



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



**SAMANTHA VIEIRA DE ALMEIDA**

**DESEMPENHO OPERACIONAL E ECONÔMICO DE TRANSPLANTE  
MECANIZADO DE MUDAS DE BRÓCOLIS EM DOIS TIPOS DE PREPARO DE  
SOLO**

**Botucatu**

**2019**



**SAMANTHA VIEIRA DE ALMEIDA**

**DESEMPENHO OPERACIONAL E ECONÔMICO DE TRANSPLANTE  
MECANIZADO DE MUDAS DE BRÓCOLIS EM DOIS TIPOS DE PREPARO DE  
SOLO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de doutor em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva

**Botucatu**

**2019**

A447d Almeida, Samantha Vieira de  
Desempenho operacional e econômico de transplante  
mecanizado de mudas de brócolis em dois tipos de  
preparo de solo / Samantha Vieira de Almeida. --  
Botucatu, 2019  
80 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista  
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu  
Orientador: Paulo Roberto Arbex Silva

1. Brassica oleracea. 2. Hortaliças. 3. Plantio direto. I.  
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca  
da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo  
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **“DESEMPENHO OPERACIONAL E ECONÔMICO DE TRANSPLANTE MECANIZADO DE MUDAS DE BRÓCOLIS EM DOIS TIPOS DE PREPARO DO SOLO”**

AUTORA: SAMANTHA VIEIRA DE ALMEIDA  
ORIENTADOR: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

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



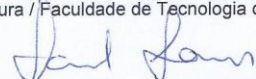
Prof. Dr. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA  
Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu



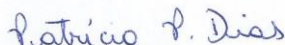
Prof.ª Dr.ª RUMY GOTO  
(Docente Aposentada) / FCA - UNESP - Botucatu



Prof.ª Dr.ª ISOLINA MARIA LEITE DE ALMEIDA  
Horticultura / Faculdade de Tecnologia de Itapetininga



Pesquisador Dr. SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA  
Pesquisa / AgroEfetiva



Pós-Doutoranda PATRICIA PEREIRA DIAS  
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP

Botucatu, 05 de abril de 2019.



Aos meus inspiradores avós maternos

Miguel (*in memoriam*) e Clélia.

Aos meus incentivadores avós paternos

Miguel e Elza,

Dedico.





## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por permitir que eu chegasse até aqui, pela força de todos os dias e pelo amor incondicional.

Aos meus pais José Aparecido de Almeida e Vera Lúcia Demétrio Vieira, pela primeira orientação que é a da vida, pela confiança, pela liberdade de escolha em todas as etapas da minha vida e por todo o incentivo.

Ao meu companheiro Tiago Trindade Camargo, por toda torcida, incentivo, apoio e por ter segurado comigo todas as adversidades ao longo desta caminhada.

À Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA – UNESP Campus de Botucatu, pela formação acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva e também vice coordenador do programa de pós graduação Energia na Agricultura, pelo aceite e oportunidade, pela confiança em mim depositada, pela impecável orientação, pela paciência, pela compreensão nas horas mais difíceis, por todo o conhecimento transmitido e pelo exemplo que é. Sem palavras para o senhor. Muito obrigada!

Ao senhor Antônio Carlos Baldini, senhora Ana Lúcia Guedes Baldini e ao Luiz Felipe Guedes Baldini, proprietários do sítio Janeiro, por terem me acolhido como se fosse da família, pela disponibilização da área, das mudas, das máquinas e principalmente dos funcionários. Minha eterna gratidão!

Aos funcionários do Sítio Janeiro, Cássio, Rose, Francisca, Sheron, Edimara, Cintia, Isabel, Cristina, Eduardo, Jordan, Higor, Moacir e Joaquim, pela amizade, pela rotina prazerosa no sítio e pelos ensinamentos. Com vocês aprendi muito mais do que horticultura, aprendi sobre a vida.

À Profª Drª Romy Goto, digníssima docente aposentada do departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA – UNESP Campus de Botucatu, pela valiosa colaboração pelo conhecimento transmitido e pela disponibilidade amiga de sempre.

À Profª Drª Isolina Maria Leite de Almeida, da Fatec Itapetininga, por ser uma das pessoas que incentivaram esta conquista, por toda a valiosa colaboração e disponibilidade.

Ao Dr. Saulo Fernando Gomes de Sousa, pela parceria como membro do Grupo de Plantio Direto (GPD) da Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA – UNESP Campus de Botucatu e pela colaboração com este trabalho.

À Dr<sup>a</sup> Patrícia Pereira Dias, também pela parceria como colega do Grupo de Plantio Direto (GPD) da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA – UNESP Campus de Botucatu e pela valiosa contribuição que muito enriqueceu este trabalho.

Aos amigos e membros do Grupo de Plantio Direto (GPD) da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA – UNESP Campus de Botucatu, pela acolhida, pela amizade, por toda ajuda, pela parceria, por compartilharem conhecimento e pelos momentos descontraídos que fizeram esta trajetória mais leve.

Aos amigos do Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agrícolas (NEMPA) da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA – UNESP Campus de Botucatu, Murilo Battistuzzi Martins, Aldir Carpes Marques Filho e Fernanda Scaranello Drudi por toda a amizade e contribuição em especial neste trabalho.

Ao funcionário da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA – UNESP Campus de Botucatu, parceiro e amigo do Grupo de Plantio Direto, Eduardo Biral Nogueira, pela amizade, pela ajuda profissional e pessoal, por ser a pessoa que eu sempre pude contar em Botucatu. Obrigada!

À funcionária da Seção Técnica de Pós Graduação das Faculdades de Ciências Agrônômicas – FCA – UNESP Campus de Botucatu, Débora Branco da Silva, pela amizade construída ao longo desses anos, pelo carinho de sempre e toda ajuda.

Aos meus amigos de vida, Thatiana Akiko Yamasaki e Luciano Ramos pela torcida e incentivo. Vocês sabem que fazem a diferença.

Ao coordenador do programa de pós-graduação Energia na Agricultura, Prof. Dr. Marco Antônio Martin Biaggioni, pela oportunidade concedida.

A todos os demais professores do Departamento de Engenharia Rural, pela formação acadêmica.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Rural, pela amizade e colaboração de sempre.

A todos os funcionários da Biblioteca e da Seção de Pós Graduação da UNESP de Botucatu, pelo impecável atendimento.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, imprescindível para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!



“Tudo posso Naquele que me fortalece.”

Filipenses 4:13



## RESUMO

A horticultura requer estudos com foco na difusão de sistemas mecanizados específicos, os quais impulsionem efetivamente algumas operações do campo. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho operacional e econômico de transplante mecanizado de mudas de brócolis em dois tipos de preparos de solo, sendo eles o preparo convencional e o sistema de plantio direto manejado com palhada de milho. O experimento foi instalado no município de Pardinho – SP, numa área comercial de hortaliças. Para realizar o transplante das mudas foi utilizado o conjunto mecanizado composto por um trator da marca New Holland, modelo TL60E®, 4x2, com potência nominal de 48 kW (65 cv), tracionando uma transplantadora italiana da marca Fedele Mario, modelo MAX® e por uma transplantadora automotriz, com potência nominal de 2,2 kW (3 cv) fabricada pela empresa Yanmar Co., Ltd, modelo PH1.WA®, composta por uma linha de transplante. Foram analisados os dados de desempenho operacional e econômico dos métodos de transplante nos tipos de preparo de solo e as características agronômicas do brócolis, além da quantidade mínima de mudas para realizar a troca do transplante manual para o sistema semimecanizado. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância seguida do Teste Tukey a 5% de probabilidade. A transplantadora automotriz demonstrou ter um custo operacional menor em sistema de plantio direto. A transplantadora tratorizada, obteve uma maior capacidade de campo operacional em relação à transplantadora automotriz. A quantidade mínima de mudas produzidas para que seja economicamente viável trocar o transplante manual pelo semimecanizado na transplantadora automotriz é de 314.241 mudas ao mês ou 8 hectares de área mínima produtiva, enquanto na transplantadora tratorizada a quantidade mínima de mudas é de 510.960 mensal ou 13 hectares de área mínima produtiva. Com as avaliações de análise econômica conclui-se que o projeto de investimento para aquisição de máquinas transplantadoras em substituição ao transplante manual é viável para ambas as máquinas avaliadas.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea*. hortaliças. plantio direto.



## ABSTRACT

Horticulture demands studies focusing on diffusing specialised mechanised systems, those of which that advance certain operations on rural areas. Therefore, the main objective of this paper was to analyse the overall economic and operational efficiency of three methods for transplanting broccoli seedlings in two different soil configurations, those being a conventional preparation process and no-till using millet. Such experiment was installed in Pardinho - SP, in a commercial plot destined to vegetable crops. The aforementioned seedling transplants was realised with a mechanised group composed of a New Holland model TL60E 4x2 tractor with nominal power of 48kW (65 cv) and an italian Fedele Mario Max conveyor and a Yanmar Co PH1.WA self propelled machine conveyor, with a nominal power of 2.2 kW (3 cv), composed of a transplanting line. Data was analysed to determine the economic and operational efficiency of the proposed methods on the two soil preparation techniques and the agro-economic characteristics of broccoli, not to mention the least amount of seedlings needed to move from manual transplants to semi-mechanised. The experimental design was a randomized block with subdivided plots with four replicates. The gathered data was submitted to a variation analysis followed by a Tukey test set to 5% chance. It was concluded that operations done with a semi-mechanised tractor-powered conveyor have a better operational and field coverage when compared to a self propelled machine conveyor. The lowest number of seedlings required to move from a manual transplant to semi-mechanised whilst maintaining economic profitability a self propelled machine conveyor was 314,241 seedlings per month or 8 hectares of minimum productive area, against 510,960 seedlings or 13 hectares production area when moving to a tractor-powered conveyor. For the broccoli culture, the economic analysis evaluations showed that the investment project for the acquisition of conveyor to replace the manual transplant is feasible for both evaluated machines.

**Keywords:** *Brassica oleracea*. no-till. vegetable crops.





## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Croqui da área experimental. ....	33
Figura 2 - Método Chaila (1986) de quantificação de palhada. ....	35
Figura 3 - Método Laflen et al. (1981) de porcentagem de palhada. ....	35
Figura 4 - Vista lateral do conjunto mecanizado trator transplantadora tratorizada. .	37
Figura 5 - Vista lateral da transplantadora automotriz. ....	37
Figura 6 - Fluxômetros instalados no trator. ....	38
Figura 7 - Fluxômetro instalado na transplantadora automotriz. ....	39
Figura 8 - Operação de transplante máquina automotriz. ....	40
Figura 9 - Operação de transplante máquina tratorizada. ....	41
Figura 10 - Operação de transplante manual. ....	41
Figura 11 - Muda transplantada com três folhas definitivas. ....	42
Figura 12 - Muda parcialmente depositada no sulco. ....	43
Figura 13 - Muda não depositada no sulco. ....	43
Figura 14 - Peso das cabeças em balança digital. ....	45
Figura 15 - Aferição do diâmetro da cabeça. ....	45



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados de valor de aquisição, vida útil estimada, e horas trabalhadas/ano das máquinas. ....	49
Quadro 2 - Capacidade de campo teórica ( $\text{ha h}^{-1}$ ) das transplantadoras nos dois tipos de preparo de solo. ....	56
Quadro 3 - Porcentagem de mudas repassadas em relação aos tratamentos. ....	61
Quadro 4 - Custo horário ( $\text{R\$ h}^{-1}$ ) da transplantadora automotriz em sistema de plantio direto e preparo convencional de solo. ....	64
Quadro 5 - Custo Operacional ( $\text{R\$ ha}^{-1}$ ) nos diferentes tipos de preparo de solo na transplantadora automotriz. ....	65
Quadro 6 - Custo horário ( $\text{R\$ h}^{-1}$ ) da transplantadora tratorizada em sistema de plantio direto e preparo convencional de solo. ....	65
Quadro 7 - Custo Operacional ( $\text{R\$ ha}^{-1}$ ) nos diferentes tipos de preparo de solo na transplantadora tratorizada. ....	66
Quadro 8 - Custo Operacional ( $\text{R\$ ha}^{-1}$ ) da operação semimecanizada e manual de transplante de mudas em relação aos tipos de preparo de solo. ....	67
Quadro 9 - Dados de Custo fixo ( $\text{R\$ ano}^{-1}$ ), Custo Variável ( $\text{R\$ h}^{-1}$ ), Rendimento de mudas ( $\text{h}^{-1}$ ), Custo Variável ( $\text{R\$ mudas}^{-1}$ ) e Ponto de troca de tecnologia ( $\text{mudas mês}^{-1}$ ). ....	68
Quadro 10 - Estimativa de custo de produção mensal de brócolis de inflorescência única. ....	69
Quadro 11 - Dados de receita, VPL, TIR e Payback clássico. ....	70



