

CAMILA CARGNINO

**IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DA MACIEIRA
NA REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA-RS**

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

Orientador: Paulo Roberto Ernani, Ph.D.

Co-orientador: Cassandro V. T. Amarante, Ph. D.

**LAGES-SC
2013**

C276i

Cargnino, Camila

**Irrigação e fertirrigação na cultura da
macieira na região dos Campos de Cima da Serra-RS.
/ Camila Cargnino. - 2013.**

84 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Paulo Roberto Ernani

Coorientador: Cassandro V. T. Amarante

Bibliografia: p. 81-86

Dissertação (mestrado) - Universidade do
Estado de

Santa Catarina, Centro de Ciências

Agroveteinárias, Programa de Pós-Graduação em
Manejo do Solo, Lages, 2013.

**1. Maçã. 2. Produção de frutos. 3. Déficit
hídrico.**

I. Cargnino, Camila. II. Ernani, Paulo

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do CAV/ UDESC

CAMILA CARGNINO

**IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DA MACIEIRA
NA REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA-RS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no curso de Pós-graduação em Manejo do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Banca Examinadora:

Orientador: _____

Eng. Agr. Paulo Roberto Ernani, PhD.

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC).

Co-orientador: _____

Eng. Agr. Cassandro V.T. Amarante, PhD.

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC).

Membro: _____

Eng. Agr. Dr. Gilmar Ribeiro Nachtigall

Embrapa Uva e Vinho

Lages-SC, 22/03/2013

Dedico a meus queridos pais,
Geraldo e Helena, ao meu noivo
Luis Claudio, a meus irmãos
Claudia, André e Júlio e ao meu
sobrinho Lorenzo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar meus caminhos e acompanhar-me nesta caminhada.

Agradeço à UDESC pelo ensino público, gratuito e de qualidade, à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e à Embrapa Uva e Vinho pela disponibilidade das áreas experimentais.

À minha família pelo apoio e carinho sempre dispensados.

A meu noivo, Luis Claudio Benedeti de Lucena, pelo auxílio, apoio, companheirismo, paciência e carinho que sempre dedicou.

Aos meus grandes mestres na Ciência do Solo, Gilmar Ribeiro Nachtigall e Elaine Damiani Conte, por despertarem em mim o amor por esse ramo agrônômico.

Ao meu orientador, professor Paulo Roberto Ernani, pelo apoio, auxílio e confiança dispensados.

Aos colegas da Embrapa Uva e Vinho, Charle Kramer Borges de Macedo, Pâmella Soldatelli, Christiano Mignoni de Lima, Murilo Damiani, Aline Rosa, Eder Piardi, Ketlin Abreu, Maurício Talamini, Mauricio Andriguetti, Karina Dutra, Gustavo Klamer de Almeida, Giulian, Bruno Carra e Douglas Bueno, pelo auxílio na execução do trabalho.

Aos funcionários da Embrapa Uva e Vinho, João Paulo, Claudio, Jorge, João Audi, João Carlos, Tiago, Celestino, Ari, Paula e Volmir pelo apoio na execução dos trabalhos.

Ao pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Dr. Gilmar Ribeiro Nachtigall, pela orientação, confiança e amizade. À pesquisadora, Dra. Lucimara Rogéria Antonioli, pela orientação quanto às avaliações de antocianinas, realizadas em seu laboratório. Ao pesquisador, Dr. Henrique Pessoa dos Santos, pela orientação e apoio nas avaliações fisiológicas. À pesquisadora, Dra. Andrea de Rossi Rufato bem como ao professor Cassandro Talamini do Amarante pela orientação na execução das análises estatísticas.

À Universidade de Caxias do Sul, na pessoa da professora Elaine Damiani Conte, pela disponibilidade no

empréstimo de material e laboratório para a realização de algumas análises bem como às funcionárias Diorvânia Giaretta e Sílvia Lancini pelo apoio.

Aos colegas da UDESC, Marta Moura Madeira, Alessandra Aparecida de Sá, Késia Silva Lourenço, Ana Paula de Lima, Luciana Ferro, Geraldine Andrade Meyer, Ana Paula Oliveira.

À minha família lageana, Ivete, Adelar e Diogo, pela amizade e carinho.

À minha querida amiga e companheira de viagem Marília Scopel Andriguetti pelo apoio, amizade, e carinho.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”

Marthin Luther King

RESUMO

CARGNINO, Camila. **Irrigação e fertirrigação na cultura da macieira na região dos Campos de Cima da Serra-RS**. 2013. 84f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC. 2013

Períodos de déficit hídrico tornaram-se frequentes nos últimos anos na região sul do Brasil. A cultura da macieira também sofre as consequências desses períodos de prolongados de estiagem. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influencia da forma de aplicação dos fertilizantes e do suprimento ou não de água via irrigação na diferenciação floral, crescimento de frutos, produção, atributos pós-colheita e teores de nutrientes em macieiras *Maxigala* e *Fuji Suprema*. O experimento foi desenvolvido em um pomar com as cv. Maxigala e Fuji Suprema, sobre porta enxerto M9, implantado em 2009, na área da Embrapa, em Vacaria, RS. Utilizaram-se quatro tratamentos: adubação sólida (AS) sem irrigação, AS + irrigação (I), fertirrigação (F; contendo as quantidades aplicadas na AS), F + I. As oito repetições foram distribuídas no delineamento experimental de blocos ao acaso. A irrigação e a fertirrigação foi realizada pelo sistema de gotejamento, com a distribuição de duas mangueiras ao longo da fila das plantas. A fertirrigação foi realizada semanalmente, utilizando monofosfato de amônio e KNO_3 . O monitoramento hídrico foi realizado diariamente, utilizando-se tensiômetros de punção, instalados a 0,1 e a 0,3 m de profundidade. Os dados foram coletados durante a safra 2011-2012. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e em caso de significância a diferença entre as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Na *Maxigala*, o tratamento I + F apresentou frutos com tamanho maior do que os do tratamento AS; na *Fuji Suprema*, o tratamento I + F foi superior aos demais. Na *Fuji suprema*, a produção total de frutos foi maior no tratamento AS + I, o qual não diferindo do I + F. Na *Maxigala*, os tratamentos que proporcionaram o maior rendimento de frutos foram AS + I, AS, e I + F, sendo que estes dois últimos não diferiram do tratamento

só com fertirrigação, por sua vez, o menos produtivo. A cor vermelha de fundo da epiderme foi mais intensa nos tratamentos I + F e F na *Maxigala*, sendo estes superiores ao tratamento AS, na avaliação realizada na colheita; depois de 120 de armazenamento, os tratamentos AS + I, I + F e F mostraram coloração vermelha mais intensa do que o tratamento AS. Na *Fuji Suprema*, a coloração vermelha de epiderme foi mais intensa nos tratamentos AS + I, I + F e F, em comparação ao tratamento AS, porém somente após 120 dias de armazenagem. Na *Maxigala*, os teores de antocianinas nos tratamentos I + F e F apresentaram-se superiores comparados ao tratamento AS. Em anos de déficit hídrico, o suprimento de água por meio da irrigação ou da fertirrigação proporciona aumento no tamanho, produção e coloração dos frutos em macieiras adequadamente adubadas.

Palavras-chave: Maçã. Produção de frutos. Déficit hídrico.

ABSTRACT

CARGNINO, Camila. **Irrigation and fertigation in apple orchards in the region of the "Campos de Cima da Serra"**-RS. 2013. 84f. Dissertation (Mestrado em Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC. 2013.

Periods of drought have been common in recent years in southern Brazil. The apple crop is also suffering the consequences of prolonged periods of drought. This study aimed to evaluate the influence of the form of fertilizer application and water supply through irrigation on flower differentiation, growth, fruit production, post-harvest attributes and nutrient content of two apple cultivars. The experiment was conducted in an orchard with cv. Maxigala and Fuji Suprema, on M9 rootstock, planted in 2009, in the area of Embrapa, in Vacaria, RS. Four treatments were used: conventional fertilizer (CF) without irrigation, CF + irrigation (I), fertigation (containing the same amounts of nutrients used in CF), and irrigation + fertigation (F). The eight repetitions were distributed in a randomized complete block design. Irrigation and fertigation was performed by a drip system, by distributing two hoses along the row of plants. Fertigation was conducted weekly, using ammonium monophosphate and KNO_3 . The water monitoring was performed daily, using tensiometers, installed at 0.1 and 0.3 m deep. Data were collected during the 2011-2012 growing season. Results were subjected to analysis of variance; when there was significant difference between the treatment means, they were compared by Tukey test at 5% level. quanto growth of fruit in Maxigala, treatment R & F presented with fruit size larger than the fruits of AS treatment, since the Supreme Fuji F + I treatment was superior to the other treatments. In Fuji supreme, the total yield shows that the treatment was more productive AS + I, which did not differ R + F in Maxigala, treatments that gave a higher yield of fruits were I + AS, AS, and I + F, whereas the two latter treatment did not differ from F, in turn, less productive. The background color of the epidermis, the

parameter "a", refers to red color, was positively influenced in groups I + F and F in Maxigala, these being higher than in assessing treatment the collection and storage after 120 treatments AS + I, I + F and F showed red coloration of upper epidermis treatment AS. In Fuji Supreme red staining of epidermis was superior in treatments AS + I, I + F and F, compared to treatment AS, only after 120 days of storage. In Maxigala, levels of anthocyanins showed themselves superior to treatment in AS treatments I + F and F. In years of drought, the water supply through irrigation or fertigation provides an increase in fruit size, color and production of apple trees properly fertilized.

Keywords: Apple. Fruit production. Drought.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Coeficiente da cultura (Kc) mensal para macieira. Vacaria, RS.	26
Figura 2 - Valores de precipitação pluviométrica (mm) verificados em Vacaria – RS, no período de janeiro a dezembro de 2011. .	27
Figura 3 - Valores de precipitação pluviométrica (mm) verificados em Vacaria – RS, no período de janeiro a dezembro de 2012. .	28
Figura 4 - Visualização do tensímetro realizando monitoramento hídrico do solo.	37
Figura 5 - Visualização do sistema de aplicação da fertirrigação.	38
Figura 6 Visualização dos frutos das cultivares Maxigala (esq.) e Fuji Suprema (dir.) com as devidas marcações para avaliação de crescimento.	40
Figura 7 –Monitoramento hídrico do solo na profundidade de 0 a 40 cm e precipitação pluviométrica, <i>Maxigala</i> na safra 2011-2012.	44
Figura 8- Monitoramento hídrico do solo na profundidade de 0 a 40 cm e precipitação pluviométrica, <i>Fuji suprema</i> na safra 2011-2012.	45
Figura 9 Produção de diferentes categorias de frutos de macieira <i>Fuji Suprema</i> influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas dentro de cada tamanho de fruto mostram diferenças entre os tratamentos, ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.	55
Figura 10 Peso de diferentes categorias de frutos de macieira <i>Maxigala</i> influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, ns: não significativo.	5656
Figura 11 Produção total de macieiras <i>Fuji Suprema</i> e <i>Maxigala</i> influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.	57
Figura 12 Acréscimo de produção de frutos em relação ao tratamento AS, de macieiras <i>Fuji Suprema</i> (direira) e <i>Maxigala</i>	

(esquerda) influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....	59
Figura 13 Frutos de macieira <i>Fuji Suprema</i> influenciados pela forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação.	70
Figura 14 Frutos de macieira <i>Maxigala</i> influenciados pela forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação.	71
Figura 15 Concentrações de nutrientes na polpa de maçãs cv. <i>Maxigala</i> , influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. NS: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....	7373
Figura 16 Relações entre os teores de nutrientes na polpa de maçãs <i>Fuji Suprema</i> , influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas dentro de cada tamanho de fruto mostram diferenças entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....	74
Figura 17 Concentrações de nutrientes na polpa de maçãs cv. <i>Maxigala</i> , influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. NS: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....	76
Figura 18 Relações entre os teores de nutrientes na polpa de maçãs <i>Fuji Suprema</i> , influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas dentro de cada tamanho de fruto mostram diferenças entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de	

probabilidade. ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.77

LISTA DE TABELAS

Tabela-1 Fenologia de macieiras <i>Maxigala</i> e <i>Fuji Suprema</i> nas safras 2011/12 e 2012/13.....	46
Tabela-2. Frutificação efetiva (%) em duas safras em macieiras <i>Maxigala</i> e <i>Fuji Suprema</i> influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação + fertirrigação; F = fertirrigação.....	477
Tabela-3 Diâmetros horizontal e vertical (mm) de frutos em macieiras <i>Maxigala</i> influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de oito repetições em seis datas de avaliação. ns= não significativo a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam significância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....	50
Tabela-4 Índice de crescimento de frutos de macieira <i>Maxigala</i> , influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de oito repetições em seis datas de avaliação. ns= não significativo a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam significância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....	51
Tabela-5 Diâmetros horizontal e vertical (mm) de frutos em macieiras <i>Fuji Suprema</i> influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de oito repetições em seis datas de avaliação. ns= não significativo a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam significância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....	52
Tabela-6 Índice de crescimento de frutos de macieira <i>Fuji Suprema</i> , influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de oito repetições em seis datas de avaliação. ns= não significativo a 5%	

de probabilidade. Letras maiúsculas indicam significância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....53

