

**GUILHERME FONTANELLA SANDER**

**DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MACIEIRAS  
'FUJI-KIKU-8<sup>®</sup>' E 'MAXIGALA' EM DIFERENTES SISTEMAS  
DE CONDUÇÃO EM VACARIA, RS.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Andrea De Rossi Rufato

Coorientador: Dr. Leo Rufato

Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Aike Anneliese Kretzschmar

**LAGES, SANTA CATARINA, 2015**



S215d Sander, Guilherme Fontanella  
Desempenho vegetativo e produtivo de macieiras  
'fuji-kiku-8@' e 'maxigala' em diferentes sistemas  
de condução em Vacaria, RS / Guilherme Fontanella  
Sander. - Lages, 2015.  
76 p.: il.; 21 cm

Orientadora: Andrea de Rossi Rufato  
Coorientador: Leo Rufato  
Coorientadora: Aike Anneliese Kretzschmar  
Bibliografia: p. 68-76  
Dissertação (mestrado) - Universidade do

Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Produção Vegetal, Lages, 2015.

1. Sistema de condução. 2. *Malus domestica*  
Borkhausen.  
3. Produtividade. 4. Plantio de macieiras I.  
Sander, Guilherme Fontanella. II. Rufato, Andrea  
de Rossi. III. Universidade do Estado de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção  
Vegetal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do  
CAV/ UDESC



**GUILHERME FONTANELLA SANDER**

**DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MACIEIRAS  
'FUJI-KIKU-8<sup>®</sup>' E 'MAXIGALA' EM DIFERENTES SISTEMAS  
DE CONDUÇÃO EM VACARIA, RS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

**Banca Examinadora**

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

Dr<sup>a</sup>. Andrea De Rossi Rufato  
Embrapa Uva e Vinho

Coorientador(a): \_\_\_\_\_

Dr<sup>a</sup>. Aike Anneliese Kretzschmar  
Universidade do Estado de Santa Catarina

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

Dr. Bruno Dalazen Machado  
IFSC-Instituto Federal de Santa Catarina

**Lages, Abril de 2015.**



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a força maior que rege o universo, Deus.

Todos, amigos, familiares, namorada, que não mediram esforços quando solicitados, me apoiando sempre.

E agradeço a minha equipe de trabalho. Sou parte dessa equipe. Então, quando termino um trabalho com sucesso, não é apenas eu que termino um trabalho, é um grupo enorme de pessoas, esse grupo é a Fruticultura.





## RESUMO

Sander, Guilherme Fontanella. **DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MACIEIRAS ‘FUJI-KIKU-8<sup>®</sup>’ E ‘MAXIGALA’ EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM VACARIA, RS.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. Lages, SC.

O Brasil é autossustentável em maçãs. A produção está concentrada em micro regiões no Sul do Brasil, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A tecnologia e inovação devem ser aliadas dos técnicos e produtores responsáveis pela produção nacional. A decisão de qual sistema de condução é um dos intencional a ser planejados antes mesmo da implantação do pomar. Diversos são os sistemas de condução existentes, existindo diferentes preferências nas diversas regiões produtoras ao redor do mundo. O sistema de condução escolhido vai inferir diretamente na rentabilidade do pomar. Nacionalmente o sistema de condução tradicional é em líder central, variando sua forma conforme local e tecnologia empregada. A partir dessas considerações objetivou-se nesse trabalho avaliar diferentes sistemas de condução que utilizam líder central, em experimentos combinados com as cultivares mais produzidas no país, Gala e Fuji e com dois dos portaenxertos, M.9 e Marubakaido com interenxerto de M.9. Os sistemas de condução são o Vertical Axis, Solaxe e Tall Spindle, no município de Vacaria (RS). Pode-se concluir neste estudo que ‘Kiku-8<sup>®</sup>’ enxertado sobre M.9 mostra tendência a alternância de produção em todos os sistemas de condução, a mesma foi mais vigorosa quando enxertada sobre ‘Marubakaido’ e conduzida em Vertical Axis. Para a ‘Maxi Gala’ também o sistema Vertical Axis foi o que mais induziu vigor nos dois portaenxertos utilizados. Os sistemas de condução não interferem nos fatores de qualidade de frutos como teor de sólidos solúveis, firmeza de polpa e tamanho de fruto. É necessário maior número de horas de mão-de-obra no sistema Solaxe na maior parte das combinações. A decisão para seleção de sistemas de condução terá que ser feita com base em resultados de mais safras.

**Palavras Chaves:** *Malus domestica* B., Alta densidade, Tall spindle, Solaxe, Vertical Axis.



## ABSTRACT

Sander, Guilherme Fontanella. **THE VEGETATIVE AND PRODUCTIVE PERFORMANCE OF ‘FUJI-KIKU-8’<sup>®</sup> & ‘MAXIGALA’ APPLE TREES IN DIFFERENT TRAINING SYSTEMS AT VACARIA, RS** – Master Science Thesis – Agriculture and Animal Sciences Center, CAV. Santa Catarina University State, UDESC. Lages, SC.

Nowadays Brazil is self sustaining in apple. The production is located in micro regions in Southern Brazil, in Santa Catarina and Rio Grande do Sul State. The technology and innovation need to be allied of the technicians and growers, responsible for the nacional production. The decision of which training system that will be used, it is one of the decisions that needs to do at planning to plant a new orchard. Is there so many training systems around the world. The choosed system wills interfeer directlly in the profitability of the orchard. Nationally, the traditional system used is central leader system, with some changes, depending on the region that it is installed. With those informations, the aim of this study was evaluate different training systems in trials that combine the two most growed cultivars, Gala and Fuji, combined with the two most used rootstocks, M.9 and Marubakaido with interstem of M.9. The training systems evaluated were Vertical Axis, Tall Spindle and Solaxe at Vacaria-RS. The study concludes that ‘Kiku-8’<sup>®</sup>, grafted on M.9 tends to be a bi-annual bearing in all systems, the same cultivar was more vigorous when grafted on ‘Marubakaido’ trained in Vertical Axis. ‘Maxi Gala’ showed more vigour when trained in Vertical Axis in both rootstocks. All systems did not have effect in fruit quality parameters, like total soluble solids, flesh firmness and fruit size. It is necessary more labor hours Solaxe System in the most part of the combinations. The choice of which training system is the best to use, needs to be embased with data of more years of study

**Key Words:** *Malus domestica* B., high density, Tall spindle, Solaxe, Vertical Axis.



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Demonstração esquematizada dos pomares experimentais com suas características de implantação, Vacaria, 2015.....	<b>39</b>
<b>Tabela 2</b> - Demonstração esquematizada dos pomares experimentais com suas características de implantação, Vacaria, 2015.....	<b>45</b>
<b>Tabela 3</b> - Área de seção transversal de tronco, comprimento do entrenó altura de planta e volume de copa para macieiras ‘Kiku-8’ enxertadas sobre portaenxerto ‘M.9’ em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>47</b>
<b>Tabela 4</b> - Área de seção transversal do tronco, comprimento do entrenó, altura de planta de macieiras e volume de copa Fuji ‘Kiku-8 <sup>®</sup> ’, enxertadas sobre Marubakaido com filtro de M.9 em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>48</b>
<b>Tabela 5</b> - Produtividade (Mg.ha <sup>-1</sup> ), eficiência produtiva (kg.cm <sup>-2</sup> de caule), firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis (°Brix) e diâmetro transversal dos frutos para macieira ‘Fuji Kiku-8 <sup>®</sup> ’, enxertada sobre o portaenxerto M.9 em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>51</b>
<b>Tabela 6</b> - Produtividade (Mg.ha <sup>-1</sup> ), eficiência produtiva (kg.cm <sup>-2</sup> de caule), firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis (°Brix) e diâmetro transversal dos frutos para macieira ‘Fuji Kiku-8 <sup>®</sup> ’, enxertadas sobre portaenxerto Marubakaido (MK/M.9) em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>52</b>
<b>Tabela 7</b> - Área foliar e dias homem (8 horas por dia) para arqueamento e condução de macieiras Fuji ‘Kiku-8 <sup>®</sup> ’ na terceira folha sobre portaenxerto ‘M.9’ em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>54</b>
<b>Tabela 8</b> - Área foliar e dias homem (8 horas por dia) para arqueamento e condução de macieiras Fuji ‘Kiku-8’ na terceira folha sobre portaenxertos Marubakaido (MK/M.9) em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>54</b>

<b>Tabela 9-</b> Demonstração esquematizada dos pomares experimentais com suas características de implantação, Vacaria, RS, 2015.....	<b>58</b>
<b>Tabela 10-</b> Área de seção transversal de caule, comprimento do entrenó, altura de planta e volume de copa para macieiras ‘MaxiGala’ enxertadas sobre portaenxerto M.9 em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>60</b>
<b>Tabela 11-</b> Área de seção transversal do caule, comprimento do entrenó, altura de planta e volume de copa para macieiras ‘Maxi Gala’ enxertadas sobre portaenxerto Marubakaido com filtro de M.9 conduzidos em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015....	<b>61</b>
<b>Tabela 12 -</b> Fruit Set (%), Produtividade ( $Mg.ha^{-1}$ ), eficiência produtiva ( $kg.cm^{-2}$ de caule), firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis ( $^{\circ}Brix$ ) e diâmetro transversal dos frutos para macieira ‘Maxi Gala’, enxertadas sobre portaenxerto M.9 e conduzida em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>65</b>
<b>Tabela 13 -</b> Fruit Set (%), Produtividade ( $Mg.ha^{-1}$ ), eficiência produtiva ( $kg.cm^{-2}$ de caule), firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis ( $^{\circ}Brix$ ) e diâmetro transversal dos frutos para macieira ‘Maxi Gala’, enxertada sobre portaenxerto Marubakaido com filtro de M.9 e conduzida em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>66</b>
<b>Tabela 14-</b> Área foliar e dias homem (8 horas por dia) necessário para arqueamento e condução de macieiras ‘Maxi Gala’ enxertada sobre portaenxerto M.9 em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>67</b>
<b>Tabela 15-</b> Área foliar e dias homem (8 horas por dia) necessário para arqueamento e condução de macieiras ‘Maxi Gala’ enxertada sobre portaenxerto Marubakaido com filtro de M.9 conduzido em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.....	<b>67</b>



## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>19</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA MACIEIRA.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 PORTAENXERTOS .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.1 PORTAEXERTO ANANIZANTE – M.9.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2 PORTAENXERTO SEMI-VIGOROSO – MARUBAKAIDO COM INTERENXERTO DE M.9 de 30 CM DE COMPRIMENTO .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 CULTIVAR FUJI.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 CULTIVAR GALA .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 DENSIDADES DE PLANTIO EM POMARES DE MAÇÃ</b>	<b>28</b>
<b>2.6 SISTEMAS DE CONDUÇÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>2.6.1 LÍDER CENTRAL .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6.1.1 VERTICAL AXIS.....</b>	<b>32</b>
<b>2.6.1.2 SOLAXE.....</b>	<b>33</b>
<b>2.6.1.3 TALL SPINDLE .....</b>	<b>35</b>
<b>3. METODOLOGIA GERAL .....</b>	<b>37</b>
<b>4 CAPÍTULO I -     DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MACIEIRAS ‘FUJI-KIKU-8®’ EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM VACARIA, RS.                                 42</b>	
<b>4.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>4.4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>



<b>5.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2 CONCLUSÕES .....</b>	<b>68</b>
<b>6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>



## 1- INTRODUÇÃO GERAL

A maçã é uma das frutas mais produzidas e consumidas no mundo. Os fatores que mais influenciam no consumo desta fruta são os benefícios que esta proporciona a saúde, além de ser atraente, aromática e saborosa e existirem diferentes cultivares, agradando a diferentes paladares. O consumo *per capita* é variável em cada país, o qual é ditado principalmente pelo poder de compra da população economicamente ativa.

O consumo brasileiro mais que dobrou, considerando o início da produção comercial de maçãs no país na década de 60, onde o consumo *per capita* não ultrapassava os dois quilogramas, atualmente o consumo está na casa dos cinco quilogramas (Agapomi 2013). Comparando este consumo com os vizinhos do Mercosul, Argentina e Chile, e também com os EUA e países da União Européia, considera-se o consumo brasileiro ainda baixo.

A produção de maçãs está distribuída em diversos países, com produção de 67,8 milhões de toneladas métricas no ano de 2013, destacando-se no cenário mundial com maiores produtores a China com 56 % da produção, seguido pelos EUA com 6,15% e os países da União Européia que em conjunto representam cerca de 16,65%. O Brasil produz cerca de 1,3 milhões de toneladas, ficando na nona posição em nível mundial, sendo que em nível de Mercosul, a Argentina e o Chile têm produções semelhantes a do Brasil sendo os principais concorrentes no mercado interno (MAPA, 2013).

Em nível nacional, a produção aumentou nos últimos 40 anos, deixando de ser um país importador e passando a autossuficiência e na década de noventa passou a exportador de maçãs. A área produtora está concentrada na região Sul do Brasil, principalmente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As cidades polo da produção nacional são Vacaria no Rio Grande do Sul, São Joaquim e Fraiburgo em Santa Catarina e Palmas no estado do Paraná, sendo esta uma das principais atividades econômicas destas regiões.

O agronegócio da maçã tem importante papel social, pois é responsável por 100 mil empregos e possui 3.450 produtores (PETRI, et al. 2011), os quais possuem perfis diferentes em cada estado produtor. No estado do Rio Grande do Sul existem cerca de 560 pomicultores, totalizando uma área cultivada de 14.808 hectares, assim com uma

média de 26 hectares de pomar por produtor (Agapomi, 2014). Já o estado de Santa Catarina caracteriza-se por 90% de agricultores possuírem até 4,5 ha de pomares, totalizando 2.497 pomicultores, distribuídos em 17.853 hectares, com média de 7 ha por produtor (MAPA, 2013).

Segundo Petri (2011) a associação dos fatores portaenxertos ananizantes, sistema de condução em líder central e material livre de vírus, permitiu a mudança do sistema de plantio no Brasil para sistemas de alta densidade, com espaçamentos que vão de 1.500 a 3.500 plantas por hectare, proporcionando aumento da produtividade, precocidade produtiva e redução no uso de mão-de-obra.