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade de campo operacional ( $\text{ha h}^{-1}$ ) em relação aos tratamentos. Botucatu, UNESP – FCA, 2019. ....	58
Tabela 2 - Capacidade de campo efetiva ( $\text{ha h}^{-1}$ ) e Consumo horário de combustível ( $\text{L h}^{-1}$ ) em relação aos tratamentos. Botucatu, UNESP – FCA, 2019.....	60
Tabela 3 - Resultados de características agronômicas da cultura. Botucatu, UNESP – FCA, 2019.....	62

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	23
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	25
2.1 Cultura dos brócolis .....	25
2.2 Importância da Mecanização na Horticultura .....	26
2.3 Transplante de mudas .....	28
2.4 Sistemas de preparo de solo na horticultura .....	29
2.5 Desempenho Operacional e Econômico na mecanização agrícola.....	30
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
3.1 Local do Experimento.....	32
3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental.....	32
3.3 Preparo da área experimental.....	33
3.4 Metodologias de quantificação de palhada no solo .....	34
3.5 Cultura dos brócolis .....	35
3.6 Máquinas e equipamentos .....	36
3.7 Consumo de combustível .....	38
3.8 Operação de transplante das mudas .....	39
3.9 Qualidade da operação de transplante semimecanizado.....	42
3.10 Tratos culturais .....	44
3.11 Colheita dos brócolis.....	44
3.12 Delineamento Estatístico .....	46
3.13 Desempenho Operacional.....	46
3.13.1 Capacidade de campo teórica (Cct) .....	46
3.13.2 Capacidade de Campo Operacional (Cco).....	47
3.13.3 Capacidade de campo efetiva (Cce).....	47
3.14 Desempenho econômico operacional.....	48
3.14.1 Custos Fixos .....	48
3.14.2 Custos Variáveis .....	50
3.15 Custo Horário e Custo Operacional .....	53
3.16 Ponto de troca de tecnologia .....	54

3.17 Análise de investimento.....	55
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>56</b>
4.1 Desempenho Operacional .....	56
4.1.1 Capacidade de Campo Teórica (Cct) .....	56
4.1.2 Capacidade de Campo Operacional (Cco) .....	57
4.1.3 Capacidade de campo efetiva (Cce) .....	59
4.1.4 Qualidade da operação de transplante semimecanizado.....	61
4.1.5 Características agronômicas da cultura .....	62
4.2 Desempenho Econômico.....	63
4.2.1 Transplantadora Automotriz .....	63
4.2.2 Transplantadora Tratorizada .....	65
4.2.3 Custo horário e Custo operacional da operação de transplante .....	67
4.2.4 Ponto de troca de tecnologia .....	68
4.3 Análise de investimento.....	69
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>72</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>74</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A horticultura contempla uma gama de produtos comestíveis que tem importância na alimentação humana e animal, assegurando ao setor uma contribuição para o agronegócio em produzir alimentos que supram satisfatoriamente a demanda do crescimento populacional.

Dentre as várias espécies de hortaliças, os brócolis são amplamente apreciados nos diversos tipos de culinárias, devido as suas características nutricionais e a relação do seu consumo com saúde e qualidade de vida. Estes atributos demonstram a importância econômica no âmbito financeiro, estabelecendo um grande potencial de mercado, visto que, os brócolis podem ser comercializados *in natura* ou processados industrialmente agregando valor.

O cultivo dos brócolis se dá pela produção de mudas em bandejas e posterior transplante a campo. Estes transplantes podem ser realizados de forma manual ou semimecanizado utilizando máquinas transplantadoras de mudas.

Torna-se necessário mecanizar o processo de transplante e isto ocorre devido à atividade manual ser considerada insalubre, devido à postura ergonomicamente incorreta para os trabalhadores, os quais permanecem por horas abaixados nos canteiros depositando as mudas nos sulcos, conseqüentemente gerando uma baixa capacidade operacional neste processo e baixa qualidade de operação.

Para cada cultura especificamente e, nas várias etapas dos processos produtivos, a mecanização no setor de hortaliças até então, tem muito a ser desenvolvida, o que incentiva a constante dependência da mão de obra.

O conceito de que mecanizar uma propriedade rural eleva as condições de rendimento de trabalho dentro da porteira, aumenta a qualidade nas operações e reduz custos com mão de obra está amplamente difundido.

Algumas multinacionais de máquinas agrícolas voltadas para a horticultura exportam para o Brasil máquinas transplantadoras, por exemplo, nas versões projetadas para desempenhar a operação de transplante em condições de trabalho no exterior. Tal pioneirismo é grande desafio, visto que as máquinas precisam ser primeiramente testadas em condições dos terrenos brasileiros de trabalho e, com

isso, a obtenção de informações precisas para possíveis adaptações e modificações no projeto original para posterior comercialização dentro do país.

Além de tecnificar mecanicamente uma propriedade hortícola, outro assunto bastante discutido tem sido a adoção de práticas agrícolas diferentes das usuais que permitam aumentar a produção sem a necessidade de aumentar a área e que ainda possam contribuir com a conservação destas áreas.

Uma dessas práticas é a opção pelo sistema de plantio direto ao invés do sistema de preparo convencional de solo, uma vez que, a necessidade intensa de preparo utilizando equipamentos que mobilizem grande parte deste solo, pode acarretar com o tempo em desgastes dos atributos físicos, ocasionando em efeitos erosivos, muitas vezes irreversíveis.

Nas grandes culturas como soja e milho, esta prática já é adotada há muito tempo e com um histórico de alta produtividade oriunda de solos biologicamente equilibrados e fisicamente estruturados, característicos de áreas manejadas sob o sistema de plantio direto.

Partindo da premissa que a produção de hortaliças seja de ciclos culturais curtos e intensa retirada de nutrientes do solo, sem tempo hábil para reposição destes, o sistema de plantio direto pode contribuir efetivamente, pois um dos princípios de tal sistema consiste na rotação de culturas, permitindo que o solo fique coberto por palhada limitando o revolvimento do solo apenas à linha de transplante e/ou semeadura.

A manutenção da palhada seca da cultura anterior contribui para maior atividade da matéria orgânica advinda da decomposição desta, desempenhando melhora nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo ao longo da estrutura, além da conservação da umidade deste.

A horticultura vem ganhando cada vez mais espaço e verifica-se a carência de estudos voltados para esta área, principalmente no que diz respeito à elaboração e difusão de novas tecnologias de campo.

Assim, o objetivo deste trabalho, foi analisar a demanda operacional e econômica de três métodos diferentes de transplante de mudas de brócolis em dois tipos de preparo de solo, onde além do transplante convencional realizado de forma manual, estudaram-se dois tipos de máquinas transplantadoras com tecnologias distintas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura dos brócolis

Os brócolis têm grande importância na alimentação humana devido ao seu alto valor nutricional, quantidade consumida e utilização na gastronomia (AGUILAR et al., 2017). Assim como outras hortaliças pertencentes à família das brássicas, esta cultura se destaca devido à apresentação de diversos compostos bioativos, como agentes antioxidantes que agem sobre os radicais livres produzidos no organismo humano, atuando na prevenção de diversos tipos de cânceres (ARES et al., 2014).

Segundo Melo et al. (2015) os brócolis, brócolos ou couve-brócolos são variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea* que pertencem à família Brassicaceae (crucíferas), da qual também fazem parte a couve-flor, o repolho, a couve e espécies distintas como a mostarda, o nabo, o rabanete, o agrião, entre outras. As brássicas constituem a família botânica que abrange o maior número de culturas oleráceas, sendo considerada proeminente na região centro sul do Brasil (FILGUEIRA, 2008).

No mercado brasileiro, há dois tipos de brócolis, o ramoso e o de inflorescência única também denominado de cabeça-única, calabrês, japonês, americano ou ninja. Os brócolis de inflorescência única apresentam inflorescência terminal (cabeça) de maior diâmetro e botões florais com menor granulometria, semelhantes aos da couve-flor. Tais características são adequadas à industrialização com o produto congelado comercializado em balcões frigoríficos, e o produto fresco comercializado com ou sem embalagem (MELO et al., 2015).

As cultivares do tipo inflorescência única utilizadas no Brasil são originárias de países de clima temperado e por isso apresentam dificuldade de adaptação às condições climáticas especialmente no verão (MELO; MADEIRA; PEIXOTO, 2010).

Os mesmos autores, trabalhando com híbrido Avenger, obtiveram massa fresca da inflorescência de 458 g<sup>-1</sup> por planta em sistema de plantio direto na palhada de milho, no verão, com adubação convencional e irrigação diária.

A cultura do brócolis produz satisfatoriamente em climas moderados a frio e é propagado por sementes via semeadura direta no campo ou mudas transplantadas em canteiros. Dependendo da variedade e do clima, as cabeças atingem a colheita entre 60 e 150 dias (SHULTZ, 2013).

Visando melhor adubação verde como cultura de cobertura, no plantio direto de brócolis de inflorescência única sob manejo orgânico, Silva (2002), verificou incremento de 18% na produção de brócolis introduzindo a espécie crotalária em consórcio com o sorgo.

O cultivo de brócolis é realizado principalmente nos chamados Cinturões Verdes e a maior parte da produção é destinada ao mercado na forma *in natura*, nas feiras livres e supermercados. Os brócolis do tipo cabeça ou inflorescência única é produzido principalmente para processamento e congelamento (FILGUEIRA, 2008).

Considerada a maior região produtiva do estado de São Paulo, o município de Mogi das Cruzes conta com 852,7 hectares de área de brócolis obtendo no ano de 2017, uma produção de 906.159,00 (enr.dz.mç.15 kg). Em Botucatu, a área de produção é de 10,6 hectares, proporcionando também no ano de 2017, uma produção de 7.410,00 (enr.dz.mç.15 kg) (IEA, 2017).

A Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) contabilizou no ano de 2016 o montante de 15.452 toneladas comercializadas de brócolis de inflorescência única. Até julho de 2017, esse valor foi de 8.408 toneladas comercializadas. (AGRIANUAL, 2018).

A comercialização dos brócolis de inflorescência única é realizada por unidade e com apenas uma colheita ao final do ciclo, enquanto os brócolis ramosos permitem várias colheitas durante o ciclo e sua comercialização se dá por maços, que incluem talos, folhas e botões florais (LANA; TAVARES, 2010).

## **2.2 Importância da Mecanização na Horticultura**

Mascarenhas e Rocha (1991) relatam que o trabalho manual é extensivamente utilizado na horticultura e com o crescimento econômico desse setor, o desenvolvimento de pequenas máquinas poderá permitir ganhos notáveis não só na produção, como também na capacidade do homem de efetuar trabalhos onde a agilidade é mais importante do que o esforço físico.

A atividade de trabalho rural tem sido reduzida gradualmente devido à diminuição da população agrícola. Assim, o estudo de maquinário agrícola autônomo é necessário a fim de superar a escassez de mão de obra na agricultura (KIM et al., 2017).

No meio da mecanização agrícola é amplamente difundida a ideia de que mecanizar uma propriedade eleva consideravelmente o rendimento operacional da mesma, devido às altas tecnologias disponíveis hoje no mercado. Tal iniciativa implica na redução de custos de produção, principalmente no que diz respeito à mão de obra, a qual é considerada o maior custo numa operação agrícola levando-se em consideração a escassez da mesma (ALMEIDA, 2016).

Para Reifschneider e Lopes (2015), a redução da população rural exige medidas urgentes de fortalecimento da mecanização na horticultura que em seu modelo básico, caracteriza-se pelo intenso uso da mão de obra. Ainda para os mesmos autores, apesar do sistema de adoção de tecnologias esteja embrionário na horticultura e seja somente aplicada por grandes produtores de hortaliças *commodities*, essa área merece atenção especial de pesquisadores e técnicos brasileiros.

Analisando a capacidade de pagamento dos fatores de produção, pode-se sugerir que os pequenos produtores estarão dispostos a investir em tecnologias nas condições em que o investimento se pagar durante o ano, tiver baixo custo e não for tarefa complicada. Se a renda for negativa, o agricultor não fará investimentos em tecnologias que requeiram anos para serem ressarcidos. Desta forma, a estratégia para que o estabelecimento rural passe a um patamar mais elevado tecnologicamente, precisará considerar sua renda líquida (LOPEZ e PEDROZO, 2017).

