



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Botucatu



**LAÍS BUSCA CONSOLINE**

**TRANSPLANTE MANUAL E SEMIMECANIZADO DA CULTURA DO BRÓCOLIS  
EM PREPARO DE SOLO CONVENCIONAL E DIRETO**

**Botucatu**

**2018**



**LAÍS BUSCA CONSOLINE**

**TRANSPLANTE MANUAL E SEMIMECANIZADO DA CULTURA DO BRÓCOLIS  
EM PREPARO DE SOLO CONVENCIONAL E DIRETO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Campus de Botucatu para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura)

Orientador: Prof. Dr. Paulo R. Arbex Silva

**Botucatu**

**2018**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C755t      Consoine, Laís Busca, 1988-  
            Transplante manual e semimecanizado da cultura do  
            brócolis em preparo de solo convencional e direto / Laís  
            Busca Consoine. - Botucatu: [s.n.], 2018  
            89 p.: il., color., grafs., tabs.

            Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
            Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2018  
            Orientador: Paulo Roberto Arbex Silva  
            Inclui bibliografia

            1. Brócolis - Cultivo. 2. Mecanização agrícola. 3.  
            Plantio direto. 3. Viabilidade econômica. I. Silva, Paulo  
            Roberto Arbex. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
            Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências  
            Agronômicas. III. Título.

Ficha elaborada por : Maria Lúcia Martins Frederico - CRB-8:5255

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: "TRANSPLANTE MANUAL E SEMI MECANIZADO DA CULTURA DO BRÓCOLIS EM PREPARO DO SOLO CONVENCIONAL E DIRETO"**

**AUTORA: LAÍS BUSCA CONSOLINE**

**ORIENTADOR: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA  
Dep de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrômicas - UNESP

Profa. Dra. RUMY GOTO  
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Dr. SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA  
/ Botucatu/SP

Botucatu, 10 de maio de 2018.



Aos meus pais Edna Busca Consoline e Antônio Carlos Consoline Junior e minha irmã Nara Busca Consoline por todo apoio amor e companheirismo nesta caminhada.

**DEDICO**





## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pela fé concebida e por iluminar e dar-me força durante essa jornada.

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Paulo Roberto Arbex Silva pela oportunidade de orientação, pela confiança no trabalho executado, por todo conhecimento transmitido, pela paciência e compreensão de sempre e principalmente pela disponibilidade constante no dia-a-dia.

A todo o Grupo de Plantio Direto, dos que já foram aos que ainda permanecem, pelo companheirismo, pela convivência, ajuda e principalmente aprendizado trocados. Agradeço a amizade, e pelos momentos que fizeram essa caminhada mais leve, afinal ninguém cresce sozinho.

A Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA – UNESP Botucatu e a seus funcionários, prontamente dispostos a ajudar.

Aos amigos da Pós-Graduação Fernanda Scaranello Drudi, Samantha Vieira de Almeida, Lia Kato e Jéssica Giroti, por compartilharem experiências, pelo convívio e amizade de sempre.

Aos membros da banca por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições.

Aos proprietários do Sítio Janeiro Pardinho – SP, em especial ao Engenheiro Agrônomo Luiz Felipe Guedes Baldini, pela disposição da área, mudas e maquinários utilizados, além dos funcionários. Todos foram de fundamental importância e essenciais para a execução do trabalho.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos

A todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a execução do trabalho.



**“Ninguém cresce sozinho”**

(Shunji Nishimura)



## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho operacional e a viabilidade econômica da operação de transplante de mudas de brócolis semimecanizado e manual em duas velocidades de deslocamento V1 e V2 (0,8 e 1,1 km h<sup>-1</sup>), comparando dois tipos de preparo de solo, preparo convencional e plantio direto. Foi utilizado para a realização do transplante o conjunto mecanizado composto pelo trator New Holland, modelo TL65<sup>®</sup> e a transplantadora Fedele Mario<sup>®</sup>. O delineamento experimental constituiu-se em blocos casualizados com fatorial duplo 3x2, no esquema de parcelas subdivididas, constituindo 2 parcelas de preparo de solo, convencional e direto, com três subparcelas, caracterizando os transplantes realizados de forma manual, semimecanizado em V1 e semimecanizado em V2. Foram abordados os seguintes tratamentos: transplante manual em plantio direto, transplante manual em plantio convencional, transplante semimecanizado com velocidade 1 em plantio direto, transplante semimecanizado com velocidade 1 em plantio convencional, transplante semimecanizado com velocidade 2 em plantio direto e transplante semimecanizado com velocidade 2 em plantio convencional. A área de plantio foi previamente semeada com milho (*Zea mays*) e manejada com triturador de palha para constituir os tratamentos em plantio direto. Para os tratamentos em plantio convencional foi realizada operações com a passagem do rotoencanteirador. As avaliações realizadas foram: desempenho operacional e econômico do transplante nos diferentes sistemas de preparo de solo e ainda a determinação da quantidade mínima de mudas a qual a máquina passa a ser vantajosa, diâmetro e peso de cabeça do brócolis e a produtividade. Os resultados demonstraram que o tipo de plantio, convencional ou direto não interferiu na produtividade do brócolis, assim como o transplante manual ou semimecanizado. Em média o transplante manual apresentou rendimento de 11 bandejas a menos por hora que o transplante semimecanizado na menor velocidade e 24 bandejas a menos na maior velocidade. Houve maior necessidade de repasse de mudas nos tratamentos com plantio direto em relação ao preparo convencional. O tratamento no sistema de plantio direto na maior velocidade de deslocamento apresentou menor custo operacional com R\$586,00 por hectare. O número mínimo de mudas para o que o a troca de tecnologia (passar de plantio manual para mecanizado) seja economicamente vantajosa é de 217.080 mudas ao mês.

**Palavras-chave:** Mecanização, Hortaliças, Plantio direto, *Brassica oleracea* var. Itálica

## ABSTRACT

The operational development and the economic viability of the transplant of broccoli seedling, both semi-mechanized and manual in two displacement speeds (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> gear of the tractor) were evaluated, comparing different kinds of soil preparation, namely conventional and no tillage. The mechanized group composed by both a TL65<sup>®</sup> New Holland 4x2 tractor with 65 nominal power, and an Italian Fedele Mario MAX<sup>®</sup> transplanter were used for the transplantation. The experimental design was at random with the 3x2+2 factorial, corresponding to the two displacement speeds of the transplanter in both soils and also the manual transplant in both soil prepare. The following treatments were examined: manual transplant in no tillage, manual transplant in conventional prepare, semi-mechanized transplant with speed 1 in no tillage, semi-mechanized transplant with speed 1 in conventional prepare, semi-mechanized transplant with speed 2 in no tillage, semi-mechanized transplant with speed 2 in conventional prepare. The planted area was previously sown with corn (*Zea mays*) and prepared with straw shredder to comprise the treatments in no tillage. Operations with rotoencanteirador were performed for the treatments in conventional prepare. The evaluations were on amount and percentage of straw in the soil, operational and economic development of the transplant in different systems of soil prepares and the determination of the number of seedling from which the machine begins to be advantageous. The agronomic evaluations were on the broccoli head diameter and its productivity. The results showed that conventional or direct tillage did not interfere with broccoli productivity, as did manual or semi-mechanized transplants. On average, the manual transplant presented yield of 11 trays less per hour than the semi-mechanized transplant at the lowest speed and 24 trays at less speed. There was greater need of transfer of seedlings in no-tillage compared to conventional ones. No-tillage at the highest displacement speed had a lower operating cost of R \$ 586.00 per hectare. The minimum number of seedlings for which the exchange of technology is economically advantageous is 217,080 seedlings per month.

**Keywords:** semi-mechanized transplantation, no tillage, *Brassica oleracea* var. Italica, seedlings.





## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área do experimento preparada em faixas de preparo convencional e plantio direto.....	40
Figura 2 - Croqui do delineamento experimental.....	41
Figura 3 - Armação de madeira para determinação de quantidade de palhada no solo.....	42
Figura 4 - Cordão de marcação para determinação da porcentagem de palhada no solo.....	42
Figura 5 - Vista traseira da transplantadora de mudas utilizada no experimento. ....	44
Figura 6 - Vista lateral da transplantadora de mudas utilizada no experimento. ....	45
Figura 7 - Fluxômetro instalado na entrada e no retorno do tanque do trator para a determinação do consumo de combustível. ....	47
Figura 8 - Painel para aquisição dos dados de tempo e combustível instalado no trator.....	47
Figura 9 - Avaliação de produtividade da cultura do brócolis. ....	48
Figura 10 - Avaliação de diâmetro de cabeça da cultura do brócolis. ....	49
Figura 11 - Representação gráfica da porcentagem de custo horário do transplante semimecanizado de brócolis em plantio direto de solo .....	69
Figura 12 - Representação gráfica da porcentagem de custo horário do transplante semimecanizado de brócolis em plantio convencional de solo .....	71
Figura 13 - Representação gráfica da porcentagem de custo horário do transplante manual de brócolis em plantio direto de solo .....	72
Figura 14 - Representação gráfica da porcentagem de custo horário do transplante manual de brócolis em plantio convencional de solo .....	74



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados de distribuição de palha nos tratamentos (%) e quantidade de palha ( $t\ ha^{-1}$ ).....	43
Quadro 2 - Dados de valor inicial, vida útil estimada e horas trabalhadas ao ano dos conjuntos mecanizados.....	52
Quadro 3 - Resultados de Velocidade real ( $km\ h^{-1}$ ), Capacidade de campo operacional ( $Cco$ ) ( $ha\ h^{-1}$ ), Consumo horário ( $L\ h^{-1}$ ) e Consumo operacional ( $L\ ha^{-1}$ ) do preparo de solo.....	61
Quadro 4 - Custo horário ( $R\$ h^{-1}$ ) do transplante semimecanizado de brócolis em plantio direto de solo.....	69
Quadro 5 - Custo horário ( $R\$ h^{-1}$ ) do transplante semimecanizado de brócolis em plantio convencional de solo.....	71
Quadro 6 - Custo horário ( $R\$ h^{-1}$ ) do transplante manual de brócolis em plantio direto de solo.....	72
Quadro 7 - Custo horário ( $R\$ h^{-1}$ ) do transplante manual de brócolis em preparo convencional de solo.....	74
Quadro 8 - Valores de custo horário ( $R\$ h^{-1}$ ) total do transplante de brócolis em diferentes formas de transplante e preparo de solo.....	75
Quadro 9 - Custo operacional ( $R\$ ha^{-1}$ ) do transplante semimecanizado e manual de brócolis em preparo convencional e direto de solo.....	76
Quadro 10 - Dados referentes ao CF (Custo fixo) em R\$ por ano e CV (Custo variável) em R\$ por hora, Rendimento (Rend) em mudas por hora, CV (Custo variável por muda) em R\$ por muda e PTT (Ponto de troca de tecnologia) em mudas por mês.....	77



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de massa (g) de cabeça de brócolis para os diferentes tipos de preparo em transplante semimecanizado e manual.....	59
Tabela 2 - Dados de diâmetro (cm) por cabeça de brócolis para os diferentes tipos de preparo em transplante semimecanizado e manual.....	60
Tabela 3 - Dados de Produtividade de brócolis ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de transplante de brócolis.	61
Tabela 4 - Dados de Capacidade campo operacional ( $\text{Cco}$ ) ( $\text{ha h}^{-1}$ ) de transplante de brócolis para os diferentes tipos da preparo em transplante semimecanizado e manual .....	64
Tabela 5 - Dados de rendimento em metros de canteiro por hora ( $\text{m de canteiro h}^{-1}$ ) e em bandejas $\text{h}^{-1}$ de brócolis para os diferentes tipos da preparo em transplante semimecanizado e manual.....	65
Tabela 6 Quantidade de repasse em mudas por metro de canteiro de transplante semimecanizado de brócolis para os diferentes tipos de preparo de solo .....	66
Tabela 7 - Dados de consumo operacional ( $\text{L ha}^{-1}$ ) e horário ( $\text{L h}^{-1}$ ) de transplante semimecanizado de brócolis para os diferentes tipos de preparo de solo .....	68
Tabela 8 - Velocidade efetiva ( $\text{km h}^{-1}$ ) de deslocamento de transplantadora de brócolis para os diferentes tipos de preparo de solo .....	68



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>27</b>
<b>2.1 Hortaliças</b> .....	<b>27</b>
2.1.1 Cultura do brócolis .....	28
2.1.2 Importância econômica .....	29
<b>2.2 Plantio direto de hortaliças</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3 Produção de mudas</b> .....	<b>31</b>
<b>2.4 Transplante mecanizado de hortaliça</b> .....	<b>32</b>
<b>2.5 Capacidade operacional</b> .....	<b>33</b>
<b>2.6 Custo operacional</b> .....	<b>34</b>
2.6.1 Custo fixo .....	35
2.6.2 Custo variável.....	36
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1 Local do experimento</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2 Híbrido e produção de mudas</b> .....	<b>39</b>
<b>3.3 Preparo da área e de solo</b> .....	<b>39</b>
<b>3.4 Delineamento experimental e análise estatística</b> .....	<b>40</b>
<b>3.5 Quantificação de palhada no solo</b> .....	<b>42</b>
<b>3.6 Transplante das mudas</b> .....	<b>44</b>
3.6.1 Repasse das mudas.....	46
<b>3.7 Consumo de combustível</b> .....	<b>46</b>
<b>3.8 Manejo da cultura</b> .....	<b>47</b>
<b>3.10 Capacidade operacional do conjunto mecanizado</b> .....	<b>49</b>
3.10.1 Capacidade de campo teórica (Cct) .....	49
3.10.2 Capacidade de campo operacional (Cco) .....	50
<b>3.11 Custo operacional</b> .....	<b>50</b>

3.11.1 Custos fixos .....	51
3.11.1.1 Depreciação.....	51
3.11.1.2 Juros .....	52
3.11.1.3 Alojamento.....	52
3.11.1.4 Seguro .....	53
3.11.2 Custo variável .....	53
3.11.2.1 Mão de obra.....	53
3.11.2.2 Lubrificantes e graxas.....	54
3.11.2.3 Manutenção .....	55
3.11.2.4 Combustível.....	55
<b>3.12 Custo horário total.....</b>	<b>56</b>
<b>3.13 Ponto de troca de tecnologia.....</b>	<b>56</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>4.1 Características agronômicas.....</b>	<b>59</b>
<b>4.2. Preparo de solo.....</b>	<b>61</b>
<b>4.3 Transplante .....</b>	<b>63</b>
4.3.1 Desempenho operacional .....	63
4.3.1.1 Capacidade de campo teórica (Cct).....	63
4.3.1.2 Capacidade de campo operacional (Cco).....	63
<b>4.5 Consumo de Combustível.....</b>	<b>67</b>
<b>4.6 Custo horário .....</b>	<b>69</b>
4.6.1 Custo horário do transplante semimecanizado em plantio direto .....	69
4.6.2 Custo horário do transplante semimecanizado em plantio convencional.....	70
4.6.3 Custo horário do transplante manual em plantio convencional.....	72
4.6.4 Custo horário do transplante manual em plantio convencional.....	73
4.6.5 Custo horário total do transplante semimecanizado e manual em plantio convencional e direto.....	74



<b>4.7 Custo operacional .....</b>	<b>75</b>
<b>4.8 Ponto de troca de tecnologia .....</b>	<b>77</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>79</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>82</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio encontra o desafio de produzir alimentos e suprir o aumento da demanda alimentícia devido ao crescimento populacional. Neste contexto a produção hortícola apresenta grande potencial para ajudar no aumento dessa oferta. Fato que se acentua devido à valorização de hábitos saudáveis e ao aumento do consumo de frutas e hortaliças.