A simplificação do manejo do dossel, como a poda simplificada, posicionamento da mão de obra fazendo uso de plataformas resultaram em mecanização parcial, reduzindo os custos de manejo (ROBINSON, 2011). Para fazer uso de estratégias de mecanização parcial e manejo simplificado deve-se escolher um sistema de condução que permita este tipo de trato cultural.

Variações de sistemas de condução foram desenvolvidos ao redor do mundo, entre eles o Líder Central Livre, Vertical Axis, Slender Spindle, Super Spindle, Slenderpyramid, Solaxe, Tatura trellis, V-spindle HYTEC. Cada sistema de condução foi desenvolvido no intuito de otimizar a mão de obra disponível, encontrando melhores condições de trabalho para localizações específicas com distintos climas (BARRIT, 2000).

O sistema de condução mais utilizado no Brasil é o líder central. Este é encontrado com uma variação grande de densidades de plantio em cada micro-região produtora. Este sistema recebe forte influência de condução líder central livre (sem sistema de sustentação) vertical axis, solaxe e, recentemente, são influenciados pelo tall-spindle.

No Brasil o sistema líder central livre recebe influência de sistemas de condução diferentes. Desta forma, não se sabe ao certo, como o mesmo se comporta, qual o desempenho técnico destes sistemas de condução nas condições edafoclimáticas brasileiras, qual a interação destes sistemas com as cultivares mais produzidas e portaenxertos mais utilizados.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é avaliar os sistemas de condução Tall spindle, Solaxe e Vertical Axis nas condições edafoclimáticas do Sul do Brasil, e com os resultados gerar informações

técnico-científico sólidas, para auxiliar técnicos na definição de qual sistema de condução utilizar dentro do contexto de características do local na implantação de novos pomares.

O trabalho está estruturado em:

Capítulo I: Diferentes sistemas de condução e o desempenho vegetativo e produtivo de macieiras ‘Fuji-kiku-8<sup>®</sup>’ enxertadas sobre ‘M.9’ e sobre ‘Marubakaido’ com interenxerto de ‘M.9’ no município de Vacaria, RS.

Capítulo II: Diferentes sistemas de condução e o desempenho vegetativo e produtivo de macieiras ‘MaxiGala’ enxertadas sobre ‘M.9’ e sobre ‘Marubakaido’ com interenxerto de ‘M.9’ no município de Vacaria, RS.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Existem no mundo cerca de 7 mil cultivares de maçã, porém apenas 40 tem importância econômica. No Brasil a produção está embasada em duas cultivares e seus clones, sendo elas Gala e Fuji, responsáveis juntas por cerca de 90 % do total da produção nacional. Apesar da baixa variabilidade em cultivares, estas duas são consideradas consolidadas no mercado nacional e internacional.

Devido às diferenças culturais e edafoclimáticas das regiões produtoras brasileiras é possível observar distintos graus tecnológicos nos pomares. Este cenário reflete na utilização distinta dos fatores que estão relacionados diretamente com a produção de um pomar, tais como: portaenxertos, densidades de plantio, sistemas de condução e uso de reguladores de crescimento.

Os portaenxertos interferem diretamente no vigor, porte, precocidade e produtividade das plantas. Os mais utilizados nos plantios do Sul do Brasil são o vigoroso Marubakaido (*Prunus prunifolia*), o ananizante M.9 e a combinação dos dois, Marubakaido com interenxerto de M.9, com isso obtém-se um portaenxerto semi-vigoroso. (DENARDI, 2006).

Os sistemas de condução utilizados na pomicultura são variados e influenciados diretamente pela densidade de plantio, ou seja, pelo espaçamento entre plantas e fileiras. Os sistemas baseiam-se no conceito de maximizar a utilização do pomar, aumentando os rendimentos e qualidade da produção.

Sistema de condução é a implementação de formas de orientação pré-estabelecidas para as plantas no pomar. Isto deve ser feito através de procedimentos clássicos de manejo que são poda e arqueamento. Estes serão específicos para cada sistema de condução, podendo existir semelhanças entre eles. Os princípios são aplicados desde os primeiros anos de crescimento, já o manejo do dossel e da carga de frutas é realizada durante toda a vida útil do pomar.

O sistema de condução tradicionalmente utilizado em baixas densidades foge aos conceitos dos utilizados nos pomares intensivos. Nestes últimos, a formação de tronco e ramos fortes, para sustentar a planta e a produção não é a prioridade, pois os mesmos serão sustentados pelo sistema de sustentação. Isto pode favorecer a precocidade de produção nos pomares em altas densidades, pois na fase inicial de manejo das plantas os ramos são direcionados à frutificação e não estruturação.

A utilização de mudas pré-formadas, o desenvolvimento de poda mínima e o arqueamento dos ramos foram outras mudanças importantes que contribuíram para a modernização dos pomares. Estas contribuíram de forma significativa para a produção precoce entre o segundo e o quinto após o plantio.

Existe uma variação nas densidades de plantas utilizadas nos pomares, oscilando entre 400 a 5.000 plantas/ha, e isto está relacionado diretamente com o portaenxerto, cultivar e sistema de condução utilizados (PEREIRA; PETRI, 2006). Isoladamente o fator densidade é o mais importante para o rendimento do pomar, principalmente nos cinco primeiros anos (ROBINSON, 2007). Existe uma tendência de aumento na densidade de plantio em pomares modernos com alta tecnologia no Sul do Brasil.

## 2.1 BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA MACIEIRA

*Malus domestica* Borkhausen, é uma espécie da maçã, macieira frutífera perene pertencente à ordem *Rosales*, família *Rosaceae*,

subfamília *Pomoideae*, gênero *Malus*. Planta lenhosa, decídua de clima temperado, adaptável a diferentes climas, crescendo desde os trópicos até altas latitudes (IUCHI, 2006). Outra nomenclatura utilizada para a macieira foi colocada no livro *A história da Maçã (The Story of the Apple)* (JUNIPER, 2006), onde refere-se a maçã com *Malus pumila*, sendo esta conversão também adotada pelo USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos).

## 2.2 PORTAENXERTOS

Os portaenxertos devem assegurar bom desempenho das plantas nos principais aspectos agrônômicos, como boa capacidade produtiva, boa qualidade dos frutos, resistência às principais doenças e pragas de solo e adaptação aos fatores edafoclimáticos locais (DENARDI, 2006). Estes influenciam na taxa de crescimento das plantas, no tamanho final das mesmas e na precocidade produtiva.

A escolha do portaenxerto apropriado irá relacionar: condições locais, solo e cultivar; desta forma será possível obter plantas com tamanho apropriado a densidade de plantio planejada. (HUFFMAN, 2012)

Existem portaenxertos vigorosos, semi-vigorosos, semi-anões e os anões. Dentro de cada classe existem diversos portaenxertos selecionados ao redor do mundo, sendo que devem ser testados e provados para utilização nas diferentes regiões produtoras.

A tendência nas principais regiões produtoras de maçã no mundo segue a evolução para novas tecnologias. Neste aspecto, cita-se a Europa, onde mais de 90 % da produção está baseada em portaenxertos ananizantes, e isto está se generalizando, no intuito de obter precocidade, produtividade e qualidade dos frutos. Na América do Sul são cultivados os semi-vigorosos e semianões (DENARDI, 2006).

O mérito de mudança de baixas densidades de plantio para altas densidades é dado aos portaenxertos anões, por sua capacidade de controlar o vigor da copa, migrando de 120 plantas por hectare quando se utilizava portaenxertos originários de “seedlings” para densidades de até 6 mil plantas por hectare (DENARDI, 2006).

Petri (2011) descreve a importância que isto teve na evolução da produção de maçãs no Brasil, citando que no início da década de

1970, os primeiros plantios foram em baixas densidades, porém anos seguintes, já com o uso de material genético livre de vírus, permeou-se o uso portaenxertos ananizantes e interenxertos, permitindo altas densidades e ganhos expressivos em produção.

Os portaenxertos ananizantes tem como característica interferir na fisiologia da planta, reduzindo acentuadamente o porte, antecipando maturação dos frutos e a fase produtiva, ou seja, induzindo precocidade e aumentando a produtividade (DENARDI, 2006).

Não obstante as vantagens oferecidas, os portaenxertos ananizantes também apresentam algumas desvantagens, como maior custo de implantação, devido ao maior número de plantas por hectare, necessidade de tutoramento, e menor vida útil do pomar (FIORAVANÇO, 2009)

Claramente o uso de portaenxerto ananizante está sendo a chave principal para a mudança no tamanho das plantas, espaçamentos e produções precoces. Os programas de melhoramento de portaenxertos em diversas partes do mundo estão desenvolvendo portaenxertos com resistência ao fogo bacteriano, a doença de replantio, maior resistência ao frio e eficiência produtiva. Outra ferramenta inovadora está relacionada com a biotecnologia, onde genes de portaenxertos e de cultivares vem sendo mapeados, e poderão ser utilizados através de marcadores para seleções futuras de portaenxertos e cultivares (ROBINSON, 2011).

Percebe-se então a importância do portaenxerto a ser utilizado, pois irá influenciar diretamente na densidade de plantio, e se utilizado corretamente, dentro de especificidades, irá definir o tamanho e o vigor das plantas, adaptar-se a sistemas de condução e manejo a serem utilizados, demandar a utilização ou não de sistemas de sustentação e deverá estar adaptado as condições de solo (ROBINSON et al., 1993).

Denardi (2006) propõe que para o cultivo da maçã os portaenxertos devem oferecer garantias como precocidade produtiva, baixo custo por unidade de produção, associado a redução da necessidade de mão-de-obra, facilidade de adaptação às mudanças constantes do mercado consumidor, rápido estabelecimento na produção comercial e na substituição de pomares, eficiência produtiva, alta produtividade e resistência às principais pragas e doenças de solo.



### 2.2.1 PORTAEXERTO ANANIZANTE – M.9

O M.9 é um portaenxerto da série Malling. Foi selecionado na França em 1828, e mais tarde desenvolvido pela Estação de Pesquisa East Malling no ano de 1912. Este foi utilizado na Europa, América do Norte e pelo mundo a fora por muitos anos. O M.9 produz uma planta compacta que possui altas produtividades precoces, com bom tamanho de fruto, porém possui diversos problemas potenciais (HUFFMAN, 2012).

A maioria dos pomares em alta densidade necessita uma planta anã como a produzida pelo M.9. É um portaenxerto que tende a produzir rebrotes de sua raízes, fazendo com que seja facilmente propagado em viveiros. É susceptível às doenças de replantio, como a galha da coroa e o pulgão lanígero. Observações recentes mostraram que algumas seleções de M.9 são menos resistentes ao invernos gelados, em especial a seleção NAKB 339, não sendo recomendados para áreas de inverno com frio rigoroso (HUFFMAN, 2012).

Entre os principais atributos agronômicos do M.9, destacam-se o controle do vigor da planta (porte), facilitando os tratamentos culturais, as aplicações de produtos fitossanitários e a colheita, a precocidade de frutificação, a produtividade e a qualidade dos frutos. Em contraposição a isto tem suas limitações, sendo necessária a utilização de tutoramento, tem problemas radiculares: raízes frágeis com baixo volume e dificuldade de enraizar (DENARDI, 2006), e também este portaenxerto não possui boa adaptação a solos rasos e ácidos, pois não foi selecionado para estas condições de solo (BONETI, et al. 2001).

outro fato é que

### 2.2.2 PORTAENXERTO SEMI-VIGOROSO – MARUBAKAIDO COM INTERENXERTO DE M.9 de 30 CM DE COMPRIMENTO

O Marubakaido (*Malus prunifolia* Borkh), popularmente conhecido como Maruba, de origem japonesa, enquadra-se como um portaenxerto vigoroso, sendo que esta classe basicamente não é mais plantada no hemisfério norte e é utilizado por poucos países. É

considerado muito produtivo apesar do excessivo vigor (DENARDI, 2006). É um portaenxerto de grande importância no Brasil.

Para aproveitamento de vantagens proporcionadas pelo Maruba, faz-se uso de um interenxerto, também chamado de “filtro”, que é uma porção de caule de outro portaenxerto, geralmente da categoria dos anões, interposto por enxertia entre o portaenxerto, que dará origem ao sistema radicular e a cultivar copa.

O interenxerto tem por principal finalidade o controle do vigor da copa, com isto induzir precocidade, melhorar qualidade de frutos, facilitar o manejo de pomares com plantas menores, adaptando-se a plantios de maiores densidades. O portaenxerto vigoroso possui melhor desenvolvimento do sistema radicular e assim melhora o ancoramento das plantas, principalmente em regiões em que o portaenxerto anão encontra dificuldade de se estabelecer e devido ao fato de boas raízes explorarem melhor a fertilidade e a umidade do solo (DENARDI, 2006).

A combinação deste portaenxerto com o M.9 vem sendo o preferido pelos pomicultores na região sul do Brasil. Aliado às características do ‘M.9’, o ‘Maruba’ possui características de resistência à podridão do colo e ao pulgão lanígero. Além disto é considerado de fácil propagação, mesmo em estacas dormentes, e possui boa tolerância em solos de replantio. Esta combinação possui limitações: a grande quantidade de rebrotes no colo da planta e formação de galhas no sistema radicular, a presença de pulgão lanígero e de “burrknots” no filtro de M.9 e a necessidade de fazer duas enxertias para formação de mudas (DENARDI et al., 2013)

Dentro de certos limites, quanto maior o comprimento do interenxerto maior o controle sobre o vigor da planta e também nas características agrônomicas dos frutos, sendo que na prática não se recomenda filtros maiores do que 30 cm. Marcon Filho et al. (2009) em um estudo com interenxertos, verificaram que o ‘filtro’ de M.9 de 30 cm sobre o Marubakaido, proporcionou à cultivar Imperial Gala maior controle de vigor, melhor qualidade de fruto e maior eficiência produtiva.

### 2.3 CULTIVAR FUJI

Cultivar originária do Japão, na estação experimental de fruticultura de Morioka, em 1939, a partir do cruzamento de duas cultivares 'Ralls Janet' x 'Delicious' (CAMILO; DENARDI, 2006), recebendo o nome, em 1962, de 'Fuji', fazendo menção a cidade onde o cruzamento foi realizado, Fujisaki (YOSHIDA et al., 1998). Esta cultivar é de suma importância para o Brasil, pois é uma das duas cultivares que juntas representam 90 % da produção brasileira.

