

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* CERRO LARGO**
CURSO DE AGRONOMIA

JOCEMAR BARCELOS PORTELA

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA
PLANTADORA/TRANSPLANTADORA DE PRECISÃO

CERRO LARGO

2022

JOCEMAR BARCELOS PORTELA

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA
PLANTADORA/TRANSPLANTADORA DE PRECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Marcos Antônio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Portela, Jocemar Barcelos
DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA
PLANTADORA/TRANSPLANTADORA DE PRECISÃO / Jocemar
Barcelos Portela. -- 2022.
46 f.:il.

Orientador: Doutor Marcos Antônio Zambillo Palma
Co-orientador: Doutor Nérisson Luis Poersch
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

1. Projeto de máquinas; tifton; plantio mecanizado..
I. Palma, Marcos Antônio Zambillo, orient. II. Poersch,
Nérisson Luis, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

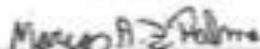
JOCEMAR BARCELOS PORTELA

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA
PLANTADORA/TRANSPLANTADORA DE PRECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Agrônoma.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 30/03/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma - UFFS

Orientador



Prof. Dr. Nérisson Luis Poersch

Avaliador



Prof. Dr. Décio Adair Rebellato da Silva

Avaliador

AGRADECIMENTOS

Ao concluir o curso de graduação, Bacharelado em Engenharia Agrônômica, registro aqui meus agradecimentos:

Primeiro a Deus, pela vida e proteção;

Agradeço aos meus pais, Salamino e Nely (in memoriam), por todo o esforço dedicado a minha formação, tanto pessoal como profissional;

Ao meu filho, Felipe, o qual compreendeu minha falta de tempo para as brincadeiras e atenção, em prol dos estudos;

À minha esposa, Iloi, pelo amor, apoio, compreensão e força incondicional, em todos os momentos;

Às minhas irmãs e sobrinhas (o), por todo o apoio e força, pelo incentivo a não desistir dos meus sonhos, assim como pelos momentos de descontração proporcionados, nas folgas dos estudos assim como em todos os momentos;

A todos os professores(as), que fizeram parte da minha educação e formação, desde o ensino fundamental até a graduação, aos quais eu agradeço por todos os conhecimentos a mim transmitidos;

A todos os colegas, os quais me proporcionaram, apoio durante o curso, mas também um grande crescimento pessoal, pela convivência diária;

À Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), por ser um polo de difusão de conhecimento em diversas áreas;

À todas as equipes de funcionários, que fazem com que seja possível a UFFS desenvolver seu papel social de maneira adequada.

A todos, registro meu MUITO OBRIGADO!

RESUMO

As máquinas utilizadas na agricultura para facilitar e agilizar o trabalho, foram surgindo ao longo dos tempos, através da observação das necessidades de melhorar e agilizar os processos de produção agropecuários. O tifton (*Cynodon sp*) é uma forrageira melhorada, a qual traz a possibilidade de uma boa produtividade, porém devido suas características de propagação vegetativa, os produtores ainda encontram dificuldades para o seu plantio. Assim, da observação a campo, surgiu a necessidade de desenvolver um projeto e fabricar o protótipo, capaz de facilitar o transplante, oferecendo a possibilidade de distribuição das mudas em espaçamentos diferentes, mas com uniformidade de distribuição, de acordo com a necessidade específica de cada agropecuarista. A pesquisa bibliográfica permitiu conhecer os componentes a serem utilizados na montagem do protótipo, e a definição do melhor mecanismo de transmissão. O desenho do protótipo, feito a partir de ferramenta digital, permitiu a busca dos componentes adequados à montagem. Esta, foi realizada em oficina, a qual dispunha de ferramentas adequadas para corte, solda e montagem de equipamentos. As mudas utilizadas para a etapa de validação a campo, foram cultivadas em bandejas de polipropileno flexível, com volume nominal das células de 12,5 cm³, utilizando substrato comercial indicado para formação de mudas. Portanto, o objetivo do trabalho foram: a concepção, o desenvolvimento do projeto, a montagem do protótipo e a validação a campo. Construído, quase que em sua totalidade, com peças de descarte de outros equipamentos agrícolas, o que implicou um pequeno aporte financeiro. A validação, foi realizada em Latossolo Vermelho Distroférico típico, com 65% de argila, quando este apresentava condição friável de umidade, com consistência firme. Na validação do protótipo, foi observado uma distribuição aceitável de mudas de forrageira tifton, quando utilizado em velocidade inferior a 2 Km/h, para o espaçamento entre mudas de 1,2 metros, na linha.