O Brasil possui uma área aproximada de 800 mil ha plantados com hortaliças, e a sua produção vem crescendo a cada ano, sem aumento significativo da área. Esse aumento da produção se deve ao investimento em novas tecnologias, como melhoramento genético, produtos fitossanitários de qualidade, agregação de valor, melhor aproveitamento de recursos e a mecanização de processos.

Muito utilizado nas produções de plantas hortícolas, o preparo convencional de solo consiste no revolvimento das camadas superficiais como principais objetivos em reduzir a compactação, incorporação de fertilizantes e corretivos e o destorroamento do solo na hora do plantio.

A produção de hortaliças apresenta ciclos de produção curtos possibilitando maior quantidade de safras ao ano, gerando maior necessidade de preparo de solo. A intensa quantidade de preparo com a utilização de implementos com grande mobilização gera com o tempo consequências negativas nos atributos do solo, principalmente físicos. O transplante direto surge como alternativa para minimizar efeitos erosivos e degradantes oriundos dessa intensa exploração.

O Sistema de Plantio Direto consiste em um sistema cujo plantio é realizado com o revolvimento de solo restrito apenas à linha de plantio, além disso, é baseado em rotação de culturas e o solo coberto por palhada. Dentre os benefícios derivados da adoção desse manejo de plantio, destacam-se a melhoria nas características físicas, químicas e biológicas do solo e a conservação da umidade, devido à presença de cobertura.

Além do Sistema de Plantio Direto, outra tecnologia que vêm sendo incorporada à produção de hortaliças é a utilização da mecanização nas etapas de produção. A maioria dos processos é realizada de forma manual, necessitando de alta quantidade de pessoas para a sua realização. Essas etapas englobam, atividades como a semeadura em bandejas, transplante em campo, tratamentos culturais e colheita.

Mecanizar uma propriedade agrícola aumenta a capacidade operacional da mesma, devido às tecnologias hoje disponíveis no mercado. A mecanização das áreas de hortaliças se faz necessária para reduzir custos com mão-de-obra, melhorar o rendimento, a qualidade das operações e também a qualidade de trabalho para os funcionários, apresentando melhor ergonomia para os mesmos.

Pesquisas nessa área são necessárias para que a mecanização se faça presente em pequenas e médias propriedades, promovendo ao produtor rural maiores subsídios para tomadas de decisões, proporcionando melhor qualidade e rendimento de trabalho.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho consistiu na comparação do transplante de mudas de brócolis semimecanizado e o transplante manual, em preparo de solo convencional e direto. Para isso foram avaliados os desempenhos operacional e econômico do transplante em duas velocidades bem como a mínima quantidade de mudas necessárias para a viabilização da troca de tecnologia (manual para semimecanizada) e as características agronômicas da cultura.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Hortaliças

A demanda por alimentos saudáveis cresce cada vez mais com o passar dos anos. O consumo de hortaliças vem sendo estimulado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) através de campanhas por todo o mundo.

De acordo com Cobbe (1983) as plantas hortícolas constituem um dos mais amplos grupos de plantas alimentares, compreendendo mais de 100 espécies, apresentando elevado teor de nutrientes.

Segundo a OMS, o consumo diário recomendado de frutas e hortaliças encontra-se em 400g pessoa<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (MATOS, 2010). O aumento dessa demanda tem levado à valorização desses produtos nos pontos de comercialização, sendo que a venda de frutas, legumes e verduras correspondem de 10% a 13% do faturamento total nas grandes redes de supermercados (SOUZA, 2001).

A produção de hortaliças se caracteriza como segmento com maior expressão produtora no agronegócio brasileiro. Dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA) mostram que o setor apresentou a quantia de 19,6 milhões de toneladas colhidas, movimentando em torno de R\$25 bilhões no país no ano de 2011 (CLEONI; KIRST; POLL, 2013).

As hortaliças apresentam a maior exigência de mão de obra no ramo do agronegócio, principalmente no setor primário, englobando desde a semeadura até a sua comercialização, se caracterizando como importante setor para a geração de empregos (VILELA; HENZ, 2000). Segundo Melo e Vilela (2007), é estimado que para cada hectare plantado de hortaliças, possa gerar em média, de 3 a 6 empregos diretos e a mesma quantidade de indiretos.

O estado de São Paulo se caracteriza como o estado que compreende a maior produção de hortaliças no Brasil, sendo que 19,5% dessa produção correspondem ao cultivo de folhosas, flores e condimentares (CLEONI; KIRST; POLL, 2013).

### 2.1.1 Cultura do brócolis

A família das brássicas apresenta lugar de destaque na olericultura brasileira, já que abrange o maior número de espécies hortícolas. As espécies desta família com maior destaque são: brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* L.), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), couve manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.), e couve chinesa (*Brassica pekinensis* L.) (FILGUEIRA, 2008)

A espécie *Brassica oleracea* var. *italica* L. é denominada corretamente tanto pelos termos brócolos quanto brócolis, ambos derivados do latim “brachium”, cujo significado é ramos ou brotos (RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1997).

O brócolis é constituído por caule relativamente longo, com folhas de nervuras menos salientes e pedúnculos compridos e distanciados. O capítulo central se caracteriza pela compacidade, com coloração esverdeada e emissões de rebentos nas axilas das folhas, que terminam em capítulos de flores imperfeitas (VIDIGAL; PEDROSA, 2007).

A propagação da cultura ocorre via semente, normalmente com produção de mudas em viveiros ou casas de vegetação. Quando as mudas se encontram contendo de quatro a cinco folhas definitivas, são transplantadas para a área de produção.

Segundo Stoppani et al., (2003), a temperatura ótima recomendada para a cultura se encontra na faixa entre 20° e 24°C antes da inflorescência central e entre 15° e 18°C após. Em temperaturas acima de 30°C podem ocorrer deformidades das cabeças em materiais genéticos sensíveis a altas temperaturas, caracterizando a cultura com altos riscos nessas condições (BJÖRKMAN; PEARSON, 1998).

O ponto de colheita pode ser determinado quando as hastes e botões florais apresentam coloração verde intensa, bem fechados e compactos e sem formação da flor. Quando há abertura dos botões o produto torna-se impróprio para comercialização (FILGUEIRA, 2008). O ciclo pode variar entre 80 a 130 dias após o plantio. Apesar da parte mais comumente consumida do brócolis ser a inflorescência, os brotos secundários e até suas folhas, vêm se destacando no mercado das hortaliças, visando melhor aproveitamento da planta.

O mercado brasileiro apresenta dois diferentes tipos de brócolis conhecidos como ramoso e o de inflorescência única. A comercialização deste é realizada por

unidade, e com apenas uma colheita no ciclo, enquanto que do brócolis ramoso se dá em forma de maços, que incluem talos, folhas e botões florais permitindo que haja várias colheitas durante o ciclo da cultura (LANA; TAVARES, 2010).

Considerando as características nutricionais, o brócolis se destaca por apresentar a maior quantidade de proteínas e vitamina C entre as brássicas. São encontrados 3,3 g de proteína, 400 mg de cálcio, 1,5 mg de ferro, 70 mg de fósforo, 402 U.I de vitamina A, 220,8 mg de vitamina B e 74 mg de vitamina C, a cada 100 g do produto cozido (FILGUEIRA, 1972; LUENGO et al., 2011)

### 2.1.2 Importância econômica

Segundo a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2016), em 2015 foram comercializados 14.166 toneladas de brócolis no estado de São Paulo, com média mensal de 1.180 toneladas ao mês, ao preço de R\$ 2,94 por quilograma. Até a metade do ano de 2016 a média comercializada se manteve, porém com o aumento de preço para R\$ 3,74 por quilograma.

No estado de São Paulo a área produtiva de brócolis cresceu de 2.440 ha para 2.584 ha, de 2014 para 2016 significando aumento de 6% na área anual em produção. Com relação à produção, o aumento se manteve passando de 2.664.760 caixas de 15 kg para 2.815.191. A região de Mogi das Cruzes (SP) se destaca na produção apresentando caracterizando como a maior região produtiva do estado com área de aproximadamente 854 ha com produção de 907.159 caixas de 15 kg (IEA, 2017)

## 2.2 Plantio direto de hortaliças

Grande parte do cultivo de hortaliças é caracterizada em solos sem proteção de algum tipo de cobertura, aumentando os riscos para o produtor de sofrer danos causados por eventuais intempéries climáticas (FAULIN; AZEVEDO, 2003)

O plantio direto se destaca com o objetivo de diminuir os danos oriundos do revolvimento intenso do solo. Este sistema consiste em cultivar uma área sem interferência de aração, gradagem, ou qualquer método que movimente o solo, além da linha de semeadura (SATURNINO; LANDERS, 1997). O plantio direto é

considerado uma técnica de cultivo conservacionista, mantendo o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais (CRUZ et al, 2010).

Freitas (2002) define o Sistema de Plantio Direto como um sistema com características sustentável no manejo de água e solo, com o objetivo de permitir que a cultura alcance seu máximo potencial produtivo. Segundo o autor o sistema engloba três processos fundamentais: o mínimo revolvimento do solo, restrito apenas à cova ou sulco de plantio; diversificação de espécies através de rotação de cultura; e a manutenção de resíduos vegetais de culturas específicas formando uma camada de palha sobre o solo.

Jacinto et al., (2012), ressaltam a importância da presença de palha para a proteção do solo contra impactos de chuva ou de irrigação evitando erosão, no melhor controle de plantas invasoras, na manutenção da umidade do solo e na criação de um ambiente favorável ao bom desenvolvimento do sistema radicular da cultura.

Segundo Leandro (2006) a quantidade de palhada sobre o solo assim como a uniformidade de distribuição interfere nas condições em que o plantio direto se desenvolve, considerando a quantidade de 6 ton ha<sup>-1</sup> adequada para a cobertura.

Em hortaliças o plantio direto consiste no plantio das mesmas sobre os restos culturais de uma cultura anterior, sem que seja feito novo preparo de solo (OSTERROHT; FORTES, 2000).

De acordo com Madeira (2009), o cultivo de hortaliças em plantio direto surgiu em Santa Catarina, na década de 1980 com o cultivo mínimo em cebola. A adoção desse sistema de plantio foi motivada pelo contínuo agravamento dos processos erosivos do solo. Na mesma época também se iniciou o plantio direto para o cultivo de tomate industrial no estado de Goiás.

Apesar do preparo de solo em plantio direto ser uma prática estabelecida e corriqueira na produção de grãos, o mesmo não ocorre no caso das hortaliças, devido às características específicas desse tipo de cultura. O estabelecimento do sistema à longo prazo é dificultado devido ao dinamismo do mercado caracterizado por mudanças quanto à tomada de decisões, baixa quantidade de palhada que as hortaliças produzem, áreas de produção restrita e o uso intensivo da propriedade (MELO et. al., 2010).

Entretanto o cultivo de hortaliças em plantio direto torna-se mais usual em áreas de produção de tomate industrial ou de mesa, brássicas e abóboras. Para isso



efetua-se sulcamento e adubação em linhas para posterior transplante das mudas, mantendo a palhada das plantas de cobertura sobre as linhas de plantio (MADEIRA et al., 2016).

Contudo entre as vantagens desse sistema de cultivo, mesmo que não se caracterize como um sistema a longo prazo, estão a necessidade da redução dos processos erosivos causados pelo excesso de revolvimento do solo; oportunidade de ser realizada rotação de cultura, amenizando problemas fitossanitários; e diminuição dos picos de temperatura ocasionada pela presença de cobertura no solo (MELO, et al., 2010).

A adoção desse sistema de plantio em hortaliças apresenta vantagens como a redução do uso de máquinas, a melhora na estruturação do solo, o aumento de infiltração e retenção de água no solo. A partir das vantagens citadas, o sistema de plantio direto em hortaliças é capaz de reduzir os custos de produção através do menor consumo de água, além da redução dos processos erosivos do solo (TIVELI et al., 2010).

O cultivo de hortaliças em sistema introdutório de plantio direto no Cerrado, com cobertura vegetal e revolvimento localizado, apresentou redução em até 95% a erosão do solo (ANDRADE, et al., 2009).

### **2.3 Produção de mudas**

Uma das características da produção de hortaliças é a produção de mudas em bandejas para posterior transplante em local definitivo. A adoção deste processo tem como objetivo eliminar a etapa de raleio que a semeadura direta exige, além de viabilizar a implantação de híbridos que apresentam maior potencial de produção, porém com elevado custo unitário por semente. Posteriormente à introdução desse sistema de plantio se destacaram vantagens como: o melhor controle de plantas infestantes, estande final com maior uniformidade, melhor aproveitamento de adubação e ganhos em produtividade (LIMA et al., 2012)

Minami (2005) cita como vantagens da utilização do transplante das culturas em relação à semeadura direta: facilidade de manejo, uniformidade das mudas, economia de água e o menor dano das raízes no momento do transplante.

O transplante de mudas pode ser realizado de duas maneiras, manual ou mecanicamente, tendo uma tendência a este nos últimos anos, em consequência da baixa disponibilidade de mão-de-obra, seja pela dificuldade de contratação em áreas maiores, seja pelo acúmulo de tarefas em áreas menores (MADEIRA et al., 2016).

Para Machado (2013), o processo do transplante se viabilizou na produção de tomate industrial devido a introdução das máquinas transplantadoras, já que o transplante manual se caracteriza com elevado custo em consequência da baixa capacidade operacional e baixa ergonomia de trabalho.

## **2.4 Transplante mecanizado de hortaliças**

Todo um conjunto de máquinas que permitem realizar atividades agrícolas, que abrangem desde o preparo de solo, até a colheita, é o que constitui a mecanização agrícola (RIPOLI, et al., 2010).

Para Santini, et al. (2006), a mecanização agrícola é uma das mais importantes tecnologias a ser adotada no setor rural. Mecanizar diferentes atividades no processo produtivo exerce essencial papel no aumento da produção agrícola, por aumento de área plantada ou produtividade (NOGUEIRA, 2001).