Tabela-7 Média geral de três avaliações pós-colheita em macieiras *Maxigala* e *Fuji Suprema* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento. Letras maiúsculas diferentes dentro de cada coluna significa existência de diferença estatística entre os tratamentos dentro de cada atributo e de cada cultivar pelo teste Tukey a 5% de significância. NS: não significativo. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.....601

Tabela-8 Avaliações pós-colheita em macieiras *Maxigala* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento, minúsculas comparam os tratamentos de avaliação na coluna, pelo teste Tukey a 5% de significância. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação..... 64

Tabela-9 Avaliações Pós-Colheita em macieiras *Fuji Suprema* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento, minúsculas comparam os tratamentos de avaliação na coluna, pelo teste Tukey a 5% de significância. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação..... 65

Tabela-10 Coloração de frutos de macieiras *Maxigala* e *Fuji Suprema*, na colheita e 120 DAC (dias após a colheita), influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento. Letras maiúsculas diferentes dentro de cada coluna significa existência de diferença estatística entre os tratamentos dentro de cada atributo e de cada cultivar pelo teste Tukey a 5% de significância. NS: não significativo. *L*: Luminosidade, *a*: intensidade de cor vermelha e *b*: intensidade de cor amarela. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação..... 67

Tabela-11 Teores de antocianinas (g/100g) em epiderme de maçãs *Maxigala* e *Fuji Suprema*, influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento. Letras maiúsculas diferentes dentro de cada coluna significa existência de diferença estatística entre os tratamentos dentro de cada atributo e de cada cultivar pelo teste Tukey a 5% de significância. ns: não significativo. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação..... 69

LISTA DE ABREVIATURAS

a: Coordenada "a" do colorímetro Minolta CR 400/410

AC: Adubação Convencional

AC + I: Adubação Convencional + Irrigação

AGAPOMI: Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã

Apr: Abril

AT: Acidez Titulável

b: Coordenada "b" do colorímetro Minolta CR 400/410

Ca: Cálcio

CC: Capacidade de Campo

cm: Centímetros

cv: Cultivar

cv(%): Coeficiente de Variação

DAC: Dias após a colheita

dir: direita

Dec: Dezembro

Esq: esquerda

etc: etcetera

ETc: Evapotranspiração da Cultura

F: Fertirrigação

FP: Firmeza de polpa

Feb: Fevereiro

gms: Gramas de matéria seca

ha: hectares

HCl: Ácido Clorídrico

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

I + F: Irrigação + Fertirrigação

Jan: Janeiro

K: Potássio

k: quilograma

KC: Coeficiente da cultura

kPa: quilopascal

K₂O: Óxido de Potássio

L: Luminosidade

Lb: Libras

M: metros

Mar: março

Mg: Magnésio

mm: milímetros

Mn: Manganês

N: Nitrogênio

N: Normalidade

Nm: nanômetros

NaOH: Hidróxido de sódio

Nov: Novembro

Oct: Outubro

P: Fósforo

PA: puro

PMP: Ponto de Murcha Permanente

PROFIT: Programa de Fruticultura de Clima Temperado

P₂O₅: Pentóxido de Fósforo

RS: Rio Grande do Sul

S: Enxofre

S: Sul

SC: Santa Catarina

SI: Solo Inicial

SS: Sólido Solúveis

TRAT: Tratamento

UR: Umidade Relativa do Ar

Zn: Zinco

W: oeste

°C: Graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
1.1 HIPÓTESES	24
1.2 OBJETIVOS	24
2 REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO	25
2.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS	30
2.3.1 Desenvolvimento floral e foliar	30
2.3.2 Nutrição Mineral da Macieira	31
2.3.3 Crescimento de frutos	32
2.3.4 Atributos Pós-Colheita	33
3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	35
3.2 MONITORAMENTO HÍDRICO DO SOLO	36
3.3 ASPECTOS FENOLÓGICOS	39
3.3 CRESCIMENTO DE FRUTOS	39
3.4 COLHEITA DOS FRUTOS	41
3.5 ATRIBUTOS PÓS-COLHEITA	41
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	42
4.1 MONITORAMENTO HÍDRICO	43
4.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS	46
4.3 CRESCIMENTO DE FRUTOS	48
4.4 PRODUÇÃO DE FRUTOS	55
4.5 ATRIBUTOS PÓS-COLHEITA	59
4.5.1 Firmeza de polpa (FP), acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS)	60
4.5.2 Cor dos frutos e teores de antocianinas	65

4.6 NUTRIENTES EM POLPA FRESCA	72
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

1 INTRODUÇÃO

A macieira pertence à família Rosaceae, ordem Rosales e subfamília Pomoidae. Ao longo do seu período de domesticação, a macieira recebeu várias denominações, porém, a partir de 1803, foi denominada *Malus domestica* Borkh.

A maçã foi introduzida no Brasil em meados de 1960, por colonizadores europeus que a cultivavam em pomares domésticos. A partir de 1970, com uma política de incentivos fiscais denominada Profit (Programa de Fruticultura de Clima Temperado), o governo do estado de Santa Catarina incentivou o cultivo da macieira (EPAGRI, 2006). Esta política de incentivos fiscais foi posteriormente estendida para os estados do Rio Grande do Sul e Paraná.

Os primeiros pomares comerciais foram implantados em Fraiburgo, SC, em 1969 e posteriormente estenderam-se até as regiões mais frias dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Em 1980, a área plantada no Brasil era de 18.941 ha, atingindo, atualmente, 37.784 ha (AGAPOMI, 2012). A região sul concentra as maiores áreas de produção, principalmente por atender as características edafoclimáticas da cultura. Atualmente, Santa Catarina possui a maior área plantada de maçãs, com 18.414 ha, seguida pelo Rio Grande do Sul, com 17.874 ha, e Paraná, com 2.100 ha (IBGE, 2012).

Em Santa Catarina, dois municípios destacam-se na produção desta fruta, Fraiburgo e São Joaquim, com polos distintos quanto ao tipo de produtor envolvido. Em São Joaquim concentram-se pequenos e médios produtores, enquanto em Fraiburgo há predomínio de grandes empresas. No Rio Grande do Sul, os dois principais municípios produtores são Vacaria e Caxias do Sul, que concentram a produção principalmente em grandes empresas.

Atualmente a maçã brasileira, além de atender o mercado nacional, é também exportada tendo como principal destino países europeus.

Como em toda cultura, a produtividade e qualidade de produção da macieira depende de diversos fatores, tanto aqueles relacionados ao manejo da planta e do solo, como de fatores

ambientais, como acúmulo de frio hibernal, insolação e disponibilidade de água. A distribuição da precipitação pluviométrica é importante em todo o ciclo da cultura da macieira. Os pomares brasileiros, na sua maioria, não dispõem de sistemas de irrigação em virtude de que o histórico de precipitações pluviométricas nas regiões produtoras é adequado para atender a demanda hídrica da cultura. Além disso, a dormência serve como um mecanismo de segurança para que as gemas não sofram as consequências de condições climáticas inadequadas ao seu desenvolvimento.

O acúmulo de horas de frio abaixo de 7,2 °C tem sido atribuído como o principal fator que influencia a dormência e o início da brotação. Segundo Ryugo (1993), a simples soma das horas de frio não estima completamente as exigências de frio das plantas, devido ao efeito de outros fatores climáticos, como precipitação, neblina e luminosidade. Períodos com maiores precipitações normalmente coincidem com o período de brotação, podendo assim encurtar o período de repouso da macieira

A macieira é uma planta de grande porte, com abundante vegetação, logo a evapotranspiração (ET_c) da cultura é alta, causando grande exigência de água. A demanda hídrica da cultura varia muito quanto às condições meteorológicas locais, porta-enxerto, entre outros, normalmente as maiores exigências hídricas ocorrem no período entre o final do crescimento dos ramos até a colheita (BEUKES e WEBER, 1982).

Variações climáticas tornam-se motivo de preocupações em todos os setores da agricultura mundial. A irregularidade e má distribuição das chuvas têm causado problemas tanto no que se refere à qualidade quanto à produtividade de macieiras. Estes períodos de déficit hídrico ocorrem principalmente nas etapas do ciclo produtivo da maçã em que a demanda hídrica é maior, fato que tem aumentado o interesse dos produtores pela instalação de sistemas de irrigação em suas áreas. Caso estas mudanças nas condições climáticas da região confirmem a tendência de redução na disponibilidade hídrica dos solos, acredita-se que a instalação de sistemas de irrigação e/ou fertirrigação nos pomares seja uma técnica viável para manter a qualidade e a produtividade dos pomares.

No caso da macieira, períodos de déficit hídrico causam efeitos negativos significativos, principalmente no que se refere ao crescimento de frutos, na diferenciação das gemas da safra seguinte e na absorção de nutrientes (NACHTIGALL et al., 2010). A partir deste problema, cresce o interesse por sistemas de irrigação capazes de suprir a demanda hídrica das plantas durante esses períodos. Sistemas de irrigação por gotejamento adaptam-se bem às condições de produção de macieiras e demais pomáceas, por direcionar a aplicação de água diretamente no sistema radicular, minimizando perdas por evaporação, além de não alterar o microclima do pomar acima do solo, evitando, com isso, condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento de algumas doenças.

1.1 HIPÓTESES

A má distribuição da precipitação pluviométrica no período de desenvolvimento vegetativo da macieira na região dos Campos de Cima da Serra – RS, promove déficit hídrico no solo, afetando a cultura da macieira;

A aplicação de água via irrigação, em pomares de macieiras, principalmente em períodos de déficit hídrico, aumentará a produtividade e a qualidade dos frutos;

A fertirrigação disponibilizará às macieiras nutrientes essenciais de forma direcionada, aumentando a concentração de macro e micronutrientes nos tecidos foliares e na polpa dos frutos, diminuindo, com isso, a ocorrência de distúrbios fisiológicos ocasionados pela deficiência de determinados nutrientes.

1.2 OBJETIVOS

Avaliar o efeito da utilização do sistema de irrigação e fertirrigação por gotejamento em pomares na qualidade e produtividade dos frutos de duas cultivares de macieira na região dos Campos de Cima da Serra – RS.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO

A disponibilidade de água no solo para a manutenção das culturas varia conforme as características intrínsecas de cada solo. A capacidade de campo (CC) é a quantidade de água que um solo bem drenado deve reter contra as forças gravitacionais. A faixa de absorção de água pelas plantas, teoricamente, estende-se da CC até o ponto de murcha permanente (PMP), porém os efeitos negativos do déficit hídrico são observados bem antes do PMP ser atingido.

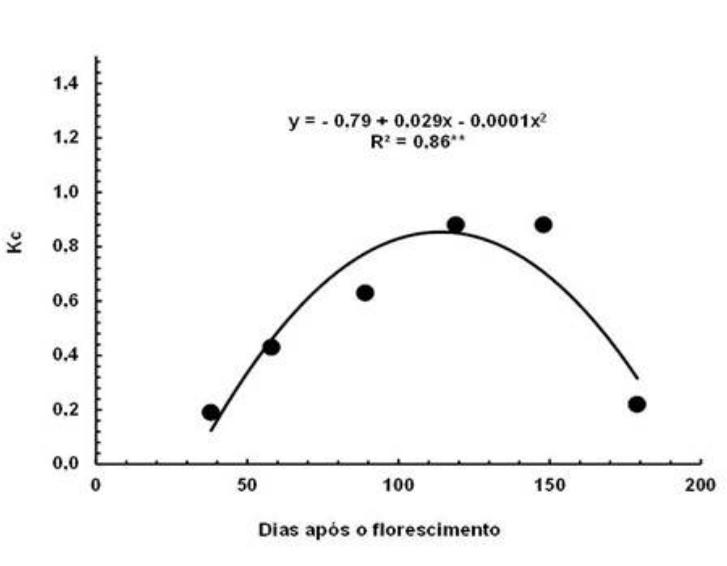
O espaço livre do solo é ocupado principalmente por ar e água. À medida que a umidade no solo se distancia da CC, a água remanescente tem papel de manter a umidade do solo, ocupando esses espaços. A absorção de água e nutrientes é facilitada quando mais próxima à umidade do solo encontra-se da CC. Em situações de deficiência hídrica, a água contida no solo atua na manutenção da estrutura do solo e torna-se, assim, fortemente aderida às partículas de solo. Logo, a energia gasta pelo sistema radicular a fim de absorver água e nutrientes é muito maior, o que dificulta a manutenção da turgescência celular (COELHO FILHO et. al, 2012).

Na implantação de um sistema de irrigação é indispensável o conhecimento das características de cada tipo de solo bem como a curva de retenção de água, tendo em vista a eficiência do sistema.

Os solos da região de Vacaria nas áreas onde se cultiva macieira são predominantemente Latossolos, com textura argilosa. Esta textura apresenta alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol por curto espaço de tempo (SANTOS, 2006). É um solo que, em condições meteorológicas de déficit hídrico, perde umidade com facilidade.

Conceição et al. (2011) determinaram o coeficiente da cultura da macieira (ver figura 1) para a região dos Campos de Cima da Serra, que se apresentou maior nos meses de janeiro, fevereiro e março, com um gasto médio de 2,0 a 3,0 mm/dia, ou seja, entre 20 000 e 30 000L/ha.