Palavras-chave: Projeto de máquinas; tifton; plantio mecanizado.

ABSTRACT

The machines used in agriculture to facilitate and speed up work have emerged over time, through the observation of the need to improve and streamline agricultural production processes. Tifton (Cynodon sp) is an improved forage, which brings the possibility of good productivity, but due to its vegetative propagation characteristics, producers still find it difficult to plant. Thus, from observation in the field, the need arose to develop a project and manufacture the prototype, capable of facilitating transplanting, offering the possibility of distributing the seedlings in different spacings, but with uniformity of distribution, according to the specific need of each farmer. The bibliographic research allowed to know the components to be used in the assembly of the prototype, and the definition of the best transmission mechanism. The prototype design, made using a digital tool, allowed the search for suitable components for assembly. This was carried out in a workshop, which had adequate tools for cutting, welding and equipment assembly. The seedlings used for the field validation stage were grown in flexible polypropylene trays, with a nominal cell volume of 12.5 cm³, using commercial substrate indicated for seedling formation. Therefore, the objective of the work was: the conception, the development of the project, the assembly of the prototype and the validation in the field. Built, almost in its entirety, with discarded parts of other agricultural equipment, which implied a small financial contribution. The validation was carried out in a typical Distroferric Red Latosol, with 65% clay, when it presented a friable moisture condition, with a firm consistency. In the validation of the prototype, an acceptable distribution of tifton forage seedlings was observed, when used at a speed lower than 2 km/h, for the spacing between seedlings of 1.2 meters, in the line.

Keywords: Machine design; tifton; mechanized planting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Peças de descarte de equipamentos agrícolas, reunidas para início de montagem. | 23 |
| Figura 2 - Protótipo montado. | 23 |
| Figura 3 – Marcação no pneu para metodologia aferição deslizamento da roda | 25 |
| Figura 4 - Componentes de uma linha de distribuição do protótipo desenvolvido | 27 |
| Figura 5 - Condição de umidade friável do solo durante a validação do protótipo, na área experimental da UFFS | 28 |
| Figura 6 - Detalhamento peças móveis para ajuste lateral da roda, fixação da barra de sulcadores e elementos de transmissão | 29 |
| Figura 7 - Sistema de eixos e engrenagens cônicas..... | 30 |
| Figura 8 - Posições possíveis de trocas de engrenagens, e posicionamentos citados na tabela de transmissão | 32 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1- Referência para espaçamento aceitável, duplo e falho | 24 |
| Quadro 2 - Número de plantas distribuídas por ha em função das variáveis | 32 |
| Quadro 3 - distribuição de plantas e análise do tratamento 1..... | 33 |
| Quadro 4 - Distribuição de plantas e análise do tratamento 2..... | 35 |
| Quadro 5 - Distribuição de plantas e análise do tratamento 3..... | 37 |
| Quadro 6 – (Anexo) Quadro de combinações de engrenagens e número de plantas..... | 44 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 - Capacidade operacional | 31 |
| Gráfico 2 - Histograma de distribuição das mudas no tratamento 1..... | 34 |
| Gráfico 3 - Histograma de distribuição das mudas no tratamento 2..... | 36 |
| Gráfico 4 - Histograma de distribuição das mudas no tratamento 3..... | 38 |
| Gráfico 5 - CV(%) dos tratamentos | 38 |
| Gráfico 6 - Percentual de falhas dos tratamentos..... | 38 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 | OBJETIVOS..... | 14 |
| 1.1.1 | Objetivo geral..... | 14 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos..... | 14 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 14 |
| 2.1 | SURGIMENTO DA AGRICULTURA..... | 14 |
| 2.2 | PRIMEIRAS MÁQUINAS..... | 15 |
| 2.3 | COMPONENTES..... | 19 |
| 2.3.1 | Chassis..... | 19 |
| 2.3.2 | Rodados..... | 19 |
| 2.3.3 | Correntes..... | 20 |
| 2.3.4 | Engrenagens..... | 20 |
| 2.3.5 | Sulcadores..... | 21 |
| 2.3.6 | Mecanismo dosador..... | 21 |
| 2.3.7 | Rodas compactadoras..... | 21 |
| 2.3.8 | Outros componentes..... | 22 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 4 | VALIDAÇÃO | 24 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 26 |
| 6 | AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NA VALIDAÇÃO | 32 |
| 6.1 | TRATAMENTO 1 | 33 |
| 6.2 | TRATAMENTO 2 | 34 |
| 6.3 | TRATAMENTO 3 | 36 |
| 7 | ALGUMAS LIMITAÇÕES DO PROJETO | 38 |
| 8 | CONCLUSÕES | 40 |
| | REFERÊNCIAS..... | 41 |