A associação entre as mudanças do sistema produtivo aliada aos avanços tecnológicos, principalmente a mecanização, foi a responsável pela elevação na produtividade de tomate para destino industrial. A evolução da mecanização propiciou o aumento da qualidade de viveiros, permitindo sua elevação para uma indústria de mudas (LIMA et al., 2012).

A mecanização se encontra presente nas principais etapas do processo produtivo, desde o preparo de solo até a colheita. As máquinas de plantio executam atividades intermediárias nesse processo juntamente com aquelas para cultivo, aplicação de fertilizantes e de defensivos. Em se tratando do processo de plantio é necessário a atenção no que se refere a relação máquina, planta e solo. No maquinário destinado ao plantio, os mecanismos manipulam órgãos de propagação como sementes, tubérculos, colmos e mudas, em condições operacionais que dependem da precisão de movimentos e do estado de manutenção da máquina para que o processo seja realizado com qualidade (MIALHE, 2012)

A mecanização do processo de transplante se faz comum na Europa, na América do Norte e em alguns países da Ásia, especialmente Japão e Coréia do Sul, ao contrário do Brasil, cuja tendência ainda se encontra em estágio inicial. (MADEIRA et al., 2016).

Grande parte das transplantadoras são máquinas semiautomáticas, já que necessitam da assistência de um colaborador para o posicionamento das mudas nos órgãos responsáveis pela deposição ao solo. Entretanto já existem transplantadoras com a tecnologia automatizada, dispensando assistência do operador para o posicionamento das mudas, como é o caso da transplantadora de arroz e algumas de hortaliças (MIALHE, 2012).

Segundo Almeida (2016), o transplante mecanizado apresenta 54% mais rendimento operacional em relação ao transplante manual em mudas de alface.

## **2.5 Capacidade operacional**

Para um adequado gerenciamento dos sistemas mecanizados é necessário levar em consideração informações sobre o desempenho e capacidade de trabalho das máquinas agrícolas. As análises sobre o desempenho de um maquinário se dão através de determinação dos tempos e movimentos. As informações obtidas acerca da capacidade operacional da máquina são ferramentas de extrema importância nas tomadas de decisões quanto ao gerenciamento das atividades mecanizadas (MOLIN et al., 2006)

Segundo Mialhe (1974) o desempenho operacional de uma máquina agrícola envolve um complexo conjunto de informações que definem seus atributos ao executar operações sob determinadas condições de trabalho.

A capacidade operacional de uma máquina é determinada pela quantidade de trabalho que a mesma é capaz de executar por uma unidade de tempo. Para as análises dos sistemas mecanizados é necessário conhecer: a capacidade de campo teórica (CcT), conhecida pela razão entre a área trabalhada e o tempo efetivo, como se a máquina trabalhasse todo o tempo em sua velocidade nominal utilizando 100% da largura de trabalho; a capacidade de campo efetiva (CcE), determinada pelo desempenho real da máquina (área trabalhada) e o tempo total de campo. Para os cálculos da capacidade específica é necessário que o tempo de serviço seja aferido

após a máquina estar em campo sendo que os tempos gastos com a regulagem da máquina, acoplamento ao trator, manutenção periódica, reparos e deslocamento até o campo não se fazem inclusos (PACHECO, 2000).

A capacidade de campo teórica pode ser obtida através das dimensões dos órgãos ativos da máquina, especificamente a largura de corte e a velocidade de deslocamento, sendo esta correspondente ao limite máximo de velocidade sob a qual é possível realizar um trabalho adequado. A capacidade de campo efetiva representa a capacidade efetivamente realizada em campo. A área trabalhada é obtida diretamente sobre as faixas executadas pela máquina durante o tempo de observação (MIALHE, 1974).

Segundo Almeida (2016), o tipo de preparo de solo pode influenciar na capacidade operacional de máquinas. Em solos onde o preparo é feito de maneira convencional, existe menor exigência de força do trator, devido ao solo descoberto, aumentando sua capacidade operacional. Ao contrário do sistema de plantio direto onde há restos de cultura no solo, exigindo maior força de tração do trator, e conseqüente diminuição da capacidade operacional. O tipo de cobertura implantada no sistema pode gerar mudanças tanto na patinagem quanto na eficiência do trator (GABRIEL FILHO et al., 2004).

## **2.6 Custo operacional**

A determinação dos custos de produção agrícola é caracterizada como ferramenta primordial no gerenciamento de atividades produtivas e de geração de informações que atuam como base para tomadas de decisão do produtor, assim como a formulação de estratégias pelo setor público (VASCONCELOS; GARCIA, 2004).

O estudo econômico das máquinas agrícolas engloba análises de custos envolvidos durante todo o processo, sendo primordial o estudo de tempos e movimentos obtendo significativa influência sobre o custo do trabalho mecanizado (MIALHE, 1974). A necessidade de determinação dos custos de produção se faz com diferentes finalidades, principalmente auxiliando o produtor na administração na escolha de culturas e das práticas a serem utilizadas, como a utilização de máquinas agrícolas (HOFFMANN et. al., 1989)

A mecanização agrícola de uma propriedade apresenta um importante potencial para a redução de custos de produção. Para se reduzirem estes custos são necessárias a ampliação e a modernização da gestão dos sistemas mecanizados (PELOIA; MILAM, 2010).

O custo operacional com máquinas agrícolas pode ser dividido em duas classificações principais sendo estas: Custos Fixos (CF) e Custos Variáveis (CV), caracterizando como o Custo Total (CT) a soma destes (PACHECO, 2000).

Em experimento analisando técnica e economicamente um sistema semi mecanizado de transplante de tomate industrial, Machado (2013) obteve um custo total com mecanização para implantação da cultura, com seus respectivos conjuntos mecanizados, de US\$8.418, 82 em todo o período de operação de transplante, para uma área de 58 ha.

Resultados encontrados por Cunha et al., (2015), mostram que o custo de transplante manual de mudas café foram 18,9% mais elevado em comparação ao transplante mecanizado.

A mão de obra é considerada o principal e mais caro componente do sistema de custo operacional no processo de transplante de mudas de alface independentemente do método ser mecanizado ou manual (ALMEIDA, 2016).

### 2.6.1 Custo fixo

Os custos fixos são determinados como aqueles que devem ser debitados independentemente da máquina ser ou não utilizada, fato este pelo qual também são conhecidos como custos de propriedade. Estão inclusos entre os custos fixos: depreciação da máquina, juros, alojamento e seguro. A depreciação da máquina se refere à sua desvalorização em função do tempo seja ela utilizada ou não. Mesmo que haja pouco ou nenhum uso do maquinário, a depreciação ocorrerá, neste caso devido à sua obsolescência. Os juros sobre o capital investido na compra da máquina se constituem como um custo de propriedade, sendo empregado corriqueiramente os juros simples e cujo cálculo é realizado sobre o capital investido. O cálculo do alojamento se faz difícil já que raramente as propriedades constroem um abrigo específico para as máquinas, sendo comum seu cálculo através de uma porcentagem do custo inicial da máquina. O cálculo de seguro se faz de forma

semelhante, igualmente com uma porcentagem em cima do capital investido. (BALASTREIRE, 1990)

Para Mialhe (1974), os custos fixos também são denominados como gastos de propriedade e agrupam as despesas decorrentes da posse do trator. A partir do momento em que uma máquina é adquirida, ela passa a onerar o proprietário, mesmo que seja mantido sem uso dentro de algum galpão, desta forma se faz necessário a utilização da máquina pelo maior número de horas ao ano, a fim de reduzir o tempo ocioso. Os gastos de propriedade incluem despesas: amortização do capital investido; juros sobre o capital não amortizado; depreciação do trator; despesas de alojamento; prêmios de seguro; taxas e impostos.

São considerados custos fixos aqueles que permanecem inalterados em termos físicos e de valor, que independem do volume de produção em um intervalo de tempo relevante. São também chamados de custo de capacidade (CALLADO; CALLADO, 2007).

Em transplante mecanizado de tomate, o transplante apresentou custo horário total de 60,36 US\$ h<sup>-1</sup>, sendo que os custos fixos representaram 53,62% desse valor (MACHADO, 2013).

### 2.6.2 Custo variável

São os custos relacionados às despesas com combustíveis, lubrificantes, materiais de substituição periódica e reparos mecânicos. Pode ainda ser considerado custo variável a mão de obra, desde que exista uma distinção entre o custo-hora do trator e o custo-hora de um conjunto tratorizado (MIALHE, 1974).

Os custos variáveis são influenciados por fatores como intensidade do uso da máquina, local de trabalho, habilidade do operador e manutenção e regulagem das máquinas (MILAN, 2004).

Para Pacheco (2000), os custos variáveis são constituídos por combustíveis, lubrificantes, reparos e manutenção e salário do tratorista. O custo com combustível é calculado baseado no consumo em litros por hora e no valor de compra do combustível. A quantidade de lubrificante gasto por hora é baseada na potência disponível do trator, podendo ser obtida através do manual do proprietário. Estima-se o consumo de graxa pela relação de 0,5 kg de graxa a cada dez horas de

trabalho (tratores) ou 0,3 kg de graxa a cada dez horas (implementos). Os reparos com manutenção são baseados no valor de componentes como filtro de óleo, filtro de ar, lubrificantes, filtro de combustível e correias de polias. O salário do tratorista pode ser calculado no salário mensal multiplicado por treze e dividido pelas horas de trabalho por ano.

Hoffmann, et al., (1989) considera que o montante de custos variáveis é proporcional ao número de usos ou emprego do capital, obtendo um valor constante por unidade de uso dos custos variáveis proporcionais, possibilitando a determinação do custo do bem de capital por unidade de uso. A diminuição dos custos por unidade de uso em relação ao aumento de seu número é considerada proporcional, quanto mais altas forem as despesas de ordem fixas em relação às variáveis.

Segundo Fessel (2003), o custo variável de mão de obra em sistema de transplante manual de eucalipto, foi o componente de maior valor do custo total horário desse sistema, representando 74,1%.





### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local do experimento**

O local designado para a execução do trabalho foi o Sítio Janeiro, situada no município de Pardinho - SP, localizada em latitude 23° 02' 32" S e longitude 48° 22' 41" W. A propriedade tem área aproximada de 30ha e é produtora de hortaliças como alface, couve-flor, brócolis e almeirão, abastecendo os mercados regionais. O tipo de solo predominante na área é classificado segundo a Embrapa (2013) como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (522g kg<sup>-1</sup> de argila, 358g kg<sup>-1</sup> de silte e 120g kg<sup>-1</sup> de areia total).

#### **3.2 Híbrido e produção de mudas**

Foi escolhido para o presente trabalho brócolis do tipo ninja de inflorescência única, híbrido 'BC 1691' da empresa<sup>1</sup> Seminis®. Este apresenta cabeças de tamanho médio, compactas e granulometria de média a pequena, além de apresentar boa pós-colheita e uniformidade de cabeça. O ciclo consiste em média de 70 a 75 dias após o transplante das mudas, com peso do produto final com aproximadamente 0,8 a 1,0 kg.

As mudas foram produzidas na propriedade em bandejas plásticas de 128 células, acondicionadas em viveiro até que estas atingissem o estágio ideal para o transplante, obtendo de 3 a 4 folhas definitivas.

A data da semeadura nas bandejas foi 27/04/2017.

#### **3.3 Preparo da área e de solo**

A área pertencente ao experimento foi semeada com milho tendo o objetivo de obter palhada no solo. O milho foi semeado na primeira quinzena do mês de novembro no ano de 2015. A colheita realizou-se na segunda quinzena do mês de maio de 2016.

---

<sup>1</sup> A citação de qualquer marca comercial, não indica recomendação por parte do autor.

Após a cultura ter sido colhida foi realizada uma operação com um triturador de palha da marca Lavrale® modelo FLV – 175, com 1,8 m de largura, para obtenção de fragmentos menores dos restos culturais e eliminação de colmos que ficaram após a colheita. Nesta área trabalhada foram selecionadas oito faixas com comprimento de 80 metros e dois metros de largura.

Das oito faixas existentes quatro delas corresponderam ao tratamento de plantio direto, não havendo preparo de solo, conforme Figura 1.

**Figura 1 - Área do experimento preparada em faixas de preparo convencional e plantio direto.**



As quatro faixas restantes foram designadas ao tratamento em preparo convencional, realizando a operação com rotoencanteirador Lavrale® modelo RSFE 150, após o triturador de palha, com objetivo de incorporar a palhada de milho e fazer o preparo de solo, caracterizando este tipo de sistema. Para diminuir a quantidade de torrões a operação rotativa foi realizada duas vezes nas respectivas faixas.

Durante o preparo da área e de solo, foi analisado o tempo decorrido para a realização da operação assim como a quantidade de combustível consumida pelo conjunto mecanizado nas duas operações.

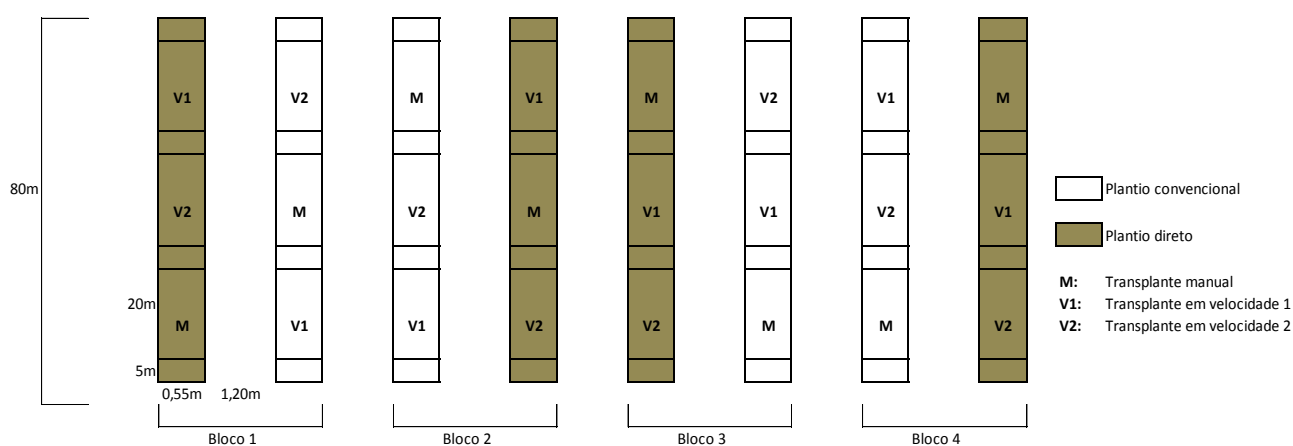
### **3.4 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental caracterizou-se em blocos casualizados em fatorial 3x2, no esquema de parcelas subdivididas. Constituíram-se duas parcelas correspondentes ao plantio direto e convencional e três subparcelas

correspondentes ao transplante manual e semimecanizado nas velocidades V1(0,8 km h<sup>-1</sup>) e V2 (1,1 km h<sup>-1</sup>). Totalizaram-se quatro blocos, correspondendo cada bloco a uma repetição.