Apresenta floração intensa e elevada frutificação efetiva e produção. Floresce na segunda quinzena de setembro e primeira quinzena de outubro, sendo mais precoce nas regiões mais frias. Recomenda-se para polinização desta cultivar principalmente a cultivar Gala. Com maior tendência à alternância de produção e mais tardia na entrada em frutificação do que a cultivar Gala, sendo que a alternância pode ser reduzida através de raleio efetuado de maneira correta. É uma planta vigorosa, apresentando ângulo de inserção dos ramos em relação ao líder central semiaberto (CAMILO; DENARDI, 2006).

Possui requerimento em horas de frio elevado (600 a 800 horas) (FIORAVANÇO, 2010) e em algumas regiões do sul do Brasil devido não cumprimento do requerimento de frio necessita supressão de dormência artificial (CAMILO; DENARDI, 2006).

Possui mais de uma centena de clones com características diferentes quanto à adaptação climática, época de colheita, qualidade da fruta e coloração da epiderme (HAMPSON; KEMP, 2003). Para Fioravanzo (2010) os clones mais importantes no estado do Rio Grande do Sul: Fuji Suprema, Fuji Select e Mishima. Há outros em destaque como podemos citar a Fuji Kiku<sup>®</sup>, que é uma mutação natural observada em um ramo de um pomar de Fuji no Japão na década de 1990 pelo italiano Luis Braun, sendo que as maçãs desenvolvem uma coloração particular e atrativa (KIKU WEB AGENCY BOLZANO - TOTALCOM, 2012)

## 2.4 CULTIVAR GALA

Proveniente do cruzamento das cultivares 'Kidd's Orange Red' x 'Golden Delicious', realizado no ano de 1934 na Nova Zelândia, por J. H. Kidd destacou-se entre os resultados do cruzamento e foi batizada no ano de 1962 de Gala e logo após já iniciou-se sua produção de forma

comercial neste país, no ano de 1965 (CAMILO; DENARDI, 2006). No Brasil juntamente com a Fuji são responsáveis por 90 % da produção.

Necessita de cerca de 600 a 800 horas de frio hibernal. A floração ocorre no final de setembro, início de outubro, sendo mais precoce em regiões mais frias, coincidindo com a época de floração da cultivar Fuji, sendo recomendado o plantio destas duas cultivares para polinização cruzada. Os frutos possuem maturação desuniforme onerando os custos de colheita, sendo considerado um grande defeito da cultivar (CAMILO; DENARDI, 2006).

Com o passar dos anos após seu lançamento surgiram várias mutações somáticas da cultivar com variações na epiderme, com maior intensidade de cor vermelha, epiderme vermelha uniforme e vermelha com estrias, sendo estas últimas as preferidas pelo mercado consumidor brasileiro (FIORAVANÇO, 2010).

Algumas das mutações são conhecidas por Royal Gala, Imperial Gala, Gala Real, Galaxy, Maxi Gala, Baigent (Brookfield®). A Maxi Gala é uma cultivar de origem brasileira, originada de uma mutação espontânea de 'Imperial Gala', selecionada pela empresa Rasip Agropastoril S.A.. Possui vigor intermediário, com cerca de 120 dias entre ponta verde e início da colheita, frutos muito uniformes, polpa branca-creme, tamanho médio, cor vermelha intensa, com estrias marcadas, recobrimdo a maior parte da superfície dos frutos. Pode ser colhida com menor número de passadas devido a uniformidade dos frutos (FIORAVANÇO, 2010).

## 2.5 DENSIDADES DE PLANTIO EM POMARES DE MAÇÃ

Produtividades máximas e sustentáveis, com frutos de qualidade, com custos de produção mais baixos é o objetivo de todos os produtores. A produtividade está em função do número de plantas por hectare ou seja densidade, sistema de condução e práticas culturais como poda, fertilização e manejo de pragas e doenças.

A densidade de plantio é o fator mais influente na produtividade do pomar de maçãs nos primeiros cinco anos, sendo que também a qualidade das mudas tem grande impacto na produtividade por planta (ROBINSON, 2007). O fator densidade pode ser considerado chave para precocidade produtiva e rápidos retornos financeiros. Plantas jovens

possuem menor capacidade de produção nos primeiros anos. Desta forma, maior número de plantas é requerido para que somadas resultem em maior produtividade logo nos primeiros anos.

As mudas após implantadas, devem crescer e formar plantas tendendo a preencher o espaço, nas fileiras, designado a elas. Isto ocorrerá mais rapidamente se o número de plantas for maior.

Em sistemas de alta densidade, as mudas são plantadas próximas o suficiente para preencher o espaço entre elas o mais rápido possível. Desta forma gastariam menos energia para o crescimento de tronco, galhos, raízes e folhas, adicionalmente ao uso de portaenxertos ananizantes, destina-se as fontes de energia para o crescimento de estruturas reprodutivas (LEHNERT, 2012).

Sistemas intensivos demandam grande número de plantas e necessitam um sistema de sustentação para suportar toda a produção sem que as plantas quebrem pelo peso da carga de frutas. Além disso, depende de aporte adequado de água e nutrientes, podendo ser fornecido via irrigação ou fertirrigação, para que as plantas cresçam em taxas adequadas (LEHNERT, 2012).

Ao implantar pomares em altas densidades, espera-se produções logo nos primeiros anos, porém a carga de frutos deve ser manejada para que as plantas não tenham crescimento insuficiente. O crescimento deve ser prezado essencialmente para obter altas produtividades no futuro. Com o manejo de carga apropriada, as plantas podem ter produtividades excelentes no segundo e terceiro anos, e também produzindo crescimento suficiente para garantir altas produtividades do quarto ao sexto ano em diante (ROBINSON, 2008).

Com o aumento da densidade de plantas geram-se maiores produtividades precocemente, maior produção acumulada nos primeiros anos após implantação, conseqüentemente maior retorno financeiro. No entanto, analisando pela ótica dos rendimentos decrescentes, a partir de um limiar, há menor ganho no rendimento quanto mais plantas são colocadas por hectare. Assim, densidades de plantio muito altas não são mais rentáveis do que densidades moderadas. Em adição a isto, economistas sugerem que o risco aumenta com o aumento do nível do investimento, fazendo com que os sistemas de elevada densidade tornem-se mais arriscados (ROBINSON et al., 2013).

Em pomares de alta densidade, a decisão do espaçamento a ser utilizado pode ser feita levando em consideração o vigor da cultivar,

vigor do portaenxerto e as características edafoclimáticas da região (ROBINSON, 2008). Como por exemplo, a variedade Fuji é mais vigorosa que a 'Gala', assim a primeira demanda espaçamentos maiores e, obviamente, menor número de plantas por hectare.

Um pomar implantado em alta densidade preza por obter grande interceptação e distribuição de luz em toda a copa, frutificação precoce, facilidade no manejo e boa fitossanidade. Procura-se, ao plantar, dar preferência à utilização de mudas pré-formadas de boa qualidade, com ramos que antecipam a produção. Para este tipo de cultivo é, via de regra, utilizado sistema de sustentação, tutoramento, e manejo apurado para adubação, poda, raleio e tratamento fitossanitário (DENARDI, 2006).

## 2.6 SISTEMAS DE CONDUÇÃO

Muitas vezes é assumido que as técnicas de condução das plantas, como poda, posicionamento e arqueamento dos ramos, são os fatores que contribuem com maior importância para o desempenho superior de um sistema sobre outro. O sistema de condução é de extrema importância e está relacionado com a escolha de portaenxertos, densidade de plantio, desenho de pomares para mecanização e escolha de cultivares.

Os sistemas de condução na pomicultura moderna baseiam-se no conceito de utilização de cultivos intensivos e poda específica para cada sistema. Buscando maximizar a eficiência de exploração financeira com aumento de rendimento e da qualidade de frutos.

Existem estudos em diferentes países para comparar produtividade de sistemas de pomares. Geralmente não é possível concluir qual dos principais componentes entre eles, densidade de plantio, portaenxerto e o sistema de condução das plantas contribuem mais para incrementar a produtividade (BARRIT, 2000).

Através da introdução de portaenxertos ananizantes em pomares de maçã, foi possível evoluir de plantio em baixas densidades com plantas de porte elevado com crescimento livre, para pequenas plantas conduzidas e sustentadas em alta densidade.

De acordo com Petri (2011) houve uma grande mudança de paradigmas no Brasil quanto à produção de maçãs. No início da pomicultura brasileira os plantios foram conduzidos no sistema de Taça,

seguindo moldes de outros países, com densidade de plantio de 550 a 800 plantas por hectare. Graças ao uso de material genético livre de vírus, portaenxertos ananizantes, interenxertos e sistema de condução em líder central, foi possível mudar para plantios em alta densidade, com espaçamentos de 3,5 a 4,5 m x 0,80 a 1,50 m com um estande de planta de 1.500 a 3.500 plantas por hectare.

Sistemas de condução são desenhados para conduzir plantas de maneira a obter máxima produtividade e qualidade de frutas. Sistemas de condução estão em constante mudança, tendo em vista a evolução que ocorre no que se refere à cultivares copa, portaenxertos e sistema de poda.

A poda e o arqueamento estão intimamente ligados aos sistemas de condução, sendo que no cultivo da macieira visam, principalmente, manter equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodutivo da planta. Desta forma permitindo entrada de luz uniformemente por toda copa, facilitando as práticas culturais e cumprindo os princípios de manejo proposto para o sistema de condução. Este equilíbrio vegetoprodutivo pode ser conseguido com uma boa relação entre estes dois, influenciada por fatores como condições climáticas, adubação e raleio de frutos, porém a poda é o fator mais influente (PEREIRA, PETRI, 2006).

A poda no sistema de condução deve prezar a exposição da copa à luz, pois de maneira geral áreas sombreadas do dossel da copa produzem frutas menores, com pouca coloração, além de interferirem de forma negativa no retorno de florada e esporões de frutificação fracos (ROBINSON, 2011).

Em condições de crescimento vigoroso, os espaços entre os galhos de plantas anãs podem ser fechados rapidamente durante a estação de crescimento, projetando sombra e resultando em frutas de baixa qualidade e coloração não satisfatória, se não realizada poda de verão para eliminação destes ramos indesejáveis (CORELLI; SANSAVINI, 1989).

Segundo Robinson (2011), os estudos sobre distribuição de luz têm demonstrado que dosséis de copa altos e estreitos como os dos sistemas Tall Spindle, Super Spindle, Vertical Axis e Palmeta, resultam em boa distribuição de luz, mas apesar disso ao avançar da idade as plantas vão se tornando mais difíceis de manejar para deixá-las com a parte superior mais estreita do que a parte basal.

A condução da planta está relacionada em três níveis interdependentes: a gestão da forma e do espaço da planta durante o tempo, a otimização da interceptação luminosa necessária para o funcionamento foliar e qualidade do desenvolvimento das frutas (STEPHAN, 2012). Em geral, o sistema de condução que terá melhor desempenho é o sistema que faz o melhor uso da combinação do hábito de crescimento natural das plantas unido à escolha de portaenxerto correto, dando maior uniformidade nas tarefas e trabalhos desenvolvidos nas plantas.

### 2.6.1 LÍDER CENTRAL

É o sistema mais comumente utilizado no Sul do Brasil. Este possui a formação de um eixo central sobre o qual saem todos os demais ramos, sua copa é formada de forma cônica, com diversas camadas de ramos. Dois são os princípios básicos do líder central: não permitir a fixação de ramos vigorosos na parte superior da copa e permitir a penetração de luz nas partes mais baixas da planta (PEREIRA & PETRI, 2006).

O sistema de condução em líder central envolve manter a planta como uma forma de planta de natal, piramidal, com as ramificações laterais arranjadas e separadas em camadas, separadas por áreas abertas no dossel, sendo que os ramos nas camadas mais baixas devem ser mais compridos do que as camadas superiores, assim a luz solar alcança os ramos frutíferos mais basais ao longo do centro, também pelos lados e por entre os ramos (INGELS et al., 2002).

Este sistema apresenta diversas derivações como o sistema Tall Spindle, Super Spindle, Vertical Axis e Slender Spindle, variando a distribuição e vigor dos ramos e largura da copa. É utilizado tanto para alta como para baixa densidades, com diferentes portaenxertos, sendo este, o determinante na definição do sistema ser livre, com tutoramento ou com sistema de sustentação.

#### 2.6.1.1 VERTICAL AXIS



É um sistema de plantio intensivo, em líder central, com alta densidade de plantas, no mínimo 1235 plantas por hectare, utilizado para obter produções significativas já nos primeiros anos após a implantação do pomar (WARMUND, 2014). Neste sistema as plantas possuem líder central, sendo mantidas com um dossel estreito e piramidal, visando maximizar a penetração de luz nas plantas. A muda deve ter no mínimo quatro ramos laterais, localizados entre 60 e 90 centímetros a partir do solo, com boa angulação em relação ao tronco. Os ramos devem ser arqueados entre 60° e 90° em relação ao líder central, pois os ramos angulados tem o crescimento retardado, promovendo o crescimento de ramos secundários a partir deles (PARKER, 2012).

No caso de plantar mudas sem ou com poucas ramificações, estas devem ser recortadas um metro acima do ponto de enxertia, e ramos laterais presentes cortados a um terço do seu tamanho. O líder não é mais cortado entre o segundo e o quarto ano. Ramos com diâmetro superior a um terço do tamanho do líder central pode ser removidos com um corte angulado perto do líder (LESPINASSE & DELORT 1986; ROBINSON, 2007).

Deve-se evitar a formação de ramos de apenas um lado da planta; caso isso venha ocorrer pode-se contornar esta situação conduzindo os ramos que estão para o lado onde não há formação de ramos, através de amarração, redirecionando os ramos para o espaço vago, já nos anos seguintes os novos crescimentos irão preencher o espaço (WARMUND, 2014).

Plantas adultas que não foram mantidas dentro dos preceitos técnicos do sistema devem ter uma forma redonda, ou algumas ter a parte superior, mais larga do que a basal. Plantas nestas condições requerem maior número de cortes próximo ao tronco. Cerca de um terço dos ramos no topo devem ser retirados inteiros, pois quando as plantas não são mantidas em forma piramidal estreita, o sombreamento reduz a taxa de pegamento e a qualidade dos frutos (WARMUND, 2014).