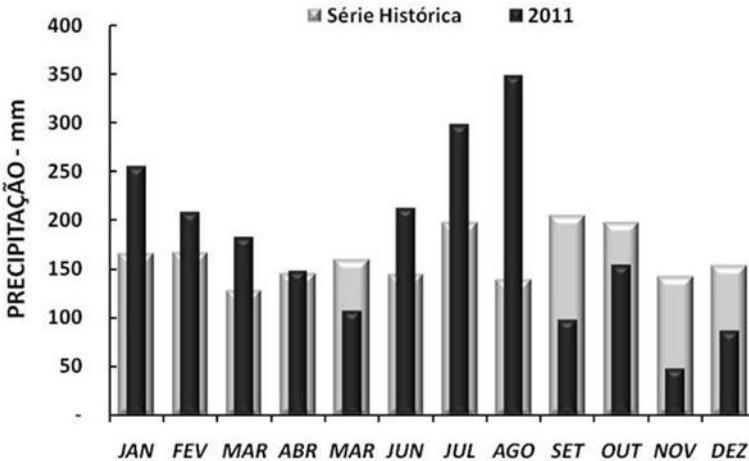
Figura 1 - Coeficiente da cultura (K_c) mensal para macieira. Vacaria, RS.



Fonte: Conceição et al (2011).

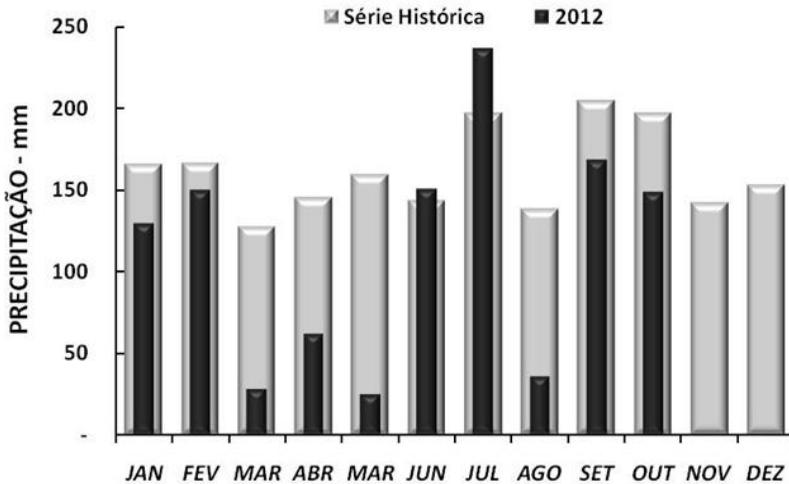
Anos de déficit hídrico tornam-se cada vez mais frequentes, principalmente nos períodos onde a macieira mais necessita de umidade do solo. Segundo dados fornecidos pela Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, da Embrapa Uva e Vinho, a precipitação no período de desenvolvimento vegetativo da cultura, na safra 2011, foi menor do que a média histórica de 29 anos na região de Vacaria (ver figuras 2 e 3).

Figura 2 - Valores de precipitação pluviométrica (mm) verificados em Vacaria – RS, no período de janeiro a dezembro de 2011.



Fonte: Embrapa Uva e Vinho – EFCT (2012).

Figura 3 - Valores de precipitação pluviométrica (mm) verificados em Vacaria – RS, no período de janeiro a dezembro de 2012.



Fonte: Embrapa Uva e Vinho – EFCT (2012).

O consumo de água pela macieira é influenciado principalmente pela temperatura, radiação solar global, déficit de pressão de vapor e umidade relativa do ar (PEREIRA et al., 1999). A absorção de nutrientes é dificultada em anos com baixos teores de umidade no solo, uma vez que estes devem se encontrar na solução do solo para que se movimentem até as raízes e sejam absorvidos.

Para a macieira, o sistema de irrigação que melhor se adapta é o de gotejamento que, por ser localizado, não altera o microclima do pomar, direciona a aplicação de água no sistema radicular, não favorece a incidência de patógenos que possam se favorecer de um ambiente mais úmido, além de proporcionar a utilização da fertirrigação como meio de aplicação de nutrientes líquidos e de forma gradual.

São poucos os produtores de maçã no Brasil que utilizam sistemas de irrigação para manter a umidade do solo nos

pomares. Tendo em vista a exigência de aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade das frutas produzidas, cresce o interesse pela implantação de sistemas de irrigação em macieiras em vários países.

O déficit hídrico em períodos críticos pode influenciar a indução e diferenciação floral. A época de indução floral na macieira ocorre no início do crescimento vegetativo, em torno de 45 a 60 dias após a plena floração. Após a indução ocorre a diferenciação floral, que se estende durante o restante do ciclo vegetativo até a próxima floração. O processo de indução floral é influenciado por fatores climáticos, nutricionais, culturais, fisiológicos e genéticos (PETRI et al., 2011).

A macieira, por ser uma planta perene de clima temperado, necessita de um repouso no inverno e apresenta desenvolvimento vegetativo e reprodutivo na primavera e verão. O acúmulo de carboidratos na safra anterior é de fundamental importância para que os processos de floração e brotação ocorram de forma eficiente. No período posterior à colheita, os teores de umidade no solo ainda devem ser mantidos próximos à CC, para que ocorra manutenção da umidade nas folhas (BOLLAND et al., 2002), a fim de que não ocorram prejuízos na acumulação de carboidratos para a safra seguinte.

2.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS

2.3.1 Desenvolvimento floral e foliar

A indução e a diferenciação floral na macieira iniciam após o período de floração do ano anterior. A diferenciação de gemas vegetativas em gemas florais ocorre durante o período vegetativo, sendo que fatores climáticos e culturais atuando durante este período podem influenciar a diferenciação floral do próximo ciclo (PETRI et al., 2011).

O decréscimo na área foliar pode diminuir a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa que, por sua vez, pode reduzir a assimilação de carbono total e a produção de massa seca (BEHBOUDIAN e MILS, 1997). A floração é o momento em que a planta necessita utilizar as reservas acumuladas em todo o período vegetativo. Por isso, o crescimento vegetativo no mesmo período pode atuar como competidor pelos carboidratos acumulados, influenciando diretamente a frutificação efetiva.

A área foliar fotossinteticamente ativa é de extrema importância, por sua colaboração direta com a fotossíntese. No entanto, folhas localizadas em posições inadequadas à interceptação solar sofrem sombreamento pelas folhas mais externas no dossel da planta e, além de não realizarem o processo fotossintético de forma eficiente, se comportam como um dreno de água e nutrientes.

2.3.2 Nutrição Mineral da Macieira

Adubações de correção são realizadas na ocasião do plantio do pomar visando adequar o solo à exigência da cultura. A maior parte dos produtores realizam adubações de manutenção anualmente com o objetivo de repor os nutrientes absorvidos pela planta e exportados do pomar durante o ciclo produtivo.

Em pomares com sistemas de irrigação por gotejamento implantado é possível a utilização da fertirrigação como técnica de aplicação de nutrientes. Segundo Vieira e Ramos (1999), a aplicação da fertirrigação deve ser iniciada depois que todas as linhas estiverem cheias de água e os emissores atingirem vazão constante. A fertirrigação possibilita a reposição de nutrientes de forma gradual em diferentes etapas do ciclo produtivo onde a demanda nutricional é distinta. No caso de plantas perenes, como a macieira, a fertirrigação surge como uma ferramenta capaz de fornecer nutrientes sob forma de adubação de manutenção em complemento a adubação de plantio.

A garantia de produtividade das culturas está diretamente ligada à disponibilidade de água no solo. Na macieira, a absorção de nutrientes e água ocorre tanto pelas raízes finas como pelas raízes grossas (EPAGRI, 2006), porém as mais jovens são as mais eficientes.

A irrigação localizada possibilita a aplicação racional de fertilizantes de forma otimizada. Atualmente estima-se que a superfície fertirrigada no mundo ultrapasse 500.000 ha (CADAHIA, 2005). A utilização da fertirrigação tem demandado a necessidade de aprofundar as pesquisas envolvendo a nutrição vegetal, visto que avanços relacionados a todas as áreas estão ocorrendo rapidamente.

2.3.3 Crescimento de frutos

A dinâmica de crescimento de frutos resulta da combinação de processos de divisão e expansão celular. A divisão celular determina o número de células por fruto, enquanto a expansão celular determina o volume destas células (TAIZ, ZEIGER, 2006). O número de células por fruto é o que determina o tamanho final do mesmo. Fatores endógenos e exógenos que aumentem a duração do período de divisão celular promovem o alargamento da célula e, com isso, o crescimento de frutos (RYUGO, 1993).

Na macieira, o período de divisão celular ocorre de três a cinco semanas após a plena floração, dependendo das condições climáticas. A expansão celular inicia na divisão celular, em velocidade que se eleva até a colheita (DOMINGOS, 2009). Diferentes comportamentos são descritos acerca do crescimento de frutos de macieira. Westwood (1982) observou que o crescimento da maçã apresenta uma curva sigmoideal simples, enquanto Lakso et al. (1995) observaram que o padrão de crescimento de frutos de macieira apresentou comportamento expolinear.

Behboudian e Mills (1997) observaram que pomares submetidos a regimes de déficit hídrico, mesmo que este ocorra no final do período de crescimento dos frutos, podem reduzir a produção. Ryugo (1993) relata que quando as macieiras são irrigadas após um período de longo estresse hídrico podem apresentar um rompimento da epiderme, principalmente no lado do fruto exposto à radiação solar, em especial em ramos com folhagem escassa. Estas rachaduras são atribuídas ao estresse devido ao calor que ocasiona a perda de elasticidade celular e consequente absorção rápida de água pelas células dos frutos após a irrigação.

2.3.4 Atributos Pós-Colheita

A qualidade dos frutos no momento em que estes chegam à mesa do consumidor é motivo de preocupações entre os produtores. O consumidor busca, cada vez mais, frutos provenientes de produção com rastreabilidade, onde possam obter informações da forma como foram produzidos e principalmente dos impactos que a produção dos mesmos causou ao meio ambiente. Muitos trabalhos avaliaram atributos pós-colheita em maçãs sob regimes de déficit hídrico. A maior parte relata a influência positiva da manutenção da umidade do solo na qualidade dos frutos em pós-colheita, mostrando a importância do fornecimento de água no manejo da qualidade das frutas (DRAKE e EVANS, 1997).

Os principais atributos que sofrem alterações quando as plantas são submetidas a períodos de déficit hídrico são a firmeza de polpa, a cor da epiderme, a concentração de sólidos solúveis e a acidez titulável dos frutos. As pesquisas relacionadas ao efeito do manejo da irrigação na qualidade dos frutos vem sendo realizadas há muitos anos. HALLER E HARDING (1937) já observaram que a firmeza dos frutos decrescia com a restrição nos níveis de irrigação, e isto também foi constatado por Gueltat-Reich et al. (1974) e Assaf et al. (1975). As variações na firmeza da polpa acontecem pela alongação celular e, principalmente pela degradação de carboidratos complexos, como substâncias pécicas, celulose e hemicelulose, o que resulta em alterações nas paredes celulares, que causam o abrandamento da polpa. Conforme ocorre a maturação da fruta, há o amolecimento dos tecidos (CANTILLANO et al., 2006). A firmeza é um atributo muito importante de qualidade de frutos, principalmente no tocante à conservação dos mesmos.

A acidez é um importante indicativo de qualidade interna da fruta durante o armazenamento (ARGENTA, 2006). A acidez diminui com a maturação e também durante o armazenamento.

A cor do fruto é um atributo importante de qualidade, constituindo-se em um grande problema da produção mundial de maçãs. O mercado consumidor prefere frutas de coloração vermelha-rajada. A casca da maçã concentra importantes compostos benéficos à saúde humana que atuam como

antioxidantes, anti-inflamatórios, agentes anticancerígenos, entre outros. Pearson et al. (1999) demonstraram que os fenóis presentes no suco comercial de maçãs (casca e polpa) inibiram, *in vitro*, a oxidação do colesterol benéfico à saúde humana. A coloração da epiderme da maçã está diretamente relacionada estruturalmente com os flavonoides, mais conhecidos como antocianinas (GONGRA et al., 2012). A propriedade mais descrita das antocianinas é o potencial antioxidante, uma vez que elas atuam como carreadores diretos dos radicais livres e previnem, assim, doenças cardiovasculares.

As células humanas estão constantemente sofrendo agressões causadas pelos radicais livres e espécies reativas do oxigênio (VOLP et al., 2008), os quais são produzidos durante o metabolismo normal do oxigênio ou induzidos por danos exógenos. As antocianinas aumentam a função dos antioxidantes endógenos (NIJVELDT et al., 2001) e estabilizam as espécies reativas de oxigênio através de suas reações com o componente reativo do radical (VOLP et al., 2007).

Vários trabalhos (WAN ZALIHA e SINGH, 2010; DRAKE e EVANS, 1997) sugerem que macieiras mantidas sob regimes hídricos satisfatórios produzem frutos com maior pigmentação vermelha, aumentando também os índices de antocianinas. Por outro lado, Wan Zaliha e Singh (2010) constataram que o déficit hídrico incrementa a produção de etileno e, conseqüentemente, aumenta a expressão gênica da biossíntese das antocianinas. Informações sobre o uso da água pelas plantas, especialmente em relação a avaliação da água no solo, são necessárias para adoção de estratégias próprias para a manutenção de sistemas de irrigação tendo em vista a sustentabilidade ambiental (PELASOKA et al., 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O trabalho foi realizado na região produtora de maçã dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul, em pomar instalado em 2009, na Estação Experimental de Clima Temperado, da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria, RS (28°30'49" S; 50°52'58" W), a 981 m de altitude, cujo solo predominante é o Latossolo Bruno aluminico câmbico. As avaliações experimentais foram realizadas na safra 2011/12.