Cada bloco constituía duas faixas (parcelas), sendo uma em preparo convencional e outra em plantio direto. Dentro de cada faixa foram distribuídas aleatoriamente as subparcelas correspondentes ao transplante manual e semimecanizado em V1 e V2. As faixas apresentaram 80 metros de comprimento que foram divididos da seguinte maneira: 20 metros para cada subparcela, correspondendo à 60 metros das faixas, 5 metros iniciais de estabilização do trator, 5 metros separando cada subparcela e outros cinco metros finais, conforme croqui representado pela Figura 2

**Figura 2 - Croqui do delineamento experimental**



O presente trabalho contou ao todo com 24 parcelas experimentais caracterizando os seguintes tratamentos: Transplante em plantio direto na velocidade V1 (PDV1), transplante em plantio convencional na velocidade V1 (PCV1), transplante em plantio direto na velocidade V2 (PDV2), transplante em plantio convencional na velocidade V2 (PCV2), transplante em plantio direto manual (PDM) e transplante em plantio convencional manual (PCM).

As análises estatísticas dos dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico adotado foi o composto pelo *software* Sisvar.

### 3.5 Quantificação de palhada no solo

Anteriormente à operação de transplante foi determinada a porcentagem e a quantidade de palhada presente no solo após as operações de preparo, sendo a quantidade realizada apenas nas parcelas referentes ao plantio direto.

A quantidade de palha foi avaliada conforme metodologia de Chaila (1986), que consiste na utilização de um quadrado de madeira de dimensão 0,5 x 0,5m que é colocado ao acaso nas parcelas onde as palhas que se encontram dentro da armação são coletadas (Figura 3). As amostras de palhada foram pesadas e posteriormente mantidas em estufa, onde foram novamente pesadas para a determinação da quantidade de matéria seca por área.

**Figura 3 - Armação de madeira para determinação de quantidade de palhada no solo.**



**Figura 4 - Cordão de marcação para determinação da porcentagem de palhada no solo**



A porcentagem de palha nas parcelas foi realizada seguindo a metodologia descrita por Laflen et. al., (1981), utilizando um cordão com 15m de comprimento com marcações equidistantes de 0,15 m resultando em 100 pontos de leitura (Figura 4). A leitura dos pontos é realizada duas vezes com formação em X e realizada a média das duas avaliações para posterior transformação em porcentagem.

Os dados de distribuição de palha na área (%) e a quantidade ( $t\ ha^{-1}$ ) estão presentes no Quadro 1.

**Quadro 1 - Dados de distribuição de palha nos tratamentos (%) e quantidade de palha ( $t\ ha^{-1}$ )**

Tratamento	Distribuição de palha (%)	Quantidade palha ( $ton\ ha^{-1}$ )
PDM	99	5,06
PDV2	98	4,95
PDV1	92,5	5,32
MÉDIA	96.5	5,11
PCM	11,6	-
PCV2	8,6	-
PCV1	8	-
MÉDIA	9,4	

Foram obtidos os dados de distribuição de palhada nos tratamentos em plantio direto e em plantio convencional. Nos tratamentos referentes ao plantio direto a distribuição de palha teve média de 96,5% de distribuição nas áreas. Nos tratamentos em plantio convencional a média de distribuição foi de 9,4%. O preparo convencional foi realizado com a operação do rotoencanteirador, cuja uma das funções foi de incorporação da palhada no solo.

A quantificação de palhada foi realizada nos tratamentos em plantio direto e foi obtida a média de  $5,11\ ton\ ha^{-1}$ . A determinação da quantidade ideal de cobertura de solo é relativa, dependendo de fatores como a cultura utilizada para cobertura e as características climáticas do local realizado.

### 3.6 Transplante das mudas

O transplante foi realizado na data de 21 de junho de 2017, período em que as mudas de brócolis já haviam se desenvolvido com 4 a 5 folhas definitivas, totalizando 55 dias de viveiro. Recomenda-se para a cultura do brócolis que as mudas sejam transplantadas em média com 35 dias após a semeadura. No caso do presente trabalho, as mudas foram transplantadas com 55 dias devido a alta quantidade de chuvas no período correto. A umidade do solo é um fator que interfere no desempenho da máquina, então se mostrou necessário a diminuição da umidade para que a transplantadora pudesse realizar a operação adequadamente.

O conjunto mecanizado utilizado para a realização do transplante das mudas foi composto por um trator New Holland, modelo TL65<sup>®</sup>, 4x2, contendo potência nominal de 47,8 kW (65 cv) e pela transplantadora Fedele Mario modelo MAX<sup>®</sup>, (Figuras 5 e 6).

**Figura 5 - Vista traseira da transplantadora de mudas utilizada no experimento.**



Figura 6 - Vista lateral da transplantadora de mudas utilizada no experimento.



A transplantadora é tracionada por meio do trator a partir do engate de três pontos e possui dois rodados. A máquina é constituída com duas portas bandejas com capacidade de armazenar quatro bandejas cada, além de um compartimento de deposição das plantas no solo com formato em “V”, presentes na parte dianteira da transplantadora. O compartimento de deposição de mudas possui mecanismos verticais que perfuram o solo e realizam a deposição das plantas, denominados de sulcadores. A parte traseira do maquinário é constituída por plataforma, onde se encontram dois acentos, para comportar pessoas com função de abastecimento dos órgãos responsáveis por guiar as mudas ao solo, bem como duas rodas compactadoras que realizam a cobertura de solo nas mudas e também realizam uma pequena compressão a fim de haver melhor aderência das mesmas com o solo, evitando bolsões de ar.

As faixas de plantio se caracterizaram em linhas duplas com espaçamento de 0,55 x 0,35 m e 1,2 m entre as linhas duplas. A transplantadora foi regulada pelo operador respeitando o espaçamento estabelecido e com profundidade correspondente a 0,05 m.

Primeiramente foi efetuado o transplante semimecanizado das mudas, sendo operado o trator em duas diferentes velocidades V1 (0,8 km h<sup>-1</sup>) e V2 (1,1 km h<sup>-1</sup>),

correspondentes a 1ª e 2ª marcha respectivamente, cuja rotação trabalhada foi definida e fixada em 1000 rpm (rotação normalmente utilizada pelo produtor).

O tempo de trabalho foi cronometrado e monitorado em cada parcela do experimento, sendo respeitado o espaço de estabilidade do conjunto mecanizado. Os espaços presentes entre cada parcela atuaram com objetivo de dar o tempo necessário para anotação dos dados e para a preparação da nova contagem de tempo, bem como a mudança de marcha para a parcela seguinte.

Após a realização do transplante semimecanizado iniciou-se o transplante manual das mudas por cinco colaboradores da propriedade, respeitando o espaçamento e profundidade estabelecidos anteriormente. Foi cronometrado o tempo necessário para ser efetuado o transplante nas diferentes parcelas

### 3.6.1 Repasse das mudas

Seguido ao transplante manual, foi realizado pelos colaboradores o repasse das mudas, que por ventura não foram transplantadas de forma correta nas parcelas.

Além de cronometrado o tempo, contabilizou-se a quantidade de mudas que não foram satisfatoriamente transplantadas em cada parcela, obtendo assim um panorama da interferência manual nos tratamentos com transplante mecanizado.

## 3.7 Consumo de combustível

O consumo de combustível necessário para a realização do transplante semimecanizado foi determinado por meio de dois fluxômetros da marca “Flowmate” modelo Oval M-III (Figura 7), instalados na entrada de combustível do trator e outro no retorno do combustível. O aparelho gera um pulso a cada mililitro (mL) de combustível consumido pelo trator.

O monitoramento e aquisição dos dados foram realizados em painel instalado na cabine do trator, onde se leu a quantidade de pulsos exercida nos sistemas de entrada e de retorno de combustível (Figura 8). O consumo real foi determinado por meio da diferença entre estes dois dados. A cada troca de parcela o consumo era anotado e zerado e assim iniciado novamente para a verificação do consumo da próxima parcela.



Figura 7 - Fluxômetro instalado na entrada e no retorno do tanque do trator para a determinação do consumo de combustível.

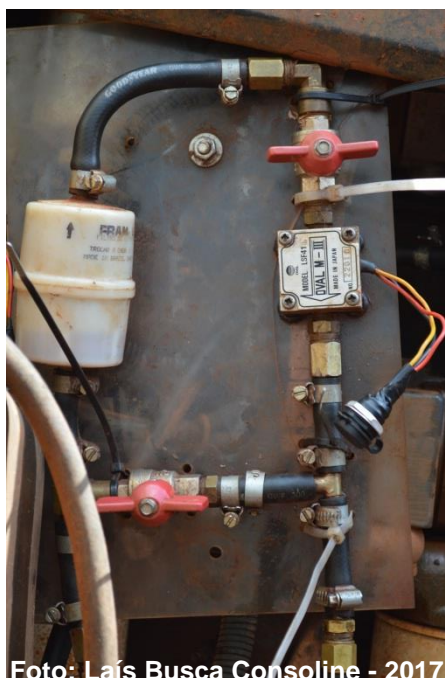


Figura 8 - Painel para aquisição dos dados de tempo e combustível instalado no trator.



### 3.8 Manejo da cultura

A cultura foi irrigada por sistema de aspersão logo após a realização do transplante e durante todo o ciclo da cultura, conforme necessidade.

Na data de 27 de agosto foi realizada uma pulverização com objetivo de controlar plantas daninhas nas entrelinhas, bem como resquícios da cultura do milho

utilizado anteriormente para a formação de palhada. Foi utilizado o herbicida glyphosate na dosagem de 3L pc ha<sup>-1</sup> e posteriormente realizada capina manual.

### 3.9 Colheita e características agronômicas

Foi realizada a colheita dos brócolis na data de 4 de setembro quando, as plantas se apresentavam com 75 dias após o transplante por um colaborador da propriedade respeitando o tamanho de corte das plantas utilizado comercialmente.

Foram colhidas 20 unidades experimentais localizadas na parte central da parcela dentro da faixa de 20 metros estabelecida anteriormente. As cabeças do brócolis foram recolhidas em caixas plásticas vazadas devidamente identificadas para cada tratamento, e conduzidas para o *packing house* da propriedade, onde foram realizadas as análises correspondentes às características agronômicas.

As características agronômicas avaliadas no experimento foram: massa e diâmetro de cabeça e a produtividade do brócolis (Figuras 9 e 10). As 20 cabeças foram pesadas em balança digital para determinar a produtividade e com auxílio de um paquímetro digital foi medido o diâmetro das 20 cabeças de brócolis.

**Figura 9 - Avaliação de produtividade da cultura do brócolis.**



**Figura 10 - Avaliação de diâmetro de cabeça da cultura do brócolis.**



**Foto: Laís Busca Consoline - 2017**

### **3.10 Capacidade operacional do conjunto mecanizado**

Os cálculos para determinar a capacidade operacional do conjunto mecanizado foram adaptados da metodologia segundo Mialhe (1974), sendo calculadas a Capacidade de Campo Teórica (Cct) e a Capacidade de Campo Operacional (Cco). O tempo de preparo da máquina não foi considerado nos cálculos desta.

#### **3.10.1 Capacidade de campo teórica (Cct)**

Para a capacidade de campo teórica foram consideradas as dimensões dos órgãos ativos dos implementos, referindo se a largura de corte e a velocidade de deslocamento. Foi utilizada a equação (1) para a realização do cálculo.

$$Cct = \frac{L \times V}{10} \quad (1)$$

Em que:

Cct = Capacidade de campo teórica (há h<sup>-1</sup>);

L = Largura de trabalho (m);

V = Velocidade de deslocamento ( $\text{Km h}^{-1}$ );

A largura de trabalho é medida na projeção sobre um plano perpendicular à direção de deslocamento da região onde atua os órgãos ativos da máquina

### 3.10.2 Capacidade de campo operacional (Cco)

A capacidade de campo operacional representa a capacidade do conjunto mecanizado no campo, incluindo os efeitos de fatores de origem operacional. Tais efeitos incluem o tempo necessário para o preparo da máquina, bem como, os tempos de interrupção ocorridos durante a operação realizada. A Cco foi determinada a partir da equação (2):

$$Cco = \frac{L \times V \times Ef}{10} \quad (2)$$

Em que:

Cco = Capacidade de campo operacional ( $\text{ha h}^{-1}$ );

L = Largura de trabalho (m);

V = Velocidade de deslocamento ( $\text{Km h}^{-1}$ );

Ef = Eficiência de trabalho (%).

### 3.11 Custo operacional

A partir da metodologia adaptada de Mialhe (1974), também foram determinados os custos operacionais que envolveram a operação de transplante mecanizado. Os custos foram classificados em custos fixos e custos variáveis. O autor engloba nos custos fixos depreciação, juros, alojamento e seguros relacionados ao conjunto mecanizado. Para os custos variáveis despesas com mão-de-obra, combustível, lubrificantes e graxa e manutenção.

### 3.11.1 Custos fixos

#### 3.11.1.1 Depreciação

A despesa referente à depreciação do trator foi realizada pelo método linear e implica em uma redução constante do valor do conjunto mecanizado para cada ano de vida útil do maquinário. Tais reduções são oriundas de intempéries climáticas, danificações estruturais e por falta de uso. O custo foi determinado baseado na equação (3) proposta por Mialhe (1974):

$$D = \left[ \frac{(VI-VF)}{L} \right] X \left( \frac{1}{N} \right) \quad (3)$$

Em que:

D = Depreciação horária (R\$ h<sup>-1</sup>);

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

VF = Valor final da máquina (10% do VI) (R\$);

L = Vida útil (anos);

N = Número de horas de uso da máquina no ano

O custo estimado de valor inicial (VI) do trator e dos implementos de preparo de solo utilizados foi levantado segundo os preços de mercado da região de Pardinho – SP nas concessionárias da região. O valor inicial da transplantadora foi fornecido pelo proprietário.

Os dados de vida útil e do número de horas trabalhadas ao ano foram estabelecidos de acordo com Pacheco (2000) e Agrianual (2017) referindo se ao trator e implementos utilizados no preparo de solo. Os valores referentes à transplantadora foram adquiridos conforme manual do fabricante. Dados são apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2 - Dados de valor inicial, vida útil estimada e horas trabalhadas ao ano dos conjuntos mecanizados**

Máquina	VI (R\$)	L (anos)	N (h <sup>-1</sup> )
Trator NH TL65 4X2	70.000	10	1.000
Transplantadora Fedele Mario Max	35.000	10	1.000
Roto encanteirador Lavrale RSFE 150	14.000	5	400
Triturador de Palha Lavrale FLV - 175	20.000	5	400

### 3.11.1.2 Juros

O valor referente à despesa relacionada aos juros dos equipamentos reflete o custo de oportunidade do capital sobre o valor médio do capital. Para isso foi utilizada a equação (4) segundo Mialhe (1974).

$$J = \left[ \frac{(VI+VF)}{2} \right] \cdot \left( \frac{Tj}{100} \right) \cdot \left( \frac{1}{N} \right) \quad (4)$$

Em que:

J = Parcelas de juros anual (R\$);

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

VF = Valor final da máquina (10% do VI) (R\$);

Tj = Taxa de juros (%);

N= Número de horas de uso da máquina no ano.