### 2.6.1.2 SOLAXE

O sistema Solaxe foi desenvolvido na França na década de 90, por Lespinnasse, também é conhecido por sistema “centrifuge”, ou em

português sistema centrífugo, devido à, neste sistema, a produção estar concentrada nas extremidades dos ramos.

Este sistema é considerado a fusão de dois outros sistemas de condução: o Solen e o Vertical axis. Solen é um sistema de condução que permite o crescimento rápido dos ramos frutíferos, sendo dois braços apoiados no sistema de sustentação, visando melhor interceptação da luz solar (LESPINASSE & DELORT, 1992). O solaxe tem a proposta de ser um aprimoramento do vertical axis.

A planta conduzida no sistema Solaxe apresenta uma forma axial em direção à acrotonia, ou seja, crescendo as brotações terminais do ramo mais do que as medianas e basais, então, com um hábito mais livre. O tronco, líder central, onde estão inseridos os ramos frutíferos são deixados inteiros, ou seja, nem o líder, nem os ramos laterais devem ser encurtados ou simplificados (LAURI & LESPINASSE, 2000).

Durante o desenvolvimento dos ramos laterais, estes vão formar em seu entorno, estruturas de frutificação secundárias (esporões e brindilas), enquanto a gema apical dos ramos frutíferos evolui a frutos, determinando dois efeitos: inibição da dominância apical e contenção do desenvolvimento dos ramos. Deste modo a planta alcança de um modo natural um equilíbrio entre massa de frutos e o crescimento vegetativo, sem ter que interferir com a poda para “construir” a planta (DIEMOZ, 2005).

O líder central deve ser arqueado na altura desejada, sendo adequada ao portaenxerto e densidade utilizados, para limitar o crescimento da planta. Os ramos frutíferos são conduzidos de forma arqueada, com mais de 120° em relação ao líder central, isto se esta curva não se formar após a presença de um grupo de frutos nas gemas terminais (LESPINASSE, 1996; LAURI & LESPINASSE, 2000).

O sistema solaxe é projetado para localizar os pontos de frutificação em gemas da periferia das plantas, incluindo gemas terminais e brindilas. Assim para limitar as inflorescências repetidas, os esporões, gemas florais nas partes próximas ao tronco são eliminadas (MAFCOT, 2000).

Esta prática de eliminação é conhecida também por extinção artificial das gemas localizadas ao longo do eixo do ramo secundário, próximas ao tronco central. Esta prática é importante devido ao fato de criar um poço de luz, uma “chaminé” no interior da planta que irá

garantir melhor penetração de luz no interior, até mesmo na parte mais basal no tronco (LAURI et al., 2004).

Com isto a planta assume um aspecto que evolui da forma típica de um cone, típica de um fusetto ou de um sistema Spindle para uma forma de um salgueiro-chorão (*Salix Alba*), pois os ramos com o peso dos frutos ou com a intervenção de arqueamento, ficam orientados para baixo. O melhor balanço vegetativo e produtivo em uma planta adulta conduzida em Solaxe é obtido com cerca de 12 a 16 ramos frutíferos arranjados de forma radial por todo o tronco (LAURI & LESPINASSE, 2000).

Segundo Lespinnasse (1996) no sistema Solaxe os ramos devem ser arqueados abaixo da linha horizontal induzindo produções precoces e prevenindo futuras extensões dos ramos laterais. Manipulando o ângulo dos ramos os produtores de fruta estão aptos a manejar o crescimento das plantas nas mais diversificadas densidades de plantio.

Então o sistema de condução Solaxe deve favorecer ramificação alta, em relação ao solo, evitando estruturas mais basais, para assegurar bom desenvolvimento dos ramos frutíferos. Os ramos frutíferos devem ser arqueados deixando-os livre para antecipar a indução floral e favorecer o revestimento deste com frutificação secundária (DIEMOZ, 2005).

O controle do desenvolvimento da planta e seu equilíbrio se dá com o arqueamento do líder central quando o mesmo atingir altura de 90% da largura total da fileira e mantendo todas suas ramificações. Deve-se controlar a densidade de pontos de frutificação, com o que chamamos anteriormente de “extinção”, para manter a produção por toda a planta, assim privilegiando os pontos de frutificação que estão se desenvolvendo na parte periférica da ramificação (DIEMOZ, 2005).

### 2.6.1.3 TALL SPINDLE

Sistema de condução desenvolvido no estado de Nova Iorque nos Estados Unidos. Este sistema visa maximizar a rentabilidade através de produções precoces, qualidade de fruta elevada, redução de tratamentos, poda, condução, e fácil habilidade para migrar de uma cultivar de maçã menos rentável para outras mais rentáveis, devido ao rápido estabelecimento do pomar e altas produtividades precocemente.

Foi desenvolvido no final dos anos 1990, combinando os sistemas de condução Slender Spindle, Vertical Axis e Super Spindle. O sistema Tall Spindle baseou-se no sistema de condução Slender Spindle desenvolvido por Wertheim (1968), que foi desenvolvido para incrementar produções precoces utilizando altas densidades de plantio, e reduzindo a altura da planta para permitir todos os manejos serem feitos a partir do solo (ROBINSON et al., 2006).

Este sistema de condução preza por não possuir ramos permanentes a partir do líder central, recomenda utilizar portaenxertos que confirmam porte anão à planta, realizar poda mínima ao plantio, renovação dos ramos durante todo o ciclo do pomar, podando para remover e renovar ramos assim que estes vão ficando muito vigorosos. É importante que estas instruções sejam integradas. Quanto maior for o sucesso desta integração maior a chance do pomar ser rentável. Ignorando uma ou mais instruções isto resultará em dificuldade para manejar o vigor do sistema de plantio (HOYING & ROBINSON, 2000).

No início da década de 1990 surgiu o super spindle, este contemplava super altas densidades com 4400 e 12100 plantas por hectare, com diâmetro de copa de 45-60 cm e altura de no máximo 2,5 m. Manejando este sistema, produtores e pesquisadores aprenderam que para manter um dossel compacto durante anos, não se pode deixar galhos permanentes. Portanto o custo de implantar um pomar em super spindle é alto devido ao custo elevado de mudas, que possuem valor elevado (ROBINSON et al., 2006).

A planta do tall spindle tem um dossel com diâmetro de 90 cm a 1,2 m, altura de planta ao redor dos 3 m e uma densidade entre 2200 e 3300 plantas por hectare, em um espaçamento de 0,9 m a 1,2 m entre plantas e de 3,0 m a 3,5 m entre fileiras, com o número de 15 a 20 ramos por planta (ROBINSON et al., 2006).

A primeira camada de ramos deve estar a cerca de 80 cm do nível do solo (BALKHOVEN-BAART et al., 2000). Desta forma, espera-se que os ramos curvem-se para baixo com o próprio peso de frutos, evitando também que os mesmos toquem o solo. Segundo Robinson e Lakso (1991) o fato deste sistema permitir um forte arqueamento, induz a precocidade da planta, forma um dossel estreito favorecendo a interceptação solar e refletindo diretamente em protutividade.

A manutenção da forma cônica das plantas conduzidas neste sistema é dificultada, no decorrer da vida útil do pomar, o que pode limitar a interceptação de luz em todas as partes da planta, principalmente na parte basal.

Para manejar a parte alta da copa das plantas no sistema Tall Spindle deve-se anualmente retirar um a dois ramos e se necessário retirar mais um para complementar a poda. Para garantir o desenvolvimento de um ramo de reposição para estes que foram retirados, o ramo que foiretirado completamente deve ser removido com um ângulo ou um corte chanfrado de modo que permaça uma pequena porção na parte basal do ramo. Deste pequeno pedaço de ramo que permanece irá originar um novo ramo para repor o eliminado com pouco vigor e arqueado. Se este ramo for deixado naturalmente irá ser arqueado para baixo pela sua própria produção (ROBINSON et al., 2011).

Se tais procedimentos forem realizados durante os três a quatro anos iniciais, o topo do dossel da planta poderá ser composto basicamente por ramos jovens e frutíferos. Os ramos novos, jovens, no topo são naturalmente menores que os ramos na parte basal assim mantendo uma forma cônica na planta. Esta estratégia foi empregada em grande parte dos sistemas de alta densidade incluindo Vertical Axis (LESPINASSE, 1980), Slender Spindle, Tall Spindle (ROBINSON et al., 2006), Super Spindle (WEBER, 2000) Y-trellis (ROBINSON et al., 1993) para manter uma boa distribuição de luz durante a vida da planta.

### 3. METODOLOGIA GERAL

Os experimentos foram conduzidos nos pomares da empresa Randon Agropastoril S. A. nas safras 2012/13 e 2013/14 para ‘Fuji’ e 2013/14 e 2014/15 para ‘Gala’, localizados no município de Vacaria-RS. A altitude média do município é de 930 metros acima do nível do mar. Os pomares recebem tratos culturais padronizados em toda área experimental, no que se refere à adubação raleio químico.

O clima de Vacaria, conforme a classificação de Köppen é do tipo Cfb: temperado úmido, com temperatura média anual de 15,5°C, média das mínimas de 10,2°C e média das máximas de 22,3°C. A precipitação pluvial média anual é de 1.412 mm, em 98 dias de chuva. A

média de umidade relativa do ar é de 79 % e o somatório médio de horas de frio inferior a 7,2 °C (HF), de maio a setembro é de 558 horas (MATZENAUER et al. 2005). O número médio de unidades de frio (UF), pelo método da Carolina do Norte Modificado, é de 1.561 UF. A radiação solar global média é de 15,7 MJ<sup>2</sup>dia<sup>-1</sup> (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989).

A caracterização do solo na região de Vacaria é predominantemente Latossolo Bruno Distrófico Típico. São solos profundos, bem drenados, com altos teores de argila, com acentuada acidez e baixa reserva de nutrientes para as plantas, além de mineralogia predominante de caulinita, óxidos de ferro e alumínio, com alto teor de matéria orgânica (STRECK et al., 2002; EMBRAPA, 2006).

O pomar foi implantado em agosto de 2010. As mudas utilizadas eram de haste única, sem ramificação lateral, produzidas pela própria empresa. O pomar foi tutorado com postes e dois fios de arame liso, sendo cada planta prendida neste fio com uma presilha do mesmo material.

O pomar foi desenhado conforme a cultivar, portaenxerto e sistema de condução utilizados, sendo que as densidades de plantio variaram em função dos mesmos (Tabela 1)

O trabalho foi dividido em quatro experimentos, elencados abaixo. Cada um foi formado com a combinação entre cultivar, portaenxerto e sistema de condução. Sendo utilizadas seis repetições para cada combinação, com 10 plantas por parcela.

- Diferentes sistemas de condução e o desempenho vegetativo e produtivo de macieiras ‘Fuji-kiku-8<sup>®</sup>’ enxertadas sobre ‘M.9’ em Vacaria, RS.
- Diferentes sistemas de condução e o desempenho vegetativo e produtivo de macieiras ‘Fuji-kiku-8<sup>®</sup>’ enxertadas sobre ‘Marubakaido’ com filtro de ‘M.9’ em Vacaria, RS.
- Diferentes sistemas de condução e o desempenho vegetativo e produtivo de macieiras ‘Maxigala’ enxertadas sobre ‘M.9’ em Vacaria, RS.
- Diferentes sistemas de condução e o desempenho vegetativo e produtivo de macieiras ‘Maxigala’ enxertadas sobre ‘Marubakaido’ com filtro de ‘M.9’ em Vacaria, RS.

Tabela 1 - Demonstração esquematizada dos pomares experimentais com suas características de implantação, Vacaria, 2010.

Sistema de Condução	Variedade		Espaçamento (m)		Densidade Plantas/ha
	Copa	Portaenxe rto	Na fila	Entre filas	
Vertical Axis	Gala	MK/M.9	1.00	4.5	2222
		M.9	0.60	4	4167
	Fuji	MK/M.9	1.25	4.5	1778
		M.9	1.00	3.5	2857
Tall Spindle	Gala	MK/M.9	1.00	4.5	2222
		M.9	0.60	4	4167
	Fuji	MK/M.9	1.25	4.5	1778
		M.9	1.00	3.5	2857
Solaxe	Gala	MK/M.9	1.00	4.5	2222
		M.9	0.60	4	4167
	Fuji	MK/M.9	1.25	4.5	1778
		M.9	1.00	3.5	2857

Foram avaliados três sistemas de condução em líder central: Tall Spindle, Solaxe e Vertical Axis.

Na safra 2012/13, durante o inverno (Julho de 2013) as plantas foram conduzidas através do arqueamento dos ramos laterais, naturalmente originados a partir de gemas laterais, para que as plantas fossem caracterizadas em cada sistema de condução.

Os ramos das plantas foram arqueados com a utilização de fitilho em diferentes angulações em relação ao líder central. No sistema Tall Spindle os ramos foram arqueados a 120°, no sistema Vertical Axis

próximo a 90° e no sistema Solaxe à mais de 120° em relação ao eixo horizontal imaginário.

O mesmo procedimento de arqueamento foi realizado na safra seguinte 2013/14 (Julho de 2014), sendo que todos os ramos que ainda não estavam arqueados receberam o procedimento de arqueamento realizado no ano anterior, com as mesmas angulações.

Nos dois anos de condução dos experimentos, 2013 e 2014, foi realizada poda mínima, apenas retirando ramos que competem com o líder central, geralmente localizados na parte superior da planta, com diâmetro de 2/3 ou mais em relação ao líder central.

As variáveis avaliadas em todos os experimentos foram: a) volume de copa b) altura de planta c) área de seção transversal do caule da cv. copa d) frutificação efetiva e) comprimento do entrenó f) produtividade estimada g) eficiência produtiva h) diâmetro médio dos frutos i) firmeza de polpa do fruto j) teor de sólidos solúveis dos frutos k) área foliar unitária e l) dias homem para o arqueamento e condução.

A altura das plantas foi mensurada com o auxílio de uma régua topográfica graduada. As leituras foram realizadas no mês de Julho, mensurando a altura da planta a partir do ponto de enxertia até a extremidade do líder central e a medida expressa em metros.

Para o cálculo do volume de copa foram realizadas medidas com uma régua topográfica graduada, no período dormente da plantas, no mês de Julho. Mediu-se largura, o comprimento e altura da planta. A altura foi medida a partir dos ramos mais baixos inseridos no tronco. Tendo as três medidas, multiplicou-se estes entre si e resultaram em um valor de volume de copa, expresso em m<sup>3</sup>.