Utilizou-se as cultivares de macieira Maxigala e Fuji Suprema, sobre o porta-enxerto M9, plantadas no espaçamento de 1,2 e 1,0 m entre plantas respectivamente, e de 4,0 m entre as filas, conduzidas no sistema de líder central. Para a condução das plantas e o manejo fitossanitários, foram utilizadas as recomendações técnicas da cultura para a região.

Para a avaliação do efeito da irrigação e da fertirrigação na cultura da macieira, foi instalado na área um sistema de irrigação localizada, por gotejamento, sendo utilizadas duas mangueiras para o experimento, uma para aplicação da água de irrigação e uma para a aplicação da solução fertirrigante.

Os tratamentos utilizados foram: Adubação de solo sem irrigação (AS), Adubação Sólida + Irrigação (AS + I), Irrigação + Fertirrigação (I + F) e Fertirrigação (F). A quantidade de nutrientes aplicada na safra 2011/2012 foi de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 kg ha⁻¹ de N. Foram aplicadas as mesmas quantidades de nutrientes em todos tratamentos, porém, a forma de aplicação foi distinta. Nos tratamentos AS e AS + I, a aplicação dos fertilizantes ocorreu de uma só vez, no período pós-brotação; nos tratamentos I + F e F, a adubação foi realizada via fertirrigação, semanalmente durante o período de crescimento vegetativo das plantas, nas mesmas quantidades de nutrientes dos demais tratamentos.

3.2 MONITORAMENTO HÍDRICO DO SOLO

Foram instalados dois pares de tensiômetros por repetição, um a 0,10 m e outro a 0,30 m de profundidade, representando a faixa de maior concentração radicular da macieira (GREEN e CLOTHIER, 1999; HOFFMANN e BERNARDI, 2004). O monitoramento hídrico foi realizado diariamente durante todo o período vegetativo da cultura. Utilizou-se um tensiômetro de digital para a realização das leituras (ver figura 4).

As irrigações foram realizadas quando a tensão média da água no solo apresentava-se abaixo a capacidade de campo (CC) (-10 kPa). Os tratamentos AS + I e I + F receberam regimes hídricos visando manter a tensão em 10 kPa.

As irrigações tiveram início em 17/10/2011 e as fertirrigações em 21/10/2011.

O tratamento AS foi submetido a um regime de déficit hídrico, visto que este recebeu somente água de precipitação pluviométrica, o tratamento fertirrigação, recebeu além da água da precipitação um regime hídrico semanal de 3 horas de irrigação, equivalente a 8 mm de lâmina de água $\text{ha}^{-1} \text{ semana}^{-1}$.

Figura 4 - Visualização do tensímetro realizando monitoramento hídrico do solo.



Fonte: Camila Cargnino, (2012)

A solução nutritiva (ver figura 5) aplicada nos tratamentos com fertirrigação foi balanceada para que os tratamentos fertirrigados recebessem as mesmas quantidades de nutrientes que os tratamentos adubados convencionalmente. Foram realizadas 20 aplicações de solução nutritiva, que distribuiu 20 kg ha^{-1} de N, 20 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 60 kg ha^{-1} de K_2O .

Figura 5 - Visualização do sistema de aplicação da fertirrigação.



Fonte: Camila Cargino (2012).

A demanda hídrica da cultura foi determinada considerando os resultados diários do monitoramento dos tensiômetros utilizando tensímetro digital, bem como dos resultados meteorológicos obtidos na Estação Meteorológica da Estação Experimental de Fruticultura Temperada – Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS.

3.3 ASPECTOS FENOLÓGICOS

Quanto aos aspectos fenológicos, objetivou-se avaliar a influência de tratamentos de Irrigação e Fertirrigação no período vegetativo da cultura e na brotação das duas cultivares de macieira, *Maxigala* e *Fuji Suprema*. Foram realizadas as seguintes avaliações: época de brotação (início, plena, final), duração da floração e época de colheita (início e final da maturação).

Para determinação da frutificação efetiva foi realizada a contagem de cachos florais em plena floração e no estágio de “fruit set”, bem como a contagem dos frutos remanescentes. A frutificação efetiva foi calculada dividindo-se o número dos frutos fixados pelo número de cachos florais.

3.3 CRESCIMENTO DE FRUTOS

As avaliações de crescimento de frutos tiveram início em novembro de 2011, quando os frutos encontravam-se em estágio de “fruit set”, e estenderam-se até o período de colheita dos mesmos, tendo sido feitas quinzenalmente. Por meio de um paquímetro, mediam-se os diâmetros horizontal e vertical de quinze frutos, previamente marcados (ver figuras 6) nas três plantas centrais de cada parcela de cada uma das cultivares *Maxigala* e *Fuji Suprema*.

Figura 6 Visualização dos frutos das cultivares Maxigala (esq.) e Fuji Suprema (dir.) com as devidas marcações para avaliação de crescimento.



Fonte: Camila Cargnino, (2012)

3.4 COLHEITA DOS FRUTOS

O ponto de colheita foi determinado cortando-se transversalmente frutos de uma amostra representativa da área, os quais foram imersos durante 1 minuto em solução de iodo. Dez minutos após procedeu-se a leitura observando-se a área do fruto que reagiu com o iodo. O ponto de colheita para as cultivares do grupo Gala acontece entre valores 2,0 e 3,0 e para as cultivares do grupo Fuji entre 2,5 e 3,5. Em uma escala de 1 a 5. A colheita dos frutos foi realizada quando eles se encontravam em ponto de colheita. Os frutos foram colhidos individualmente nas cinco plantas de cada parcela, na mesma data. Foi avaliado o número e o peso, conforme as seguintes categorias comerciais: extra (acima de 70 mm), especial (de 65 a 70 mm), comercial (de 55 a 65 mm) e refugo (até 55 mm).

3.5 ATRIBUTOS PÓS-COLHEITA

A firmeza de polpa (FP), a acidez titulável (AT) e o teor de sólidos solúveis (SS; °brix) foram determinados na colheita, aos 60 e aos 120 dias após a colheita, para ambas as cultivares. Foram selecionados 10 frutos por parcela. A FP foi quantificada com penetrômetro, o teor de SS com refratômetro digital, e AT através de titulometria de neutralização com solução de NaOH 1,0 N (titulação até pH 8,1). Os frutos submetidos às avaliações aos 60 e 120 DAC foram mantidos em atmosfera convencional, a 0°C e UR \pm 95%.

Foram realizadas duas avaliações de cor, sendo a primeira na colheita (02/02/2012 na *Maxigala* e 28/02/2012 na *Fuji Suprema*) e a segunda no final do período de armazenamento dos frutos (26/07/2012). A cor da película foi avaliada com colorímetro Konica Minolta CR 400/410, tendo sido caracterizada com base nas coordenadas cromáticas de Luminosidade (L), a e b. Separaram-se 10 frutos por repetição e avaliaram-se os parâmetros L, a e b. A primeira leitura correspondeu à superfície da fruta com maior coloração vermelha e a segunda leitura à superfície oposta à primeira.

Os teores de antocianinas foram determinados utilizando 10 frutos por repetição. Para isso, foram retirados dois discos de 15 mm da epiderme dos frutos, na região equatorial dos mesmos, em faces opostas da epiderme, compondo a amostra. As amostras foram envolvidas em papel alumínio e congeladas em nitrogênio líquido a -196°C . Subsequentemente, as amostras foram maceradas em moinho para obtenção de uma amostra em forma de pó. Desse pó, pesou-se 1,0 g, em erlenmeyer, e adicionaram-se 50 mL de uma solução de etanol + HCl 1,5 N (85 mL de etanol P.A. + 15 mL de HCl 1,5 N). Os frascos foram cobertos com papel alumínio e deixados durante 17 horas em geladeira. Após esse período a solução foi filtrada e foi determinada a absorvância da solução no comprimento de onda de 535 nm, com um espectrofotômetro.

Para a avaliação das concentrações de nutrientes na polpa fresca dos frutos, foram separados na colheita, 10 frutos por parcela. A casca foi retirada da região equatorial dos frutos, e com um trado calador, com espessura de 10 mm, foram coletados 10 discos da polpa, que foram posteriormente congelados. A análise foi realizada seguindo a metodologia descrita por Freire (1998).

Para determinação dos teores de nutrientes no solo foram coletadas amostras nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, a 30 cm de distância da linha de plantio, entre as duas plantas centrais de cada tratamento. Foram determinados os teores de P e K, pelo método de Mehlich-1 (TEDESCO et al., 1995).

3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições. Cada cultivar foi analisada separadamente. Os dados foram submetidos à análise de variância e em caso de significância foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade. Para isto, foi utilizado o programa estatístico SAS 9.13. (SAS Institute, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MONITORAMENTO HÍDRICO

Na cultivar Maxigala, o potencial matricial do solo no início do período vegetativo da cultura (02/09/2011 a 04/11/2011) manteve-se dentro dos limites estabelecidos, ou seja, entre 0 e -10 kPa (ver figura 7). Nestes dois meses, as precipitações pluviométricas foram regulares, mantendo o potencial matricial do solo dentro dos limites estabelecidos para o estudo, em todos tratamentos. Até quatro semanas após a plena floração da macieira é fundamental que o potencial matricial do solo mantenha-se próximo à CC, pois este período é crítico para o crescimento radicular, frutificação efetiva e divisão celular do fruto (COMBRET, 2012).

A partir de 04/11/2011 o solo dos tratamentos AS, I + F e F apresentou potencial matricial < -10 kPa, pois neste período o índice pluviométrico foi mais baixo do que no período seguinte, nas duas profundidades (0 a 20 e 20 a 40 cm) (ver figuras 7 e 8). A partir da segunda quinzena de dezembro de 2011 conseguiu-se estabilizar o potencial matricial do solo no tratamento AS + I, que juntamente com o tratamento I + F, manteve o potencial matricial do solo médias abaixo de -10 kPa até o período posterior à colheita. Os tratamentos que não receberam irrigação (AS e F) apresentaram tensões médias superiores a -10 kPa, mesmo em períodos após precipitações pluviométricas maiores que 50 mm. Isso mostra a importância da irrigação na manutenção da umidade do solo, pois neste período as plantas necessitam de quantidades de água suficientes para suprir a demanda evapotranspirativa. Segundo Conceição et al, (2011), a evapotranspiração da cultura (ET_c) da macieira para a região de Vacaria oscila de 0,3 a 3,0 mm dia⁻¹, sendo que nos meses de janeiro, fevereiro e março ocorrem os maiores valores.

Na *Fuji Suprema* (ver figura 8), observou-se que os tratamentos AS e F apresentaram tensões acima de -10 kPa a partir de 04/11/2011, valores estes que se mantiveram até o final do período avaliado. O solo dos tratamentos AS + I e I + F, na camada de 0 a 0,40 m, manteve-se na maior parte do período avaliado abaixo da CC.

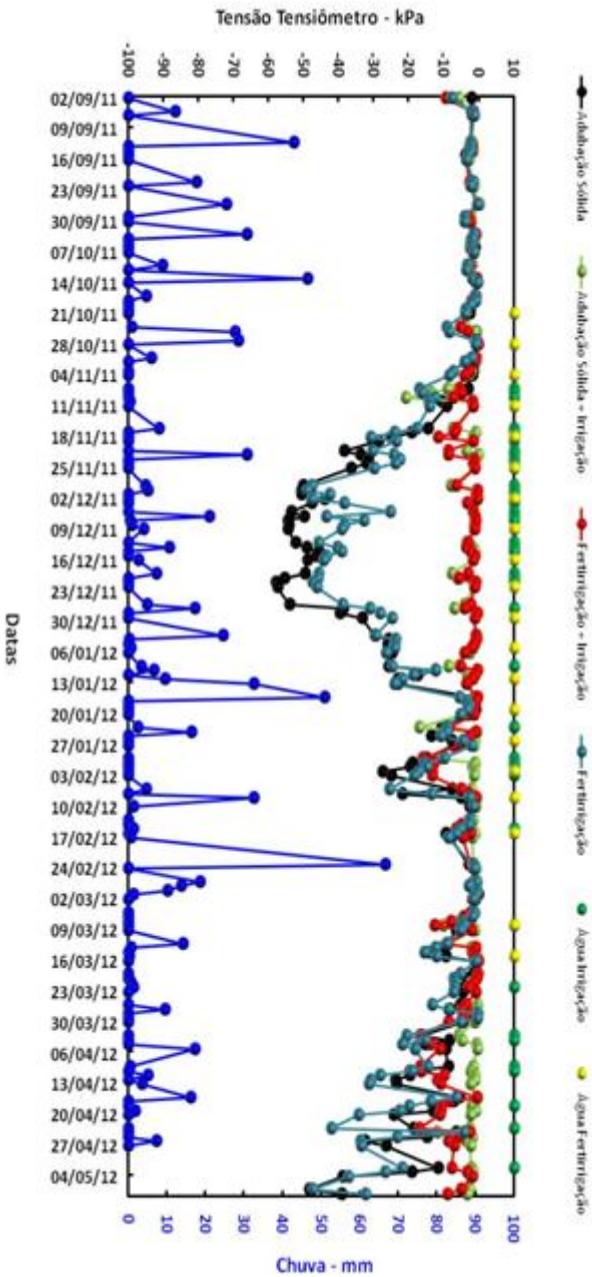
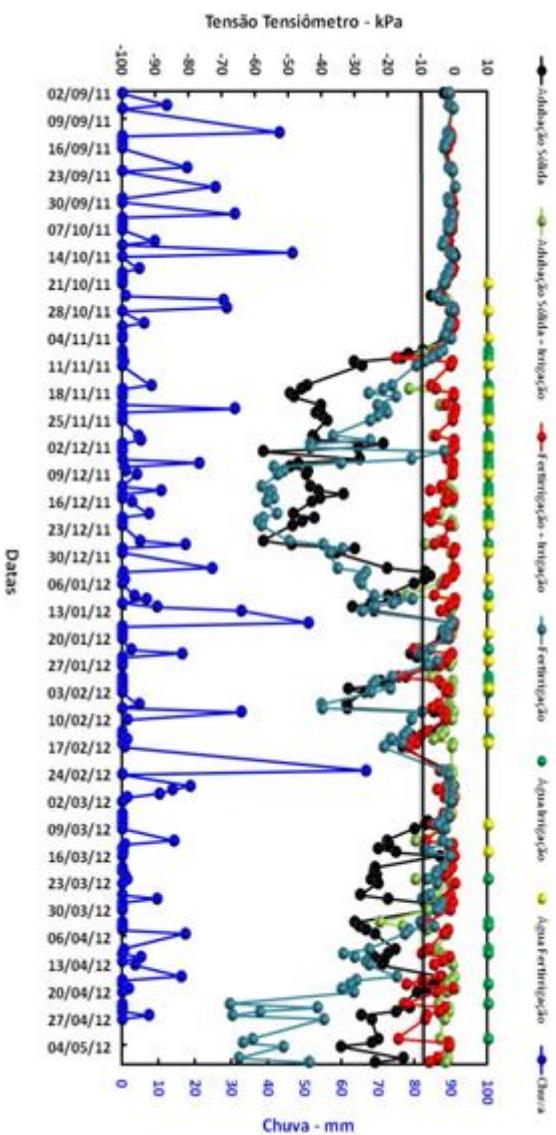


