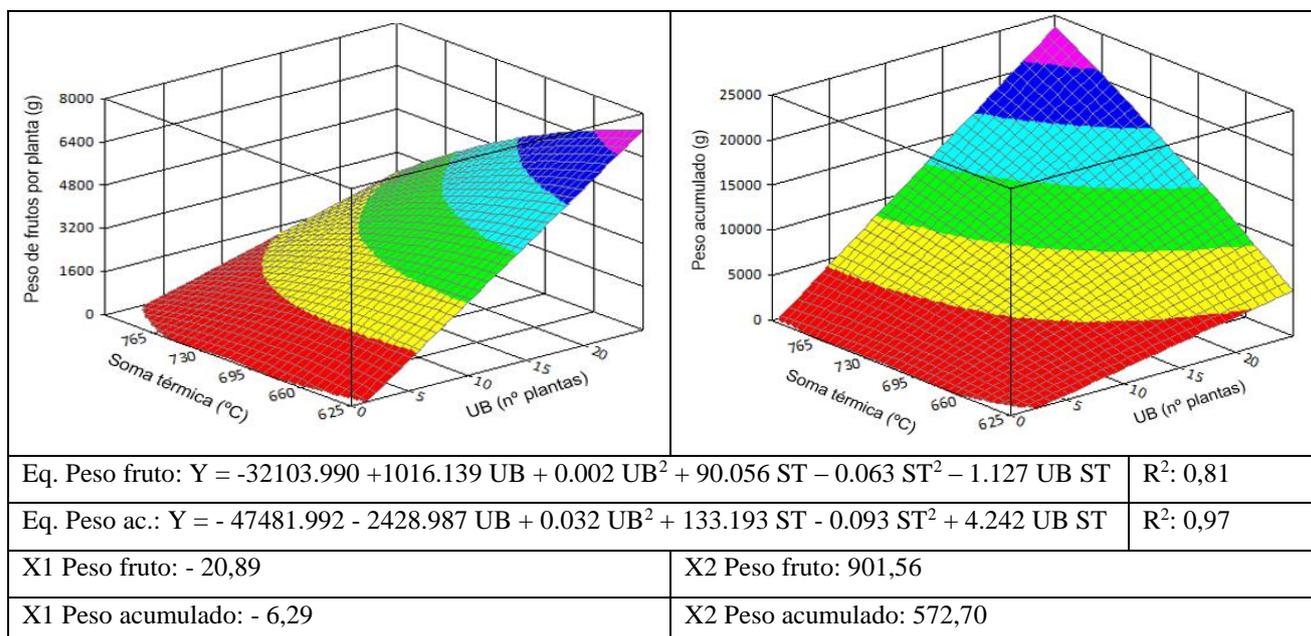
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE F - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE OUTONO/INVERNO EM ESTUFA.