A área de seção transversal do caule (TCSA) da cultivar copa foi obtida utilizando a fórmula da área de uma circunferência ( $\pi r^2$ ) onde  $r$  é o raio, que foi obtido a partir da metade do diâmetro médio do tronco. Este foi medido 10 cm acima do ponto de enxertia, em dois sentidos, com um paquímetro analógico e os dados expressos em cm<sup>2</sup>.

A frutificação efetiva é a porcentagem final de frutos que irão completar o ciclo, em relação ao número inicial de frutos. No momento da caída de pétalas marcaram-se dois ramos representativos por planta, nas seis plantas centrais da repetição, nestes ramos contou-se o número total inflorescência. Dois meses depois, foram contados o número total de frutos nestes ramos marcados. Com isto, e através da fórmula:



Frutificação efetiva (%) = (Nº médio de frutos \*100) / (Nº médio de cachopas florais \* 5) chegou-se a % de frutificação efetiva.

O comprimento do entrenó foi obtido através das medidas do comprimento do ramo do ano e número de gemas no mesmo. Os dados foram coletados no período de dormência das plantas, foram avaliados quatro ramos por planta das quatro plantas centrais. A medida foi realizada com uma trena de unidade métrica. Dividiu-se o tamanho dos ramos pelo número de gemas, obtendo o tamanho médio do entrenó, e os dados expressos em cm. As plantas foram colhidas individualmente, contando-se o número de frutos e pesando-se, com uma balança digital, a massa dos frutos por planta. De cada parcela foi coletada aleatoriamente uma amostra de 20 frutos, estes utilizados para avaliações posteriores de diâmetro, firmeza de polpa e teor de sólidos solúveis.

A produtividade por hectare (Mg . ha<sup>-1</sup>) foi estimada conforme a densidade de plantio para cada experimento. Multiplicou-se a produção média por planta de cada sistema de condução pelo número de plantas por hectare.

A eficiência produtiva foi calculada através da relação entre a produção média de cada planta dividida pela área de seção transversal do tronco (cm<sup>2</sup>) e o resultado expresso em kg cm<sup>-2</sup>.

Para medir o diâmetro médio dos vinte frutos, os mesmos foram colocados lado a lado, em uma calha de madeira em forma de “L”, graduada em cm, possibilitando medir o calibre das vinte maçãs e assim dividindo este valor pelo número total se obteve o diâmetro médio unitário, em centímetros (cm)

Com os mesmos frutos utilizados anteriormente, foi mensurada a firmeza de polpa em libras (lb). Utilizou-se um penetrômetro analógico manual, com uma ponteira de 11mm, acoplado a um suporte. Foi retirado com auxílio de um “peeler” a camada superficial da epiderme do fruto expondo a polpa para que fosse mensurada a firmeza com o penetrômetro, na zona equatorial e dos dois lados dos frutos.

Retirando-se duas fatias de tamanhos iguais de cada fruto, foi extraído suco de dez frutos, com o auxílio de um refratômetro digital para açúcar modelo ITREFD-4, foi mensurado o teor de sólidos solúveis totais (SST) obtendo resultados expressos em °Brix.

A área foliar unitária foi medida em um integrador de área foliar, de folhas do terço mediano do ramo do ano, dos dois lados da planta, e calculando-se então a média.

As horas de mão de obra homem para arqueamento condução foram estimadas multiplicando-se a média de tempo utilizada para conduzir cada parcela, constituída de dez plantas, pela densidade de plantio de cada tratamento, dividido por dez, estimando a necessidade de tempo por hectare, este valor foi dividido por oito horas, para transformar este valor para dias assim gerando a variável dias homem para o arqueamento e condução.

O delineamento experimental utilizado para os quatro experimentos foi o de blocos casualizados, com 3 tratamentos (Solaxe, Tall Spindle e Vertical Axis) com seis repetições e dez plantas por parcela.

Os dados experimentais foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e subsequente comparação múltipla de médias, utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro pelo programa estatístico Winstat 2.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

## **4 CAPÍTULO I - DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MACIEIRAS ‘FUJI-KIKU-8®’ EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM VACARIA, RS.**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

O município de Vacaria é importante na produção de maçãs no estado do Rio Grande do Sul. Está localizado na Região Nordeste do estado, tendo um clima propício para a produção fruteiras de clima temperado, pelo clima ameno, elevada altitude e relevo pouco acidentado, sendo que iniciou-se o cultivo de fruteiras a partir da década de 70 (LOPES et al., 2010).

Pomares modernos, em sua maioria, tendem a utilizar cultivo intensivo, com altas densidades de plantio, e para isto necessitam de portaexertos ananizantes, para produzirem ‘plantas anãs’. O ‘M.9’ produz plantas compactas com alta capacidade produtiva, com precocidade de produção e com bom tamanho de fruto (HUFFMAN, 2012).

Em algumas condições edafoclimáticas específicas o ‘M.9’ acaba por ser demasiadamente ananizante, fazendo com que o pomar não tenha um dossel com crescimento adequado, resultando em baixas produtividades.

Em áreas onde o portaenxerto M.9 não tem crescimento satisfatório, é utilizada a combinação das características vigorantes do Marubakaido com as características ananizantes e produtivas do M.9. Para isso, é realizada a interenxertia do anão M.9 sobre o vigoroso Maruba, técnica é conhecida como uso de filtro ou interenxerto.

Frente a diferentes sistemas de condução conhecidos, desenvolvidos em diferentes regiões ao redor do mundo, associado ao conhecimento regional sobre o desenvolvimento dos pomares de maçã, os técnicos e produtores se deparam com a dúvida de qual sistema utilizar em seus pomares. Qual sistema implantar em plantios futuros, basicamente com a pergunta de qual o sistema de condução mais eficiente, de uma maneira geral, ou seja, englobando todos os esforços introduzidos no pomar melhor convertidos em rentabilidade, utilizando a tecnologia local disponível ao técnico e ao produtor.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico do clone ‘Kiku 8<sup>®</sup>’ da cultivar Fuji, enxertada sobre o portaenxerto ananizante M.9 e do semi-vigoroso Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 cm de comprimento sobre três diferentes sistemas de condução: Solaxe, Tall Spindle e Vertical Axis, nas condições do município de Vacaria-RS.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O pomar experimental foi implantado em agosto de 2010, sendo conduzido e avaliado experimentalmente nas safras 2012/13 e 2013/14. O pomar está localizado na Fazenda Guabiju, uma das unidades de produção da empresa Rasip Agropastoril S/A, no município de Vacaria RS.

As mudas utilizadas eram de haste única, produzidas pela própria empresa, sem ramificação lateral. O pomar foi tutorado com postes e dois fios de arame liso, sendo cada planta presa neste fio com uma presilha do mesmo material.

O desenho do pomar foi feito conforme portaenxerto e sistema de condução utilizados, sendo que as densidades de plantio variaram em função dos mesmos (Tabela 2). Foram avaliados três sistemas de condução em líder central: Tall Spindle, Solaxe e Vertical Axis.

Na safra 2012/13, durante o inverno (Julho de 2013) as plantas foram conduzidas através do arqueamento dos ramos laterais, para que as plantas fossem caracterizadas em cada sistema de condução.

Os ramos das plantas foram arqueados com a utilização de fitilho em diferentes angulações em relação ao líder central. No sistema Tall Spindle os ramos foram arqueados a  $120^\circ$ , no sistema Vertical Axis próximo a  $90^\circ$  e no sistema Solaxe à mais de  $120^\circ$  em relação ao eixo horizontal imaginário.

O mesmo procedimento de arqueamento foi realizado na safra seguinte 2013/14 (Julho de 2014), sendo que todos os ramos que ainda não estavam arqueados receberam o procedimento de arqueamento realizado no ano anterior, com as mesmas angulações.

Nos dois anos de condução do experimento, 2013 e 2014, foi realizada poda mínima, apenas retirando ramos que competem com o líder central, geralmente localizados na parte superior da planta, com diâmetro de  $2/3$  ou mais em relação ao líder central.

As variáveis avaliadas foram: a) volume de copa b) altura de planta c) área de seção transversal do caule da cv. Copa d) frutificação efetiva e) comprimento do entrenó f) produtividade g) eficiência produtiva h) diâmetro médio dos frutos i) firmeza de polpa do fruto j) teor de sólidos solúveis dos frutos e l) dias homem para o arqueamento e condução O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 3 tratamentos (Solaxe, Tall Spindle e Vertical Axis) com seis repetições e dez plantas por parcela. Os dados experimentais foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e subsequente comparação múltipla de médias, utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro pelo programa estatístico Winstat 2.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

Tabela 2 - Demonstração esquematizada dos pomares experimentais com suas características de implantação, Vacaria, 2010.

Sistema de Condução	Variedade		Espaçamento (m)		Densidade Plantas/ha
	Copa	Portaenxerto	Na fila	Entre filas	
Vertical Axis	Fuji	MK/M.9	1.25	4.5	1778
		M.9	1.00	3.5	2857
Tall Spindle	Fuji	MK/M.9	1.25	4.5	1778
		M.9	1.00	3.5	2857
Solaxe	Fuji	MK/M.9	1.25	4.5	1778
		M.9	1.00	3.5	2857

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença estatística significativa para as variáveis área da secção transversal do tronco, comprimento do entrenó e altura de planta com a cultivar Fuji 'Kiku 8<sup>®</sup>' enxertada sobre 'M.9' nos distintos sistemas de condução em ambos os anos avaliados.

Com a cultivar Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 cm de comprimento (MK/M.9), nos diferentes sistemas de condução, não se observou diferença para as variáveis comprimento do entrenó e altura de plantas em ambos os anos avaliados.

Para a variável área de secção transversal do tronco (TCSA) em Fuji Kiku8<sup>®</sup> enxertada sobre MK/M.9 observou-se diferença significativa em ambos os anos avaliados. Sendo que o sistema de condução Vertical Axis proporcionou maior valor de área de secção transversal do caule na segunda safra estudada.

Em um estudo comparando plantas de macieira 'Royal Gala' durante oito anos, conduzidas em cinco diferentes sistemas de condução, Hampson; Quamme e Brownlee, (2002) verificaram que as plantas chegaram à altura máxima desejada no quarto ano, sendo que nos anos

subsequentes havia uma pequena oscilação, porém não diferindo estatisticamente, sendo que a estabilização no quarto ano se deu através da poda, por isso também uma pequena oscilação, o que também foi observado é que apesar de existir o controle do crescimento em altura a planta continuou incrementadno a TCSA.

Para todos os sistemas de condução nos dois portaenxertos utilizados, pode-se verificar um incremento de altura entre os dois anos avaliados, indicando que a planta na quarta folha está em crescimento em altura, sendo que nas safras subsequentes irá chegar a altura desejada, cerca de 90% da distância entre fileiras. Jung e Choib (2010) estudando 'Fuji', em um pomar de quinze anos, enxertado sobre MM 126, conduzido em quatro sistemas de condução não encontraram diferença entre altura de plantas, mesmo antes destas serem podadas no inverno.

Não foi observada diferença significativa para as variáveis produtividade e eficiência produtiva com a cultivar Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre 'M.9' no ano de 2013. Em 2014, observou-se diferença significativa, sendo que o menor valor foi obtido com o sistema de condução Vertical Axis (Tabela 5).

Nota-se produtividade abaixo da média na safra 2014, verificando-se uma situação de alternância de produção na cultivar Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre 'M.9', sendo que a produtividade foi reduzida drasticamente, aproximadamente 90% de redução em relação ao ano anterior (Tabela 5). O mesmo não se observou quando enxertada sobre MK/M.9. Para Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre MK/M.9 em todos os sistemas de condução avaliados, não foi verificada alternância de produção (Tabela 6).

Em 2013, com Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre MK/M.9 observou-se a maior produtividade com o sistema Vertical Axis, aproximadamente 30 % mais do que o Tall Spindle e Solaxe. Já 2014, não foi observada esta tendência, Tall Spindle teve o maior valor para a mesma variável, porém somente 6 % maior que o Vertical Axis que nesta safra teve a média semelhante ao sistema Solaxe. A eficiência produtiva diferiu significativamente entre os sistemas de condução nas duas safras. Em 2013, a eficiência produtiva foi maior no sistema Vertical Axis, porém em 2014 não se repetiu. Em 2014 os maiores valores foram de Solaxe e Tall Spindle que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 6).

Tabela 3- Área de seção transversal de tronco, comprimento do entrenó altura de planta e volume de copa para macieiras ‘Kiku-8’ enxertadas sobre portaenxerto ‘M.9’ em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2013.

Sistemas de Condução	Área Secção do Tronco (cm <sup>2</sup> )		Comprimento do entrenó (cm)		Altura de Planta (m)		Volume de Copa (m <sup>3</sup> )	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Vertical Axis	12.20 a	18.38 a	2.16 a	1.98 a	1.94 a	2.27 a	5.67 a	7.62 a
Tall Spindle	12.05 a	18.57 a	2.72 a	2.09 a	1.92 a	2.27 a	4.9 b	6.75 ab
Solaxe	11.95 a	19.08 a	2.28 a	2.00 a	1.91 a	2.09 a	5.33 ab	6.00 b
Média	12.07	18.68	2.39	2.02	1.97	2.21	5.3	6.79
C.V. (%)	10.72	12.97	17.5	9.46	7.1	13.02	7.28	14.68

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4- Área de seção transversal do tronco, comprimento do entrenó, altura de planta de macieiras e volume de copa Fuji 'Kiku-8<sup>®</sup>' enxertadas sobre **Marubakaido com filtro de M.9** em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015

Sistemas de Condução	Área Secção do Tronco cm <sup>2</sup>		Comprimento do entrenó Cm		Altura de Planta m		Volume de Copa índice	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Vertical Axis	26.48 a	43.30 a	2.36 a	1.73 A	2.47 a	2.86 a	11.77 a	14.9 b
Tall Spindle	23.33 b	37.65 b	2.35 a	1.81 A	2.34 a	2.91 a	10.01 a	16.4 a
Solaxe	24.93 ab	34.85 b	2.12 a	1.7 A	2.26 a	2.82 a	9.46 a	12.1 -
Média	24.92	38.6	2.28	1.74	2.36	2.86	10.41	14.5
C.V.	5.30	9.14	18.68	5.27	10.98	7.33	25.2	5.5

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.