Os tratores e implementos contribuem sobremaneira com a produção de hortaliças. O nível de tecnologia de um cultivo está diretamente relacionado ao uso de máquinas em todo o ciclo de produção. No Brasil no ano de 2016, o faturamento do setor com o mercado de hortaliças foi de aproximadamente US\$ 41,5 milhões, sendo que a estimativa de movimentação financeira considerou o total de horas utilizadas na produção de hortaliças e a quantidade de tratores e implementos agrícolas necessários, tendo como base a vida útil e o valor unitário de cada equipamento. Assim, do montante movimentado, 93% correspondeu aos tratores e apenas 7% aos implementos (GARCIA FILHO et al., 2017).

### 2.3 Transplante de mudas

O transplante manual de mudas é um trabalho árduo e com baixa capacidade operacional, em consequência disto, a operação de transplante somente se viabiliza com a introdução de máquinas transplantadoras. Desta forma, a otimização dos processos produtivos tornou-se objeto de estudos e de desenvolvimento de tecnologias (MACHADO et al., 2014).

Segundo Filgueira (2008), o transplante mecanizado de mudas foi introduzido no Brasil no final dos anos 90 com máquinas que efetuavam o sulcamento, a adubação e o plantio da muda em posição vertical e eram operadas por colaboradores rurais que depositavam as mudas no mecanismo transplantador.

A operação de transplante de mudas ocorre principalmente de forma semimecanizada, pois utiliza o fator homem para abastecer as plataformas de transplante com as mudas e verificar possíveis falhas de trabalho (JACINTO et al., 2012).

Na China, os transplantes manuais de mudas são amplamente utilizados; porém a escassez de mão de obra impõe uma tecnologia automatizada e de fácil acesso aos agricultores, como as já existentes em tratores e colhedoras (ZHANG, 2012).

As máquinas transplantadoras são na maior parte, equipamentos semiautomáticos os quais exigem em seu funcionamento, a assistência de um operador humano com a finalidade de posicionar as mudas nos órgãos que executam sua deposição no solo. Todavia, existem transplantadoras com funcionamento automático, sem a necessidade do auxílio humano (MIALHE, 2012).

O conhecimento prévio da influência das variáveis que interferem na capacidade operacional destas máquinas pode gerar modelos que permitam estimar de maneira precisa parâmetros que possibilitem a melhoria e o gerenciamento das operações mecanizadas (CUNHA et al., 2018).

Machado et al. (2015) trabalhando com mudas de tomate industrial, relatam que as técnicas de transplante semimecanizado têm se tornado alternativa viável para os produtores, visto que possibilita o aumento do desempenho operacional.

## 2.4 Sistemas de preparo de solo na horticultura

O preparo do solo tem por objetivo proporcionar condições adequadas de desenvolvimento das plantas, facilitando a absorção de água e nutrientes pelo seu sistema radicular (VIEIRA e KLEIN, 2007).

Cada sistema de preparo de solo apresenta peculiaridades como, maior ou menor revolvimento do solo, quantidade de material vegetal aportado, época de preparo, as quais podem ter implicações distintas sobre a produção e possíveis efeitos nas estruturas destes solos (SILVA et al., 2014).

Torres et al. (2015) relatam que diferentes usos e manejos do solo podem causar alterações nos atributos físicos, assim, tem se investido em sistemas de manejo conservacionista que necessitam menor consumo de energia, visando a conservação do solo e da água e que não causem prejuízos no desenvolvimento e na produtividade das culturas.

A produção de hortaliças caracteriza-se por ser uma atividade intensiva quanto à utilização dos recursos disponíveis, como solo, água e nutrientes, exigindo assim elevado investimento por unidade de área explorada (BRITO et al., 2017).

O manejo inadequado do solo, associado à exposição direta aos fatores climáticos, tem como resultado, a perda de solo e nutrientes, diminuição dos teores de matéria orgânica e destruição da estrutura original das partículas dos solos, ocasionando queda na produtividade agrícola (CALEGARI et al., 1993).

Em contrapartida aos sistemas que preparam o solo mobilizando totalmente a camada superficial, foi desenvolvido o sistema de plantio direto, o qual consiste na mobilização apenas da linha de plantio, mantendo-se assim a superfície coberta pelos restos da cultura anterior (MARIA; CASTRO; SOUZA, 1999).

Faulin e Azevedo (2003) relatam que a maioria das hortaliças são cultivadas em solos desprotegidos, ou seja, sem a utilização de qualquer tipo de cobertura, expondo ainda mais os produtores ao risco de sofrer prejuízos numa eventual ocorrência de intempéries.

Para Oliveira et al. (2017) o sistema de plantio direto em hortaliças surge para proteger a superfície do solo contra o impacto das gotas de chuva reduzindo a erosão hídrica, além de suprimir a incidência de plantas espontâneas e armazenar água no perfil do solo.

Para cultivar hortaliças sob esse sistema é fundamental optar por espécies que proporcionem a formação de palhada vigorosa e homogênea para cobertura do solo. Geralmente, as gramíneas como milho (*Zea mays*) ou milheto (*Pennisetum americanum*), ou ainda o consórcio dessas gramíneas com leguminosas como mucuna (*Mucuna aterrima*) ou crotalária (*Crotalária juncea*), estão sendo altamente utilizadas (SOUZA, 2013).

A procura pela sustentabilidade dos recursos naturais nos sistemas de produção de hortaliças tem orientado as pesquisas relacionadas ao plantio direto em palha de coberturas vegetais (HIRATA et al.; 2015).

Consoline (2018), trabalhando com brócolis em sistema de plantio direto, concluiu que o fator preparo do solo, obteve maior influência na qualidade de transplante da máquina do que a velocidade de deslocamento da mesma. O autor conclui ainda que, em sistema de plantio direto, o uso da transplantadora em maior velocidade de deslocamento, apresentou o menor custo operacional por hectare.

## **2.5 Desempenho Operacional e Econômico na mecanização agrícola**

As informações sobre o desempenho e a capacidade de trabalho das máquinas agrícolas são de grande importância no gerenciamento de sistemas mecanizados agrícolas, auxiliando na tomada de decisões (MOLIN e MILAN, 2002).

O desempenho operacional de máquinas agrícolas está sujeito a alterações devido a fatores como carga a ser tracionada e a velocidade de trabalho, podendo interferir diretamente nos processos agrícolas mecanizados. A melhor forma de obter tais respostas é por meio de ensaios de desempenho operacional (QUEIROZ et al., 2017).

Mialhe (1974) descreve capacidade operacional, como a quantidade de trabalho que máquinas e implementos agrícolas são capazes de executar na unidade de tempo, estabelecendo uma medida de intensidade do trabalho desenvolvido durante a execução de operações agrícolas.

Conhecer a capacidade operacional de máquinas agrícolas a fim de selecionar a potência e os equipamentos que desempenharão as operações em tempo hábil é de suma importância, visto que custos adicionais com máquinas superdimensionadas é situação corriqueira em propriedades agrícolas (GARCIA et al., 2006).



Segundo Milan (2004), o setor agrícola, como qualquer outra atividade, deve ajustar as receitas e os custos de modo a garantir a rentabilidade do negócio. Uma análise crítica dos custos envolvidos e a definição das propriedades para minimizá-los, sem que isso interfira na sustentabilidade do negócio, são formas de se evitar a perda da rentabilidade. Ainda para o mesmo autor, o desempenho econômico das máquinas agrícolas envolve o cálculo dos custos direto, indireto e o operacional. Os custos diretos são aqueles atribuídos à posse e ao uso do equipamento, os indiretos são devidos a um dimensionamento inadequado, causando perdas na produtividade ou na qualidade do produto, e o operacional está relacionado com a capacidade de trabalho.

Entre os fatores envolvidos nos custos de produção agrícola, os que têm maior expressão são as máquinas e os insumos (combustíveis, lubrificantes, fertilizantes e mão de obra), os quais, através de um planejamento operacional adequado podem resultar em uma melhoria da eficiência (ROSA E SILVA, 2015).

De acordo com Balastreire (1990), o custo total no uso de máquinas agrícolas, envolve o custo fixo que é contabilizado independente do uso da máquina, composto pela depreciação, juros, alojamento e seguro e o custo variável representado por componentes que variam conforme a utilização das máquinas agrícolas, tais como o gasto com combustível, manutenção, salário e lubrificante.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local do Experimento**

O experimento foi conduzido no município de Pardinho – SP, no Sítio Janeiro, situado a 23° 02' 32" S e 48° 22' 41" W, entre novembro de 2017 e abril de 2018.

Produtor comercial de folhosas e brássicas em geral, o Sítio Janeiro possui uma área produtiva útil de 30 ha, sendo o tipo de solo predominante, o Latossolo vermelho distrófico de textura argilosa (477 g. kg<sup>-1</sup> de argila, 327 g. kg<sup>-1</sup> de silte e 197 g. kg<sup>-1</sup> de areia total), conforme classificação da EMBRAPA (2013).

#### **3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental**

Os tratamentos consistiram em três formas de transplante de mudas, onde denomina-se transplante semimecanizado com dois tipos de transplantadoras, além do transplante manual (convencional). A denominação de semimecanizado origina-se pelo fato de que ambas as transplantadoras necessitam da interferência humana para a realização da operação de transplante.

As três formas de transplantes foram realizados em dois sistemas de preparo de solo, sendo eles sistema de plantio direto na palhada de milho e sistema de preparo convencional de solo.

Foram levantados oito canteiros lado a lado medindo 95 m de comprimento x 1,20 de largura cada um, totalizando 912 m<sup>2</sup> (0,0912 ha) de área experimental.

Logo após, os canteiros foram separados e identificados com placas, sendo quatro canteiros para o tratamento em sistema de plantio direto e quatro canteiros para o tratamento em preparo convencional de solo.

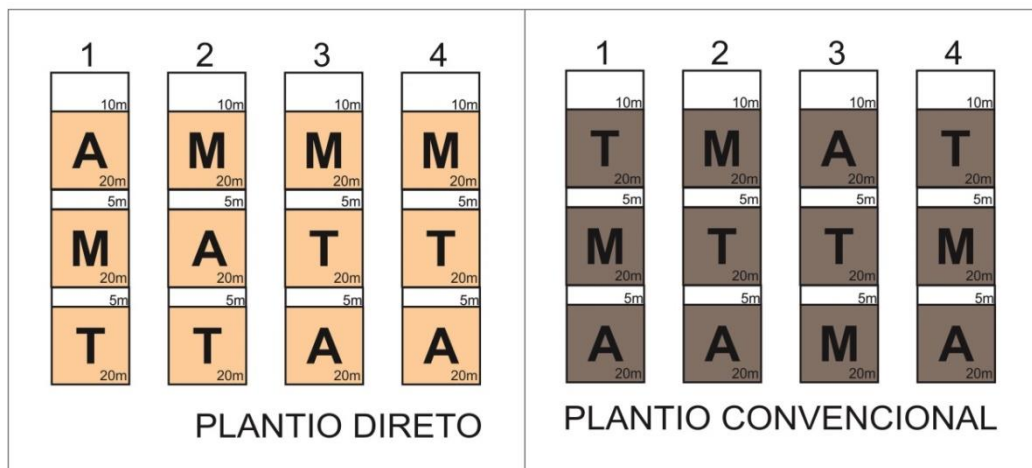
Dentro de cada canteiro em sistema de plantio direto, houve três subdivisões de unidades experimentais (parcelas) medindo, 20 m x 1,20 m (0,0024 ha) cada uma, para a medição dos tempos de operações de cada tipo de transplante e para as avaliações agrônomicas da cultura do brócolis. Assim, o delineamento experimental consistiu em três métodos de transplante distintos dentro de cada

canteiro, sendo o número de repetições, a quantidade de canteiros estabelecidos, ou seja, quatro repetições.

No tratamento de preparo convencional de solo, praticou-se a mesma configuração já descrita.

Ao todo o experimento contabilizou 24 unidades experimentais (parcelas subdivididas) e foram identificadas conforme o tipo de transplante onde a sigla “A” significa automotriz, “T” significa tratorizado e “M” significa manual. O delineamento experimental está representado no croqui (Figura 1), o qual ilustra como o experimento foi disposto em campo.

**Figura 1 - Croqui da área experimental.**



### 3.3 Preparo da área experimental

Para a preparação da área em sistema de plantio direto, o levantamento dos canteiros foi realizado com o conjunto mecanizado composto por trator e enxada rotativa e logo após foi semeada a cultura de cobertura para formação de palhada.

A cultura de cobertura escolhida para este trabalho foi a gramínea milheto (*Pennisetum americanum* (L.)), por ser a cultura recomendada para a época (novembro/2017) com a finalidade de formação de palhada e a cultivar utilizada foi a BRS 1501. O milheto foi semeado mecanicamente a lanço mecanicamente na quantidade de 20 kg. ha<sup>-1</sup> conforme recomendado para a cultura em semeaduras a lanço.