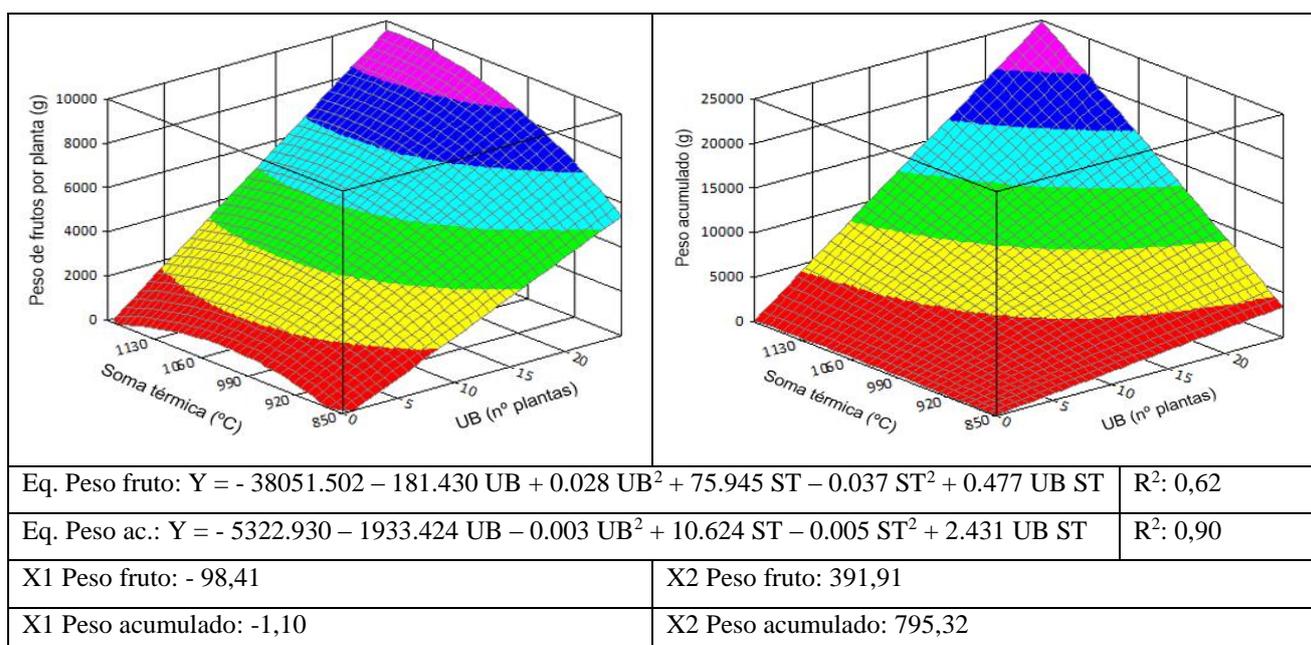
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE G - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE OUTONO/INVERNO EM TÚNEL ALTO.



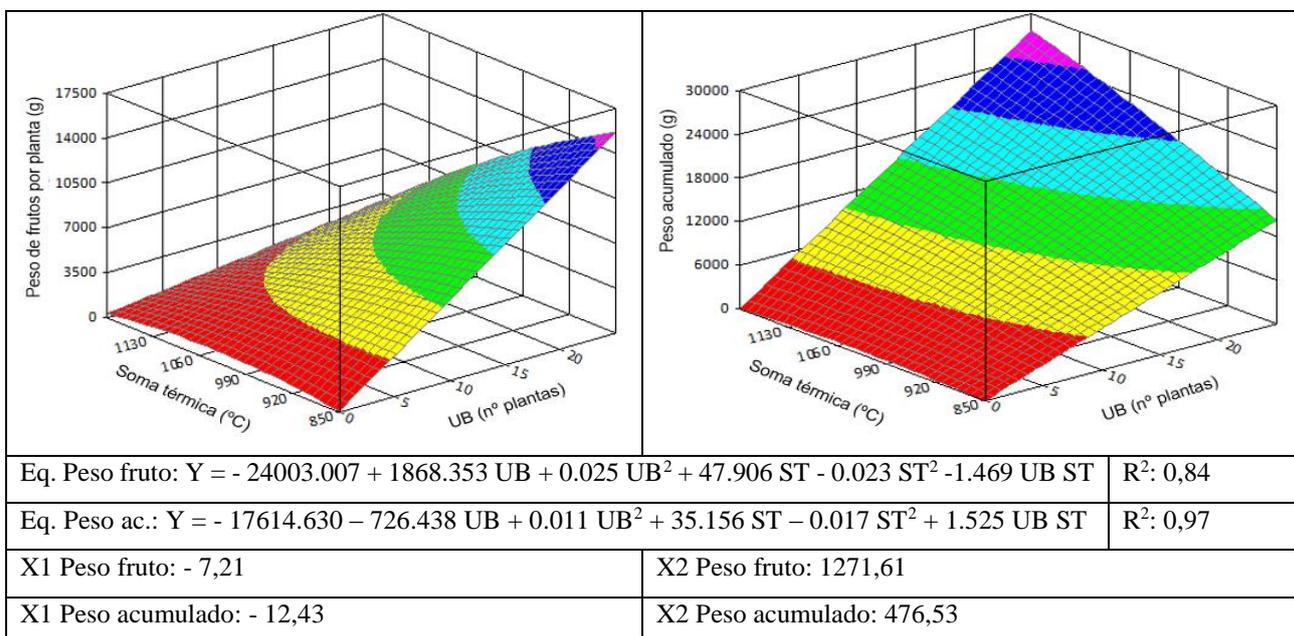
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE H - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO A CAMPO.