A taxa de juro incidente sobre a média de valor do capital foi obtida a partir da circular SUP/AGRIS N° 13/2016 (BNDES, 2016), estabelecendo taxa de 8,5%.

### 3.11.1.3 Alojamento

O custo com alojamento se refere às despesas referente à construção e manutenção de um galpão para abrigos de máquinas e segundo Mialhe (1974), pode ser calculada através da equação (5), em que se aplica uma  $T_a$  sobre o valor de aquisição do bem. Ainda segundo o autor essa taxa varia entre 0,5 a 2,0% ao ano. Neste trabalho foi estabelecida a taxa de 1%.

$$A = \frac{(T_a/100).VI}{N} \quad (5)$$

Em que:

A = Custo horário com alojamento (R\$ h<sup>-1</sup>);

T<sub>a</sub> = Percentual sobre o valor de aquisição do bem;

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

N = Número de horas de uso da máquina no ano.

#### 3.11.1.4 Seguro

Os custos relacionados ao seguro se referem as despesas para a realização de uma cobertura de riscos contra possíveis acidentes que possam provocar a perda do bem. Para a realização dos cálculos foi utilizada a equação (6) segundo Mialhe (1974), que incide uma taxa T<sub>s</sub> (2,0%) sobre o valor inicial da máquina.

$$S = \frac{(T_s/100).VI}{N} \quad (6)$$

Em que:

S = Custo horário com seguro (R\$ h<sup>-1</sup>);

T<sub>s</sub> = Percentual (2,0%) sobre o valor inicial de aquisição do bem;

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

N = Número de horas de uso da máquina no ano.

#### 3.11.2 Custo variável

##### 3.11.2.1 Mão de obra

Para a realização dos custos com a mão-de-obra referentes às operações de preparo de área e solo, foram consideradas apenas a mão-de-obra do operador de máquinas (tratorista).

A realização do transplante manual das mudas utilizou da mão-de-obra de cinco colaboradores da propriedade, o qual foram consideradas para a efetivação dos cálculos com a mão-de-obra necessária.

Os custos referentes à mão-de-obra em transplante semimecanizado de mudas foram calculados considerando três pessoas, sendo estas um operador de máquinas (tratorista) e mais dois colaboradores responsáveis pelo abastecimento das mudas nos órgãos ativos da transplantadora.

O custo horário com mão-de-obra foi estimado através da equação (7) segundo Mialhe (1974), levando em consideração o salário e encargos sociais sobre as horas efetivas de trabalho mensal. Para a realização do cálculo do número de horas trabalhadas no mês, foi considerada a carga horária de 8 horas diárias em 22 dias úteis de trabalho, totalizando 176 horas trabalhadas ao mês.

$$CMO = \frac{SAL+ES}{NT} \quad (7)$$

Em que:

CMO = Custo horário com mão-de-obra (R\$ h<sup>-1</sup>);

SAL = Salário (R\$);

ES = Encargos Sociais (R\$);

NT = Número total de horas trabalhadas (176 horas).

### 3.11.2.2 Lubrificantes e graxas

Segundo Mialhe (1974), as despesas com lubrificantes englobam a utilização de lubrificantes líquidos (óleos) e pastosos (graxas). Que necessitam de trocas a serem realizadas periodicamente devido à perda natural e no caso dos líquidos provenientes de sua queima no interior do motor. Ainda segundo o mesmo autor dentre as maneiras de se calcular estes gastos, pode ser considerada uma percentagem (1,0%) sobre o custo inicial do trator descrito na equação (8).

$$LG = \frac{(P/100).VI}{N} \quad (8)$$

Em que:

LG = Custo horário com lubrificantes e graxas (R\$ h<sup>-1</sup>);



P = Percentagem (1,0%) sobre o valor inicial da máquina;

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

N = Número de horas de uso da máquina no ano.

### 3.11.2.3 Manutenção

A realização dos cálculos envolvendo as despesas com a manutenção da máquina foi elaborada a partir da equação (9) descrita a baixo. Foi levado em consideração um fator de reparo envolvendo as condições de trabalho cuja máquina foi submetida, habilidade dos operadores, estado de conservação e número de horas trabalhadas.

Jasper, Silva e Benez (2013) citam que o fator de reparo sugerido por Mialhe (1974) se faz por meio de um percentual ( $T_M$ ) sobre o valor inicial da máquina, sendo utilizada a taxa de 10% para tratores e 8% para implementos.

$$M = \frac{(T_m/100).VI}{N} \quad (9)$$

Em que :

M = Custo horário com manutenção das máquinas (R\$ h<sup>-1</sup>);

T<sub>m</sub> = Percentual sobre valor inicial da máquina;

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

N = Número de horas de uso da máquina no ano.

### 3.11.2.4 Combustível

O cálculo horário com o consumo de combustível utilizado nas operações foi estimado a partir da equação (10) segundo Mialhe (1974). O preço do combustível foi obtido através da Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2017), cujo valor médio se encontrava em R\$3,01 para a região de Botucatu – SP.

$$CHC = P_c.GH \quad (10)$$

Em que:

CHC = Custo horário de consumo de combustível (R\$ h<sup>-1</sup>);

Pc = Preço do combustível (R\$ L<sup>-1</sup>);

GH = Consumo horário de combustível (L h<sup>-1</sup>).

### 3.12 Custo horário total

A determinação do custo horário total dos processos mecanizados foi realizada seguindo a equação (11) abaixo:

$$\text{CHT} = \text{D} + \text{J} + \text{A} + \text{S} + \text{CMO} + \text{LG} + \text{M} + \text{CHC} \quad (11)$$

Em que:

CHT = Custo Horário Total (R\$ h<sup>-1</sup>);

D = Custo com depreciação (R\$ h<sup>-1</sup>);

J = Custo com juros (R\$ h<sup>-1</sup>);

A = Custo com alojamento (R\$ h<sup>-1</sup>);

S = Custo com seguro (R\$ h<sup>-1</sup>);

CMO = Custo com mão-de-obra (R\$ h<sup>-1</sup>);

LG = Custo com lubrificantes e graxas (R\$ h<sup>-1</sup>);

M = Custo com manutenção (R\$ h<sup>-1</sup>);

CHC = Custo com combustível (R\$ h<sup>-1</sup>).

### 3.13 Ponto de troca de tecnologia

Segundo Hoffmann (1989), os meios produtivos têm um emprego acima de certo mínimo para serem economicamente vantajoso, como no caso da substituição de uma operação realizada manualmente para operação mecanizada. A relação dos custos fixos pela intensidade de uso, neste caso a quantidade de mudas, torna-se

menor quanto maior for essa quantidade, até um ponto em que o valor se torna de pequena importância econômica.

A determinação da quantidade mínima de mudas para que a substituição do transplante manual para o mecanizado seja vantajosa, foi obtida a partir da equação (12).

$$n \geq \frac{C_f}{C_{v\ man} - C_{v\ mec}} \quad (12)$$

Em que:

$n$  = número mínimo de mudas para que a substituição seja vantajosa;

$C_f$  = Custo Fixo Total do sistema mecanizado (R\$ ano<sup>-1</sup>);

$C_{v\ Man}$  = Custo variável do sistema manual (R\$ muda<sup>-1</sup>);

$C_{v\ Mec}$  = Custo variável do sistema mecanizado (R\$ muda<sup>-1</sup>);

Como o sistema de transplante manual não abrange a utilização de máquinas, o custo fixo total desse tipo de transplante, depreciação, juros, alojamento e seguro, são considerados iguais a zero.



## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 Características agrônômicas

Os resultados obtidos de massa da “cabeça” de brócolis são demonstrados na Tabela 1. Não houve diferença significativa nas avaliações de massa de cabeça de brócolis nos tratamentos em diferentes preparos de solo, assim como em sistemas manual e semimecanizado de transplante. Os valores de massa por cabeça de brócolis apresentaram-se na faixa de 389 a 414g enquanto os dados de diâmetro da cabeça ficaram na faixa entre 12,38 a 12,86 cm.

**Tabela 1 - Dados de massa (g) de cabeça de brócolis para os diferentes tipos de preparo em transplante semimecanizado e manual**

Transplante	Massa de cabeça (g)		Média SubParcela
	Tipo de Plantio		
	Convencional	Direto	
Manual	389,4 a A	414,8 a A	402,1
Semimec. V1	411,8 a A	394,0 a A	402,9
Semimec. V2	408,4 a A	396,0 a A	402,2
Média Parcela	403,2	401,6	
Média Geral		402,4	
CV Parcela	13,41%	CV SubParcela	10,6%
DMS Parcela	72,6	DMS SubParcela	80,3

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa.

Os dados corroboram com Silva (2012) que obteve massa média de 420g por cabeça em híbridos experimentais de brócolis e com Bettoni (2013) que testando o efeito da aplicação foliar de hidrolisado proteico em brócolis de cabeça única obteve massa média de “cabeça” de 434,59g. Entretanto, os resultados ficaram abaixo dos dados de Meirelles (2016) que obteve massa média de inflorescência de 510 a 670g por planta e de Fonseca et al (2016) que obtiveram peso mínimo de 623 g e máximo de 1.078g por cabeça ao testar diferentes doses de boro no solo. Apesar das diferenças de peso de inflorescência é considerado o peso entre 400 e 500g de

cabeça recomendado para comercialização in natura em feiras livres e supermercados.

Os dados referentes ao diâmetro de cabeça não apresentaram diferença estatística entre si e estão presentes na Tabela 2.

**Tabela 2 - Dados de diâmetro (cm) por cabeça de brócolis para os diferentes tipos de preparo em transplante semimecanizado e manual**

Transplante	Diâmetro por cabeça (cm)				
	Tipo de Plantio				Média SubParcela
	Convencional		Direto		
Manual	12,5	aA	12,6	aA	12,6
Semimec. V1	12,6	aA	12,4	aA	12,5
Semimec. V2	12,7	aA	12,7	aA	12,7
Média Parcela	12,6		12,6		
Média Geral					12,6
CV Parcela	7,97%		CV SubParcela		7,41%
DMS Parcela	1,5		DMS SubParcela		1,8

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa.

Seabra Junior et al (2014), ao compararem diferentes materiais genéticos de brócolis de inflorescência única, obtiveram resultados de diâmetro de cabeça entre 11,4 até 20,5 cm. Melo et al (2010), ao compararem diferentes cultivares em plantio direto demonstraram resultados semelhantes ao deste experimento apresentando diâmetros de 13,1 cm até 15,3 cm.

Os dados da Tabela 3 mostram que não houve diferença estatística na produtividade de brócolis, em relação ao sistema de plantio e de transplante

Melo et al (2010) apresentaram resultados semelhantes de produtividade de brócolis de inflorescência única cultivados em plantio direto, com produtividade máxima de 13.200 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto os resultados do presente trabalho ficaram abaixo de Bettoni (2013) que obteve produtividade de 15.500 kg ha<sup>-1</sup> de brócolis inflorescência única.

Tabela 3 - Dados de Produtividade de brócolis ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de transplante de brócolis

Transplante	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				Média SubParcela
	Convencional		Direto		
Manual	12.859	aA	13.536	aA	13.197
Semimec. V1	12.704	aA	12.924	aA	12.814
Semimec. V2	13.328	aA	13.438	aA	13.383
Média Parcela	12.964		13.299		
Média Geral			13.131		
CV Parcela	4%		CV SubParcela		12%
DMS Parcela	2.087		DMS SubParcela		3.054

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p>0,05$ ); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa.

#### 4.2. Preparo de solo

Os dados referentes à velocidade de operação, capacidade de campo operacional, consumo horário e operacional de combustível relacionados as operações de preparo de solo são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Resultados de Velocidade real ( $\text{km h}^{-1}$ ), Capacidade de campo operacional (Cco) ( $\text{ha h}^{-1}$ ), Consumo horário ( $\text{L h}^{-1}$ ) e Consumo operacional ( $\text{L ha}^{-1}$ ) do preparo de solo

Implementos	Velocidade real ( $\text{km h}^{-1}$ )	Cco ( $\text{ha h}^{-1}$ )	Consumo horário ( $\text{L h}^{-1}$ )	Consumo operacional ( $\text{L ha}^{-1}$ )
<b>Preparo direto</b>				
Triturador de palha	6,6	1,2	9,1	7,7
<b>Preparo convencional</b>				
Triturador de palha	6,7	1,2	9,9	8,1
Roto encanteirador	2,3	0,4	5,3	13,3

O preparo com roto encanteirador apresentou capacidade de campo de  $0,4 \text{ ha h}^{-1}$ , o rendimento de trabalho baixo se deve as características do implemento, que atua em baixa velocidade, já que realiza a movimentação de solo e atua com os órgãos ativos se aprofundando ao solo.

O triturador de palha reduz a cobertura de solo em fragmentos menores, atuando na superfície do solo, sem realizar revolvimento. O implemento apresentou média de Capacidades de campo de  $1,20 \text{ ha h}^{-1}$ . Resultados semelhantes foram encontrados por Furlani et al (2007), que manejando o solo com triturador de palhas, obteve média de capacidade de campo de  $1,3 \text{ ha h}^{-1}$ .

Os dados de consumo horário de combustível se apresentaram menor para o roto encanteirador com consumo de 5,3 litros por hora trabalhada, contra a média de 9,52 litros consumidos pelo triturador de palhas. Quando analisado o consumo operacional de combustível essa característica se inverte, com o triturador consumindo média de 7,91 litros por área trabalhada contra 13,25 litros consumidos pelo roto encanteirador. Essa situação se encontra devido a maior velocidade de deslocamento do triturador de palha, com conseqüente aumento da área trabalhada por hora e refletindo no consumo de combustível por área.

Os resultados corroboram com Furlani et al (2007) que obteve aumento do consumo horário de combustível e diminuição no consumo operacional conforme aumento da velocidade de uma semeadora adubadora.

Araújo et al (2015), ao trabalhar com conjunto trator de rabiça e roto encanteirador obteve valores de consumo horário de combustível de 3,41, 3,75 e 3,96 litros por hora trabalhada na 1ª, 2ª e 3ª marcha respectivamente, resultados menores ao obtidos no presente trabalho, que obteve consumo horário de 5,3 litros por hora para o mesmo implemento.