A dessecação do milho ocorreu 45 dias após a semeadura com herbicida glyphosate na dosagem de  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , com pulverizador modelo KO 600 L, barra de 14 metros regulado para uma vazão de  $200 \text{ L ha}^{-1}$ .

Nos tratamentos com sistema de preparo convencional de solo, os canteiros foram levantados com o conjunto mecanizado composto por trator e enxada rotativa.

### **3.4 Metodologias de quantificação de palhada no solo**

Na área submetida ao sistema de plantio direto, após a dessecação do milho, foi aplicada a metodologia de Chaila (1986) para quantificação de palhada no solo. Tal metodologia consiste na coleta da palhada que se encontra dentro de um quadrado de madeira com dimensão de  $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ , o qual neste trabalho foi lançado uma vez aleatoriamente em cada canteiro submetido ao sistema de plantio direto (Figura 2), obtendo-se assim quatro porções de palhada. Após essa coleta, a palhada foi condicionada separadamente em sacos de papel, devidamente identificados e pesados. Os sacos de papel foram mantidos por 72 horas em estufa a  $65^\circ \text{ C}$  e logo após a retirada, foram novamente pesados a fim de obter dados para determinar a quantidade de matéria seca por área.

Na obtenção de dados de porcentagem de palhada na área, a metodologia adotada foi a descrita por Laflen et al., (1981), onde é utilizado um cordão com 15 m de comprimento, que apresenta marcações equidistantes de  $0,15 \text{ m}$  originando 100 pontos de leitura (Figura 3). A leitura destes pontos é realizada em "X" obtendo a média dos dados para a transformação em porcentagem posteriormente.

Os resultados obtidos foram que na área submetida ao sistema de plantio direto a média de matéria seca foi de  $2,7 \text{ t ha}^{-1}$  e a porcentagem de distribuição da palha na área foi de 94,5%.

**Figura 2 - Método Chaila (1986) de quantificação de palhada.**



**Figura 3 - Método Laflen et al. (1981) de porcentagem de palhada.**



### **3.5 Cultura dos brócolis**

O híbrido do brócolis de inflorescência única escolhido para este trabalho foi o 'BC1691', da empresa comercial Seminis Vegetable Seeds<sup>®</sup> pois, além de ser o recomendado para a época, possui alta uniformidade de cabeças (vantagem na comercialização em bandejas), prática adotada pelo produtor, além de estrutura

ereta e bom enfolhamento. Cabeças de tamanho médio, compactas, de granulometria média a pequena e de ótima cor. Ciclo médio a partir do transplante entre 70 e 75 dias, conforme especificado pela empresa. As mudas do híbrido estudado podem ser transplantadas em espaçamentos entre linhas de 0,50 a 0,70 m e entre plantas de 0,50 a 0,80 m. O espaçamento adotado para este trabalho no ato do transplante foi o praticado pelo produtor, o qual é de 0,60 x 0,40 m. Nesta configuração de espaçamento, a média de população é de 20.000 plantas por hectare.

### 3.6 Máquinas e equipamentos

As máquinas utilizadas neste trabalho foram duas transplantadoras de mudas de hortaliças, sendo a primeira de fabricação italiana, da marca<sup>1</sup> Fedele Mario, modelo MAX<sup>®</sup>, linha dupla de transplante, tracionada pelo trator da marca New Holland, modelo TL65<sup>®</sup>, 4x2, com potência nominal de 48 kW (65 cv) (Figura 4) e a segunda, uma transplantadora denominada automotriz, com potência nominal de 2,2 kW (3 cv) fabricada pela empresa Yanmar Co., Ltd, modelo PH1.WA<sup>®</sup>, composta por uma linha de transplante (Figura 5).

Para medir o desempenho das operações, no ato do transplante da cultura do brócolis, foram utilizados dois cronômetros digitais, onde um cronometrou o tempo efetivo de transplante dentro das repetições e outro cronometrou o tempo de manobra e ou interrupções no transplante com as máquinas.

Para obtenção dos dados de consumo de combustível, foi utilizado um equipamento denominado fluxômetro, detalhado no item 3.7 deste trabalho.

---

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



**Figura 4 - Vista lateral do conjunto mecanizado trator transplantadora tratorizada.**



**Figura 5 - Vista lateral da transplantadora automotriz.**

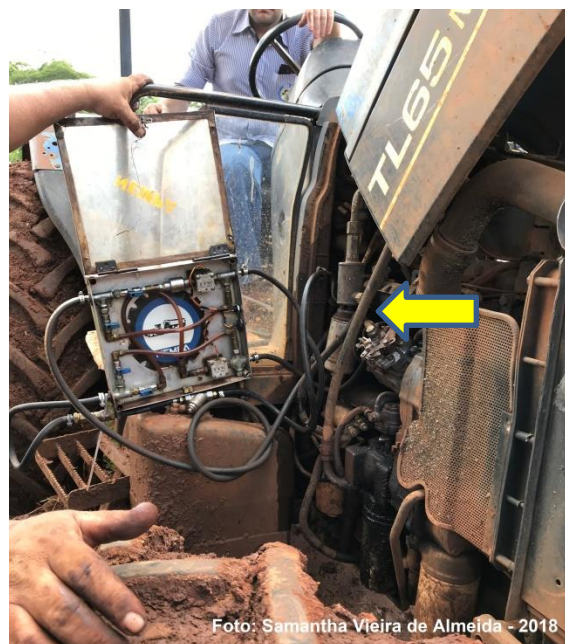


### 3.7 Consumo de combustível

Na aferição de consumo de combustível para a realização do transplante com a transplantadora tratorizada foram utilizados dois fluxômetros da marca “Flowmate” modelo Oval M-III instalados momentos antes da operação de transplante na entrada de combustível do trator e outro no retorno do combustível (Figura 6). O fluxômetro gera um pulso a cada mililitro (mL) de combustível consumido pelo trator. A aquisição dos dados foi obtida em painel instalado na cabine do trator, onde identificou a quantidade de pulsos exercida nos sistemas de entrada e de retorno de combustível.

Na transplantadora automotriz, o consumo de combustível foi aferido por um fluxômetro também da marca “Flowmate” modelo Oval M-III instalado somente na entrada de combustível da máquina, pois o modelo do carburador da mesma não possui o retorno de combustível (Figura 7). O aparelho gerou um pulso a cada mililitro (mL) de combustível consumido pela transplantadora e tais dados foram obtidos através do painel de leitura instalado no porta bandejas de mudas, identificando a quantidade de pulsos praticada no sistema de entrada de combustível.

**Figura 6 - Fluxômetros instalados no trator.**





**Figura 7 - Fluxômetro instalado na transplantadora automotriz.**



Foto: Samantha Vieira de Almeida - 2018

### **3.8 Operação de transplante das mudas**

O transplante das mudas foi realizado no dia 23 de fevereiro de 2018 com as máquinas especificadas no item 3.6 e de forma manual (convencional) nos dois tipos de preparo de solo. As transplantadoras foram devidamente reguladas com espaçamento definido de 0,60 x 0,40 m, conforme recomendada para a cultura dos brócolis (Figuras 8 e 9). Além da regulagem de espaçamento, as transplantadoras tiveram sua rotação de trabalho fixadas em 1.000 rpm. Como são equipamentos com distinção motora, a transplantadora automotriz teve a rotação fixada na própria máquina, enquanto na transplantadora tratorizada, essa fixação ocorreu no trator utilizado.

Para o transplante de forma manual (convencional), a operação foi realizada no mesmo espaçamento do semimecanizado por dois colaboradores do sítio e seus tempos de trabalho foram cronometrados separadamente (Figura 10).

As mudas de brócolis de inflorescência única no ato do transplante estavam no primeiro estágio fenológico, o qual as plântulas emergidas continham três folhas definitivas, situação esta conforme recomendação técnica (Figura 11).

A adubação foi realizada mecanicamente antes do transplante com NPK de liberação lenta na formulação 21-11-11 e na dosagem de 500 kg ha<sup>-1</sup>, conforme recomendação técnica.

**Figura 8 - Operação de transplante com a máquina automotriz.**



**Figura 9 - Operação de transplante com a máquina tratorizada.**



**Figura 10 - Operação de transplante manual.**





**Figura 11 - Muda transplantada com três folhas definitivas.**



### **3.9 Qualidade da operação de transplante semimecanizado**

Nas operações de transplante semimecanizado de mudas na horticultura, uma prática comum é a realização do repasse destas mudas posteriormente.

A necessidade de repasse após o transplante caracteriza a qualidade e a uniformidade da operação.

O repasse nada mais é do que o acondicionamento de forma manual das mudas no sulco de transplante e se faz necessário visto que nem sempre a máquina faz a deposição de forma correta da muda no sulco (Figuras 12 e 13). Outra situação que também ocorre é sulco vazio, ou seja, sem mudas, mas tal situação advém da falha humana, visto que o homem nestes casos é o responsável pela deposição da muda no órgão transplantador da máquina.

A fim de caracterizar a qualidade de operação de cada unidade experimental, foi contabilizado após o transplante, o número de mudas às quais necessitaram ser repassadas.

Considerando que, no espaçamento adotado (0,60 m X 0,40 m) e tamanho da unidade experimental (20 m x 1,20) a quantidade de mudas transplantadas seja de 100 mudas, assim estabeleceu o número de mudas repassadas equivalentes à

porcentagem de repasse. Vale salientar que foram contabilizadas juntamente as mudas não depositadas e as parcialmente depositadas.

**Figura 12 - Muda parcialmente depositada no sulco.**



**Figura 13 - Muda não depositada no sulco.**



### 3.10 Tratos culturais

Treze dias após transplante, foi realizada uma aplicação com pulverizador costal a fim de controlar a incidência de plantas daninhas, sendo a maioria da espécie nabiça (*Raphanus raphanistrum* (L.)). Os herbicidas utilizados na pulverização foram o paraquate, na dosagem de  $0,75 \text{ L ha}^{-1}$  em conjunto com o cloroacetanilida, na dosagem de  $0,30 \text{ L ha}^{-1}$ , ambos misturados em calda de 20 L, capacidade total do pulverizador costal.

Para evitar a ação dos herbicidas na cultura do brócolis, as plantas foram protegidas por um recipiente plástico e retirados após a aplicação.

### 3.11 Colheita dos brócolis

A colheita das cabeças foi realizada de forma manual e ocorreu 63 dias após o transplante (27 de abril de 2018). Foram colhidas 10 plantas aleatórias com características comerciais de cada parcela útil e reservadas separadamente em caixas plásticas vazadas com a devida identificação dos tratamentos em cada uma.

Para a análise da produtividade, foram pesadas as 10 cabeças de brócolis das caixas identificadas com os tratamentos, uma a uma em balança digital (Figura 14). Logo após, elas foram aferidas com paquímetro digital (Figura 15). Com estes procedimentos, foram coletados os dados de massa fresca por planta (g) e diâmetro de cabeça (mm) complementando assim os dados de produtividade da cultura.



Figura 14 - Peso das cabeças em balança digital.



Figura 15 - Aferição do diâmetro da cabeça.



### 3.12 Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico deste trabalho foi o de blocos casualizados com quatro repetições em esquema de unidades experimentais subdivididas, tanto para os dados de desempenho operacional e consumo de combustível como para a avaliação agrônômica da cultura.

Os dados experimentais foram analisados separadamente e realizado o desdobramento quando houve interação entre eles.

As análises estatísticas dos dados foram submetidas a análises de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O programa estatístico adotado foi o composto pelo *software* Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

### 3.13 Desempenho Operacional

Dentro do estudo de Mecanização Agrícola, existe a linha de raciocínio denominada Desempenho Operacional. Para a análise dos dados de desempenho operacional das transplantadoras, foi utilizada a metodologia adaptada de Mialhe (1974). As variáveis determinadas para as condições deste trabalho foram a Capacidade de Campo Teórica, Capacidade de Campo Operacional e a Capacidade de Campo Efetiva.

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

A capacidade de campo teórica foi obtida a partir das dimensões dos órgãos ativos da máquina, especificamente largura de trabalho e velocidade de deslocamento, sendo calculada por meio da equação 1:

$$Cct = (L \times V) / 10 \quad (1)$$

Em que:



$C_{ct}$  = Capacidade de campo teórica ( $ha\ h^{-1}$ );

$L$  = Largura de trabalho (m);

$V$  = Velocidade ( $km\ h^{-1}$ ).