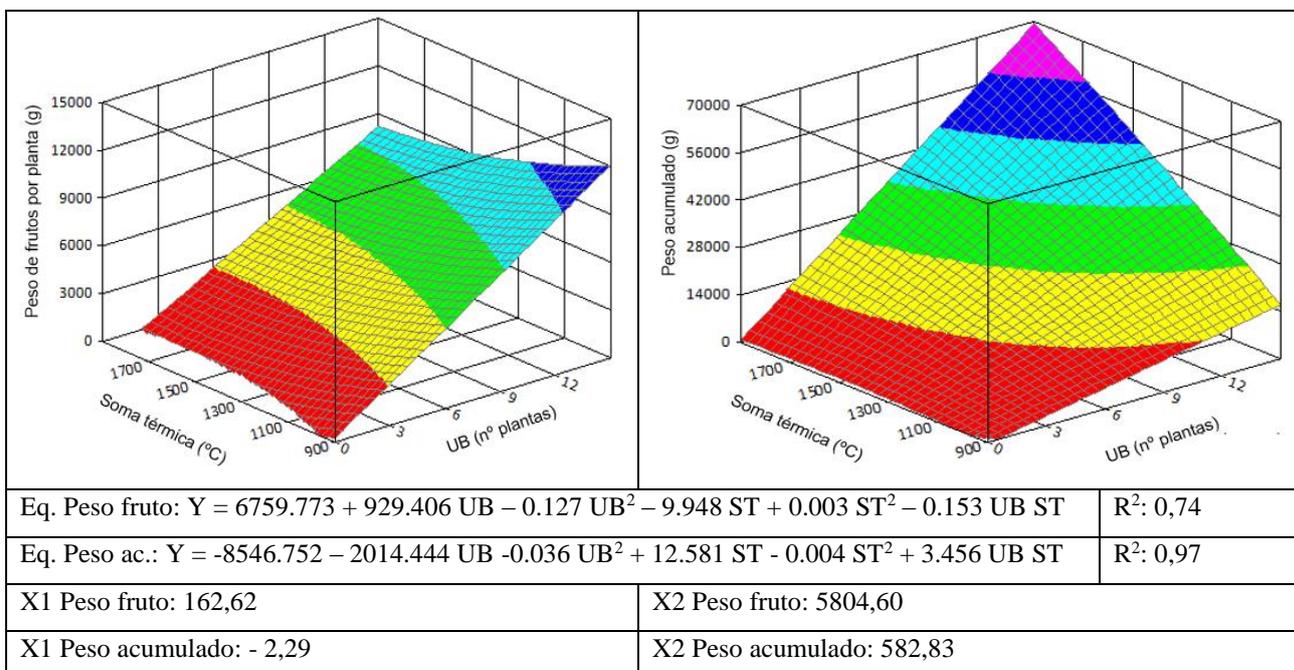
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE I - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO FEIJÃO DE VAGEM NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO EM TÚNEL ALTO.