## 4.3 Transplante

### 4.3.1 Desempenho operacional

#### 4.3.1.1 Capacidade de campo teórica (Cct)

Os dados de capacidade de campo teórica diferem em relação à velocidade de transplante. O cálculo para sua obtenção se utiliza de valores fixos de velocidade de deslocamento, sendo esta considerada como a velocidade correspondente à 1ª e 2ª marcha reduzida do trator sem considerar interferências de área. Os melhores resultados foram obtidos nas maiores velocidades, não diferindo quanto ao tipo de preparo de solo. Isso se deve ao fato de que a Cct é obtida através das dimensões dos órgãos ativos da máquina e da velocidade de deslocamento, desconsiderando as interferências de condições específicas de trabalho como, por exemplo, a presença ou não de palhada no solo. Devido à essa característica, a Cct é em suma, superior a Capacidade de campo operacional, já que esta considera os fatores externos no cálculo de seu rendimento.

A Capacidade de campo teórica obtida no trabalho foi de 0,36 ha h<sup>-1</sup> para a velocidade V1 e de 0,52 ha h<sup>-1</sup> para a velocidade V2.

Pacheco (2000) se refere à Capacidade de campo teórica como a capacidade de trabalho que teoricamente a máquina apresentaria, se esta trabalhasse todo o tempo em sua velocidade nominal utilizando 100% da sua largura de trabalho.

Para Almeida (2016), a velocidade de trabalho utilizada se comporta como fator determinante no aumento ou queda do rendimento quando não há variação da largura de trabalho, concordando com o presente trabalho, que obteve maiores Capacidade de campo teórica nos tratamentos de maiores velocidades.

#### 4.4.1.2 Capacidade de campo operacional (Cco)

O preparo de solo convencional é caracterizado por realizar operações de revolvimento e não apresentar cobertura no solo. A ausência de cobertura possibilita melhor deslocamento da máquina na hora da operação justificando a diferença na

Cco. No caso do plantio direto a presença de palhada no solo interfere na operação, exigindo maior força de tração e conseqüente diminuição em seu desempenho.

Os dados obtidos a partir da Capacidade de campo operacional são demonstrados na Tabela 4.

**Tabela 4 - Dados de Capacidade campo operacional (Cco) ( $\text{ha h}^{-1}$ ) de transplante de brócolis para os diferentes tipos de preparo em transplante semimecanizado e manual**

Transplante	Capacidade de campo operacional ( $\text{ha h}^{-1}$ )				Média SubParcela
	Tipo de Plantio				
	Convencional		Direto		
Manual	0,11	aA	0,10	aA	0,10
Semimec. V1	0,14	bA	0,13	aA	0,13
Semimec. V2	0,18	cA	0,19	bA	0,19
Média Parcela	0,14		0,14		
Média Geral	0,14				
CV Parcela	6,77%		CV SubParcela		10,63%
DMS Parcela	0,02		DMS SubParcela		0,03

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p>0,05$ ); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa.

Almeida (2016) demonstra que mesmo em velocidade de deslocamento igual, a capacidade de campo operacional pode apresentar valores diferentes quando realizadas em preparo com e sem presença de cobertura vegetal. Entretanto os resultados de Capacidade de campo operacional (Cco) do presente trabalho não apresentou diferença estatística ao comparar separadamente o tipo de transplante em diferentes preparos de solo.

Dentro do mesmo preparo de solo, houve diferença estatística na capacidade de campo ao comparar as formas de transplante. Em relação ao plantio direto o transplante semimecanizado em V2 apresentou capacidade significativamente maior que o V1 e que o manual, com diferença obtida de 46% e 90% maior respectivamente.

Quando analisado o preparo convencional de solo houve diferença estatística em relação aos três tipos de transplante, constituindo o semimecanizado em V2 o tratamento com maior capacidade. Quando comparado ao transplante manual, o rendimento obtido foi 63% maior. Entre os transplantes semimecanizado o rendimento de V2 foi 29% maior em relação à V1.

Os resultados referentes ao rendimento de operação em metros de canteiro por hora (m de canteiro h<sup>-1</sup>) e em bandejas por hora encontram-se na Tabela 5.

**Tabela 5 - Dados de rendimento em metros de canteiro por hora (m de canteiro h<sup>-1</sup>) e em bandejas h<sup>-1</sup> de brócolis para os diferentes tipos de preparo em transplante semimecanizado e manual**

Transplante	Rendimento (m canteiro h <sup>-1</sup> )				Média Subpar	Rendimento (bandejas h <sup>-1</sup> )			Média Subpar
	Tipo de Plantio					Tipo de Plantio			
	Convenc.	Direto				Convenc.	Direto		
Manual	542 aA	503 aA		523	24 aA	22 aA		23	
Semimec. V1	807 bA	744 bA		776	36 bA	33 bA		34	
Semimec. V2	1066 cA	1104 cA		1085	48 cA	49 cA		48	
Média Par	805	784			36	35			
Média Geral	794					35,4			
CV Par	7%	CV SubPar		11%	CV2 Par	7%	CV SubPar		11%
DMS Par	116	DMS SubPar		162	DMS Par	5	DMS SubPar		7

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa.

Os resultados mostram que não houve diferença estatística ao comparar os preparos de solo dentro do mesmo tipo de transplante, quanto ao rendimento em metros de canteiro por hora e em bandejas por hora.

Entretanto houve diferença estatística ao comparar o rendimento em metros de canteiro em um mesmo sistema de preparo com as diferentes formas de transplante. Em plantio convencional o transplante manual apresentou rendimento inferior ao semimecanizado. Quando comparado o manual à V1 o rendimento do semimecanizado apresentou-se 49% maior e quando comparado à V2 o rendimento foi 97% maior. Ainda no plantio convencional, o transplante semimecanizado em V2 apresentou rendimento 32% maior em relação à V1.

Em transplante realizado em plantio direto o manual demonstrou rendimento inferior ao semimecanizado em 48% quando em V1 em 119% em relação à V2. Neste mesmo sistema de plantio o semimecanizado em V1 apresentou rendimento inferior ao V2 em 48%. Resultados semelhantes foram demonstrados por Cunha et al (2015), que obtiveram diferença de aproximadamente 32% maior na capacidade

de campo de transplante de café semimecanizado quando comparado ao transplante manual.

Em plantio direto o sistema manual apresentou rendimento de 27 bandejas a menos do que semimecanizado em V2. Essa diferença equivale à 3.456 mudas a menos por hora trabalhada. Quando comparado o manual à V1 houve diferença de 11 bandejas por hora. Entre as velocidades do sistema semimecanizado a V1 apresentou diferença de 16 bandejas a menos por hora que V2.

Em plantio convencional de solo houve uma diferença de 21,5 bandejas por hora a mais no plantio semimecanizado em V2 em relação ao manual, equivalendo a uma diferença de 2.752 mudas por hora trabalhada. Comparando se o manual com V1 a diferença encontrada se estabeleceu em 12 bandejas por hora. Entre o semimecanizado nas velocidades V1 e V2, a maior velocidade apresentou diferença de 9,5 bandejas a mais por hora em relação à menor velocidade.

Após a operação de transplante semimecanizado foi realizado repasse das mudas que não foram transplantadas de forma correta. A Tabela 6 mostra a quantidade de repasse em mudas por metro de canteiro realizado manualmente para cada tratamento.

**Tabela 6 Quantidade de repasse em mudas por metro de canteiro de transplante semimecanizado de brócolis para os diferentes tipos de preparo de solo**

Velocidade	Repasse (mudas por m de canteiro)				Média SubParcela
	Tipo de Plantio				
	Convencional		Direto		
V1	1,21	aA	3,65	aB	2,43
V2	1,79	bA	3,38	aA	2,59
Média Parcela	1,50		3,52		
Média Geral			2,51		
CV Parcela	48,74%		CV SubParcela		10,49%
DMS Parcela	1,98		DMS SubParcela		0,46

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa.

Os resultados mostram que houve diferença estatística na quantidade de mudas repassadas por metro de canteiro quando transplante realizado em V1 nos

diferentes tipos de preparo de solo. O plantio direto apresentou maior quantidade de mudas repassadas, necessitando três vezes mais de repasse do que o plantio convencional. Entretanto quando analisada a velocidade V2, o tipo de preparo não influenciou na necessidade de repasse, sendo estatisticamente iguais nos dois preparos. No caso do presente experimento, o tratamento que apresentou maior quantidade de palha no solo foi o semimecanizado na velocidade V1, conforme item 3.5, Tabela 1. Tal fato pode ter interferido no desempenho da máquina na operação do transplante, diminuindo a qualidade de trabalho, resultando em maior necessidade de mudas repassadas.

Quando transplante realizado em plantio direto, o fator velocidade não apresentou diferença estatística quanto à quantidade de mudas repassadas, contudo ao realizar o transplante em plantio convencional, a maior velocidade de deslocamento apresentou maior necessidade de repasse de mudas, quando comparado à menor velocidade. Tais resultados corroboram com Machado et al (2013), que obtiveram maior necessidade de repasse no transplante semimecanizado de tomate, quando realizado em menores velocidades.

#### **4.5 Consumo de Combustível**

A Tabela 7 mostra os valores obtidos de consumo operacional de combustível ( $L ha^{-1}$ ) e o consumo horário ( $L h^{-1}$ ) referentes ao transplante semimecanizado de brócolis.

Os resultados demonstram que a velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado não interferiu no consumo operacional ou horário de combustível. Almeida (2016), ao trabalhar com transplante semimecanizado em alface obteve maiores valores de consumo operacional de combustível nas menores velocidades de deslocamento da transplantadora.

Masiero et al (2010), verificaram que conforme o aumento da velocidade de deslocamento do trator, maior consumo horário de combustível e menor consumo específico. O consumo horário apresenta tendência a ser maior em deslocamento de maior velocidade, contrariando os resultados do presente trabalho que não apresentou diferença estatística pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados referentes à velocidade efetiva de trabalho são apresentados na Tabela 8. A velocidade de deslocamento do trator foi caracterizada pela 1ª e 2ª marcha reduzida para os tratamentos em velocidade V1 e V2 respectivamente. A velocidade de deslocamento diferiu estatisticamente entre a maior e a menor, entretanto não houve diferença estatística da mesma velocidade nos preparos de solo.

**Tabela 7 - Dados de consumo operacional (L ha<sup>-1</sup>) e horário (L h<sup>-1</sup>) de transplante semimecanizado de brócolis para os diferentes tipos de preparo de solo**

Velocidade	Consumo operacional (L ha <sup>-1</sup> )				Média Subpar	Consumo horário (L h <sup>-1</sup> )		Média Subpar
	Tipo de Plantio					Tipo de Plantio		
	Convenc.	Direto		Convenc.		Direto		
V1	10,4 aA	13,32 aA		11,9	1,1 aA	1,2 aA	1,2	
V2	9,6 aA	11,9 aA		10,8	1,3 aA	1,3 aA	1,3	
Média Par	10,0	12,61			1,2	1,2		
Média Geral		11,3				1,2		
CV Par	22,1%	CV SubPar	13,8%	CV2 Par	9,3%	CV SubPar	11,6%	
DMS Par	3,8	DMS SubPar	2,7	DMS Par	0,2	DMS SubPar	0,2	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa.

**Tabela 8 - Velocidade efetiva (km h<sup>-1</sup>) de deslocamento de transplantadora de brócolis para os diferentes tipos de preparo de solo**

Velocidade	Velocidade efetiva (km h <sup>-1</sup> )				Média SubParcela
	Tipo de Plantio				
	Convencional		Direto		
V1	0,81 aA		0,74 aA		0,78
V2	1,07 bA		1,10 bA		1,09
Média Parcela	0,81		0,78		
Média Geral			0,79		
CV Parcela	6,90%		CV SubParcela		10,82%
DMS Parcela	0,12		DMS SubParcela		0,16

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa.

O tratamento referente ao transplante em plantio direto em V1 apresentou a menor velocidade efetiva de trabalho, atuando em  $0,74 \text{ km h}^{-1}$  e obteve o maior consumo de combustível por área trabalhada (Tabela 7), consumindo  $13,3 \text{ L ha}^{-1}$ . Os presentes resultados corroboram com Furlani et al (2007) que demonstraram diminuição no consumo operacional de combustível com o aumento da velocidade de deslocamento, trabalhando com semeadoras. Mahl et al (2004), ao trabalhar com semeadora em três diferentes velocidades obteve redução de 26% no consumo de combustível por área trabalhada com aumento da velocidade

#### 4.6 Custo horário

##### 4.6.1 Custo horário do transplante semimecanizado em plantio direto

O Quadro 4 mostra os componentes do custo horário do transplante semimecanizado realizado em plantio direto de solo.

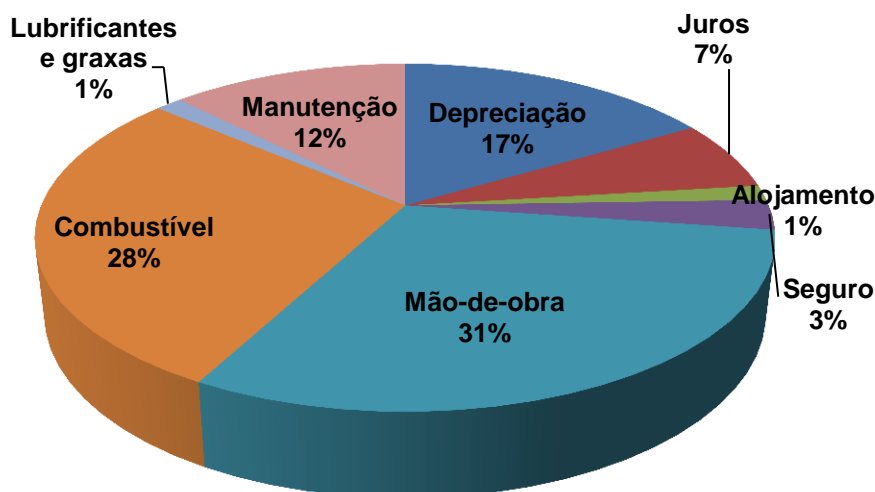
**Quadro 4 - Custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) do transplante semimecanizado de brócolis em plantio direto de solo**

Custos	Trator (R\$ h <sup>-1</sup> )	Triturador de palha (R\$ h <sup>-1</sup> )	Transplantadora (R\$ h <sup>-1</sup> )	Total (R\$ h <sup>-1</sup> )
Depreciação	6,30	9,00	3,15	18,45
Juros	3,27	2,34	1,64	7,25
Alojamento	0,70	0,50	0,35	1,55
Seguro	1,40	1,00	0,70	3,10
Mão-de-obra	8,52	8,52	17,05	34,09
Combustível	-	27,96	3,61	31,57
Lubrificantes e graxas	0,70	0,50	0,35	1,55
Manutenção	7,00	4,00	2,80	13,80
<b>Total</b>	<b>27,89</b>	<b>53,82</b>	<b>29,65</b>	<b>111,36</b>

O custo horário total da operação levou em consideração os gastos necessários para a realização do preparo de solo, sendo neste caso acrescida a operação com o triturador de palhas. Pode-se observar que quando levado em consideração o

preparo de solo, o fator de maior expressão nos custos é a mão-de-obra, representando 31% do custo total. Novamente o combustível aparece como segundo maior fator de impacto, totalizando 28% do custo horário total.