Ferenc (2009) estudando diferente portaenxertos em dois sistemas de condução observou que o incremento da circunferência do tronco, não fora influenciada estatisticamente pelo espaçamento na fileira, mas sim pelo uso de distintos portaenxertos, encontrando que, pomares conduzidos em Vertical Axis enxertado sobre portaenxerto de vigor médio foi maior do que portaenxerto ananizante conduzido em Slender Spindle.

Arsov, Kiprijanovski e Gjamovski (2013) encontraram a melhor eficiência produtiva em plantas conduzidas no sistema Solaxe com a média de  $0.86 \text{ kg cm}^{-2}$  de seção de tronco, observando que menor eficiência encontrada em plantas conduzidas em Slender Spindle é devido a estas apresentarem maior crescimento vegetativo causado pelo sistema de condução e também pela densidade de plantio.

Existe vantagem na produtividade de altas densidades sobre menores densidades de plantio, podendo produzir menos por planta, mas podendo chegar a 86 % mais de produtividade por hectare, na terceira produção (HAMPSON; QUAMME; BROWNLEE, 2002).

Hampson, Quamme e Brownlee (2002) atribuem maiores produtividade por hectare, em pomares novos, plantados em alta densidade, a capacidade de interceptação solar. Em pomares adultos com o dossel totalmente formado, o efeito da densidade começa a ser reduzido, sendo que desempenhos semelhantes com tipos de plantas diferentes sugerem que fatores como o custo de sistema de sustentação, facilidade de manejo e condução, e preferência do produtor devem ser levados em conta para tomadas de decisão.

Hassan et al. (2010) encontraram maiores produtividades por planta no sistema de condução Tiller comparado com Líder Central Aberto, em duas safras consecutivas para a cultivar Anna, assim um maior número de indivíduos por hectare conduzidos neste sistema podem obter maiores produtividades por hectare.

Weber (2001) estudando diferentes sistemas de condução entre a quarta e oitava folha, sobre diferentes portaenxertos, utilizou como parâmetro para comparação a média de eficiência produtiva obtida pelo 'M.9', pela sua popularidade ao redor do mundo. No estudo, a eficiência produtiva dos outros portaenxertos pesquisados, nos diferentes sistemas de condução fora semelhante ao do 'M.9', tomado como padrão. Alguns portaenxertos apresentavam maior ou menor crescimento vegetativo, porém, também oscilavam na produtividade, fazendo com que a eficiência produtiva fosse semelhante entre eles.

Para os parâmetros qualitativos medidos em laboratório, como firmeza de polpa na cultivar Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre ‘M.9’ nos distintos sistemas de condução foi observada diferença significativa em ambos os anos avaliados, sendo que os sistemas Vertical Axis e Solaxe proporcionaram os maiores valores para esta variável no ano de 2013 (Tabela 5). Já no ano de 2014 os sistemas Vertical Axis e Tall Spindle conferiram os maiores valores não diferiram entre si (Tabela 5). Para a variável sólidos solúveis totais foi verificado diferença entre os sistemas no ano de 2013, sendo que o sistema Tall Spindle proporcionou o maior valor para esta variável (Tabela 5). Já no ano de 2014 não foi observado diferença entre os sistemas para a variável SST (Tabela 5).

Para a variável diâmetro de fruto não foi observada diferença estatística significativa entre os sistemas de condução para a cultivar Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre ‘M.9’ e ‘MK/M.9’ em ambos os anos avaliados (Tabela 5 e 6), diferente do que encontraram Hassan et al. (2010), em estudo com a cultivar Anna, comparando sistemas de condução, chegou a resultados significativamente maiores em diâmetro e comprimento de frutos durante as duas safras avaliadas utilizando o sistema de condução “Tiller” comparado ao Líder central aberto, além dessas características, também houve incremento significativamente o teor de sólidos solúveis.

Foi observada diferença para as variáveis firmeza de polpa e SS com a cultivar Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre MK/M.9 no ano de 2013, sendo que os sistemas de condução Vertical Axis e Solaxe proporcionaram os maiores valores de firmeza de polpa (Tabela 6). Já o sistema Tall Spindle proporcionou o maior valor de SS neste mesmo ano (Tabela 6). No ano de 2014 não foi observada diferença significativa entre os sistemas para estas mesmas variáveis (Tabela 6).

Tabela 5- Produtividade (Mg.ha<sup>-1</sup>), eficiência produtiva (kg.cm<sup>-2</sup> de caule), firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis (°Brix) e diâmetro transversal dos frutos para macieira ‘Fuji Kiku-8<sup>®</sup>’, enxertada sobre o portaenxerto M.9 em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.

Sistemas de Condução	Produtividade (Mg . ha-1)		Eficiência produtiva (kg cm <sup>-2</sup> )		Firmeza (Lb)		SS (°Brix)		Diâmetro de fruto (mm)	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Vertical Axis	18.80 a	1.87 b	0.545 a	0.0358 b	19.35 A	16.26 b	11.56 b	14.31 a	69.08 a	80.28 a
Tall Spindle	21.15 a	2.52 ab	0.617 a	0.0486 ab	16.15 B	17.09 a	14.23 a	14.20 a	70.54 a	76.50 a
Solaxe	19.21 a	3.13 a	0.568 a	0.0585 a	19.25 A	16.96 a	10.73 b	14.75 a	70.00 a	78.25 a
Média	19.72	2.51	0.577	0.0470	18.25	16.77	12.19	14.42	69.87	78.34
C.V.	10.61	24.62	18.45	29.44	3.85	2.53	6.12	3.64	2.34	4.49

Médias seguidas de letra distinta, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 6- Produtividade ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), eficiência produtiva ( $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$  de caule), firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) e diâmetro transversal dos frutos para macieira ‘Fuji Kiku-8<sup>®</sup>’, enxertadas sobre portaenxerto Marubakaido (MK/M.9) em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.

Sistemas de Condução	Produtividade ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )		Eficiência produtiva ( $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ )		Firmeza (Lb)		SS ( $^{\circ}\text{Brix}$ )		Diâmetro de Fruto (mm)	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Vertical Axis	16.10 a	12.46 b	0.344 a	0.165 b	19.2 a	16.00 A	10.66 b	14.18 a	70.29 a	73.50 a
Tall Spindle	09.01 c	13.70 a	0.222 c	0.204 a	16.0 b	15.75 A	14.18 a	13.58 a	69.00 a	78.83 a
Solaxe	11.77 b	12.44 b	0.268 b	0.207 a	19.9 a	15.00 A	9.98 b	14.38 a	69.62 a	74.66 a
Média	12.29	12.87	0.278	0.192	18.4	15.58	11.61	14.05	69.63	75.66
C.V.	8.09	3.47	7.11	3.13	5.9	8.49	9.38	8.12	2.07	5.63

Médias seguidas de letra distinta, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Não foi observada diferença estatística para a variável área foliar unitária, com a cultivar Fuji Kiku 8<sup>®</sup> enxertada sobre M.9 e MK/M.9 em 2014 em todos os sistemas de condução avaliados (Tabela 7 e 8).

O volume de copa, para Fuji ‘Kiku-8<sup>®</sup>’ enxertada sobre ‘MK/M.9’, não teve diferença significativa no ano de 2013, porém na safra seguinte apresentou diferença em três níveis, sendo que o sistema de condução Tall Spindle apresentou o maior valor para esta variável. Sobre ‘M.9’, houve diferença nos dois anos, sendo que em 2013 o sistema que apresentou menor copa foi o Tall Spindle, já no ano de 2014 foi o sistema Solaxe.

Jung e Choib (2010) encontraram menor volume de copa e menor largura de plantas nos sistema de condução em Solaxe, associando este resultado ao arqueamento e ao raleio dos ramos laterais, por estes ramos estarem arqueados mais do que 90 graus em relação ao líder, apresentaram menor quantidade de ramos e menor comprimento comparando com outros sistemas.

Ferenc (2009) observou que a diferença entre o volume de copa entre Slender Spindle e Vertical Axis é claramente visível, encontrando para dossel conduzido em Slender Spindle, um volume 1,5 m<sup>3</sup> menor e este valor podendo chegar a 2 m<sup>3</sup>. A eficiência produtiva acumulada mostra um declínio linear conforme o tamanho da planta aumenta, ou seja, possui maior volume de copa (Barrit et al. 1997).

Encontrou-se diferença estatística, para ambos os portaenxertos utilizados, na variável dias homem para o arqueamento e condução, sendo que o sistema de condução que demandou mais mão de obra foi o Solaxe, em ambas combinações de portaenxerto (Tabela 7 e 8). Comparando os sistemas de condução apenas enxertados sobre M.9 Vertical Axis e Tall Spindle não diferiram. No MK/M.9 o sistema Tall Spindle foi o menos exigente em mão de obra.

Tabela 7 - Área foliar e dias homem (8 horas por dia) para arqueamento e condução de macieiras Fuji ‘Kiku-8<sup>®</sup>’ na terceira folha sobre portaenxerto ‘**M.9**’ em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.

Sistemas de Condução	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	Arqueamento e condução dias homem
	2014	2014
Vertical Axis	591.56 a	33.33 b
Tall Spindle	609.43 a	34.12 b
Solaxe	564.29 a	50.96 a
Média	588.42	39.47
C.V. (%)	8.308	5.17

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 8 - Área foliar e dias homem (8 horas por dia) para arqueamento e condução de macieiras Fuji ‘Kiku-8’ na terceira folha sobre portaenxertos **Marubakaido (MK/M.9)** em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.

Sistemas de Condução	Área Foliar Unitária cm <sup>2</sup>	Arqueamento e condução dias homem
	2014	2014
Vertical Axis	0.25 a	47.15 b
Tall Spindle	0.25 a	41.98 -
Solaxe	0.24 a	58.64 a
Média	0.24	49.25
C.V. (%)	6.06	2.82

Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

#### 4.4 CONCLUSÃO

Com base nas condições do experimento, avaliando os resultados obtidos e partindo do pressuposto que as plantas estão na terceira safra, ou seja os primeiros anos de avaliação:

- A área da seção de tronco em plantas enxertadas sobre ‘Marubakaido’ é influenciada pelo sistema de condução, sendo o sistema Vertical Axis, sobre este portaenxerto, o que mais induziu vigor
- Os sistemas de condução não interferem nos atributos de qualidade de frutos como teor de sólidos solúveis, firmeza de polpa e tamanho de fruto.
- Na quarta folha o sistema de condução que mais demanda mão-de-obra para condução é o Solaxe.
- Quando enxertados sobre M.9, independente do sistema de condução houve alternância de produção. Sugere-se que esta alternância seja resultado de demasiada carga no ano antecedente

#### 5. CAPÍTULO II – DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MACIEIRAS ‘MAXIGALA’ EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM VACARIA, RS.

##### 5.1 INTRODUÇÃO

No Brasil atualmente se produz maçãs suficientes para suprir as necessidades de consumo do mercado interno e ainda com potencial para exportação, sendo um cenário diferente do que se encontrava no país há 40 anos atrás, onde o Brasil era um dos maiores importadores de maçãs do mundo.

A região do município de Vacaria-RS, tem expressão de destaque no cenário nacional de produção de maçãs, por possuir um clima adequado e relevo pouco acidentado, propiciando o cultivo de fruteiras (LOPES et al., 2010), e com estes atributos ser um dos maiores municípios produtores de maçã do país.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho técnico de um pomar experimental da mutação somática da cultivar Gala denominado 'MaxiGala', enxertada sobre o portaenxerto ananizante M.9 e sobre Marubakaido com filtro de M.9 de 30 cm de comprimento, utilizando três diferentes sistemas de condução: Solaxe, Tall Spindle e Vertical Axis, nas condições do município de Vacaria-RS.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O pomar experimental foi implantado em agosto de 2010, sendo conduzido e avaliado experimentalmente nas safras 2013/14 e 2014/15. O pomar está localizado na Fazenda Guabiju, uma das unidades de produção da empresa Rasip Agropastoril S/A, no município de Vacaria, RS.

As mudas utilizadas eram de haste única, produzidas pela própria empresa, sem ramificação lateral. O pomar foi tutorado com postes e dois fios de arame liso, sendo cada planta presa neste fio com uma presilha do mesmo material.

O desenho experimental do pomar foi feito conforme portaenxerto e sistema de condução utilizado, sendo que as densidades de plantio variaram em função dos mesmos (Tabela 9). Foram avaliados três sistemas de condução em líder central: Tall Spindle, Solaxe e Vertical Axis.

Na safra 2012/13, durante o inverno (Julho de 2013) as plantas foram conduzidas através do arqueamento dos ramos laterais, para que as plantas fossem caracterizadas em cada sistema de condução.

Os ramos das plantas foram arqueados com a utilização de fitilho em diferentes angulações em relação ao líder central. No sistema Tall Spindle os ramos foram arqueados a 120°, no sistema Vertical Axis próximo a 90° e no sistema Solaxe à mais de 120° em relação ao eixo horizontal imaginário.



O mesmo procedimento de arqueamento foi realizado na safra seguinte 2013/14 (Julho de 2014), sendo que todos os ramos que ainda não estavam arqueados receberam o procedimento de arqueamento realizado no ano anterior, com as mesmas angulações.

Nos dois anos de condução do experimento, 2013 e 2014, foi realizada poda mínima, retirando apenas ramos que competem com o líder central, geralmente localizados na parte superior da planta, com diâmetro de  $2/3$  ou mais, em relação ao líder central.