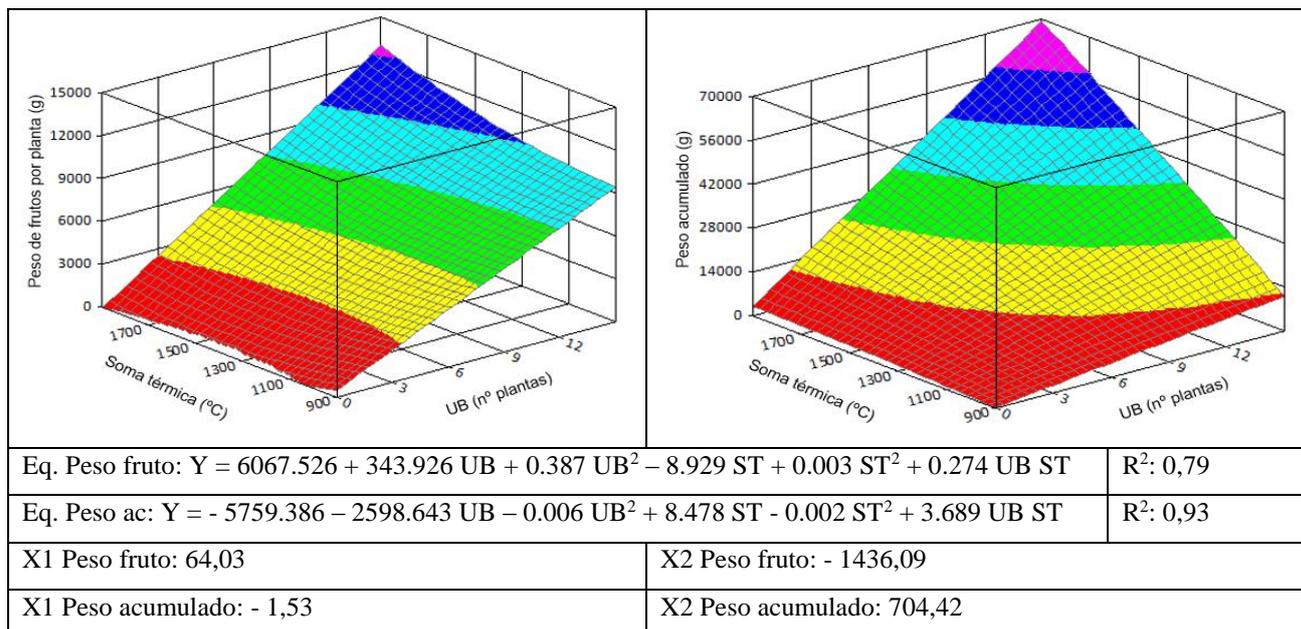
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE J - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DA BERINJELA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO NO TÚNEL 1.



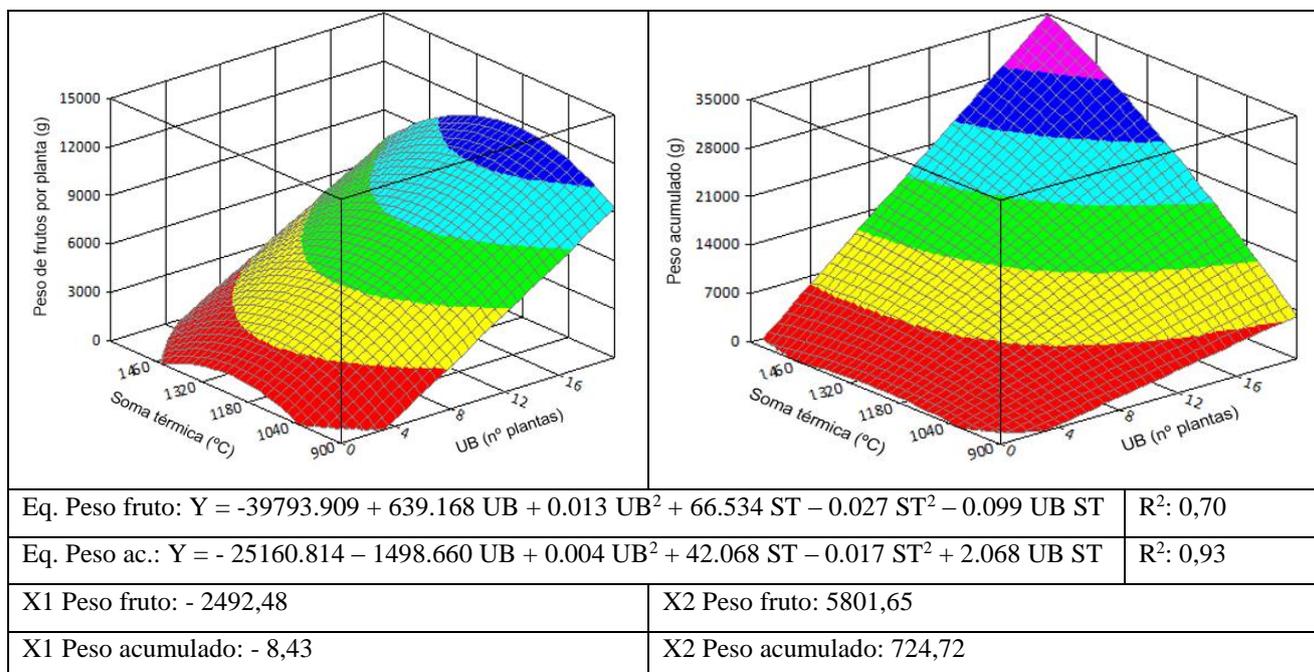
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE K - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DA BERINJELA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO NO TÚNEL 2.