Figura 8- Monitoramento hidrico do solo na profundidade de 0 a 40 cm e precipitação pluviométrica, *Fuji suprema* na safra 2011-2012.



Fonte: Camilla Cargino, (2012)

4.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Na safra 2011/12 a ocorrência das variáveis fenológicas das cultivares *Maxigala* e *Fuji Suprema* tiveram o mesmo comportamento (ver tabela 1). No período anterior ao início das aplicações de irrigação e fertirrigação, não foram observadas diferenças significativas quanto à frutificação efetiva em nenhum tratamento, tanto para a *Maxigala* quanto para a *Fuji Suprema* (ver tabela 2). Na safra 2012/13, após o primeiro ano de experimento, a fenologia foi um pouco distinta entre as cultivares (ver tabela 2), porém não houve diferenças entre os tratamentos (dados não apresentados).

Tabela-1 Fenologia de macieiras *Maxigala* e *Fuji Suprema* nas safras 2011/12 e 2012/13.

Estádios Fenológicos	SAFRA 2011/12		SAFRA 2012/13	
	<i>Maxigala</i>	<i>Fuji Suprema</i>	<i>Maxigala</i>	<i>Fuji Suprema</i>
Ponta Verde	20/09/2011	20/09/2011	15/09/2012	15/09/2012
Início Floração	30/09/2011	30/09/2011	24/09/2012	27/09/2012
Plena Floração	06/10/2011	06/10/2011	02/10/2012	08/10/2012
Final Floração	18/10/2011	18/10/2011	15/10/2012	15/10/2012

Fonte: Camila Cargnino, (2012)

No segundo ano do experimento, não foram observadas diferenças significativas quanto à frutificação efetiva entre os tratamentos, tanto para a *Maxigala* quanto para a *Fuji Suprema* (ver tabela 2). Segundo Wielgolaski (2001), os estádios fenológicos estão correlacionados com diferentes condições climáticas, incluindo fatores como temperatura do ar, temperatura do solo, precipitação, radiação solar, evapotranspiração e comprimento do dia. Segundo Caprio (1966), a interferência das condições de solo sobre a fenologia da planta é geralmente menor do que a influência do clima.

Tabela-2. Frutificação efetiva (%) em duas safras em macieiras *Maxigala* e *Fuji Suprema* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação + fertirrigação; F = fertirrigação.

TRAT.	Safra 2011-12		Safra 2012-13	
	<i>Maxigala</i>	<i>Fuji Suprema</i>	<i>Maxigala</i>	<i>Fuji Suprema</i>
AS	40,1 ns	114,3 ns	98,3 ns	117,7 ns
AS+I	42,1	100,8	128,7	111,7
I+F	39,8	130	113	89,7
F	33,5	95,3	112,7	116,3
C.V.(%)	33,5	24,7	17,1	24,4

Fonte: Camila Cargino, (2012)

4.3 CRESCIMENTO DE FRUTOS

O diâmetro horizontal dos frutos da cultivar Maxigala, a partir da terceira data de avaliação, foi maior nos tratamentos AS + I e I + F do que nos demais (ver tabela 3); na colheita, porém, somente o tratamento I + F diferiu significativamente do tratamento AS para esta variável. O mesmo comportamento foi observado quanto ao crescimento de frutos. O diâmetro vertical dos frutos da cultivar Maxigala somente diferiu entre os tratamentos AS + I e I + F, sendo maior que os demais tratamentos. No decorrer do ciclo de desenvolvimento, esta diferença não foi mais observada, inclusive na colheita. No período de avaliação entre 15/11/2011 a 29/01/2012, a precipitação pluviométrica na área experimental foi de 230 mm, valor considerado adequado para o crescimento dos frutos (EMBRAPA UVA E VINHO, 2013).

Os resultados foram mais evidentes para o diâmetro horizontal do que para o vertical, principalmente devido às características genéticas da cultivar Maxigala, que produz frutos de formato redondo-cônico (SILVEIRA, 2011). Segundo Ryugo (1993), os frutos podem variar em forma, e o crescimento no diâmetro horizontal nem sempre é proporcional ao do diâmetro vertical.

Os períodos de déficit hídricos ocorridos por ocasião da terceira avaliação (15/12/2011) afetaram tanto o diâmetro horizontal quanto o diâmetro vertical dos frutos de *Maxigala* nos tratamentos que não receberam irrigação, ou seja, afetaram o índice de crescimento das frutas (ver tabela 4). As chuvas que ocorreram posteriormente a este período, entretanto, foram suficientes para promover a recuperação do tamanho dos frutos nos demais tratamentos, a ponto de eliminar qualquer diferença entre os tratamentos por ocasião da colheita.

Na *Fuji Suprema*, o diâmetro vertical dos frutos, na quinta (14/01/2012) e na sexta avaliações (29/01/2012), foi maior no tratamento I + F do que no tratamento AS (ver tabela 5). Na colheita (15/02/2012), o tratamento I + F apresentou os frutos com o maior diâmetro horizontal. Por outro lado, o diâmetro vertical dos frutos diferiu entre os tratamentos somente na sexta avaliação (30/01/2012), onde o tratamento I + F apresentou

diâmetro maior do que os tratamentos AS e F. Observa-se, através do monitoramento hídrico do solo (ver figura 6), que neste período os tratamentos que não receberam irrigação mostraram tensões de água no solo abaixo da CC.

O índice de crescimento de frutos (ver tabela 6) mostrou superioridade dos tratamentos AS + I e F em relação ao tratamento I + F na última avaliação (colheita).

Tabela-3 Diâmetros horizontal e vertical (mm) de frutos em macieiras *Maxigala* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de oito repetições em seis datas de avaliação. ns= não significativo a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam significância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

TRAT	Diâmetro Horizontal (mm)					
	15/11/2011	30/11/2011	15/12/2011	30/12/2011	14/01/2012	29/01/2012
AS	28,0 ns	37,6 ns	44,3 B	57,6 B	63,2 B	66,7 B
AS + I	27,8	37,5	46,7 A	58,0 AB	63,1 B	67,8 AB
I + F	28,1	38,2	47,9 A	59,7 A	65,2 A	69,3 A
F	27,8	37,4	44,0 B	57,8 B	63,1 B	67,9 AB
Diâmetro Vertical (mm)						
AS	28,2 ns	36,5 ns	37,0 B	54,3ns	57,6 ns	60,7 ns
AC + I	28,2	36,3	47,0 A	55,3	57,4	61,8
I + F	28,6	37,6	45,2A	55,0	59,9	63,8
F	27,9	36,4	36,9B	53,3	58,4	62,0

Fonte: Camilla Cargnino, (2012)

Tabela-4 Índice de crescimento de frutos de macieira *Maxigala*, influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de oito repetições em seis datas de avaliação. ns= não significativo a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam significância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

Índice de crescimento de frutos <i>Maxigala</i>						
TRAT.	17/11/2011	01/12/2011	13/12/2011	05/01/2012	16/01/2012	30/01/2012
AS	0,99 ns	1,03 ns	1,19 A	1,06 ns	1,09 ns	1,09 ns
AS + I	0,98	1,03	1,01 B	1,05	1,09	1,09
F + I	0,98	1,01	1,06 B	1,08	1,08	1,09
F	0,99	1,02	1,19 B	1,08	1,07	1,08

Fonte: Camila Cargino, (2012)

Tabela-5 Diâmetros horizontal e vertical (mm) de frutos de macieira *Fuji Suprema* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de oito repetições em sete datas de avaliação NS= não significativo a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam significância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

TRAT.	Diâmetro Horizontal (mm)							
	17/11/2011	01/12/2011	13/12/2011	05/01/2012	16/01/2012	30/01/2012	15/02/2012	
AS	26,1 NS	31,5 NS	36,8 NS	45,3 NS	48,5 B	52,8 B	54,7 B	
AS + I	26	31,8	37,4	45,8	50,0 AB	53,1 AB	55,4 B	
I + F	26,7	32,4	37,7	46,6	50,6 A	54,5 A	57,7 A	
F	26,2	31,8	36,9	45,2	49,1 AB	52,4 B	55,0 B	
Diâmetro Vertical (mm)								
TRAT.	17/11/2011	01/12/2011	13/12/2011	05/01/2012	16/01/2012	30/01/2012	15/02/2012	
AS	29,0 NS	37,0 NS	44,3 NS	55,1 NS	59,8 NS	63,7 B	68,0 NS	
AS + I	28,4	36,8	44,3	55,4	60,5	65,3 AB	70,0	
I + F	29,5	37,8	45,1	56,0	61,1	66,4 A	69,6	
F	28,9	37,2	44,2	55,2	60,3	65,0 B	69,7	

Fonte: Camilla Cargino, (2012)

Tabela-6 Índice de crescimento de frutos de macieira Fuji Suprema influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de oito repetições em sete datas de avaliação. NS= não significativo a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam significância pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

		Índice de crescimento de frutos						
TRAT.	17/11/2011	01/12/2011	13/12/2011	05/01/2012	16/01/2012	30/01/2012	15/02/2012	
AC	1,11 ns	1,17 ns	1,19 ns	1,20 ns	1,22 ns	1,21 ns	1,23 AB	
AC + I	1,09	1,15	1,18	1,21	1,21	1,23	1,26 A	
I + F	1,1	1,17	1,19	1,22	1,2	1,21	1,20 B	
F	1,1	1,17	1,19	1,22	1,22	1,24	1,26 A	

Fonte: Camila Cargino, (2012)

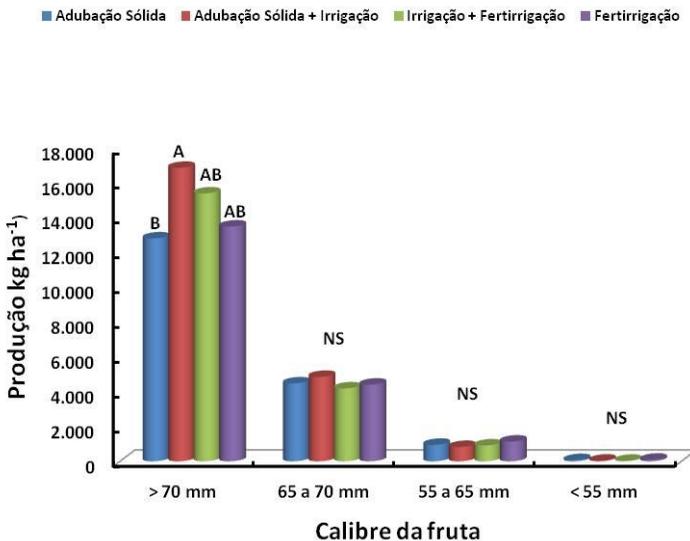
O efeito dos tratamentos no diâmetro dos frutos variou entre as duas cultivares analisadas. Para a *Maxigala*, as maiores diferenças foram observadas no diâmetro horizontal, já para a *Fuji Suprema* ocorreram diferenças no crescimento vertical. Este fato se deve principalmente às características genéticas de cada espécie, conforme a divisão celular e a diferenciação dos tecidos do fruto. As plantas do grupo “*Gala*”, a exemplo da *Maxigala*, produzem frutos de formato redondo-cônico, já os frutos do grupo “*Fuji*” produzem frutos mais achatados. A cultivar *Fuji Suprema* possui uma característica específica, resultante do melhoramento genético, onde os frutos são mais achatados que os da cultivar *Fuji* original (EPAGRI, 2006). Segundo Ryugo (1993), a divisão celular em maçãs continua no tecido cortical do ovário por aproximadamente oito semanas após a plena floração. Assim, neste período, o déficit hídrico, além de ocasionar uma menor frutificação efetiva, contribui para a diminuição do número de células de cada fruto. Após o término do período de divisão celular, as células possuem pequenos vacúolos ricos em material citoplasmático e, à medida que ocorre o crescimento celular, os vacúolos aumentam de tamanho, passando a ocupar grande parte do volume celular. O crescimento de frutos é inicialmente lento, pois no primeiro estágio, ocorre a divisão celular. A velocidade de incremento de massa no fruto aumenta no segundo estágio de crescimento, mas adquire a velocidade máxima no terceiro estágio, que ocorre da metade de dezembro até a colheita .