As variáveis avaliadas nos experimentos foram: a) volume de copa b) altura de planta c) área de seção transversal do caule da cv. copa d) frutificação efetiva e) comprimento do entrenó f) produtividade g) eficiência produtiva h) diâmetro médio dos frutos i) firmeza de polpa do fruto j) teor de sólidos solúveis dos frutos k) área foliar unitária e l) dias homem para o arqueamento e condução

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 3 tratamentos (Solaxe, Tall Spindle e Vertical Axis) com seis repetições e dez plantas por parcela. Os dados experimentais foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e subsequente comparação múltipla de médias, utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro pelo programa estatístico Winstat 2.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

Tabela 9- Demonstração esquematizada dos pomares experimentais com suas características de implantação, Vacaria, 2010

Sistema de Condução	Variedade		Espaçamento		Densidade
	Copa	Portaenxerto	(m)		Plantas/ha
			Na fileira	Entre Filas	
Vertical Axis	Gala	MK/M.9	1.0	4.5	2222
		M.9	0.6	4.0	4167
Tall Spindle	Gala	MK/M.9	1.0	4.5	2222
		M.9	0.6	4.0	4167
Solaxe	Gala	MK/M.9	1.0	4.5	2222
		M.9	0.6	4.0	4167

## 5.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas para as variáveis comprimento de entrenó e altura de planta com a cultivar MaxiGala enxertada sobre ‘M.9’ em ambos os anos avaliados (Tabela 10). Observou-se diferença para a área da seção transversal do caule com a mesma cultivar e portaenxerto no ano de 2014, sendo que o maior valor no sistema Vertical Axis. Já no ano de 2015 não foi observada diferença significativa para esta mesma variável (Tabela 10).

Quando MaxiGala enxertada sobre MK/M.9 não se observou diferenças para as variáveis área da seção transversal do tronco e comprimento do entrenó em ambos os anos avaliados (Tabela 11). Já para a variável altura de planta foi observado diferença no ano de 2014, sendo que o sistema Tall Spindle proporcionou a maior altura de plantas. Já no ano de 2015 não se observou diferença para esta mesma variável (Tabela 11).

A altura das plantas após atingir cerca de 90 % da largura da fila deve ser podada para que evite o sombreamento das mesmas. A altura de planta teve pequenas oscilações, em um estudo onde utilizaram

diferentes sistemas de condução na cultivar 'Royal Gala', mas mesmo assim as plantas continuavam incrementando a TCSA, e a altura regulada pela poda (HAMPSON et al., 2002).

Estudando a cultivar Jonagolg enxertada sobre M.9, Ozkan et al. (2012) compararam cinco sistemas de condução, do segundo ao quarto ano, e observaram, na segunda folha, que as TCSA eram iguais para todos os sistemas de condução, já na terceira e quarta folhas os sistemas de condução com menor densidade de plantio, Vertical Axis e High Tech, conferiram maiores TCSA do que os sistemas com densidade maiores.

Tabela 10- Área de seção transversal de caule, comprimento do entrenó, altura de planta e volume de copa para macieiras ‘MaxiGala’ enxertadas sobre portaenxerto **M.9** em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.

Sistemas de Condução	Área Secção Transversal do Tronco cm <sup>2</sup>		Comprimento do entrenó cm		Altura de Planta M		Volume de Copa índice	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Vertical Axis	7.96 a	10.18 a	2.11 a	2.23 a	1.96 a	2.43 a	2.97 a	4.53 a
Tall Spindle	7.60 ab	10.45 a	2.22 a	2.23 a	1.89 a	2.37 a	1.95 c	3.21 b
Solaxe	6.84 b	10.31 a	2.17 a	1.89 a	2.01 a	2.56 a	2.16 b	3.22 b
Média	7.46	10.31	2.17	2.12	1.95	2.45	2.36	3.65
C.V.	7.06	4.29	13.28	14.64	9.71	8.21	4.48	5.14

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 11- Área de seção transversal do caule, comprimento do entrenó, altura de planta e volume de copa para macieiras ‘Maxi Gala’ enxertadas sobre portaenxerto **Marubakaido com filtro de M.9** conduzidos em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.

Sistemas de Condução	Área Secção do Tronco cm <sup>2</sup>		Comprimento do entrenó cm		Altura de Planta m		Volume de Copa índice	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Vertical Axis	21.08 a	31.68 a	2.8 a	2.27 a	2.78 ab	3.29 a	11.69 a	16.85 a
Tall Spindle	21.00 a	31.3 a	2.46 a	2.18 a	2.98 a	3.5 a	11.16 a	15.08 ab
Solaxe	20.38 a	31.79 a	2.453 a	2.27 a	2.6 b	3.31 a	9.27 b	13.10 b
Média	20.82	31.6	2.57	2.23	2.78	3.37	10.71	15.01
C.V.	9.44	12.23	12.39	12.26	7.86	6.12	6.65	13.75

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Verificou-se para cultivar MaxiGala enxertada sobre ‘M.9’ conduzida no sistema Tall Spindle, o maior valor para variável fruit set no ano avaliado (Tabela 12). Já em MaxiGala enxertada sobre MK/M.9 verificou-se maior valor de fruit set com os sistemas Tall Spindle e Vertical Axis (Tabela 13).

A produtividade diferiu estatisticamente apenas no ano de 2015 com a cultivar MaxiGala enxertada sobre ‘M.9’, sendo que o sistema de condução Solaxe conferiu a maior produtividade (Tabela 12). Apesar de observarmos grande variação das médias no ano de 2014, aproximadamente 15 toneladas entre o sistema que mais produziu e o que menos produziu, não foi verificada diferença estatística neste mesmo ano (Tabela 12).

A eficiência produtiva diferiu estatisticamente nos dois anos avaliados. Em 2014 foi maior com o sistema Tall Spindle e menor valor com Solaxe. Em 2015, o Solaxe teve o maior valor, mas não diferiu significativamente do Vertical Axis (Tabela 12).

Arsov; Kiprijanovski; Gjamovski (2013) descrevem que a baixa eficiência produtiva de plantas conduzidas em Slender Spindle é devido ao sistema de condução e densidade de plantio, que interferem diretamente no crescimento vegetativo.

Em outro estudo, a produtividade das plantas conduzidas em Vertical Axis foi a mesma estatisticamente, na quarta folha, para Jonagold, do que um pomar conduzido em H-Super Spindle, porém o Vertical Axis possui 3,5 vezes menos plantas por hectare do que o outro sistema, ou seja houve produção por planta superior em vertical axis que foi compensatória (OZKAN et al. 2012). Hampson et al. (2004) relatam que plantas em pomares de densidades intermediárias produzem mais do que plantas em pomares em altas densidades de plantio.

Verificou-se diferença para a variável produtividade nos dois anos avaliados com a cultivar MaxiGala enxertada sobre MK/M.9, sendo que maior produtividade foi encontrada para o sistema Tall Spindle em 2014. No ano de 2015, a maior produtividade foi no sistema Vertical Axis (Tabela 13). A mesma tendência da produtividade foi observada para a variável eficiência produtiva, sendo que no ano de 2014 o maior valor foi obtido com o sistema Tall Spindle e no ano de 2015 com o sistema Vertical Axis (Tabela 13).

Sistemas de condução não exerceram efeitos significativos em ‘Jonagold’ enxertada sobre M.9 para a variável produção por planta na segunda folha. Já na terceira folha, começou a existir diferenças significativas entre os sistemas. Na quarta folha, os sistemas de condução com menor densidade de plantio tiveram a maior produção de fruta por planta. A eficiência produtiva não diferiu na segunda e terceira folhas. Já na quarta folha, a maior carga de frutas por planta foi no sistema de menor densidade, porém teve a menor eficiência produtiva (OZKAN et al. 2012).

Avaliando o sistema de condução Slender Piramide Lider Central, enxertados sobre diferentes portaenxertos, Tustin, Cashmore, Bensley (2010), encontraram que até os três anos de idade do pomar, o tamanho das plantas em cada portaenxerto é distinto e o mesmo para o crescimento anual dos ramos nos quatro primeiros anos, o que pode-se perceber no presente estudo é que, no mesmo portaenxerto, não foi observada diferença significativa.

Não se verificou diferenças significativas para os parâmetros de qualidade de fruta como firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis e diâmetro de fruto nas plantas de MaxiGala enxertadas sobre ‘M.9’ em ambos os anos avaliados (Tabela 12).

Com a cultivar ‘MaxiGala’ enxertada sobre MK/M.9 não se verificou diferença para as variáveis firmeza de polpa e diâmetro de frutos em ambos os anos avaliados, e para SST no ano de 2014. Já no ano de 2015, as plantas no sistema Solaxe conferiram os frutos com maiores valores de SS (Tabela 13).

De acordo com Arsov; Kiprijanovski; Gjamovski (2013), o sistema de condução tem influência no peso dos frutos e em seu estudo encontraram os menores valores para o sistema Solaxe, porém no estudo presente não houve diferença estatística entre o peso médio dos frutos, ou seja, não houve diferença no tamanho dos frutos.

Analisando a área foliar nos diferentes sistemas de condução com a cultivar MaxiGala enxertada sobre M.9 e MK/M.9 não se verificou diferença estatística para esta variável em 2014(Tabela 14 e 15).

Para a variável volume de copa com a cultivar MaxiGala enxertada sobre ‘M.9’ e MK/M.9 verificou-se diferença nos dois anos avaliados. As plantas enxertadas sobre MK/M.9 tiveram menor volume

de copa no sistema de condução Solaxe para ambos os anos. Nas plantas enxertadas sobre M.9 o sistema Vertical Axis conferiu o maior volume de copa em ambos os anos. (Tabelas 14 e 15 ).

Ozkan et al. (2012) compararam cinco sistemas de condução, do segundo ao quarto ano e observaram que na terceira folha, o volume de copa para os sistemas de condução com menor densidade de plantio, Vertical Axis e High Tech, resultaram em maiores valores do que os sistemas com densidade maiores. Isto contrasta com o que encontrou Buler et al. (2001) que conduzindo o pomar em High Tech com o Líder em Zigzag, que obtiveram redução no crescimento e reduzido tamanho de copa.

A variável dias homem para arqueamento e condução em ‘Maxi Gala’ enxertada em M.9 foi superior em Tall Spindle na quarta folha, seguido pelo Solaxe, e a menor demanda no Vertical Axis. Esta não foi a mesma tendência quando ‘Maxi Gala’ enxertada sobre MK/M.9, onde a menor demanda foi em Tall spindle seguido por Vertical Axis. A maior demanda de dias homem (8 horas por dia) para arqueamento e condução tempo foi em Solaxe..



Tabela 12 - Fruit Set (%), Produtividade ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), eficiência produtiva ( $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$  de caule), firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) e diâmetro transversal dos frutos para macieira ‘Maxi Gala’, enxertadas sobre portaenxerto M.9 e conduzida em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.

Sistemas de Condução	Fruit Set		Produtividade		Eficiência produtiva		Firmeza		SS		Diâmetro de Fruto			
	%		$\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$		$\text{kg cm}^{-2}$		Lb		$^{\circ}\text{Brix}$		mm			
	2014		2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015		
Vertical Axis	34.92	b	33.8	a 37.65	ab	1.00	b 0.913	ab	19.35	a 16.07	a 11.56	a 10.00	a 67.04	a 68.16
Tall Spindle	44.44	a	35.1	a 37.08	b	1.11	a 0.882	b	19.25	a 17.11	a 10.73	a 9.90	a 66.14	a 65.33
Solaxe	34.92	b	20.6	a 40.65	a	0.78	c 0.959	a	19.10	a 16.08	a 11.20	a 10.18	a 69.35	a 68.08
Média	38.25		29.8	38.5		0.965	0.918		19.23	16.43	11.16	10.03	67.5	67.19
C.V. (%)	8.93		8.96	5.4		4.01	3.39		4.26	6.77	8.19	7.87	4.53	4.04

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 13 - Fruit Set (%), Produtividade (Mg.ha<sup>-1</sup>), eficiência produtiva (kg.cm<sup>-2</sup> de caule), firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis (°Brix) e diâmetro transversal dos frutos para macieira 'Maxi Gala', enxertada sobre portaenxerto Marubakaido com filtro de M.9 e conduzida em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2015.

Sistemas de Condução	Fruit Set	Produtividade		Eficiência produtiva		Firmeza		SST		Diâmetro de Fruto	
	%	Mg . ha <sup>-1</sup>		kg cm <sup>-2</sup>		Lb		°Brix		mm	
	2014	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Vertical Axis	31.03 a	30.76 b	28.59 a	0.652 b	0.426 a	19.19 a	15.17 a	10.66 a	10.22 b	63.54 a	67.92 a
Tall Spindle	32.42 a	33.5 a	24.07 b	0.708 a	0.350 b	19.9 a	15.44 a	9.98 a	10.76 ab	64.31 a	66.67 a
Solaxe	27.13 b	21.63 c	24.01 b	0.470 c	0.345 b	19.4 a	15.71 a	10.50 a	11.27 a	64.20 a	66.33 a
Média	30.2	28.63	25.56	0.610	0.373	19.5	15.44	10.38	10.75	64.02	66.97
C.V. (%)	4.02	3.76	3.41	4.47	5.97	6.15	4.67	8.41	5.1	2.18	2.63

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro..

Tabela 14- Área foliar e dias homem (8 horas por dia) necessário para arqueamento e condução de macieiras ‘Maxi Gala’ enxertada sobre portaenxerto M.9 em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2014.

Sistemas de Condução	Área Foliar	
	Unitária	Condução inverno
	cm <sup>2</sup>	dias homem
	2014	2014
Vertical Axis	0.31 a	19.1 c
Tall Spindle	0.29 a	93.2 a
Solaxe	0.30 a	68.3 b
Média	0.30	60.2
C.V.	12.29	4.33

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 15 Área foliar e dias homem (8 horas por dia) necessário para arqueamento e condução de macieiras ‘Maxi Gala’ enxertada sobre portaenxerto Marubakaido com filtro de M.9 conduzido em diferentes sistemas de condução. Vacaria, RS, 2014.

Sistemas de Condução	Área Foliar	
	Unitária	Condução inverno
	cm <sup>2</sup>	dias homem
	2014	2014
Vertical Axis	0.29 a	48.21 b
Tall Spindle	0.30 a	18.52 c
Solaxe	0.28 a	68.21 a
Média	0.29	44.97
C.V.	9.57	3.60

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

## 5.2 CONCLUSÕES

Com base nas condições do experimento, avaliando os resultados obtidos e partindo do pressuposto que as plantas estão na terceira safra, ou seja os primeiros anos de avaliação:

- A cultivar ‘Maxi Gala’ não foi influenciada pelos sistemas de condução para área de secção de tronco, altura de planta e comprimento de entrenó.
- O sistema de condução Vertical Axis possui o maior volume de copa, independentemente do portaenxerto utilizado.
- Na quarta folha, o sistema de condução que menos demandou mão-de-obra para condução, no portaenxerto M.9 foi o Vertical Axis e no MK/M.9 foi o Tall Spindle.
- Os sistemas de condução não interferem nos atributos de qualidade de frutos como teor de sólidos solúveis, firmeza de polpa e tamanho de fruto .