A velocidade de deslocamento considerada na determinação de  $C_{ct}$  é aquela correspondente ao limite máximo de velocidade sob a qual é possível realizar um trabalho adequado, sob condições operacionais definidas pelo fabricante da máquina.

Ambos os fatores, são dimensionados em condições perfeitas de operação, ou seja, sem nenhuma adversidade em campo.

### 3.13.2 Capacidade de Campo Operacional ( $C_{co}$ )

Denomina-se Capacidade de campo operacional, a capacidade da máquina ou implemento no campo que inclui efeitos de fatores de ordem operacional. Tais efeitos podem ser representados por tempos consumidos no preparo da máquina, deslocamento até a área e em interrupções, requeridos pelo próprio trabalho da máquina quando em operação no campo. A  $C_{co}$  foi obtida por meio da equação 2.

$$C_{co} = (L \times V \times E_f) / 10 \quad (2)$$

Em que:

$C_{co}$  = Capacidade de campo operacional;

$L$  = largura de trabalho (m);

$V$  = velocidade ( $km\ h^{-1}$ );

$E_f$  = Eficiência (%).

### 3.13.3 Capacidade de campo efetiva ( $C_{ce}$ )

A capacidade de campo efetiva representa a capacidade que de fato a máquina realizou em campo. Representa a capacidade básica da máquina, ou seja, a medida no campo durante determinado intervalo de tempo sem interrupções. A  $C_{ce}$  foi obtida através da equação 3.

$$Cce = A/T \quad (3)$$

Em que:

Cce = Capacidade de campo efetiva;

A = Área de trabalho;

T = Tempo de operação.

### 3.14 Desempenho econômico operacional

Para os cálculos de desempenho econômico foi utilizada a metodologia adaptada de Mialhe (1974), a qual propõe a divisão dos custos operacionais em custos fixos e variáveis.

#### 3.14.1 Custos Fixos

##### 3.14.1.1 Depreciação

Para Mialhe (1974), a depreciação de máquinas agrícolas é a redução do valor da máquina causado pelo desgaste natural do tempo, bem como pela falta de uso. A depreciação foi calculada segundo a equação 4.

$$D = \left[ \frac{(VI - VF)}{L} \right] \left( \frac{1}{N} \right) \quad (4)$$

Em que:

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

VI = valor inicial da máquina;

VF = valor final da máquina;

L = vida útil em anos;

N = número de horas de uso da máquina/ano.

##### 3.14.1.2 Juros

Os custos com juros foram determinados pela equação 5 descrita abaixo, considerando o valor da aquisição do trator (VI), valor final (VF) e a taxa anual de juros ( $T_J$ ) com o percentual de 8,5% conforme circular SUP/AGRIS nº 17/2016 (BNDES, 2017).

$$J = \left[ \frac{(VI + VF)}{2} \right] \cdot \left( \frac{T_J}{100} \right) \left( \frac{1}{N} \right) \quad (5)$$

Em que:

J = parcelas de juros, anual;

VI = valor de aquisição (R\$);

VF= valor final (10% do Vi);

$T_J$  = taxas de juros (%);

N = número de horas de uso da máquina/ano.

O valor de aquisição (VI) do trator foi adquirido de acordo com o AGRIANUAL (2018). O valor de aquisição (VI) das transplantadoras foi informado pelo proprietário rural. Informações de vida útil (L) do trator em anos e horas trabalhadas por ano (N), também foram adquiridas do AGRIANUAL (2018), enquanto as mesmas informações das transplantadoras foram adquiridas conforme os manuais dos fabricantes. Estes dados são apresentados no quadro 1.

**Quadro 1 - Dados de valor de aquisição, vida útil estimada, e horas trabalhadas/ano das máquinas.**

Máquina	VI (R\$)	L (anos)	N (h <sup>-1</sup> )
Trator NH TL65 4x2	140.000,00	10	1.000
Transplantadora Fedele Mario MAX	35.000,00	5	1.000
Transplantadora Yanmar PH1.WA	40.000,00	5	1.000

### 3.14.1.3 Alojamento

Foi utilizado neste trabalho um percentual de alojamento de 0,5%, conforme equação 6 descrita abaixo, sobre o valor inicial das máquinas. Segundo Mialhe (1974), as despesas com alojamento são consideradas como uma percentagem do valor inicial das máquinas abrigadas, variando de 0,5% a 2,0% ao ano.

$$A = \frac{(T_a / 100).VI}{N} \quad (6)$$

Em que:

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

T<sub>a</sub> = percentual (0,5%) sobre o valor de aquisição do bem.

VI = valor inicial da máquina;

N = número de horas de uso da máquina/ano.

#### 3.14.1.4 Seguro

Foi utilizada a equação 7, onde o percentual de taxa de seguro considerado é de 2% sobre o valor inicial (VI) da máquina. Geralmente o seguro é realizado como uma preventiva de assegurar a cobertura de danos diversos que por ventura venha ocorrer ao maquinário.

$$S = \frac{(T_s / 100).VI}{N} \quad (7)$$

Em que:

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

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

VI = valor inicial da máquina;

N = número de horas de uso da máquina/ano.

#### 3.14.2 Custos Variáveis

### 3.14.2.1 Mão de obra

Na metodologia adotada para este trabalho, a mão de obra é considerada custo fixo, pois a mesma foi desenvolvida no ano de 1976, onde tal fator não era uma problemática.

Devido a atual situação de escassez de mão de obra já citadas na revisão bibliográfica deste trabalho e pelos tipos de transplante estudados, optou-se por adaptar o fator mão de obra como custo variável, visto que o número de trabalhadores envolvidos nas operações de transplante de mudas, seja manual ou semi mecanizado, não é fixo.

Para cálculos de custo com mão-de-obra, foram utilizados os valores dos salários em exercício pela propriedade, encargos trabalhistas e despesas contábeis. Os salários são baseados na carga/horária mensal, ou seja, referem-se ao número total de horas mensais trabalhadas. Para operadores de máquinas, o custo total mensal (salário + encargos trabalhistas) foi de R\$ 1.720,00 e para os demais colaboradores, o custo total mensal foi de R\$ 1.540,00. Para o cálculo de número de horas mensais trabalhadas, foram levadas em consideração 8 horas diárias em 22 dias úteis de trabalho, totalizando 176 horas totais trabalhadas mensais.

Os cálculos do custo horário com mão de obra foram realizados conforme a equação 8.

$$CMO = \frac{SAL + ES}{NT} \quad (8)$$

Em que:

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

SAL = salários (R\$);

ES = encargos sociais (R\$);

NT = número de horas mensais trabalhadas pelos trabalhadores na operação de transplante mecanizado (176 horas).

### 3.14.2.2 Custo horário de combustível

Para o cálculo do custo horário com combustível das máquinas, foi utilizada a equação 9 descrita abaixo e proposta por Mialhe (1974). O preço do Diesel utilizado neste trabalho foi o valor médio de R\$ 3,59 L<sup>-1</sup>, e o da gasolina valor médio de R\$ 4,49 obtidos através da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2018) e exercidos na região de Botucatu – SP no período do experimento.

$$CHC = P_c . GH \quad (9)$$

Em que:

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

P<sub>c</sub> = preço do combustível (R\$ L<sup>-1</sup>);

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

### 3.14.2.3 Lubrificantes

No cálculo de custo com lubrificantes do trator e da transplantadora automotriz, foi utilizada uma estimativa de 20% dos gastos com combustíveis, conforme equação 10.

$$L = PL \times CHC \text{ (R\$ h}^{-1}\text{)}; \quad (10)$$

Em que:

L = custo com lubrificantes (R\$ h<sup>-1</sup>);

PL = percentual (0,2%) estimado de gastos com combustíveis;

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

### 3.14.2.4 Manutenção

Para determinar os custos com manutenção, foi utilizada a equação 11 descrita abaixo, em que o coeficiente designado fator de reparo (FR) leva em consideração, condições de trabalho ao qual a máquina foi submetida, habilidade dos operadores, conservação e número de horas trabalhadas.

O fator de reparo adotado foi o sugerido por Mialhe (1974), o qual o autor menciona que o percentual ( $T_m$ ) para tratores e transplantadoras é de 10% sobre valor inicial das máquinas.

$$M = \frac{(T_m / 100).VI}{N} \quad (11)$$

Em que:

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

T<sub>m</sub> = percentual sobre o valor de aquisição do bem;

VI = valor inicial da máquina (R\$);

N = número de horas de uso da máquina/ano (h).

### 3.15 Custo Horário e Custo Operacional

Na determinação dos custos horários e operacionais, foram utilizadas as equações 12 e 13 respectivamente.

$$CH = J + D + A + S + MO + CHC + M + CLG \quad (12)$$

Em que:

CH = custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>);

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

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

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

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

MO = custo com mão-de-obra (R\$ h<sup>-1</sup>);  
 CHC = custo com combustível (R\$ h<sup>-1</sup>);  
 M = custo com manutenção (R\$ h<sup>-1</sup>);  
 CLG = custo com lubrificantes e graxas (R\$ h<sup>-1</sup>).

$$CO = CH / Cco \quad (13)$$

Em que:

CO = custo operacional (R\$ ha<sup>-1</sup>);  
 CH = custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>);  
 Cco = capacidade de campo operacional (ha h<sup>-1</sup>).

### 3.16 Ponto de troca de tecnologia

Os meios produtivos têm emprego acima de certo mínimo para serem economicamente viáveis, como no caso da substituição de uma operação agrícola realizada de forma manual para a operação mecanizada (HOFFMANN et al., 1989). A relação dos custos fixos pela intensidade de uso, no caso deste trabalho 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.

Para determinar a quantidade mínima de mudas para que a substituição do transplante manual para o sistema mecanizado seja vantajosa, foi utilizada a equação 14, adaptada da metodologia de Hoffmann et al., (1989).

$$n \geq \frac{Cf}{Cv\ man - Cv\ mec} \quad (14)$$

Em que:

n = número mínimo de mudas para que a substituição seja vantajosa;  
 Cf =Custo Fixo Total do sistema mecanizado (R\$ ano<sup>-1</sup>);  
 CvMan = Custo variável do sistema manual (R\$ muda<sup>-1</sup>);



CvMec = Custo variável do sistema mecanizado (R\$ muda<sup>-1</sup>).

Salienta-se que, os cálculos adotados foram realizados separadamente para os dois tipos de máquinas. Assim, obtivemos a quantidade de mudas ideal para a troca do sistema manual pela transplantadora automotriz e a quantidade de mudas ideal para a troca do sistema manual pela transplantadora tratorizada.

### 3.17 Análise de investimento

O processo de tomada de decisão para efetuar melhorias numa propriedade de produção agrícola requer conhecimento técnico e financeiro, ou seja, é necessário que o novo projeto esteja financeiramente de acordo com a necessidade de investimento. Assim, foi realizada a análise de investimento das máquinas transplantadoras a partir da metodologia adaptada de Silva (2013), a fim de obter a viabilidade financeira econômica na aquisição das máquinas.

Os critérios utilizados para a análise de investimento foram, VPL (valor presente líquido), TIR (taxa interna de retorno) e *Payback* simples.

Os cálculos foram realizados com a função *fx* (função financeira) do programa computacional Excel (2010) da empresa Microsoft®, a partir dos dados dos valores de investimentos (valor de aquisição das máquinas), despesas e receitas da produção dos brócolis de inflorescência única.

Os dados de custos de produção da cultura (irrigação, insumos e tratamentos culturais), foram adquiridos de índices econômicos como Agriannual (2018) e cotações da Ceagesp (2019) e estimados numa área de 20 hectares de monocultura dos brócolis submetidos ao sistema de plantio direto.

Os valores de aquisição das máquinas foram adquiridos conforme descritos no item 3.14.1.2 deste trabalho.

Os custos envolvendo hora-máquina foram obtidos a partir dos cálculos de custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) das transplantadoras alcançados neste trabalho e multiplicados pela quantidade de hora mensal trabalhada (176 horas).

Para obtenção dos valores de receita, foram utilizados valores de venda através de cotações pela Ceagesp (2019) praticados no dia 01/03/2019. A quantidade de plantas (cabeças) comercializadas foi estimada na quantidade

produzida em 20 hectares levando-se em consideração uma perda de 30% na produção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Desempenho Operacional

Os dados experimentais foram avaliados separadamente, conforme modelo estatístico adotado e realizado o desdobramento quando houve interação entre eles.

Os resultados foram discutidos e dispostos no texto, tabelas e quadros, conforme as siglas de cada tratamento, sendo eles, A – transplantadora automotriz, T – transplantadora tratorizada, M – manual, PD – plantio direto e PC – preparo convencional.