1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente dez mil anos atrás, registros arqueológicos dão conta de que ocorreu a passagem da fase em que os humanos apenas caçavam e coletavam alimentos para a fase em que começaram a cultivar seu próprio alimento (MAZOIER e ROUDART, 2008). Surge, então, a agricultura e a domesticação dos animais. Foi um processo que ocorreu lentamente, e não aconteceu ao mesmo tempo em todos os locais. Isto permitiu o que os seres humanos passassem a construir povoados fixos e a ter tempo para outras atividades (COSTA, 2020). Nos primórdios da agricultura, todo o trabalho era feito de forma manual, somente mais tarde começaram a surgir os primeiros inventos, que tornavam agricultura um pouco menos trabalhosa (MAZOIER e ROUDART, 2008). Os seres humanos já domesticavam os animais, e passaram então a usar a sua força para tracionar arados, assim como as primeiras semeadoras. Foi no início da era Cristã, que começaram a surgir equipamentos um pouco melhores, já usando o ferro em sua estrutura. Mas foi mais tarde, a partir do século X que os seres humanos já dominavam um pouco mais a tecnologia de produção, tanto do ferro quanto os equipamentos, que começaram a surgir novas invenções, que visavam facilitar o trabalho cultivar o solo (MAZOIER e ROUDART, 2008).

Porém, foi apenas no século XX que o avanço da tecnologia permitiu um enorme crescimento na oferta de máquinas voltadas agricultura, tanto para o preparo do solo, como a semeadura, o plantio, o transplantio e a colheita (FERREIRA, 2021). O aumento da população gerou uma pressão sobre a demanda de alimentos, o que levou os pesquisadores a buscar, de forma mais veemente, aquilo que já era feito desde a fase neolítica, ou seja, a seleção de melhores plantas visando maiores produtividades.

O Brasil possui um rebanho bovino significativo, responsável por movimentar um dos setores econômicos mais importantes da economia brasileira (GUIMARÃES, 2012). Dito isto, justifica-se a busca por melhoramento de forrageiras, capazes de proporcionar à pecuária brasileira, um melhor desenvolvimento de produção por área. Algumas forrageiras desenvolvidas pela pesquisa, tem facilidade de se multiplicar por sementes, principalmente as culturas anuais. Por outro lado, algumas culturas perenes apresentam maiores dificuldades para o melhoramento genético, devido a características próprias da inflorescência, o que levou a pesquisa a melhorar algumas espécies que se multiplicam por via vegetativa, através principalmente, de estolões, como é o caso das forrageiras do gênero *Cynodon*. (BATISTA e NETO, 1999). Para isso se faz necessário o desenvolvimento de plantadoras, ou

transplantadoras, que venham atender o mercado e as necessidades dos produtores (RINALDI 2016).