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DOS PRODUTORES DE MAÇÃ-AGAPOMI, 2013 Área cultivada com macieiras no rio grande do sul  
<http://www.agapomi.com.br>

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DOS PRODUTORES DE MAÇÃ-AGAPOMI, 2014 Área cultivada com macieiras no rio grande do sul  
<http://www.agapomi.com.br>

ARSOV, T.; KIPRIJANOVSKI, M.; GJAMOVSKI, V. The Effect of Different Training System on Yield and Fruit Quality of ‘Jonagold’ Apple Variety. **Acta Horticulturae: II<sup>nd</sup> Balkan Symposium on Fruit Growing**, v. ISHS 2013, n. 981, p.243-248, 2013.

BALKHOVEN-BAART, J.M.T.; WAGENMAKERS, P.S.; BOOTSMA, J.H.; GROOT, M.J.; WERTHEIM S.J. Developments in Dutch apple plantings. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.513, p.261-269., 2000.

BARRIT, B. Selecting an Orchard System for Apples. **The Compact Fruit Tree**, [ S. I. ], v. 33, n. 3, p.89-92, fev. 2000. Disponível em: <[www.virtualorchard.net/idfta/cft/2000/july/cftjuly2000p89.pdf](http://www.virtualorchard.net/idfta/cft/2000/july/cftjuly2000p89.pdf)>. Acesso em: 01 dez. 14

BARRITT, B.H.; KONISHI, B.S.; DILLEY, M.A. Tree size.Yield and biennial bearing relationships with 40 apple rootstocks and tree scion cultivars.**Acta Horticulturae**, Wenatchee, v.451, p.105–112. 1997.

BONETI, J.I.S., KATSURAYAMA, Y., VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Manejo da Sarna na Produção Integrada de Maçã. **Circular Técnica**. Bento Gonçalves: EMBRAPA. 2001. n. 30, 19 p.

BULER Z., MIKA A., TREDER W., CHLEBOWSKA D. Influence of new training systems of dwarf and semidwarf apple trees on yield its quality and canopy illumination. **Acta Horticulturae**, 2001. 557 : 253–259

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. 743 p.

CORELLI L. AND SANSVINI, S. Light interception and photosynthesis related to planting density and canopy management in apple. **Acta Horticulturae**. 243:159-174. 1989

DENARDI, F. Portaenxertos. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 169-227. cap. 6.

DENARDI, F.; KVITSCHAL, M.V.; BASSO, C.; SCHUH, F.S.; MANENTI, D.C.; VEZARO, D. Efeito de porta-enxertos na indução de brotação à copa da cultivar de macieira ‘Monalisa’. In; **Anais: Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Bento Gonçalves, 2012.

DENARDI, F.; SPENGLER, M.M.; BASSO, C. 2003. Obtenção e avaliação de novos portaenxertos de macieira. Epagri - Relatório Técnico, Convênio ABPM/Epagri/Embrapa/Udesc. In: **Jornal da Fruta**, Lages, ed.270, p.16-16, julho de 2013.

DENARDI, Frederico et al. Efeito de portaenxertos na indução da brotação da copa das macieiras 'Gala'e 'fuji'. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p.61-63, jul. 2013. Disponível em:<[http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao\\_tecnico\\_cientifica/DO\\_C\\_32770.pdf](http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DO_C_32770.pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2014.

DIEMOZ, M.; Allevamento del melo: IL SOLAXE E LA “CONDUITE CENTRIFUGE”, Institut Agricole Régional. 2005.p.1-36. Disponível em:  
[http://www.iaraosta.it/UploadDocs/143\\_Solaxe\\_e\\_conduite\\_centrifuge.pdf](http://www.iaraosta.it/UploadDocs/143_Solaxe_e_conduite_centrifuge.pdf)> Acesso em 12 Jan. 2015

FACHINELLO, J.C., PASA, M.S.; SCHMITZ, J.D. et al. Situação e perspectivas da Fruticultura de clima temperado no Brasil.**Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.spe1, p.109-120, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION – FAO, 2011. Disponível em:  
<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 04 dez. 2013.

FERENC, T. Evaluating apple rootstocks in two training systems in the “Nyírség” growing area: abstract of the doctoral thesis. 2009. 2 f. Tese (Doutorado) - Curso de Horticultural Sciences, Crop Sciences And Horticulturæ, Corvinus University Of Budapest, Budapest, 2009.

FIORAVANÇO, J. C. MAÇÃ BRASILEIRA: da importação à auto-suficiência e exportação - a tecnologia como fator determinante. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 3, p.56-67, mar. 2009.

FIORAVANÇO, J. C.; GIRARDI, C. L.; CZERMAINSKI, A.B. C.; SILVA, G. A.; NACHTIGALL, G. R.; OLIVEIRA, P. R. D. Cultura da macieira no Rio Grande do Sul: análise situacional e descrição varietal. **Embrapa Uva e Vinho In: Documentos/Embrapa Uva e Vinho 71**, Bento Gonçalves, ed.21, v. 2,p.10-60, 2010.

HASSAN, A. H. S. et al. Influence of Training Systems on Leaf Mineral Contents, Growth, Yield and Fruit Quality of “Anna” Apple Trees. **Research Journal Of Agriculture And Biological Sciences**,. Cairo, p. 443-448. 2010.

HAMPSON, C; QUAMME, H. A.; BROWNLEE, R. T. Canopy Growth, Yield, and Fruit Quality of ‘Royal Gala’ Apple Trees Grown for Eight Years in Five Tree Training Systems. **Hortscience**, v. 4, n. 37, p.627-631, July 2002.

HAMPSON, C. R.; KEMP, H. Characteristics of important commercial apple cultivars. In: FERRE, D. C.; WARRINGTON, I.J. **Apples: botany, production and uses**. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 61-89.

Hampson C.R., Quamme H.A., Kappel F., Brownlee R.T., 2004. Varying density with constant rectangularity: I. Effects on apple tree growth, and light interception in three training systems over ten years. **HortScience**,39 : 501–506

Hoying SA, Robinson T. The apple orchard planting system puzzle. **Acta Horticulturae**. 2000;513:257–260.

HOYING, Stephen. Experiences with Support Systems for the Tall Spindle Apple Planting System. **New York Fruit Quarterly**, Geneva,

Ny, v. 20, n. 4, p.3-8, winter 2012. Disponível em:  
<<http://www.nyshs.org/pdf/-NYFQ 2012.CMC/-NYFQ WINTER 2012.CMC/1.Experiences with Support Systems for the Tall Spindle Apple Planting System.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2014.

HUFFMAN, L. Choosing Rootstocks. 2012. Disponível em:  
<<http://www.omafra.gov.on.ca/neworchard/english/apples/21rootstock.html>>. Acesso em: 01 dez. 2014

INGELS, C; GEISEL, P. M.; UNRUH, C. L. Fruit trees: training and pruning deciduous trees. 8057. ed. Oakland: Anr Communication Services, 2002. 8 p. Disponível em: <<http://anrcatalog.ucdavis.edu>>. Acesso em: 02 dez. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Seção de Ecologia Agrícola**. Porto Alegre: Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul, v.1,1989, 102 p.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 59-104.

JUNG, S.; CHOIB, H.. Light penetration, growth, and fruit productivity in ‘Fuji’ apple trees trained to four growing systems. **Scientia Horticulturae**, Suwan, n. 125, p.672-678, 2010.

KIKU WEB AGENCY BOLZANO - TOTALCOM (Italia) (Org.). Story - more than 20 years KIKU. 2012. Disponível em:  
<<http://www.kiku-apple.com/en/10707/Story-more-than-20-years-KIKU>>. Acesso em: 14 jan. 2015.

LAURI, P.É.; LESPINASSE, J.M. The Vertical Axis and Solaxe system in France. **Acta Horticulturae**, Bruxelas, v.513, p.287-296, 2000.

LAURI P.É., WILLAUME M., LARRIVE G., LESPINASSE J.M. 2004. The concept of centrifugal training in apple aimed at optimizing



relationship between growth and fruiting. **Acta Horticulturae** 636: 35–42

LEHNERT, R. High-density economics: An orchard system that generates high, early yields of the most valuable apples is the most profitable. **Good Fruit Grower**, Yakima, Wa, v. 63, n. 17, p.47–49, dez. 2012. Mensal. Disponível em: < <http://www.goodfruit.com/high-density-economics/> >. Acesso em: 01 dez. 2014.

LESPINASSE, J.M. La conduite du pommier: II. l'axe vertical. La rénovation de verges. Paris: **INVUFLEC**, 1980. 120p.

LESPINASSE J.M., DELORT J.F., 1986. Apple tree management in vertical axis: appraisal after ten years of experiments. **Acta Horticulturae**, 160 : 139–155

LESPINASSE, J.M. 1996. Apple orchard management practices in France: From the vertical axis to the solaxe. **Compact Fruit Tree** 29:83–88.

MAFCOT. 2000. Pommier: Extinction et conduite centrifuge. Réussir Fruits et Légumes 182. 4p

MACHADO, A.; CONCEIÇÃO, A.R. **Programa estatístico WinStat – Sistema de Análise Estatística para Windows, versão 2.0**. Pelotas, RS, 2002. p.1-5.

MARCON FILHO, L.J.; RUFATO, L.; RUFATO, R.A.; KRETZSCHMAR, A.A.; ZANCAN, C. Aspectos produtivos e vegetativos de macieiras cv. Imperial Gala interenxertadas com M.9. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, 2009.

Ozkan, Y. et al. Early performance of cv. Jonagold apple on M.9 in five tree training systems. **Hort Science**., Prague, v. 39, n. 4, p.158-163, 2012.

PEREIRA, A.J.; PETRI, J.L. Poda e Condução. In EPAGRI. **A cultura da macieira**, 2ed. Florianópolis: EPAGRI, 2006, v.1, p.391-417.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; COUTO, M. FRACESCATTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, p.48-56, 2011.

ROBINSON, T.L.; LAKSO, A.N. Bases of yield and production efficiency in apple orchard systems. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.116, p. 188-194, 1991.

ROBINSON, T.L.; WÜNSCHE, J.; LAKSO, A.N. The influence of orchard system and pruning severity on yield, light interception, conversion efficiency, partitioning index and leaf area index. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.349, p.123-127, 1993.

ROBINSON, T.; HOYING, S; REGINATO, G. H..The Tall Spindle Apple Production System. **New York Fruit Quarterly**, Geneva, Ny, v. 14, n. 2, p.21-27, 2006. Trimestral.

ROBINSON, T. L. Common Mistakes in Planting and Establishing High-Density Apple Orchards. **New York Fruit Quarterly**, Geneva, NY, v. 15, n. 4, p.3-8, Winter 2007. Trimestral. Disponível em: <<http://www.nyshs.org/pdf/fq/07winter/2007WinterFQ.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

ROBINSON, T.L.; WÜNSCHE, J.; LAKSO, A.N.The influence of orchard system and pruning severity on yield, light interception, conversion efficiency, partitioning index and leaf area index.**Acta Horticulturae**, Tel Aviv (Israel), v.349, p.123-127, 1993.

ROBINSON, T.L. 2003. Apple-orchard planting systems. In: Apple; botany, production and uses. P 345-407. D.C. Ferree and IJ Warrington (ed). CABI Publishing, Cambridge, MA, USA.

ROBINSON T.L., 2007. Effects of tree density and tree shape

on apple orchard performance. **Acta Horticulturae**, 732:405–414

ROBINSON, T.L. 2008. The evolution towards more competitive apple orchard systems in the USA . **Acta Horticulturae**. 772:491-500

ROBINSON, T. L. Advances in apple culture worldwide. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n SPE1, p.37-47, 2011.

ROBINSON, T.L., HOYING, S.A. AND REGINATO, G.H. THE TALL SPINDLE PLANTING SYSTEM: PRINCIPLES AND PERFORMANCE. **Acta Horticulturae**. (ISHS) 903:571-579. 2011

ROBINSON T. e MIRANDA M. 2013. Una Visión para Huertos Futuros de Manzana. Dept. of Horticulture, Cornell University, Geneva, EUA. In: .

ROBINSON, T. et al. A Vision for Apple Orchard Systems of the Future. **New York Fruit Quarterly**, Geneva, Ny, v. 21, n. 3, p.11-16, 2013. Trimestral. Disponível em: <<http://www.nyshs.org/pdf/-NYFQ2013.CMC/sendCMC.NYFQFall2013/Pages11-16fromNYFQBookFall2013-5.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

STEPHAN, J. Architecture 3D Et Microclimat Lumineux De L'arbre Comparaison de Cultivars De Pommiers Soumis A Des Manipulations De Conduite. 2012. 156 f. **Tese (Doutorado) - Curso de Docteur D'universite Physiologie Et Génétique Moléculaire**, Université Blaise Pascal, [ S. I ], 2012.

SANSAVINI, S.; BASSI, D.; GIUNCHI, L. Tree efficiency and fruit quality in high-density apple orchards. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.114, p.114-136, 1981.

SANSAVINI, S. Nuevi impianti e qualità delle melle. In: SANSAVINI, S.; ERRANI, A. Frutticoltura ad alta densità, forme e tecniche di potatura. Bologna: Edagricola, 1998. p.3-25.

TUSTIN D. S., CASHMORE W. M. & BENSLEY, R. B. (2001) Pomological and physiological characteristics of Slender Pyramid central leader apple (*Malus domestica*) planting systems grown on intermediate vigour, semi-dwarfing, and dwarfing rootstocks, **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, 29:3, 195-208

WARMUND, R. M., The vertical axis System: A training method for growing apple trees. **University Of Missouri Extension, MU Guide, G6024,p.1-4**, Last review: August,2014 DISPONÍVEL EM: <http://extension.missouri.edu/p/G6024>, Acessado em: 12 de dezembro de 2014

WEBER, M S. Optimizing The Tree Density In Apple Orchards On Dwarf Rootstocks. **Acta Horticulturae: Proc. 7th International Symposium on Orchard & Plant System**, v. ISHS 2001, n. 557, p.229-234, 2001.

WERTHEIM, S.J. (1968) The training of the slender spindle. Pub. Proef Station Fruiteelt, Wilhelmindadorp, NL No 7 (37p)

WEBER, M.S. The super spindle system. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.513, p.271-277, 2000.