No período final de crescimento dos frutos observam-se efeitos benéficos de tratamentos de irrigação em ambas as cultivares. Na *Maxigala*, o tratamento I + F foi superior ao tratamento AS, já na *Fuji Suprema* o tratamento I + F foi superior aos demais tratamentos. Observa-se que períodos de déficit hídrico durante o crescimento dos frutos acarretam em prejuízos no seu crescimento e no tamanho final dos frutos no ponto de maturação.

4.4 PRODUÇÃO DE FRUTOS

Na *Fuji suprema*, o peso de frutos (ver figura 9) só foi influenciado pelos tratamentos na categoria com mais de 70 mm. Nela, os frutos mais pesados foram produzidos nos tratamentos com F, I + F e AS + I, e somente este último tratamento apresentou frutos com maior peso do que o AS.

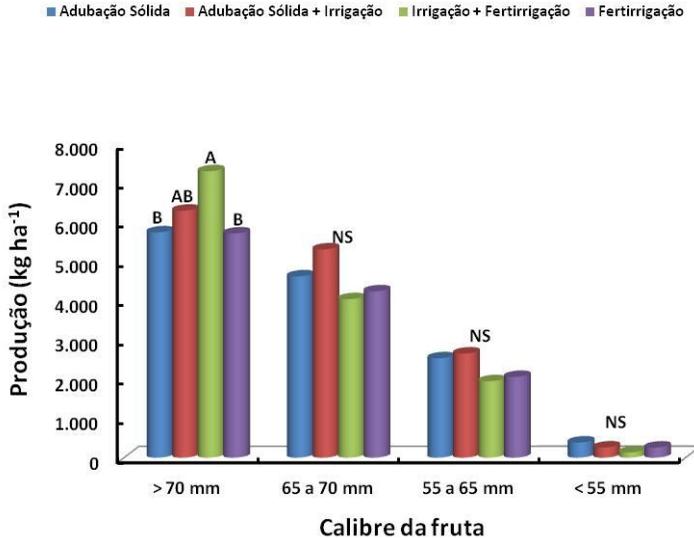
Figura 9 Produção de diferentes categorias de frutos de macieira *Fuji Suprema* influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas dentro de cada tamanho de fruto mostram diferenças entre os tratamentos, ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.



Fonte: Camila Cargino (2013).

Na *Maxigala* o peso de frutos (ver figura 10) na categoria acima de 70 mm, foi maior no tratamento I+F em comparação aos tratamentos AS e F, não diferindo do tratamento AS+I.

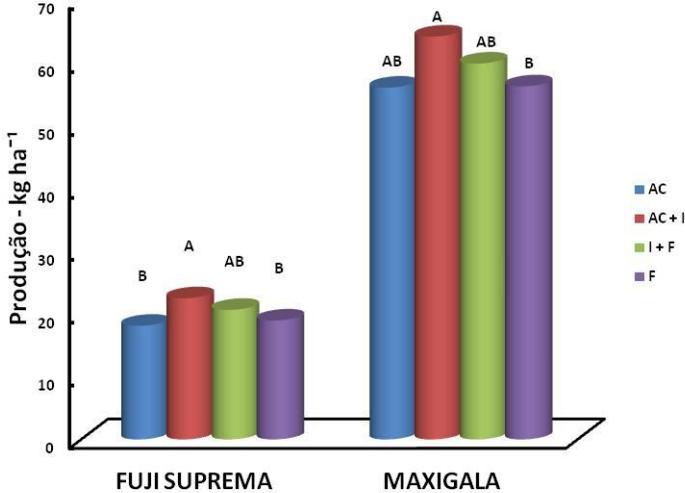
Figura 10 Peso de diferentes categorias de frutos de macieira *Maxigala* influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, ns: não significativo.



Fonte: Camila Cargino(2013).

A produção total de frutos na safra 2011-2012 (ver figura 11) variou com os tratamentos de adubação e com a forma de aplicação de água. Na *Fuji suprema*, o tratamento mais produtivo foi aquele onde a adubação foi feita no solo acompanhado de irrigação, o qual não diferiu daquele com I + F. Os tratamentos F, AS e I+F não diferiram entre si. Na *Maxigala*, os tratamentos que proporcionaram o maior rendimento de frutos foram AS + I, AS, e I + F, sendo que estes dois últimos não diferiram do tratamento só com F, que foi o menos produtivo.

Figura 11 Produção total de macieiras *Fuji Suprema* e *Maxigala* influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.



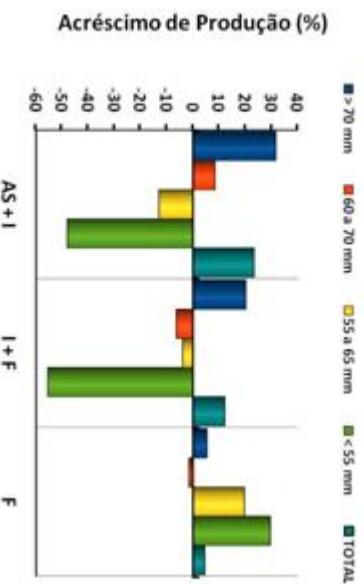
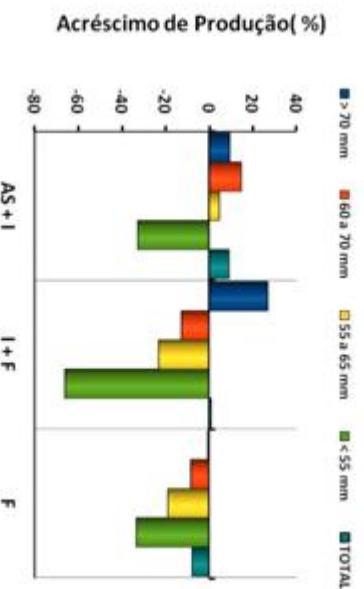
Fonte: Camila Cargnino (2013).

Quanto ao acréscimo de produção (ver figura 12), comparando-se todos os tratamentos ao tratamento AS na *Fuji Suprema*, ocorreu acréscimo de produção no total de frutos e nos frutos das categorias > 70 mm e entre 65 e 70 mm, e diminuição nos frutos das categorias de menor interesse comercial (55 a 65 e < 55 mm) no tratamento AS + I. No tratamento I + F, ocorreu acréscimo de produção no total de frutos e nos frutos da categoria > 70 mm. O tratamento F apresentou acréscimo de produção em todos os tratamentos. O mesmo comportamento foi observado por Mpelasoka (2001), onde plantas submetidas a tratamentos com controle de irrigação produziram maior quantidade de frutos de maior tamanho comparados a tratamentos com déficit hídrico. Isto evidencia que a irrigação é

um fator chave na manutenção da produção de frutos de maior calibre, estes por sua vez, com maior interesse comercial.

Para a *Maxigala*, somente o tratamento AS + I e I + F apresentaram acréscimo de produção. No o tratamento AS + I a produção total de frutos e de frutos das categorias >70 mm, entre 65 e 70 mm e entre 55 e 65 mm aumentou. No tratamento I + F houve acréscimo no total de frutos produzidos e nos frutos da categoria de maior interesse comercial (> 70 mm). O tratamento F apresentou decréscimo na produção.

Figura 12 Acréscimo de produção de macieiras Fuji Suprema e Maxigala influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertiirrigação; F = fertiirrigação.



Fonte: Camilla Carginho, (2013).

4.5 ATRIBUTOS PÓS-COLHEITA

4.5.1 Firmeza de polpa (FP), acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS).

Na média das três avaliações pós-colheita (ver tabela 5), observa-se que somente na cultivar Fuji Suprema houve diferença significativa quanto à firmeza de polpa (Lb), onde o tratamento AS + I mostrou-se significativamente superior ao tratamento AS, não diferindo dos demais.

Tabela-7 Média geral de três avaliações pós-colheita em macieiras *Maxigala* e *Fuji Suprema* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento. Letras maiúsculas diferentes dentro de cada coluna significa existência de diferença estatística entre os tratamentos dentro de cada atributo e de cada cultivar pelo teste Tukey a 5% de significância. NS: não significativo. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

TRAT.	<i>Maxigala</i>				<i>Fuji Suprema</i>			
	FP (N)	AT	SS	FP (Lb)	AT	SS		
AS	81,03 ns	5,80 ns	14,44 ns	16,44 B	5,49 ns	14,05 ns		
AS + I	80,41	5,62	13,89	17,12 A	5,48	13,72		
F + I	80,50	5,61	14,28	16,85 AB	5,78	13,68		
F	82,23	5,89	14,3	16,73 AB	5,75	13,7		

Fonte: Camilla Cargino (2013).

Observando separadamente cada avaliação, para a *Maxigala*, (ver tabela 6) nota-se que somente na primeira avaliação (07/02/12) o tratamento I + F mostrou-se significativamente superior ao tratamento AS + I, quanto ao teor de sólidos solúveis (SS), não diferindo dos demais tratamentos. Quanto à acidez Titulável (AT) e Firmeza de Polpa não houve diferença significativa entre os demais tratamentos.

Ao compararmos a evolução de cada variável avaliado no decorrer do período de armazenagem, observa-se que o tratamento AS apresentou maiores redução na firmeza de polpa entre a primeira e a terceira avaliação, apresentando diferença significativa entre as três avaliações. Os tratamentos AS + I, F + I e F mostraram significativa redução na firmeza de polpa da primeira para a segunda avaliação, sendo que ambos não apresentaram diferença significativa da segunda para a terceira avaliação.

Para as avaliações de acidez titulável observou-se resultados iguais aos observados na firmeza de polpa, evidenciando que o tratamento AS apresenta uma redução significativa desde a colheita até a última avaliação enquanto, nos demais tratamentos, essa redução só é significativa entre a primeira e a segunda avaliações.

Quanto ao teor de SS, observou-se o mesmo comportamento para todos os tratamentos, sendo que houve aumento significativo dos teores da primeira para a segunda avaliação pós-colheita. Entre a segunda e a terceira avaliações não se observou diferença significativa para nenhum tratamento.

Nas avaliações de firmeza de polpa (FP) da *Fuji Suprema* (ver tabela 7), observa-se que todos os tratamentos apresentaram diminuição na FP entre os períodos de avaliação. Porém, no tratamento AS + I não houve diferença significativa entre a primeira e a segunda avaliações pós-colheita, que foram significativamente superiores à terceira avaliação. Nos demais tratamentos houve diferença significativa entre as três avaliações pós-colheita.

Houve diminuição acentuada na acidez titulável entre a primeira e a segunda avaliações pós-colheita nos tratamentos AS e AS + I. Nos tratamentos I + F e F houve diferença significativa somente na terceira avaliação, onde esta se mostrou estatisticamente inferior às demais avaliações.

O teor de sólidos solúveis mostrou resultados significativamente diferentes entre as três avaliações pós-colheita para os tratamentos AS e F. Nos tratamentos I + F e AS + I observou-se diminuição significativa entre a primeira e a segunda avaliações pós-colheita, sendo que entre a segunda e a terceira avaliações não houve diferença significativa.

Tabela-8 Avaliações pós-colheita em macieiras *Maxigala* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento, minúsculas compararam os tratamentos de avaliação na coluna, pelo teste Tukey a 5% de significância. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

TRAT.	<i>Maxigala</i>								
	Firmeza de Polpa (Lb)		Acidez Titulável		Sólidos Solúveis				
	Colheita	60 DAC	120 DAC	Colheita	60 DAC	120 DAC			
AS	21,32 Aa	17,25 Ba	16,08 Ca	6,75 Aa	5,87 Ba	4,80 Ba	12,9 Bab	15,20 Aa	15,22 Aa
AS+I	21,76 Aa	16,84 Ba	15,64 Ba	6,27 Aa	5,70 ABa	4,90 Ba	11,8 Bb	14,60 Aa	15,23 Aa
I + F	21,50 Aa	17,03 Ba	15,74 Ba	5,81ABa	6,17 Aa	4,85 Ba	12,9 Ba	14,76 Aa	15,13 Aa
F	22,03 Aa	17,21 Ba	16,20 Ba	6,75 Aa	6,17 Aa	4,76 Ba	12,2 Bab	15,09 Aa	15,58 Aa

Fonte: Carrila Carginino (2013).