#### 4.1.1 Capacidade de Campo Teórica (Cct)

No Quadro 2, são apresentados os dados para capacidade de campo teórica ( $\text{ha h}^{-1}$ ) das transplantadoras nos dois tipos de preparo de solo, sendo as siglas para cada tratamento conforme estabelece, A – transplantadora automotriz, T – transplantadora tratorizada, PD – plantio direto e PC – preparo convencional.

**Quadro 2 - Capacidade de campo teórica ( $\text{ha h}^{-1}$ ) das transplantadoras nos dois tipos de preparo de solo.**

Tratamentos	Cct ( $\text{ha h}^{-1}$ )	m de canteiros ( $\text{h}^{-1}$ )
A - PD	0,069	1.152
T - PD	0,288	1.800
A - PC	0,069	1.152
T - PC	0,288	1.800

A capacidade de campo teórica (Cct) representa no estudo de mecanização agrícola, a capacidade hipotética que uma determinada máquina tem em realizar o tipo de operação a qual ela foi projetada e é estabelecida pelas variáveis largura de

trabalho e velocidade máxima de deslocamento, dados definidos pelo fabricante e dispostos no manual do equipamento.

A transplantadora automotriz expressa uma capacidade de campo teórica menor que a transplantadora tratorizada, pois como citado no item 3.6 deste trabalho, a mesma é provida de motor com potência máxima de 2,2 kW (3,0 cv) (conforme manual do fabricante) podendo chegar a uma velocidade máxima de operação de transplante de 0,32 m/s (1,15 km/h) e largura de trabalho variando entre 0,25 metros e 0,60 metros.

A transplantadora tratorizada, tem sua capacidade de campo teórica expressa através do trator que a traciona, o qual apresenta potência nominal de 48 kW (65 cv), e a velocidade máxima de trabalho em 1ª marcha (condição necessária pelo tipo de operação) é de 0,5 m/s (1,8 km/h). Entretanto a largura de trabalho utilizada para o cálculo de Cct, é a representada pela própria transplantadora e varia entre 0,15 metros e 1,60 metros, conforme manual do fabricante.

Neste trabalho, os dados de Cct configura uma operação de campo das máquinas em estudo em condições adequadas tal que, o fator tipo de preparo de solo não caracteriza uma variável de interferência.

Almeida (2016), trabalhando com uma transplantadora tratorizada, cita que a capacidade de campo teórica quando calculada é sempre maior que a capacidade de campo efetiva, pois não está submetida às interferências das diversas condições de trabalho em campo e nem às particularidades em que o operador possui para conduzir as máquinas.

#### **4.1.2 Capacidade de Campo Operacional (Cco)**

Os resultados de Capacidade de campo operacional (Cco) estão apresentados na Tabela 1 e conforme demonstra, nas condições em que este trabalho foi realizado, e comparando-se separadamente, o tipo de preparo de solo não interferiu estatisticamente na capacidade de campo operacional na forma de transplante, seja no semimecanizado entre ambas as máquinas ou no transplante de forma manual.

Portanto, não corrobora com Consoline (2018) que, trabalhando com uma transplantadora tratorizada em preparo convencional de solo e sistema de plantio direto com transplante de brócolis, concluiu que no plantio direto a presença de

palhada no solo interferiu na operação, conseqüentemente diminuindo o desempenho da máquina.

**Tabela 1 - Capacidade de campo operacional (ha h<sup>-1</sup>) em relação aos tratamentos. Botucatu, UNESP – FCA, 2019.**

Tratamentos	Cco (ha h <sup>-1</sup> )
<b>Tipos de preparo de solo</b>	
Plantio Direto	0,02
Preparo Convencional	0,02
<b>Forma de Transplante</b>	
Automotriz	0,021 b
Tratorizado	0,041 a
Manual	0,019 b
Teste F (preparo de solo)	0,39 n.s.
CV (%)	14,85
DMS	0,005
Teste F (forma de transplante)	0,00**
CV (%)	14,85
DMS	0,005
Interação	0,39 n.s.

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*não significativo a 5% de probabilidade ( $p < .05$ ). n.s. não significativo ( $p \geq .05$ ). D.M.S. diferença mínima significativa. C.V. (%) coeficiente de variação em porcentagem.*

Estes resultados não corroboram também com Almeida (2016), que concluiu ao trabalhar com uma transplantadora tratorizada em preparo convencional de solo e sistema de plantio direto com transplante de mudas de alface, que a maior capacidade de campo operacional obtida com a máquina foi no sistema de plantio direto.

Desta forma, pode-se observar que para os efeitos de ordem operacional, no caso deste trabalho, a presença de cobertura no solo (palhada de milho) dentro da atuação de transplante de mudas de hortaliças, não causa nenhum tipo de impedimento significativo, o qual interfira negativamente no rendimento das máquinas transplantadoras.

Ainda analisando separadamente o tipo de preparo de solo com a forma de transplante, a tabela 1 expõe que a forma de transplante semimecanizado com a transplantadora tratorizada, obteve uma maior capacidade de campo operacional, ou

seja, a média apresentada diferiu estatisticamente da média apontada pela transplantadora automotriz.

O mesmo não acontece comparando o transplante semimecanizado de mudas da máquina automotriz com o transplante manual, pois nesse caso o transplante manual é realizado por dois colaboradores simultaneamente, concluindo as duas linhas de transplante, mesmo que o tempo de operação seja diferente entre eles. Assim, o que vai diferir uma operação da outra é a qualidade da mesma ao final, visto que o transplante manual é ergonomicamente inferior.

Vale salientar que a capacidade de campo operacional representa a capacidade que uma máquina tem de rendimento levando-se em consideração inúmeros fatores de ordem operacional, como tipo de preparo de solo, condições estruturais físicas do solo, teor de umidade do solo, tipo de operação a qual a máquina está desempenhando, velocidade de deslocamento na operação, além das particularidades de cada máquina como, tempo de preparo e interrupções operacionais como manobras necessárias e da individualidade que cada operador tem para operar a máquina nos variados tipos de produção agrícola.

#### **4.1.3 Capacidade de campo efetiva (Cce)**

Na tabela 2 estão apresentados os resultados de capacidade de campo efetiva e consumo horário de combustível efetivo nas operações semimecanizadas de transplante de mudas de brócolis.

Conforme os dados dispostos na referida tabela, comprovam que, a capacidade de campo efetiva teve a maior média na transplantadora tratorizada, diferindo estatisticamente da transplantadora automotriz e da forma manual de transplante. Este resultado independe do tipo de preparo de solo a qual a máquina foi submetida, pois os dados foram analisados separadamente.

Considerando que a capacidade de campo efetiva é obtida através dos cálculos de área trabalhada dividido pelo tempo efetivo de trabalho, ou seja, sem os tempos de interrupção de operação (tempo de preparo da máquina e ou manobras), a transplantadora tratorizada faz mais metros de linha de transplante em menos tempo do que a transplantadora automotriz. Sendo assim, a maior Cce ( $\text{ha h}^{-1}$ ) obtida na transplantadora tratorizada, pode estar relacionada à quantidade de linhas

de transplante a qual a máquina foi projetada (duas linhas) em comparação a transplantadora automotriz, a qual opera com uma linha de transplante.

**Tabela 2 - Capacidade de campo efetiva ( $\text{ha h}^{-1}$ ) e Consumo horário de combustível ( $\text{L h}^{-1}$ ) em relação aos tratamentos. Botucatu, UNESP – FCA, 2019.**

Tratamentos	Cce ( $\text{ha h}^{-1}$ )	CHC ( $\text{L h}^{-1}$ )
Tipos de preparo de solo		
Plantio Direto	0,06	1,30
Preparo Convencional	0,05	1,10
Forma de Transplante		
Automotriz	0,04 b	0,36 a
Tratorizado	0,11 a	2,04 b
Manual	0,02 c	0
Teste F (preparo de solo)	0,57 n.s.	0,33 n.s.
CV (%)	26,87	29,33
DMS	0,02	0,56
Teste F (forma de transplante)	0,00**	0,00**
CV (%)	22,6	24,57
DMS	0,01	0,36
Interação	0,75 n.s.	0,48 n.s.

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*significativo a 5% de probabilidade ( $p < .05$ ). n.s. não significativo ( $p \geq .05$ ). D.M.S. diferença mínima significativa. C.V. (%) coeficiente de variação em porcentagem.*

Em se tratando da cultura dos brócolis, a qual compõe duas linhas num canteiro, devido ao espaçamento recomendado, pode-se afirmar que em uma passada da transplantadora tratorizada, completa-se as duas fileiras de plantio, enquanto na transplantadora automotriz, isto finda somente após duas passadas da máquina realizando a operação de transplante.

Em relação ao consumo horário de combustível apresentado na Tabela 2, houve um consumo maior em litros por hora ( $\text{L h}^{-1}$ ) no sistema de plantio direto, resultado este consolidado por diversos autores, em que o fator cobertura de solo, requer muitas vezes, uma maior potência de trabalho das máquinas, acarretando assim num maior consumo de combustível.

Quando comparados separadamente, tipos de preparo de solo e forma de transplante, a transplantadora automotriz teve um menor consumo em relação à transplantadora tratorizada,  $0,36 \text{ L h}^{-1}$  e  $2,04 \text{ L h}^{-1}$  respectivamente, devido às características distintas de cada máquina como, tipo de motor, tipo de combustível utilizado e potência nominal.

Outra hipótese dessa diferença de consumo é que o trator utilizado para deslocar a transplantadora tratorizada, tem potência nominal em excesso, ou seja, o conjunto trator transplantadora está superdimensionado, podendo acarretar em um maior consumo de combustível.

A transplantadora tratorizada composta por duas linhas de transplante, requer um trator com potência nominal de até 30 cv, enquanto o trator utilizado neste trabalho tem potência nominal de 65 cv.

#### **4.1.4 Qualidade da operação de transplante semimecanizado.**

As porcentagens de mudas falhadas e que necessitaram de repasse após o transplante, estão apresentadas no Quadro 3.

**Quadro 3 - Porcentagem de mudas repassadas em relação aos tratamentos.**

Tratamentos	Repasse (%)
A - PD	11,00
T - PD	15,00
A - PC	5,75
T - PC	6,25

Segundo o Quadro 3 demonstra, no sistema de plantio direto, houve uma maior porcentagem de mudas repassadas em ambas as máquinas. Este fato pode estar relacionado às características da palhada presentes na cobertura do solo, como quantidade e ou distribuição espacial ao longo dos canteiros, por exemplo. Este resultado corrobora com Consoline (2018), que concluiu que o sistema de plantio direto apresentou maior quantidade de mudas de brócolis repassadas do que no sistema de preparo convencional.

As transplantadoras estudadas não foram projetadas para realizarem a operação de transplante em sistemas de plantio direto. Este tipo de sistema de manejo de solo requer um mecanismo de corte de palha antecedendo o mecanismo sulcador e depositador das mudas.

Entretanto, nem toda a falha durante a operação de transplante de mudas, seja ela no preparo convencional de solo ou no sistema de plantio direto, advém do desempenho da máquina sobre o solo. Neste caso, considera-se o fator homem-

máquina, pois a mesma é alimentada manualmente pelos colaboradores e muitas falhas decorrem por razões aleatórias ao processo.

Assim, em se tratando de qualidade de transplante e necessidade de repasse, o fator velocidade de deslocamento é considerado extremamente significativo, visto que, há a necessidade de se levar em consideração a capacidade humana em acompanhar o ritmo de deposição das mudas.

Machado (2015) concluiu que numa velocidade menor de transplante semi mecanizado de tomate, a distribuição das mudas é mais uniforme, acarretando desta forma, num menor repasse pelos colaboradores.

#### 4.1.5 Características agronômicas da cultura

Os resultados das características agronômicas da cultura dos brócolis (peso e diâmetro) estão apresentados na Tabela 3 e demonstra que o tipo de preparo de solo influenciou nas médias de avaliação de massa (g) da cabeça de brócolis de inflorescência única. As cabeças de brócolis pesaram aproximadamente entre 403,22 g e 453,97 g, sendo o maior valor para o tratamento em sistema de plantio direto.