**Figura 11 - Representação gráfica da porcentagem de custo horário do transplante semimecanizado de brócolis em plantio direto de solo**



Resultados semelhantes foram obtidos por Jasper; Silva; Benez (2013) que demonstraram os fatores de combustível, mão-de-obra e depreciação, os maiores valores de custo horário para sistema mecanizado, apresentando 22,43, 22,32 e 20,58% dos custos horários totais respectivamente.

#### 4.6.2 Custo horário do transplante semimecanizado em plantio convencional

Os valores encontrados de custo horário do transplante semimecanizado em plantio convencional estão demonstrados no Quadro 5.

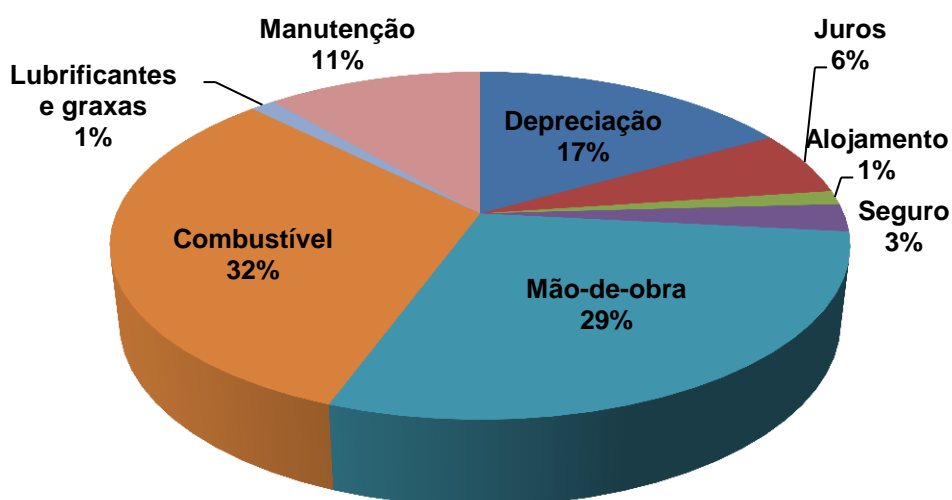
Os valores obtidos no transplante semimecanizado realizado em plantio convencional de solo, demonstrou desempenho desigual quanto aos custos em plantio direto. O elemento combustível se apresenta com maior relevância no custo total com 32% do valor. O preparo de solo convencional apresentou a operação com o rotoencanteirador a mais, quando comparado ao plantio direto, refletindo no valor do combustível com aumento de 4% deste componente no custo horário total.



**Quadro 5 - Custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) do transplante semimecanizado de brócolis em plantio convencional de solo**

Custos	Trator (R\$ h <sup>-1</sup> )	Triturador de palha (R\$ h <sup>-1</sup> )	Roto encanteirador (R\$ h <sup>-1</sup> )	Transplantadora (R\$ h <sup>-1</sup> )	Total (R\$ h <sup>-1</sup> )
Depreciação	6,30	9,00	6,30	3,15	24,75
Juros	3,27	2,34	1,64	1,64	8,89
Alojamento	0,70	0,50	0,35	0,35	1,90
Seguro	1,40	1,00	0,70	0,70	3,80
Mão-de-obra	8,52	8,52	8,52	17,05	42,61
Combustível	-	27,96	15,43	3,61	47,00
Lubrificantes e graxas	0,70	0,50	0,35	0,35	1,90
Manutenção	7,00	4,00	2,80	2,80	16,60
<b>Total</b>	<b>27,89</b>	<b>53,82</b>	<b>36,09</b>	<b>29,65</b>	<b>147,45</b>

**Figura 12 - Representação gráfica da porcentagem de custo horário do transplante semimecanizado de brócolis em plantio convencional de solo**



Fessel (2003), demonstrando os custos de operação de plantio mecanizado de eucalipto, obteve o componente manutenção como o de maior peso no custo horário total, representando 32% deste, discordando do presente trabalho em que a

manutenção representa 11%, sendo superada pelos componentes combustível, mão-de-obra e depreciação com 32, 29 e 17% respectivamente.

#### 4.6.3 Custo horário do transplante manual em plantio direto

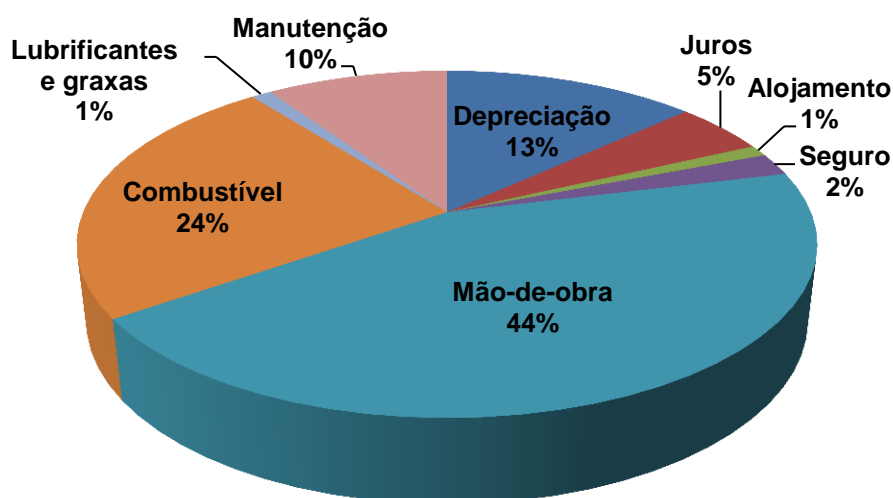
O quadro 6 demonstra os valores de custo horário da operação de transplante manual levando em consideração a operação com triturador de palha. Novamente o fator de maior expressão no custo total foi a mão-de obra representando 44% do valor total, considerou-se a mão-de-obra do tratorista no preparo juntamente com cinco diaristas responsáveis pelo transplante das mudas. Em seguida obteve-se o custo com combustível no preparo com 24% do total.

**Quadro 6 - Custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) do transplante manual de brócolis em plantio direto de solo.**

Custos	Trator (R\$ h <sup>-1</sup> )	Triturador de palha (R\$ h <sup>-1</sup> )	Transplante manual (R\$ h <sup>-1</sup> )	Total (R\$ h <sup>-1</sup> )
Depreciação	6,30	9,00	-	15,30
Juros	3,27	2,34	-	5,61
Alojamento	0,70	0,50	-	1,20
Seguro	1,40	1,00	-	2,40
Mão-de-obra	-	8,52	42,61	51,13
Combustível	-	27,96	-	27,96
Lubrificantes e graxas	0,70	0,50	-	1,20
Manutenção	7,00	4,00	-	11,00
<b>Total</b>	<b>19,37</b>	<b>53,82</b>	<b>42,61</b>	<b>115,8</b>

Cunha et al (2015) obtiveram os valores de custo horário do transplante manual de mudas de café, sendo o fator mão-de-obra o mais significativo ao representar 55% dos custos totais. o combustível caracterizou se como o segundo elemento de maior expressão com 14%, sendo neste caso, necessário maquinário para a distribuição das mudas no campo.

Figura 13 - Representação gráfica da porcentagem de custo horário do transplante manual de brócolis em plantio direto de solo



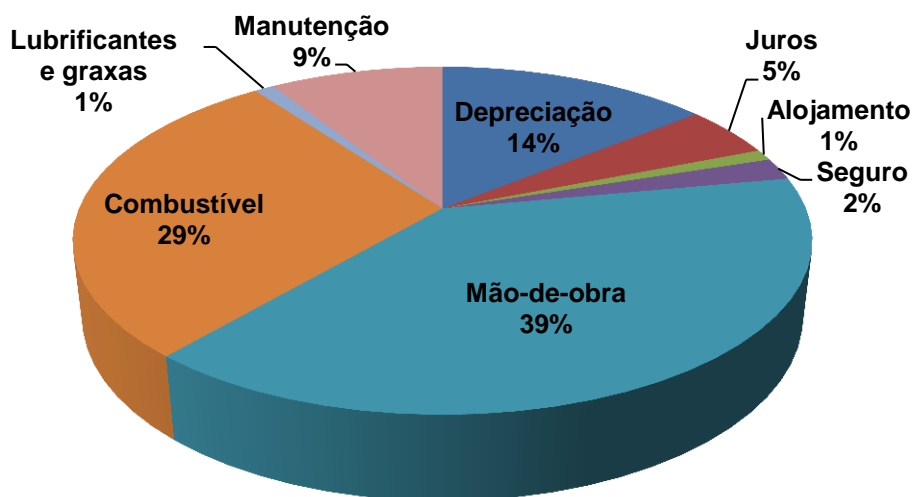
#### 4.6.4 Custo horário do transplante manual em plantio convencional

Os dados do Quadro 7 demonstram os valores de custo horário do transplante de brócolis realizado de forma manual em preparo convencional do solo. Analisou-se o custo das operações com triturador de palha e roto encanteirador, além da mão-de-obra do transplante.

Dentre os componentes dos custos, novamente a mão-de-obra aparece com maior expressão representando 39% do valor total, seguido do custo com combustível com 29%. Considerou-se o valor de consumo de combustível para a operação com o triturador de palhas e com o roto encanteirador. Para o custo com a mão-de-obra utilizou-se o valor do tratorista para ambas as operações, assim como do transplante realizado por cinco colaboradores.

**Quadro 7 - Custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) do transplante manual de brócolis em preparo convencional de solo**

Custos	Trator (R\$ h <sup>-1</sup> )	Triturador de palha (R\$ h <sup>-1</sup> )	Roto encanteirador (R\$ h <sup>-1</sup> )	Transplante manual (R\$ h <sup>-1</sup> )	Total (R\$ h <sup>-1</sup> )
Depreciação	6,30	9,00	6,30	-	21,60
Juros	3,27	2,34	1,64	-	7,25
Alojamento	0,70	0,50	0,35	-	1,55
Seguro	1,40	1,00	0,70	-	3,10
Mão-de-obra	-	8,52	8,52	42,61	59,56
Combustível	-	27,96	15,43	-	43,39
Lubrificantes e graxas	0,70	0,50	0,35	-	1,55
Manutenção	7,00	4,00	2,8	-	13,80
<b>Total</b>	<b>19,37</b>	<b>53,82</b>	<b>36,09</b>	<b>42,61</b>	<b>151,89</b>

**Figura 14 - Representação gráfica da porcentagem de custo horário do transplante manual de brócolis em plantio convencional de solo**

4.6.5 Custo horário total do transplante semimecanizado e manual em plantio convencional e direto.

O custo horário total dos transplantes realizados em plantio manual e convencional nos dois preparos de solo se encontram no Quadro 8.

**Quadro 8 - Valores de custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) total do transplante de brócolis em diferentes formas de transplante e preparo de solo.**

Transplante	Custo horário total (R\$ h <sup>-1</sup> )
Manual em plantio direto	115,80
Manual em plantio convencional	151,89
Semi mecanizado em plantio direto	111,36
Semi mecanizado em plantio convencional	147,45

Ao comparar os custos do transplante em plantio direto e convencional, obteve-se um aumento de 31% no custo horário da operação manual, obtendo valor de R\$115,8 h<sup>-1</sup> para o plantio direto e R\$151,89 h<sup>-1</sup> para o plantio convencional.

Entre os tipos de preparo de solo, quando transplante realizado de forma semimecanizada, o custo do preparo direto se caracteriza em aproximadamente 32% mais barato do que o preparo convencional de solo, representando R\$111,36 h<sup>-1</sup> e R\$147,45 h<sup>-1</sup> respectivamente.

Os dados obtidos concordam com Fessel (2003), que demonstrou valor horário de plantio manual de eucalipto com custos maiores quando comparados ao plantio mecanizado. O sistema manual de plantio apresentou custo de R\$56,26 por hora, enquanto o sistema mecanizado demonstrou valor de R\$32,63 por hora. No presente experimento em plantio direto o transplante manual apresentou valor de R\$115,80 por hora enquanto o semimecanizado apresentou valor de R\$111,36 por hora. Em plantio convencional o transplante manual apresentou custo de R\$151,89 por hora enquanto o semimecanizado apresentou valor de R\$147,45 por hora.

#### **4.7 Custo operacional**

Os dados do Quadro 9 demonstram os valores de custo operacional do transplante de brócolis nos diferentes modos de plantio e preparo de solo.

**Quadro 9 - Custo operacional (R\$ ha<sup>-1</sup>) do transplante semimecanizado e manual de brócolis em preparo convencional e direto de solo**

Tratamento	Cco (ha h <sup>-1</sup> )	Custo Horário (R\$ h <sup>-1</sup> )	Custo operacional (R\$ ha <sup>-1</sup> )
PDV2	0,19	111,36	586,00
PCV2	0,18	147,45	819,00
PDV1	0,13	111,36	857,00
PCV1	0,14	147,45	1.053,00
PDM	0,10	115,80	1.156,00
PCM	0,11	151,89	1.381,00

Ao comparar o custo operacional do transplante dentro de um mesmo tipo de preparo de solo o transplante manual caracteriza-se com valor mais elevado em relação às duas velocidades. Nos tratamentos em plantio direto o custo operacional do manual apresentou porcentagem de custo mais elevado caracterizando-se em 35 e 97% quando comparado ao custo em menor e maior velocidade respectivamente. No sistema de plantio convencional, a diferença de custo operacional do manual para o semimecanizado equivale a 31% mais elevado do manual para a menor velocidade e 69% em relação a maior velocidade. Os resultados concordam com Almeida (2016) que obteve 32 e 31,25% de redução no custo no transplante semimecanizado de alface com maiores velocidades para os tratamentos em plantio convencional e direto respectivamente.

O preparo de solo direto apresentou custo por área trabalhada menores em relação ao plantio convencional, dentro do mesmo sistema de transplante. O transplante manual apresentou elevação de 19% nos custos no plantio convencional em relação ao direto. No tratamento semimecanizado com a menor velocidade de deslocamento o plantio direto apresentou custo operacional 23% menor em relação ao convencional. Já na maior velocidade de deslocamento o plantio direto se caracterizou 40% menor quando comparado ao convencional.

Tais dados se explicam pela maior necessidade de operações que o convencional exige comparado ao plantio direto. No presente trabalho foi utilizada a operação com o rotoencanteirador após a passagem do triturador de palhas no plantio convencional, enquanto no preparo direto utilizou-se apenas esta operação. Resultados similares foram encontrados por Rodrigues (2005), que obteve redução

de 5,92% nos custos de produção de milho quando implantado sistema de plantio direto.

#### 4.8 Ponto de troca de tecnologia

O Quadro 10 mostra os valores de custos fixos e variáveis da operação semimecanizada e manual de transplante de mudas, assim como o rendimento, custo variável por mudas e o ponto de troca de tecnologia em mudas ao mês. O total de custos fixos se refere aos custos anuais do conjunto mecanizado utilizado na operação, por esse motivo o total de custos fixos no sistema de transplante manual é zero.