Tabela-9 Avaliações Pós-Colheita em macieiras *Fuji Suprema* influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento, minúsculas comparam os tratamentos de avaliação na coluna, pelo teste Tukey a 5% de significância. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

Fuji Suprema

TRAT.	Firmeza de Polpa (lb)			Acidez Titulável			Sólidos Solúveis											
	Colheita	60 DAC	120 DAC	Colheita	60 DAC	120 DAC	Colheita	60 DAC	120 DAC									
AS	18,,00	Aa	16,20	Bb	15,11	Ca	6,47	Aa	5,30	Ba	4,70	Ba	12,53	Ca	14,12	Ba	15,48	Aa
AS+ I	18,28	Aa	17,36	Aa	15,72	Ba	6,53	Aa	5,33	Ba	4,58	Ba	12,16	Ba	14,24	Aa	14,75	Aab
I + F	18,30	Aa	17,13	Bab	15,12	Ca	6,73	Aa	6,03	Aa	4,60	Ba	12,15	Ba	14,45	Aa	14,43	Ab
F	18,54	Aa	16,51	Bab	15,14	Ca	6,82	Aa	5,87	ABa	4,55	Ba	11,96	Ca	14,17	Ba	14,98	Aab

Fonte: Camila Cargino (2013).

4.5.2 Cor dos frutos e teores de antocianinas

Na colheita para a cultivar Maxigala (ver tabela 8 e ver figura 13) quanto ao parâmetro L , o tratamento AS mostrou-se estatisticamente superior aos demais tratamentos, evidenciando que os tratamentos com AS apresentam maior luminosidade do que os tratamentos com F.

Para o parâmetro “a”, que corresponde à cor vermelha, observa-se que o tratamento F apresentou-se significativamente superior ao tratamento AS, porém não diferiu dos demais tratamentos. A cor vermelha é o parâmetro de maior importância na avaliação de cor de fundo da epiderme de maçãs. O mesmo comportamento foi observado por Drake e Evans (1997), que avaliando três regimes de irrigação, obteve maiores valores de L no tratamento que recebeu irrigação por gotejamento, mantendo os teores de umidade no solo.

Para o parâmetro “b”, que representa a cor amarela, observou-se que o tratamento AS mostrou-se estatisticamente superior aos demais tratamentos. A *Fuji Suprema* (ver tabela 8; ver figura 14) somente apresentou diferença significativa no parâmetro a , onde o tratamento AS mostrou-se superior ao tratamento I + F.

A *Fuji Suprema*, na colheita (ver tabela 8), somente apresentou diferença significativa no parâmetro “a”, onde o tratamento AS mostrou-se superior ao tratamento I + F.

Tabela-10 Coloração de frutos de macieiras *Maxigala* e *Fuji Suprema*, na colheita e 120 DAC (dias após a colheita), influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento. Letras maiúsculas diferentes dentro de cada coluna significa existência de diferença estatística entre os tratamentos dentro de cada atributo e de cada cultivar pelo teste Tukey a 5% de significância. NS: não significativo. L: Luminosidade, *a*: intensidade de cor vermelha e *b*: intensidade da cor amarela. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

TRAT	Colheita						120 Dias após a colheita (DAC)					
	<i>Maxigala</i>			<i>Fuji Suprema</i>			<i>Maxigala</i>			<i>Fuji Suprema</i>		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
AS	41,15A	24,86B	18,05A	38,67NS	25,11A	13,47NS	53,48A	25,59B	35,99A	46,43A	22,67B	25,42A
AS +	39,26AB	26,52AB	16,40B	39,43	23,54AB	13,22	45,17B	32,48A	26,6B	40,31BC	27,59A	20,20BC
I	37,16B	28,84A	15,81B	39,38	22,98B	12,67	43,41B	30,51A	22,79B	37,45C	28,95A	18,60C
I + F	38,27AB	29,26A	16,32B	39,75	23,29B	13,25	44,47B	32,42A	23,37B	42,54B	26,24A	21,68B
F	38,27AB	29,26A	16,32B	39,75	23,29B	13,25	44,47B	32,42A	23,37B	42,54B	26,24A	21,68B
CV	4,98	7,27	5,82	3,28	4,56	7,21	7,04	8,16	11,13	4,9	6,90	7,31

Fonte: Camilla Carginho (2013).

Na avaliação de cor da epiderme para a *Maxigala* (ver figura 15) aos 120 DAC, os resultados evidenciam a diferença entre AS e os demais tratamentos. Para todos os parâmetros analisados, o tratamento AS mostra resultados inferiores aos demais tratamentos.

Na *Fuji Suprema*, a avaliação pós-armazenamento mostrou para o parâmetro *L* que o tratamento AS mostrou-se significativamente superior aos tratamentos AS + I e I + F, não diferindo do tratamento AS. Para o parâmetro *a*, observou-se que os tratamentos submetidos a AS + I, I + F e F mostraram-se significativamente superiores ao tratamento AS ao contrário do parâmetro *b*, onde o tratamento AS mostrou-se significativamente superior aos tratamentos AS + I, I + F e F.

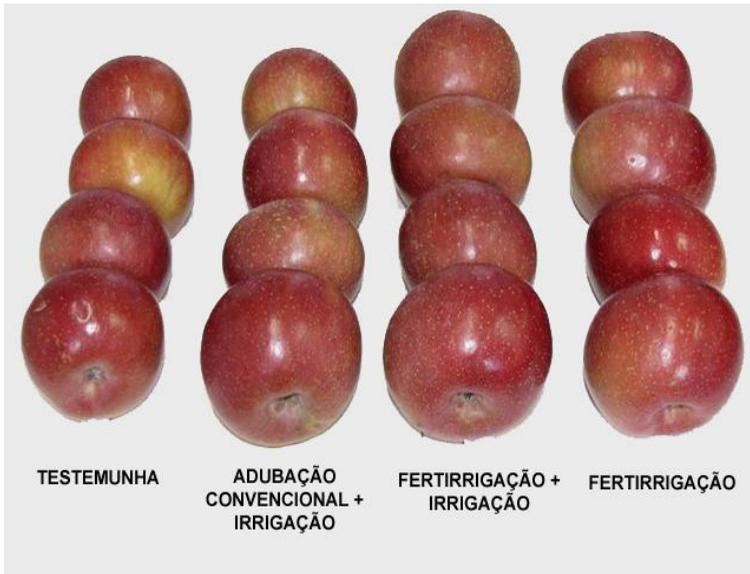
Os teores de antocianinas (ver tabela 9) na *Maxigala* apresentaram-se significativamente superiores nos tratamentos com fertirrigação, comparados ao tratamento AS. Para a *Fuji Suprema* não se observou diferença significativa entre tratamentos.

Tabela-11 Teores de antocianinas (g/100g) em epiderme de maçãs *Maxigala* e *Fuji Suprema*, influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Média de 8 repetições por tratamento. Letras maiúsculas diferentes dentro de cada coluna significa existência de diferença estatística entre os tratamentos dentro de cada atributo e de cada cultivar pelo teste Tukey a 5% de significância. ns: não significativo. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.

TRAT.	<i>Maxigala</i>	<i>Fuji Suprema</i>
AS	8,57 B	12,04 ns
AS + I	16,29AB	15,22
I + F	20,21 A	14,08
F	18,80 A	15,50

Fonte: Camila Cargnino (2013).

Figura 7 Frutos de macieira *Fuji Suprema* influenciados pela forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação.



Fonte: Camila Cargnino (2013).

Figura 14 Frutos de macieira *Maxigala* influenciados pela forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação.



Fonte: Camila Cargino (2013).

4.6 NUTRIENTES EM POLPA FRESCA

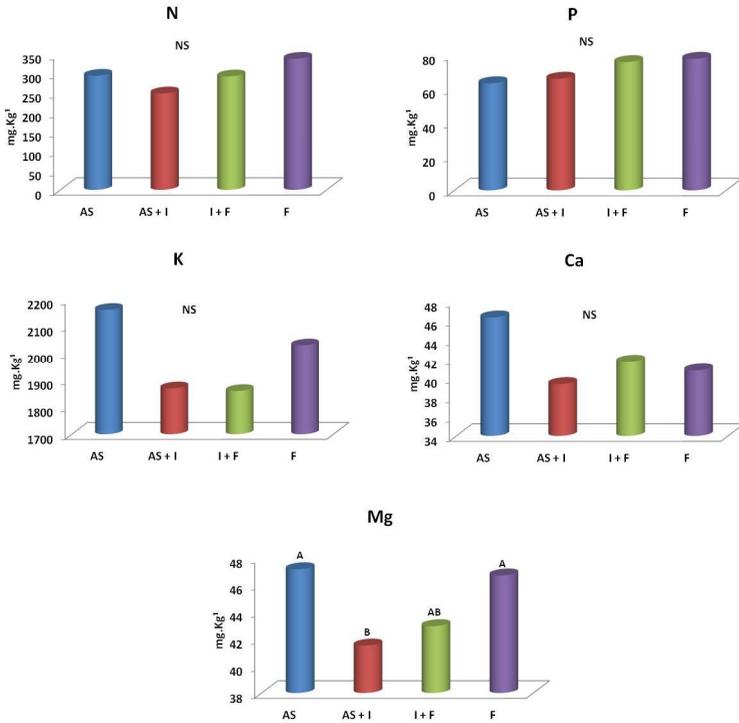
Na avaliação de concentração de nutrientes em polpa fresca de frutos para a *Maxigala*, observaram-se diferenças significativas somente quanto as concentrações de Mg na polpa dos frutos, onde os tratamentos AS e F apresentaram-se estatisticamente superiores ao tratamento AS + I, não diferindo significativamente do tratamento I + F. Neilsen et al. (2010) observaram aumento na concentração de Mg em tratamentos que receberam regimes de déficit hídrico.

Em plantas submetidas a regimes de déficit hídrico, a absorção de Mg pode ser favorecida pois este circula no floema, podendo movimentar-se de um tecido velho para um ponto de crescimento (VITTI et al., 2006) e acumular-se em maior concentração nos frutos.

As concentrações de N, P, K e Ca (ver figura 16) em polpa de frutos não apresentaram diferença significativa, bem como as relações entre $(K+Mg)/Ca$ e N/Ca (ver figura 17).

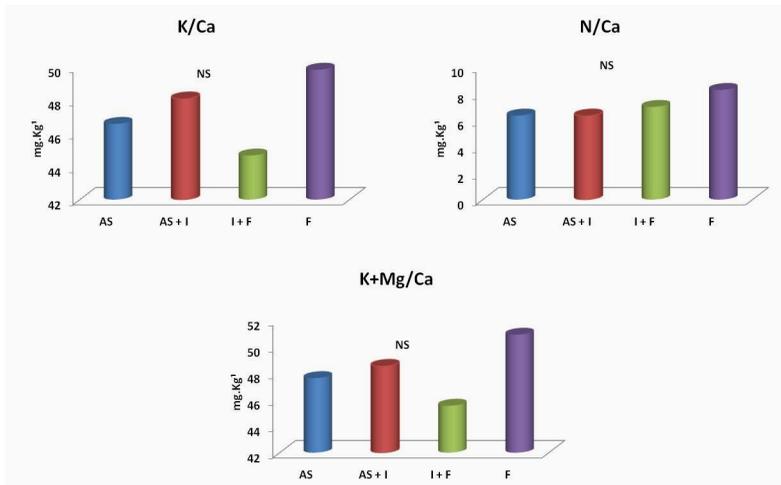
A maior produção em função da irrigação (frutos de maior diâmetro), provavelmente tenha diluído a concentração de K e Ca nos frutos, uma vez que a absorção de K, Ca e Mg, são favorecidas pela disponibilidade de água, fato que aqui não foi verificado.

Figura 15 Concentrações de nutrientes na polpa de maçãs cv. Maxigala, influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. NS: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.



Fonte: Camila Cargino (2013).

Figura 16 Relações K/Ca, N/Ca e K+Mg/Ca na polpa de maçãs cv. *Maxigala*, influenciada pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. NS: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.



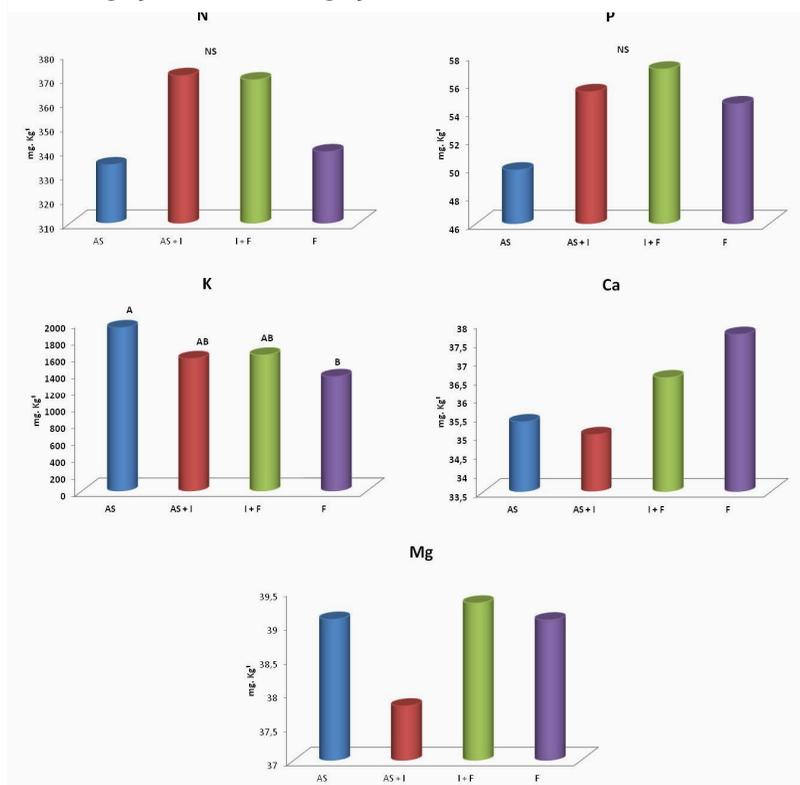
Fonte: Camila Cargino (2013).