**Tabela 3 - Resultados de características agronômicas da cultura. Botucatu, UNESP – FCA, 2019.**

Tratamentos	Massa (g)	Diâmetro (mm)
Tipos de preparo de solo		
Plantio Direto	453,97 a	132,60
Preparo convencional	403,22 b	129,24
Forma de transplante		
Automotriz	392,75	127,37
Tratorizado	433,02	132,35
Manual	460,02	133,07
Teste F (preparo de solo)	0,0023	0,15 n.s.
CV (%)	2,97	3,31
DMS	16,6	5,6
Teste F (forma de transplante)	0,27 n.s.	0,21 n.s.
CV (%)	14,25	5,08
DMS	81,5	8,9

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*significativo a 5% de probabilidade ( $p < .05$ ). n.s. não significativo ( $p \geq .05$ ). D.M.S. diferença mínima significativa. C.V. (%) coeficiente de variação em porcentagem.*



Este resultado pode estar relacionado ao fator cobertura de solo, que suprimiu a incidência de plantas daninhas, favorecendo o desenvolvimento das plantas de brócolis sem competição por água, luz e nutrientes, além do possível incremento de teor de matéria orgânica proveniente da decomposição da palhada de milho ao longo do ciclo cultural dos brócolis.

Tal resultado não corrobora com Consoline (2018), o autor não obteve diferença significativa na característica peso de cabeça com transplante semimecanizado de mudas de brócolis de inflorescência única em sistema de plantio direto comparado ao sistema de preparo convencional de solo.

Almeida (2016) também observou que não houve diferença estatística nas características agronômicas da cultura da alface crespa quando transplantada em tipos de preparo de solo distintos, sendo eles, preparo convencional e sistema de plantio direto.

Melo, Madeira e Peixoto (2010), trabalhando com brócolis de inflorescência única, híbrido Avenger, em sistema de plantio direto, sob a palhada de milho, obtiveram a média de  $458 \text{ g}^{-1}$  por planta, valor semelhante ao deste trabalho.

Nos valores de diâmetro (mm) de cabeça dos brócolis de inflorescência única, não houve diferença significativa nos dados obtidos neste trabalho entre os tipos de preparo de solo.

Comparando os resultados entre as formas de transplante (semimecanizado e manual), os valores obtidos de peso e diâmetro de cabeça dos brócolis de inflorescência única não diferiram estatisticamente entre si, o que pode estar relacionado ao fato de que momentos após o transplante semimecanizado é realizado a operação de repasse pelos colaboradores, condicionando as mudas manualmente nos sulcos fornecendo condições favoráveis de desenvolvimento das mesmas.

## **4.2 Desempenho Econômico**

### **4.2.1 Transplantadora Automotriz**

#### **4.2.1.1 Sistema de Plantio Direto e Preparo Convencional de solo**

Os valores obtidos com os cálculos para custo horário (CH) incluindo custos fixos e variáveis da transplantadora automotriz trabalhando em sistema de plantio direto e em preparo convencional de solo estão demonstrados no Quadro 4.

**Quadro 4 - Custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) da transplantadora automotriz em sistema de plantio direto e preparo convencional de solo.**

Automotriz Custo	Plantio Direto (R\$ h <sup>-1</sup> )	Preparo Convencional (R\$ h <sup>-1</sup> )
Juros	R\$ 1,87	R\$ 1,87
Depreciação	R\$ 7,20	R\$ 7,20
Alojamento	R\$ 0,20	R\$ 0,20
Seguro	R\$ 0,80	R\$ 0,80
<b>Mão de Obra</b>		
Tratorista	x	x
Ajudante Geral	R\$ 8,75	R\$ 8,75
Gasolina	R\$ 1,80	R\$ 1,44
Lubrificantes	R\$ 0,36	R\$ 0,29
Graxa	R\$ 0,36	R\$ 0,29
Manutenção	R\$ 4,00	R\$ 4,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 25,34</b>	<b>R\$ 24,84</b>

Observa-se no Quadro 4, que os custos em sistema de plantio direto foram 1,98% superiores devido ao maior consumo de combustível e gastos com graxas e lubrificantes. Embora essa diferença seja relativamente baixa no custo horário, no custo operacional (Quadro 5) o sistema de plantio direto é 3,36% mais barato, pois esse custo está diretamente relacionado a capacidade de campo operacional da transplantadora automotriz, ou seja, quanto maior a capacidade de campo de uma máquina, menor será seu custo operacional.

Assim, considerando que o custo operacional (CO) é dado em R\$ ha<sup>-1</sup> e a diferença é de R\$ 46,32, entre os sistemas de preparo de solo, obteve-se em 30 ha (área útil do produtor) o valor total de CO de R\$1.389,60 a menos, tornando o sistema de plantio direto economicamente vantajoso para a transplantadora automotriz.

**Quadro 5 - Custo Operacional (R\$ ha<sup>-1</sup>) nos diferentes tipos de preparo de solo na transplantadora automotriz.**

Transplantadora	Custo operacional (CO) R\$ ha <sup>-1</sup>
A - PD	R\$ 1.333,68
A - PC	R\$ 1.380,00
	R\$ 46,32

## 4.2.2 Transplantadora Tratorizada

### 4.2.2.1 Sistema de Plantio Direto e Preparo Convencional de solo

Os valores obtidos com os cálculos para custo horário (CH) incluindo custos fixos e variáveis da transplantadora tratorizada trabalhando em sistema de plantio direto e preparo convencional de solo estão demonstrados no Quadro 6.

**Quadro 6 - Custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) da transplantadora tratorizada em sistema de plantio direto e preparo convencional de solo.**

Custo	Tratorizada			
	Trator (R\$ h <sup>-1</sup> )	Plantio Direto	Trator (R\$ h <sup>-1</sup> )	Preparo Convencional
Juros	R\$ 6,55	R\$ 1,64	R\$ 6,55	R\$ 1,64
Depreciação	R\$ 12,60	R\$ 6,30	R\$ 12,60	R\$ 6,30
Alojamento	R\$ 0,70	R\$ 0,18	R\$ 0,70	R\$ 0,18
Seguro	R\$ 2,80	R\$ 0,70	R\$ 2,80	R\$ 0,70
<b>Mão de Obra</b>				
Tratorista	R\$ 9,77	x	R\$ 9,77	x
Ajudante Geral (2)	x	R\$ 17,50	x	R\$ 17,50
Combustível	R\$ 7,90	x	R\$ 6,82	x
Lubrificantes	R\$ 1,58	R\$ 0,79	R\$ 1,36	R\$ 0,68
Graxa	R\$ 1,58	R\$ 0,79	R\$ 1,36	R\$ 0,68
Manutenção	R\$ 14,00	R\$ 3,50	R\$ 14,00	R\$ 3,50
<b>Total</b>	<b>R\$ 57,48</b>	<b>R\$ 31,39</b>	<b>R\$ 55,97</b>	<b>R\$ 31,17</b>
<b>Total geral</b>	<b>R\$ 88,87</b>		<b>R\$ 87,14</b>	

O custo horário no sistema de plantio direto da transplantadora tratorizada foi 1,95% maior que no preparo convencional de solo, relação esta também devido ao maior consumo de combustível neste sistema.

Um fator extremamente significativo que se deve levar em consideração em se tratando da transplantadora tratorizada, é a mão de obra, devido a necessidade de maior número de funcionários envolvidos durante a operação, sendo o tratorista (salário maior) e mais dois auxiliares de transplante em cima da transplantadora realizando a deposição das mudas no sulco.

Assim, o custo com a mão de obra ao se utilizar a transplantadora tratorizada em sistema de plantio direto representa 31,81% do custo horário, enquanto no preparo convencional de solo, esta relação é de 32,46%.

Calculando o custo operacional (R\$ ha<sup>-1</sup>) da transplantadora tratorizada (Quadro 7), conclui-se que no sistema de plantio direto, este custo é de R\$ 380,24 a menos do que no sistema de preparo convencional de solo.

Extrapolando essa diferença monetária (R\$ 380,24) para a quantidade de hectare útil do produtor em questão, temos a diferença significativa de R\$ 11.407,20 R\$ ha<sup>-1</sup> entre um tipo de preparo de solo e outro.

**Quadro 7 - Custo Operacional (R\$ ha<sup>-1</sup>) nos diferentes tipos de preparo de solo na transplantadora tratorizada.**

Transplantadora	Custo operacional (CO) R\$ ha <sup>-1</sup>
T - PD	R\$ 1.974,89
T - PC	R\$ 2.355,13
	R\$ 380,24

Vale salientar que esse valor de custo operacional por hectare, está relacionado à cultura dos brócolis, visto que o referido custo refere-se às horas máquina da transplantadora tratorizada em tal cultura.

Na cultura da alface, por exemplo, em que os canteiros constituem de quatro fileiras de transplante, este valor se modifica por conta do maior uso de tempo máquina para findar a operação de transplante nas quatro fileiras.

### 4.2.3 Custo horário e Custo operacional da operação de transplante

Os valores de custo horário (R\$ h<sup>-1</sup>) e custo operacional da operação semimecanizada e manual de transplante de mudas em relação aos tipos de preparo de solo, estão apresentados no Quadro 8, sendo as siglas para cada tratamento conforme estabelece, A – transplantadora automotriz, T – transplantadora tratorizada, M – manual, PD – plantio direto e PC – preparo convencional.

**Quadro 8 - Custo Operacional (R\$ ha<sup>-1</sup>) da operação semimecanizada e manual de transplante de mudas em relação aos tipos de preparo de solo.**

Transplantadora	Custo Horário (CH) R\$ h <sup>-1</sup>	Custo operacional (CO) R\$ ha <sup>-1</sup>
A - PD	R\$ 25,34	R\$ 1.333,68
A - PC	R\$ 24,84	R\$ 1.380,00
T - PD	R\$ 88,87	R\$ 1.974,89
T - PC	R\$ 87,14	R\$ 2.355,13
M - PD	R\$ 17,50	R\$ 795,45
M - PC	R\$ 17,50	R\$ 921,05

Os resultados do Quadro 8 mostram que o maior custo operacional do transplante semimecanizado de brócolis de inflorescência única foi encontrado na transplantadora tratorizada em preparo convencional de solo.

Analisando os menores custos operacionais (CO), os quais são do sistema de plantio direto, entre as máquinas transplantadoras, nota-se uma diferença monetária de R\$ 641,21 ha<sup>-1</sup>, entre uma transplantadora e outra, o que em 30 ha este valor extrapolado seria de R\$ 19.236,30.

Considerando todos os custos-máquinas envolvidos neste trabalho, analisados em tipos de preparo de solo distintos, pode-se comprovar que a transplantadora automotriz apresentou ser mais vantajosa.

Além da relação de melhor custo operacional, observa-se que a transplantadora automotriz em questão apresenta características de trabalho mais atrativas do que a transplantadora tracionada, visto que a mesma necessita apenas de um funcionário para operá-la, tem um menor consumo de combustível e não precisa de trator para tracioná-la, além da ergonomia de trabalho que a

transplantadora oferece em relação à operação manualmente executada oferecendo uma qualidade melhor de transplante de mudas.

Lopez e Pedrozo (2017) sugerem que, pequenos produtores só estarão dispostos a investir em novas tecnologias, se o investimento for baixo, se o investimento se pagar durante o ano e se a tecnologia não for tarefa complicada.

#### 4.2.4 Ponto de troca de tecnologia

Os valores de custos fixos e variáveis da operação semi mecanizada e manual de transplante de mudas, rendimento de mudas por hora, custo variável por mudas e o ponto de troca de tecnologia em mudas ao mês estão apresentados no quadro 9.

Os custos fixos se referem aos custos anuais das transplantadoras utilizadas, razão a qual estes valores na operação de transplante manual é igual a zero.

**Quadro 9 - Dados de Custo fixo (R\$ ano<sup>-1</sup>), Custo Variável (R\$ h<sup>-1</sup>), Rendimento de mudas (h<sup>-1</sup>), Custo Variável (R\$ mudas<sup>-1</sup>) e Ponto de troca de tecnologia (mudas mês<sup>-1</sup>).**

Tecnologia	CF (R\$ ano <sup>-1</sup> )	CV (R\$ h <sup>-1</sup> )	Rendimento (mudas h <sup>-1</sup> )	CV (R\$ mudas <sup>-1</sup> )	PTT (mudas mês <sup>-1</sup> )
Automotriz	R\$ 6.470,00	R\$ 15,27	4.000	R\$ 0,00382	314.241
Tratorizada	R\$ 22.650,00	R\$ 55,67	5.400	R\$ 0,01031	510.960
Manual	R\$ 0,00	R\$ 17,50	2.978	R\$ 0,00588	

Para que seja economicamente vantajoso para propriedade estudada trocar a operação de transplante manual para a transplantadora automotriz, o produtor rural precisa ter uma produção mensal acima de 314.241 mil mudas ou área mínima produtiva de 8 hectares, enquanto a troca para a transplantadora tratorizada esse valor é de 510.960 mil mudas mensais ou área mínima produtiva de 13 hectares.

Referencialmente, a realidade atual do produtor em questão é de uma produção mensal de 220.000 mudas, o que no caso, esta quantidade está 30% abaixo da quantidade de mudas mínimas para que a troca do sistema de transplante manual pela transplantadora automotriz, por exemplo, seja favorável.