**Quadro 10 - Dados referentes ao CF (Custo fixo) em R\$ por ano e CV (Custo variável) em R\$ por hora, Rendimento (Rend) em mudas por hora, CV (Custo variável por muda) em R\$ por muda e PTT (Ponto de troca de tecnologia) em mudas por mês**

Tecnologia	CF (R\$ ano <sup>-1</sup> )	CV (R\$ h <sup>-1</sup> )	Rend (mudas h <sup>-1</sup> )	CV (R\$ muda <sup>-1</sup> )	PTT (mudas mês <sup>-1</sup> )
Semimecanizado	17.609,00	40,03	5303	0,00755	217.080
Manual	0,00	42,62	2978	0,01431	

A troca de tecnologia do transplante manual para o transplante semimecanizado depende de um mínimo de mudas transplantadas ao ano para que a troca seja economicamente vantajosa. Neste caso apesar dos custos anuais serem maiores para a tecnologia semimecanizada, o rendimento proporcionado é significativamente mais elevado quando comparado ao manual. Ou seja, a utilização do transplante semimecanizado aumenta a intensidade do uso, até certo ponto em que a relação de custo fixo por unidade de mudas transplantadas torna se sem real importância econômica.

A determinação da quantidade de mudas necessárias para que a troca seja vantajosa, é obtida quando o custo por mudas do transplante mecanizado se torna maior ou igual ao custo por mudas do transplante manual. Esse número é dado a partir da relação do custo fixo anual do mecanizado, R\$17.608,75, sobre a diferença do custo variável por mudas do mecanizado com o manual (R\$0,00676 por muda). Para as condições em que o presente trabalho foi desenvolvido, obteve se a

quantidade de 2.604.959 mudas ao ano, ou seja, aproximadamente 217.080 mudas ao mês.

O resultado obtido mostra que a troca do sistema manual para o mecanizado se torna vantajosa para os produtores de médio porte, a título de referência a propriedade onde o experimento foi realizado apresenta uma produção de 180.000 mudas ao mês, totalizando ao ano 2.160.000 mudas plantadas ao ano.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do plantio direto ainda não ser corriqueiro no sistema de produção de hortaliças, a tendência dessa prática se torna cada vez maior e necessária neste cenário. A produção de hortaliça é considerada intensa, pois há um grande número de safras ao ano, devido aos ciclos curtos, gerando um grande número de operações de preparo quando realizado de maneira convencional. A adoção do plantio direto reduz as operações de revolvimento do solo preservando suas características físicas e químicas, gerando benefícios como a redução do processo de erosão do solo, maior retenção de umidade, e ainda maior quantidade de matéria orgânica devido à decomposição da palhada.

No presente trabalho o tipo de preparo não interferiu de forma significativa na produtividade da cultura. Deste modo o plantio direto de solo, mostra ser viável no sistema de produção de hortaliças como o brócolis, por exemplo. O custo do preparo também deve ser levado em consideração, pois o preparo convencional apresenta maior número de operações impactando no aumento dos custos. O plantio direto com maior velocidade obteve o menor custo por área trabalhada.

A adoção da mecanização de processos de produção se faz necessária para que haja redução de custos, aumento de rendimento e qualidade das operações e a qualidade de trabalho para os funcionários com melhor ergonomia. O rendimento de um maquinário agrícola é considerado homogêneo durante o período de trabalho, não sofrendo interferências externas como acontece com o trabalho manual. Dias da semana, horário de expediente, clima, temperatura e problemas pessoais são alguns dos fatores que fazem que com o rendimento da operação manual oscile com o tempo, além de variar também, de pessoa para pessoa.

É necessário levar em consideração que após a realização do transplante semimecanizado, houve a necessidade de repasse manual das mudas que não foram depositadas de maneira correta no sulco pela máquina. No caso do presente trabalho o fator de preparo obteve maior influência na qualidade de transplante da máquina do que a velocidade de deslocamento. A necessidade de repasse pode estar relacionada ao fator máquina-solo, que relaciona o desempenho da máquina sobre o solo. Esse desempenho é definido junto às características como tipo de

solo, manejo do preparo, teor de umidade, entre outros. Vale lembrar que a transplantadora utilizada no experimento foi fabricada para ser trabalhada em preparo convencional de solo, sendo adaptada com um disco de corte para que possa trabalhar em plantio direto. A alta quantidade de repasse apresentada demonstra a necessidade de aperfeiçoamento das máquinas, possibilitando maior qualidade de transplante e menor interferência humana no trabalho.

Um transplante realizado com qualidade e de forma homogênea permite que as plantas cresçam com uniformidade, e permite que as plantas cheguem ao ponto de colheita no mesmo período de tempo. Além de facilitar ao produtor, quando se tem transplante homogêneo, pode-se pensar em colheita mecanizada futuramente.

A adoção do sistema mecanizado de transplante de mudas de brócolis se mostrou economicamente viável neste trabalho, entretanto essa referência pode variar de acordo com condições da máquina como manutenção, idade e condições externas como umidade de solo, presença de palhada. Pesquisas nessa área são de extrema importância para proporcionar dados seguros para realização de tomadas de decisão do produtor rural.

## 6 CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa nos tratamentos em relação a produtividade do brócolis.

Em média o transplante manual apresentou rendimento de 11 bandejas a menos por hora que o transplante semimecanizado na menor velocidade e 24 bandejas a menos na maior velocidade.

O tratamento com plantio direto apresenta maior necessidade de repasse de mudas que no plantio convencional.

O uso da transplantadora em plantio direto na maior velocidade de deslocamento apresentou o menor custo operacional com R\$586,00 por hectare.

A quantidade mínima de mudas para que a troca do sistema manual para o semimecanizado seja economicamente vantajosa é de 217.080 mudas ao mês.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2017.

ALMEIDA, S. V. Desempenho operacional de transplante manual e mecanizado na cultura da alface. 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

ANDRADE, C. et al. Erosão hídrica em um Latossolo Vermelho cultivado com hortaliças sob diferentes sistemas de manejo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, **Anais...** XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 2009.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Sistema de levantamento de preços/síntese dos preços praticados em dezembro de 2017**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/precos-e-defesa-concorrencia/precos/levantamento-de-precos?view=default>. Acesso em: 20 nov. 2017

ARAÚJO, K. L. B.; VILIOTTI, C. A.; NASCIMENTO, E. M. S.; MONTEIRO, L. A.; MION, R. L. Avaliação do desempenho operacional e energético de um conjunto trator de rabiça – rotoencanteirador. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, **Anais...**XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2015.

BALASTREIRE, L, A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 307p.

BETTONI, M. M.; FABBRIN, E. G. S.; OLINIK, J. R.; MOGOR, A. F. Efeito da aplicação foliar de hidrolisado proteico sob a produtividade de cultivares de brócolis. **Agroambiente**, Boa Vista, v 7, n 2, p. 179-183, maio-agosto, 2013.

BJORKMAN T; PEARSON K. 1998. High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) **Journal of Experimental Botany** 49: 101-106.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Circular SUP/AGRIS nº13/2016**. BNDES: Rio de Janeiro, 2016. 10p.

CALLADO, Antônio André Cunha; CALLADO, Aldo Leonardo Cunha. **Custos: um desafio para a gestão no agronegócio**. 2007. Disponível em: <<http://www.yumpu.com/pt/document/view/14845444/custos-um-desafio-para-a-gestao-no-biblioteca-sebrae>>. Acesso em: 24 nov.2017

CHAILA, S. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control., **Revista Malezas, ASAM**. Santa Fe, Argentina. v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.

CLEONI C; KIST BB; POLL H. 2013. Anuário brasileiro de hortaliças. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 88p.

COBBE, R. V. **Reavaliando as hortaliças**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 2, n. 1, p.10-17, nov. 1983.

CUNHA, J. P. B. et al. Análise técnica e econômica de diferentes sistemas de transplântio de café (*Coffea arábica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 10, v. 3, p. 289-297, ago. 2015.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Solos. Ministério da Agricultura. Pecuária e Abastecimento. 3ª edição. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

FAULIN, E. J; AZEVEDO, P. F. de. Distribuição de Hortaliças na Agricultura Familiar: uma análise das transações. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 11, p.1-14,nov. 2003. Mensal.

FESSEL, V. A. G. Qualidade, desempenho operacional e custo de plantio, manual e mecanizado, de *Eucalyptus grandis*, implantados com cultivo mínimo do solo. 2003. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências/ Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R Brássicas folhosas. In: \_\_\_\_\_. 8. ed. São Paulo: Ceres. 1972. p. 187-202.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ªedição, Viçosa-MG, Editora UFV, 2008. 402p.

FONSECA, L. B. R.; FERNANDES, L. R. S. G.; GOMES, E. J. C.; PELA, G. M. Avaliação de diferentes doses de boro aplicado no sulco de plantio na cultura do brócolis. **Anais...** III Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão, 2016.

FREITAS, P. L. Sustentabilidade: Harmonia com a Natureza. **Agroanalysis** v 22: p 12-17, 2002.

FURLANI, C. E. A.; PAVAN JUNIOR, A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W. Desempenho operacional de semeadora adubadora em diferentes manejo da cobertura e da velocidade. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 256 – 462, maio/agosto. 2007.

GABRIEL FILHO, A.; SILVA, S. de L.; MODOLO, A. J.; SILVEIRA J. C. M da. Desempenho de um trator operando em solo com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.3, p.781-189, 2004

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. J. C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. de M.; NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1989. 325p.

IEA. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Dados estatísticos: Estatísticas da produção paulista, 2017. Disponível em: [http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1). Acesso em 27 nov 2017.

JACINTO, L. U.; SOARES, B. B.; RANGEL, R.; JACINTO, A. F. V. U. Transplântio e colheita mecanizada. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 315-327

JASPER, S. P; SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H. Estudo comparativo do custo da semeadura direta na cultura do milho utilizando duas metodologias. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 28, n. 1, p.06-10, mar. 2013. Trimestral.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 36, n. 6, p. 341-343, 1981.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. **50 hortaliças como comprar, conservar e consumir**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2010. 290 p

LEANDRO, M. W. Plantio direto garante sustentabilidade a agrossistemas. **Visão agrícola**. Jan/jul. 2006.

LIMA, G. G. S.; NASCIMENTO, A. R.; AZARA, N. A. Produção de mudas. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 79-101.

LUENGO, R. F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. F. Tabela de composição nutricional das hortaliças. Disponível em:

<[http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/serie\\_documentos/outros/tabela\\_nutricional.pdf](http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/serie_documentos/outros/tabela_nutricional.pdf)>. Acesso em: 12 nov 2017.

MACHADO, T. A. Análise técnica econômica de um sistema de transplante semi-mecanizado de tomate industrial. 2013. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

MADEIRA, N. R.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. Cuidados no transplante de mudas. In: NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B. **Produção de mudas de hortaliças**. Brasília, Embrapa, 2016. p. 179-194.

MADEIRA, N. R. Avanços tecnológicos no cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S4036-S4037, 2009.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 24, n.1, p. 150 – 157, jan/abr. 2004.

MASIEIRO, F.C. Determinação do rendimento na barra de tração de tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (4x2 Tda). 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MATOS, C.A.F. **Programa** de Olericultura. EMATER, Brasília DF, 2010.

MEIRELLES, A. F. M. Produtividade de hortaliças (alface, brócolis e rúcula) em resposta ao tratamento com ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento em unidades de agricultura familiar. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários) – Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Viçosa, 2016.



MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. MAPA, Brasília. 2007.

MELO, R. A. de C; MADEIRA, N. R; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em Plantio Direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28,n. 1, p.23-28, mar. 2010. Trimestral.

MIALHE, L. G. **Manual de Mecanização Agrícola**. São Paulo: Ceres, 1974. 301 p.

MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas para Plantio**. Campinas: Millennium, 2012. 623p.

MILAN, M. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas**. 2004. 100 f. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. 128p.

MOLIN, J. P.; MILAN, M.; NESRALLAH, M. G. T.; CASTRO, C. N.& GIMENEZ, L. M.; Utilização de dados georreferenciados na determinação de parâmetros de desempenho em colheita mecanizada. **Revista Engenharia Agrícola**. 26:759-767. 2006.

NOGUEIRA, A. C. L. Mecanização na agricultura brasileira: uma visão prospectiva. **Cadernos de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 8, nº 4, Out./Dez. 2001.

OSTERROHT, M.Von; FORTES, L. O. Fazenda Santa Tereza: constante desenvolvimento para maior sustentabilidade. **Agroecologia Hoje**, Piracicaba, n. 1, v. 5, p. 15-16, out./nov. 2000.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

PELOIA, P.R.; MILAN, M. (2010); “Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola”. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.681-691, 2010.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; MOLINA JUNIOR, W. F. **Máquinas Agrícolas: Noções Básicas.** Piracicaba: Degaspari, 2010. 201 p.

RODRIGUES, W. Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em região de cerrados. **RER.** Rio de Janeiro, v. 43, n. 1, jan/mar. 2015.

RUBATZKY, V. E.; YAMAGUCHI, M. **World vegetables: principles, production, and nutritive values.** Chapman & Hal: New York, 1997.843p.

SANTANA, F. M. S. Aplicação de produtos de efeitos fisiológicos na produção de brócolis tipo ramoso. 2015. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

SANTINI, G. A. et. al. Conceitos de Inovação no Agronegócio. IN: ZUIN, L. F. S.; QUEIROZ, T. R. **Agronegócio: gestão e inovação.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SATURNINO, H.M. & Landers, J.N. O Que é plantio direto? **O meio ambiente e o plantio direto.** Brasília: Embrapa-SP, p. 16-24. 1997.

SILVA, R. R. Desempenho de híbridos experimentais de couve brócolos do tipo cabeça única em condições de verão tropical. 2012. 36 f. Tese (Doutorado em

Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

SEABRA JUNIOR, S.; NEVES, J. F.; DIAS, L.; SILVA, L. B.; NODARI, I. Produção de brócolis de inflorescência única em condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**. v. 32, n. 4, out/dez. 2014.

SOUZA, R. C. As estruturas de governança dos canais de comercialização de frutas, legumes e verduras no município de São Carlos, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n.11, p. 26-31, nov.2001

STOPPANI, M.I., WOLF, R., FRANCESCANGELI, N., MART, H.R. A nondestructive and rapid method for estimating leaf area of broccoli. **Advances in Horticultural Science**. v. 17, p. 173-175, 2003.

TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V.; KANO, C. Adubação verde e plantio direto de hortaliças. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n.1, jan-jun, 2010.

VASCONCELOS, M. A. S. de; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004

VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M.W. Brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). In: Trazilbo José de Paula Junior; Madelaine Venzon. (Org.). **101 Culturas – Manual de Tecnologias Agrícolas**. 1 ed. Belo Horizonte – MG: EPAMIG, 2007, v. 20, p. 175-178.

VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 71-89, abr. 2000.