Na *Fuji Suprema*, observaram-se diferenças significativas quanto as concentrações de K em polpa fresca onde, o tratamento AS apresentou concentrações de K estatisticamente superiores ao tratamento F, não diferindo dos tratamento adubação AS + I e I + F (Ver figura 18). Os mesmos resultados foram observados quando as relações (K+Mg)/Ca e K/Ca (ver figura 19).

A elevada concentração de alguns nutrientes, como K, Ca e N, podem diminuir as concentrações de Ca na polpa dos frutos. Relações K/Ca, (K+Mg)/Ca e N/Ca altas resultam em frutos com maior suscetibilidade ao "bitter pit" (NACHTIGALL e FREIRE, 1998).

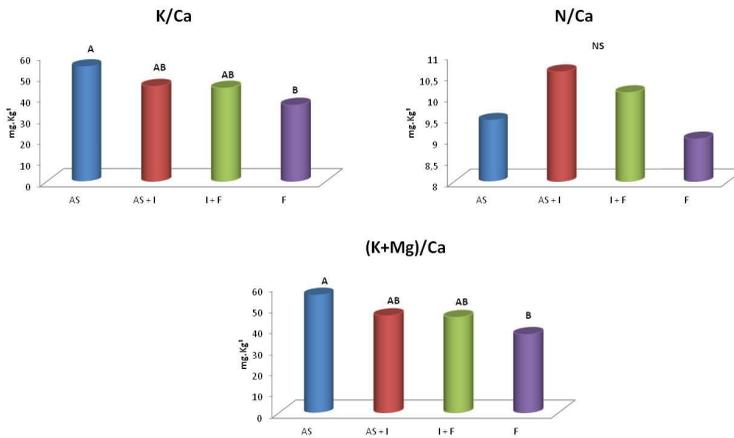
Os efeitos positivos do Ca na preservação da qualidade pós-colheita resultam da sua associação com substâncias pécticas da lamela média e com as membranas celulares, conferindo rigidez aos tecidos e preservando as características de permeabilidade seletiva do sistema de membranas celulares (POOVAIAH et al., 1988).

Figura 17 Teores de nutrientes na polpa de maçãs *Fuji Suprema*, influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação + fertirrigação; F = fertirrigação.



Fonte: Camila Cargino (2013).

Figura 18 Relações entre os teores de nutrientes na polpa de maçãs *Fuji Suprema*, influenciado pelo forma de aplicação dos fertilizantes e pelo suprimento ou não de água via irrigação. Letras maiúsculas dentro de cada tamanho de fruto mostram diferenças entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AS = adubação de solo sem irrigação; AS + I = adubação sólida + irrigação; I + F = irrigação = fertirrigação; F = fertirrigação.



Fonte: Camila Cargino (2013).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No segundo ano do experimento, não foram observadas diferenças significativas quanto à frutificação efetiva entre os tratamentos, tanto para a *Maxigala* quanto para a *Fuji Suprema*.

No período final de crescimento dos frutos observam-se efeitos benéficos de tratamentos de irrigação em ambas as cultivares. Observa-se que períodos de déficit hídrico durante o crescimento dos frutos acarretam em prejuízos no seu crescimento e no tamanho final dos frutos no ponto de maturação.

Quanto á produção total de frutos na safra 2011/2012 observa-se que na *Fuji Suprema*, o tratamento mais produtivo foi AS + I, o qual não diferindo de I + F. Na *Maxigala*, os tratamentos que proporcionaram o maior rendimento de frutos foram AS + I, AS, e I + F, sendo que estes dois últimos não diferiram do tratamento F, por sua vez, o menos produtivo.

O peso médio dos frutos sofreu influência dos tratamentos somente na *Maxigala*, quando os tratamentos AS, F, e I + F proporcionaram o maior peso de frutos, sendo que somente I + F diferiu de AS + I, o qual apresentou o menor peso de frutos.

A cor de fundo da epidermereferente a cor vermelha, foi positivamente influenciada nos tratamentos I + F e F na *Maxigala*, sendo estes superiores ao tratamento AS na avaliação de colheita, e depois de 120 de armazenamento. Os tratamentos AS + I, I + F e F mostraram coloração vermelha de epiderme superior ao tratamento AS. Na *Fuji Suprema* a coloração vermelha de epiderme foi superior nos tratamentos AS + I, I + F e F, em comparação ao tratamento AS, somente após 120 dias de armazenagem.

Na *Maxigala*, os teores de antocianinas apresentaram-se superiores ao tratamento AS nos tratamentos I + F e F .

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAPOMI; EMATER. **Produção de maçãs no Rio Grande do Sul**. Disponível em:

<http://www.agapomi.com.br/dadosestatisticos.php>. Acesso em 9 nov. 2012.

ARGENTA, L.C. **Fisiologia pós-colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos**. In: EPAGRI, A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. 743p.

ASSAF, R., LEVIN, I., BRAVADO, B. **Effect of irrigation regimes on trunk and fruit growth rates, quality and yield of apples trees**. Journal of Horticultural Science, 1975, 50: 481-493.

BEHBOUDIAN M. H.; MILLS, T.M. **Déficit irrigation in deciduous orchards**. Horticultural Reviews. 21:105-131, 1997.

BEUKES, D. J.; WEBER, H. W. **The effects of irrigation at different soil water levels on the water use characteristics of apple trees**. Journal of Horticultural Science, v. 57, p. 383-391, 1982.

BOLAND, A., ZIEHRI, A., BEAUMONT, J. **Guide to Best Practice in Water Management: Orchard Crops**. Department of Natural Resources and Environment, Melbourne, 2002. 120 p.

CADAHÍA, C. **Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2005. p. 603-623.

CANTILLANO, R. F. F.; SANHUEZA, R. M. V.; GIRARDI, C. L.; BENDER, R. J. **Fundamentos e Práticas de Manejo Pós-Colheita e Rastreabilidade na Produção Integrada de Maçãs**. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves-RS, 2006, 164 p.

CAPRIO, J.M. **A statistical procedure for determining the association between weather and non-measurement biological data.** *Agric Meteorol* 3:55–72, 1966.

COELHO, E.F., MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S.;; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. **Manejo da água de irrigação.** In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). *Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças.* Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

COMBRET, M. **Dealing with water shortages - Pome fruit.** Department of Agriculture and food Australia. Bunbury, 2012.

CONCEIÇÃO, M. A. F., NACHTIGALL, G. R., CARGNINO, C., FIORAVANÇO, J. C.; ANTONIOLLI, L.R. **Fertirrigação na cultura da Macieira In: Inovações Tecnológicas para o setor da maçã.** NACHTIGALL, G. R.,(Editor) *Inovações tecnológicas para o setor da maçã: Inovamaçã.* Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 2011. 199-218. 256 p.

CONCEIÇÃO, M. A. F., NACHTIGALL, G. R., CARGNINO, C., FIORAVANÇO, J. C. **Demanda hídrica e coeficientes da cultura (Kc) para macieiras em Vacaria-RS.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.3,. 2011. 459-462 p.

DRAKE, S.R., EVANS, R.C. **Irrigation management influence on fruit quality and storage life of “Redspur” and “Golden Delicious” apples.** *Fruit Varieties Journal.* 1997. Washington. 51(1): 7-12 p.

DOMINGOS, S. N. G. **O ensombramento como técnica de monda na macieira (*Malus domestica* Borkh.).** Instituto Superior de Agronomia Universidade Técnica de Lisboa. Dissertação de mestrado. Lisboa, 2009.

EPAGRI. **A cultura da macieira.** Florianópolis, 2006, 59-104 p
FREIRE, C.J. da S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário.** Pelotas-RS: Embrapa-CPACT, 1998. 208 p.

GONGRA, M. T.; HOFFMANN, J.; ZIELINSKI, A.A.F.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. **A cor da maçã**. Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã. Ed. 220, setembro 2012, Vacaria-RS.

GUELTAT-REICH,S., ASSOF, R., BROUDO, A., LEVIN, I. **The keeping quality of apple in storage as affected by different irrigation regimes**. Journal of Horticultural Science, 1974. 49:217-225 p.

GREEN, S.; CLOTHIER, B. **The root zone dynamics of water uptake by mature apple tree**. Plant and Soil, Dordrecht, v.206, 1999. 61-77 p.

HALLER, M. H., HARDING, P. L. **Relation of soil moisture to firmness and storage quality of apples**. Proc. Amer. Soc. Horticultural Science. Sci. 1935. 35: 205-211 p.

HOFFMANN, A., BERNARDI, J. **Aspectos botânicos**. In: NACHTIGALL, G.R.(Ed.) Maçã: Produção. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 17-24 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, 88p. Fevereiro de 2012

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. Academic Press. San Diego. 1995.

LAKSO, A.N. **Photosynthesis in fruit trees in relation to environmental factors**. In: **Regulation of photosynthesis in fruit trees**. LAKSO, A. , LENZ, F.. (eds.). N.Y. State Agricultural Experiment Station Spec. 1986.

LAKSO, A.N., L.C. GRAPPADELLI, J. BARNARD, M.C. GOFFINET. **An exponential model of the growth pattern of apple fruit**. *J. Hort. Sci.* 70:389-397. 1995.

MPELASOKA, B.S.; BEHBOUDIAN, M.H.; GREEN, S.R. **Water use, yield and fruit quality of lismeter-grown apple trees: responses to deficit irrigation and to crop load.** Irrigation Science. 2001. New Zealand. 20: 107-113 p.

NACHTIGALL, G.R.; FREIRE, C.J.S. **Previsão da incidência de "bitter pit" em maçãs através dos teores de cálcio em folhas e frutos.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.20. 1998. 158-166p.

NACHTIGALL, G.R.; **Inovações tecnológicas para o setor da maçã – Inovamaçã.** Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS, 2011, 338p.

NEILSEN, D., NEILSEN G. H., HERBERT, L. GUAK, S. **Effect of Irrigation and Crop Load Management on Fruit Nutrition and Quality for Ambrosia/m9 Apple.** VIth IS on Mineral nutrition of Fruit Crops, Acta Hort. 2010. 868 p.

NIJVELDR, R.J., NOOD, E. VAN HOORN, D.E, BOELENS, P.G., VAN NORREN, K., VAN LEEUWEN, P.A. **Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications.** American Journal Clinical Nutrition, 2001; 74(4):418-425 p.

PEARSON, D.A., TAN, C.H., GERMAN, J.B., DAVIS, P.A., GERSHWIN, M.E. **Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation.** Life Science, 1999; 64 (21):1913-1920 p.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; ANGELOCCI, L.R. **Estimativa da transpiração máxima de macieiras em pomares irrigados pelo método da advecção-aridez adaptado.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999. Anais... Florianópolis: SBA, 1999. (CD-ROM).

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; FIORAVANÇO, J. C.; HAWERROTH, F. J.; COUTO, M. **Estudo da biologia floral de macieira cultivar Gala e Fuji.** In: NACHTIGALL, G. R. (Editor) Inovações tecnológicas para o setor da maçã: Inovamaçã. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 2011. 237-256p.

POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A.S.N. **Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry**. Horticultural Reviews, v.10, 1988. 107-152 p.

RYUGO, K. **Fruticultura Ciencia y arte**. México: AGT, 1993. 460p.

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary: SAS Institute, 2002. 200p.

SANTOS, H. G. (Editor) **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos 2006.306 p.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. 22p.

SILVEIRA, F., N. **Relação entre ocorrência de podridão carpelar e características morfológicas de frutos em clones de macieira „Gala“ e „Fuji“**.2011. 99 p. Lages-SC, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. Ed. Porto Alegre-RS. Departamento de Solos UFRGS, 1995. 174 p

VIEIRA, R. F., RAMOS, M. M. **Fertirrigação**. In: RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G. ALVAREZ, V. H. (Editores) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais. 5ª Aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

VITTI, G. C., LIMA, E. e CICARONE, F. **Cálcio, Magnésio e Enxofre**. In: FERNANDES, M. S. (ed.), **Nutrição mineral de plantas**, SBCS, Viçosa, 2006,432 p.

VOLP, A. C. P., RENHE, I. R. T., BARRA, K., STRINGUETA, P. C. **Flavonóides antocianinas: características e propriedades na**

nutrição e saúde. Rev. Bras. Nutr. Clin., v. 23(2), p. 141-149, 2008.

WAN ZALIHA, W.S.; SINGH, Z. **Fruit quality and postharvest performance os “crisp pink” Apple in relation to withholding irrigatin.** Proc. 6^o International Postharvest Symposium. Eds.: ERKAN, M. and AKSOY, U. Acta Hort. 877, 2010.

WESTWOOD, M.N. **Temperate-Zone Pomology.** New York: W. H. Freeman and Company. 1982. 428 p.

WIELGOLASKI, F. E. **Phenological modifications in plants by various edaphic factors.** International Journal Biometeorol (2001) 45:196–202 p.