Na transplantadora tratorizada, esta relação é de 57% abaixo da quantidade de mudas produzidas mensalmente.

Consoline (2018) cita que 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.

Assim, precisa ser levada em consideração a importância em que a quantidade de mudas produzidas mensalmente exerce sobre o valor inicial de investimento na aquisição das máquinas. Pois, ao adquirir a máquina, o produtor rural terá condições de produzir uma maior quantidade de mudas, visto que a máquina permite uma quantidade maior de mudas transplantadas por hora, por exemplo, do que o sistema manual de transplante, e por consequência o produtor poderá incrementar a sua produção agrícola e obter maior rentabilidade nos lucros.

### 4.3 Análise de investimento

Os valores mensais estimados de custo de produção praticados na análise de investimento estão no quadro 10.

**Quadro 10 - Estimativa de custo de produção mensal de brócolis de inflorescência única.**

Custos (R\$ mês <sup>-1</sup> )	Automotriz	Tratorizada
Operacionais	R\$ 4.459,84	R\$ 15.641,12
Irrigação	R\$ 2.239,85	R\$ 2.239,85
Insumos e tratamentos culturais	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00
Manejo de solo	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00
Total	R\$ 86.699,69	R\$ 97.880,97

Observa-se no quadro 10 que os custos operacionais entre uma transplantadora e outra diferem, pois as mesmas possuem custo-horário distintos como já citados no item 4.2 deste trabalho, o qual irá influenciar nos valores de VPL e TIR (quadro 11).

Partindo da premissa que num cenário hipotético, a receita proporcionada pela transplantadora automotriz seja de R\$ 144.882,00, mensais e o valor de investimento seja de R\$ 40.000,00 (valor de aquisição da máquina), pode-se concluir que num período de 5 anos (vida útil da máquina) o VPL seja de R\$ 572.125,40, levando em consideração uma taxa de atratividade (TMA) de 6,5% ao mês. A TMA representa uma taxa de juros de possíveis empréstimos de fundos para o investimento.

A TIR (taxa interna de retorno) segundo Silva (2013), é a taxa que torna o VPL de um fluxo de caixa igual à zero, ou seja, a TIR pode ser interpretada como um limite superior para a rentabilidade de um projeto de investimento.

Assim, a TIR do investimento inicial da transplantadora automotriz é de 23%, o que torna o projeto viável financeiramente, visto que o valor está acima do custo de oportunidade do capital investido.

Silva (2013) cita que, projetos factíveis apresentam TIR acima de 15%.

Em se tratando do *Payback* clássico, pode-se concluir que a transplantadora automotriz se paga em 0,25 anos (3 meses) após o período de investimento. O *payback* clássico define-se como o número de períodos necessários para recuperar o investimento inicial.

Segundo Silva (2013), um projeto tem mais mérito à medida que o prazo de retorno do investimento é mais curto.

**Quadro 11 - Dados de receita, VPL, TIR e Payback clássico.**

	Receita (R\$ mês <sup>-1</sup> )	VPL	TIR	Payback (anos)
Automotriz	R\$ 144.882,00	R\$ 572.125,40	23%	0,25
Tratorizada	R\$ 144.882,00	R\$ 408.797,62	18%	0,25

Analisando os dados da transplantadora tratorizada (quadro 11) e que hipoteticamente a receita gerada mensalmente com a produção de brócolis de inflorescência única seja de R\$ 144.882,00, o valor de investimento seja de R\$ 35.000,00, e levando-se em consideração as mesmas definições dos critérios de análise de investimentos utilizadas para a transplantadora automotriz, pode-se concluir que apesar dos custos de produção com a referida máquina ser 11,43% mais elevado devido a maior necessidade de mão de obra, o projeto é financeiramente executável.

Considerando o descrito por Silva (2013), projetos viáveis têm uma TIR acima de 15%, o apresentado pela transplantadora tratorizada é de 18%, embora seja um percentual de 5% a menos do que a transplantadora automotriz, ainda assim o investimento é considerado de baixo risco e altamente realizável.



Assim, percebe-se que a cultura dos brócolis é altamente rentável numa estimativa de produções em áreas médias de 20 hectares e que os valores de receitas gerados com a comercialização das plantas, possibilita ao produtor rural, condições financeiras de optar por aquisições de máquinas transplantadoras, investindo assim em tecnologias as quais possibilitem um incremento na produção e obtenham maior lucratividade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho constam resultados obtidos em experimento a campo conduzido com máquinas transplantadoras de mudas onde as referidas possuem tecnologias distintas de fabricação e projetos.

Devido a essas tecnologias distintas entre as máquinas, alguns problemas de ordem operacional foram surgindo ao longo da realização do experimento e observando estes impasses, ressalta-se aqui algumas sugestões de novos experimentos sequenciando este trabalho.

Analisar o desempenho operacional das máquinas em tamanhos de área diferentes e maior número de unidades experimentais e até mesmo condições de trabalho como, por exemplo, variação de velocidade e diferentes tipos de solo.

Sugere-se ainda, variar tipo de palhada no solo em sistema de plantio direto, estudando outros tipos de cobertura e suas características relacionadas ao desempenho operacional nos dois tipos de transplantadoras e oferecendo ao produtor rural uma gama de informações correspondentes ao tipo de preparo de solo.

Em se tratando do tema mecanização em horticultura, acredita-se que há muita demanda de novos estudos cujos, procurem abordar as diversas problemáticas que permeiam a questão, oferecendo subsídios para disseminar a prática para os produtores de hortaliças.

## 6 CONCLUSÃO

A operação de transplante semimecanizado realizado com a transplantadora tratorizada, obteve uma maior capacidade de campo operacional em relação à transplantadora automotriz.

A transplantadora automotriz demonstrou ter um custo operacional menor em sistema de plantio direto.

A quantidade mínima de mudas produzidas para que seja economicamente viável trocar o transplante manual pelo semimecanizado na transplantadora automotriz é de 314.241 mudas ao mês ou 8 hectares de área mínima produtiva, enquanto na transplantadora tratorizada a quantidade mínima de mudas é de 510.960 mensal ou 13 hectares de área mínima produtiva.

Para a cultura dos brócolis, as avaliações de análise econômica demonstraram que o projeto de investimento para aquisição de máquinas transplantadoras em substituição ao transplante manual é viável para ambas as máquinas avaliadas conforme situação hipotética estabelecida para este trabalho, sendo ela, monocultura de brócolis em 20 hectares produtivos submetidos ao sistema de plantio direto.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2018. p. 97-106.

AGUILAR, A. S. et al. Uso de fertilizantes e reguladores de crescimento na produção de mudas de brócolis. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 22, n. 12, p.1-4, abr. 2017.

ALMEIDA, S. V. de. **Desempenho operacional de transplante manual e mecanizado da cultura da alface**. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2016.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Sistema de levantamento de preços/síntese dos preços praticados em São Paulo em fevereiro de 2018**. Disponível em: [http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo\\_Por\\_Estado\\_Municipio.asp](http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Por_Estado_Municipio.asp) Acesso em: 23 fev. 2018.

ARES, A. M. et al. Optimized extraction, separation and quantification of twelve intact glucosinolates in broccoli leaves. **Food Chemistry**, Barking, v. 152, p. 66-74, 2014.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 187 p.

BRITO, A. U. et al. Viabilidade agroeconômica dos consórcios taro com brócolis, couve-chinesa, berinjela, jiló, pimentão e maxixe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 12, n. 3, p.296-302, jun. 2017.

CALEGARI, A. et al. **Adução Verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CEAGESP. COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. São Paulo. **Cotação de preços no atacado**. 2019. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/entrepotos/servicos/cotacoes/#cotacao>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

CONSOLINE, L. B. **Transplante manual e semimecanizado da cultura do brócolis em preparo de solo convencional e direto**. 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2018.

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.

CUNHA, J. P. B. et al. Metodologia de superfície de resposta aplicada nos parâmetros de desempenho operacional do transplântio do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 38, n. 6, 2018.

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.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

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

GARCIA, L. C. et al. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 520- 527, 2006.

GARCIA FILHO, E. et al. **Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva das hortaliças do Brasil**. Brasília: Cna, 2017. 79 p.

HIRATA, A. C. S. et al. Manejo de milho para plantio direto de alface no verão com ou sem levantamento de canteiros. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p.398-403, jul. 2015. Trimestral.

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 09. set. 2018.

JACINTO, L. U; SOARES, B. B.; RANGEL, R.; JACINTO, A. F. V. U. Transplântio e colheita mecanizada. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. v. 2, cap. 14, p. 315-327.

KIM, Yeon-soo et al. Development of Performance Evaluation Systems for Vegetable Transplanter. 2017 **Spokane, Washington July 16 - July 19, 2017**, [s.l.], p.18-22, 2017. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

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.

LOPES, C. A.; PREDOZO, M. T. M. **Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática**. Brasília: Embrapa, 2017. 446 p.

MACHADO, T. de A. et al. Análise técnica de um sistema de transplante para tomate industrial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., 2014, Campo Grande. **Anais 42º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Campo Grande: Sbea, 2014. v.1, p.1-4. Disponível em: <<http://www.sbea.org.br/conbea/index.html>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

MACHADO, T. de A. et al. Transplante semi-mecanizado de mudas de tomate em função da velocidade de operação. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 9, n. 1, p.48-56, mar. 2015. Trimestral.

MARIA, I. C. de; CASTRO, O. M. de; SOUZA, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p.703-709, jan. 1999.

MASCARENHAS, M. H. T.; ROCHA. **Panorama da mecanização na horticultura brasileira**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, p. 5-10. jan. 1991.

MELO, R. A. de C. e; 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.

MELO, R. A. de C. et al. **A cultura dos brócolis**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2015. 153 p. (Coleção Plantar).

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

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

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

MOLIN, J. P.; MILAN, M. Trator-implemento: dimensionamento, capacidade operacional e custo. In: Gonçalves, J. L. M.; Stape, J. L. (Ed.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IFEP, 2002. p. 409-436.

OLIVEIRA, R. et al. Acúmulo de formas de fósforo em solo cultivado com cebola sob sistema plantio direto de hortaliças. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE

- AGROECOLOGIA, 6., 2017, Brasília. **Anais...** . Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2017. v. 1, p. 1 - 7.
- QUEIROZ, R. F. de et al. Cargas no depósito de fertilizante de uma semeadora-adubadora e desempenho operacional. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p.271-277, jun. 2017.
- RIPOLI, T.C.C.; MOLINA, W.F.; COELHO, J.J.D.; SACCOMANO, J.B. **Estudo sobre enfardamento de resíduos de cosecha de cana verde**. STAB, Piracicaba, v.11, n.4, p.29-31, mar./abr, 1991.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B; LOPES, C. A. Horticultura brasileira sustentável: Sonho eterno ou possibilidade futura? **Política Agrícola**, Brasília, v. 2, p.90-101, jun. 2015. Trimestral.
- ROSA, J. H. E. M.; SILVA, H. J. T. D. **Gestão de custos de produção de cana-de-açúcar: Estudo de caso dos fornecedores da região de Guariba/SP**. GUARIBA, S.-A. D. F. D. C. D. Guariba 2015.
- SHULTZ, S. Broccoli. **Journal Of Agricultural & Food Information**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 282-289, out. 2013. Informa UK Limited.  
<http://dx.doi.org/10.1080/10496505.2013.833839>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- SILVA, V. V. **Effects of cover crop as green manure on Broccoli (Brassica oleraceae L. var. Italica Plenck) in no-tillage system**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.
- SILVA, R. A. G. da. **Administração rural: teoria e prática**. 3. ed. Curitiba: Juruá, 2013. 230 p.
- SILVA, J. T. da et al. Emissões de metano no período de cultivo do arroz irrigado sob diferentes sistemas de preparo do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO FATOS E MITOS EM CIÊNCIA DO SOLO, 10., 2014, Pelotas. **Anais...** . Pelotas: SbcS, 2014. p. 50 - 53.
- SOUZA, R. F. de. **Frações da matéria orgânica e perdas de solo, água e nutrientes no cultivo de hortaliças sob sistemas de manejo**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- TORRES, J. L. R. et al. Alterações causadas nos atributos físicos após preparo do solo com arado escarificador e enxada rotativa. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 27, n. 3, p.316-325, dez. 2015.
- VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo Hydro-physical properties of an Oxisol

under different management systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1271- 1280, 2007.

ZHANG, F. 2012. **A controlling method for a U-turn mode of automated rice transplanters**. ASABE Paper No. 12-1340757. St. Joseph, Mich.: ASABE