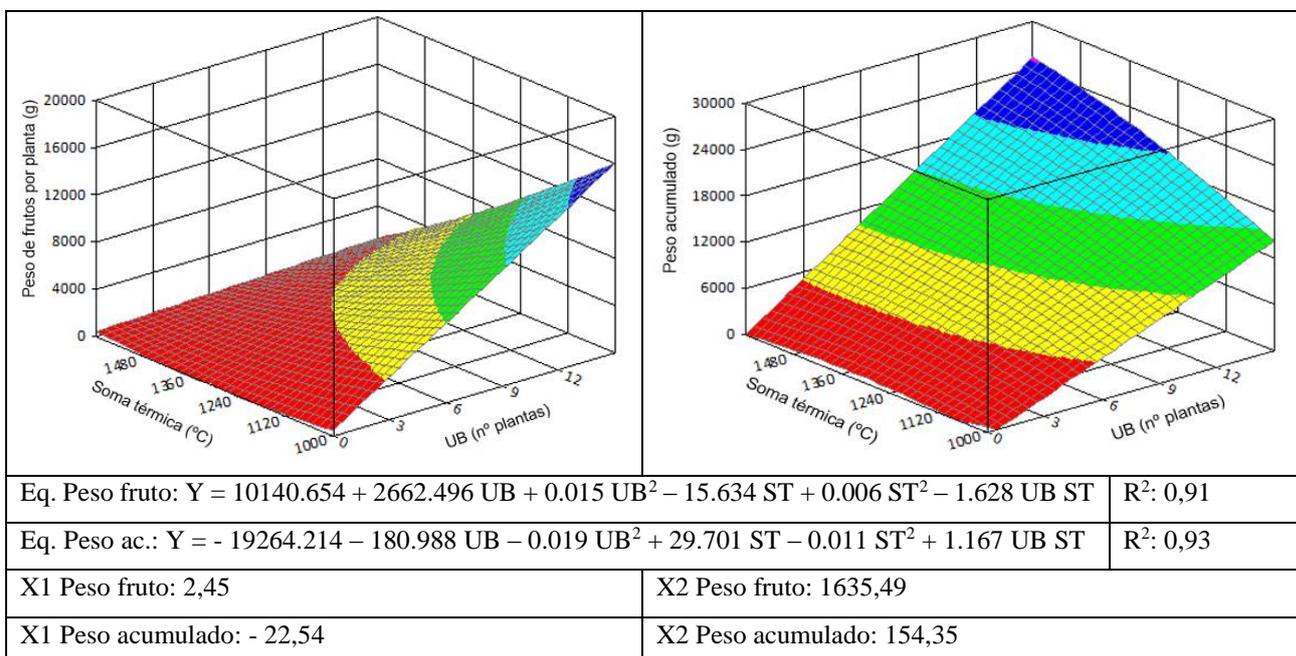
Y = Peso de frutos por planta ou peso acumulado; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE L - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO TOMATE CEREJA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO NA ESTUFA DE 250m².



Y = Peso total de frutos; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.

APÊNDICE M - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE SEGUNDO GRAU PARA PESO DE FRUTOS POR PLANTA E PESO ACUMULADO DA CULTURA DO TOMATE CEREJA NO CULTIVO DE PRIMAVERA/VERÃO NA ESTUFA DE 200 m².



Y = Peso de frutos por planta ou peso total; UB = Unidade base; ST = Soma térmica; R^2 = Coeficiente de determinação, X1 = tamanho de parcela que melhor determina Y, X2 = Soma térmica que melhor determina Y.