Há no mercado alguns modelos de transplantadoras, voltadas, principalmente às culturas hortícolas, setor este que a muito tempo faz uso do transplântio, como forma de produção (RINALDI, 2016). Distribuir as mudas de forma correta, ou os propágulos vegetativos, é de fundamental importância para o sucesso da implantação da cultura (SENAR, 2017). Dispõe-se de máquinas, atualmente, que dependem muito da habilidade do operador para garantir o correto espaçamento entre as mudas, embora cumpram o seu objetivo, de mecanizar o transplante (RINALDI, 2016).

Uma semeadora, plantadora ou transplantadora, é composta por várias peças, cuja as funções são específicas para cada uma delas. Desta forma, é necessário conhecer cada uma delas, para entender o funcionamento como um todo da máquina. (UNIVERSIDADE, 2000).

O transplântio de forma mecânica apresenta inúmeras vantagens, como a redução da mão de obra, normalmente escassa para esse tipo de trabalho, maior agilidade no plantio ou transplântio (RINALDI, 2016). A possibilidade de transplantar mudas já formadas e oriundas de viveiros que apresenta uma garantia de qualidade, sanidade das mudas, tende a acrescentar uma maior eficiência e qualidade na formação da pastagem (MUDAS, 2020).

O consórcio de culturas já é uma prática utilizada para outras culturas forrageiras, como é o caso da braquiária. (CECCON et al., 2015). Havendo disponibilidade de uma máquina transplantadora, que permita o transplântio de mudas de tifton em meio a culturas, como milho, por exemplo, este consórcio pode ser avaliado, de forma a comprovar a sua viabilidade, como forma de implantação de cultura forrageira tifton.

Busca-se, através desse trabalho, fazer um estudo prévio das transplantadoras existentes, voltadas principalmente para cultura do tifton. E, após conhecer seus componentes e estruturas, desenvolver um projeto, visando o desenvolvimento de uma transplantadora, além da montagem de um protótipo, que consiga reunir as características de distribuição uniforme das mudas a uma correta profundidade, e que permita também a utilização de diversos espaçamentos entre linhas, visando se adequar a outros cultivos, permitindo que se faça o transplântio da forrageira tifton, ou de outra forrageira que se utiliza da via de propagação vegetativa ou mudas, em consórcio nas entrelinhas de outra cultura, como por exemplo, o milho.

Ao final deste trabalho, será feita a validação do protótipo, a campo, onde poderá ser avaliado sua eficiência e operacionalização.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver e executar um projeto de plantadora/transplantadora de precisão.

1.1.2 Objetivos específicos

- Estudar, os mecanismos necessários ao desenvolvimento do projeto
- Desenvolver o projeto, através de ferramenta digital, SolidWorks®
- Confeccionar, e fazer buscas por peças descartadas que possam ser utilizadas para montagem do protótipo e proceder a montagem das mesmas
- Realizar a validação da plantadora/transplantadora

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SURGIMENTO DA AGRICULTURA

Agricultura surgiu, segundo os relatos arqueológicos, a aproximadamente 10 mil anos, na região próximo ao Mar Morto, e ao longo do tempo em outros locais, onde o surgimento da agricultura foi acontecendo ao longo dos próximos milênios (RODRIGUES, 2012). Os indícios sugerem que a agricultura tenha surgido em várias regiões do planeta, independente uma da outra, mas provavelmente despontando em três grandes áreas: a China e o Sudeste Asiático e América tropical, sendo que o surgimento de técnicas de plantio, e a criação de animais foram os pilares centrais da formação de sociedades, o que permitiu o homem passar a ser um construtor engenhoso da sobrevivência. (SILVA 2020). Nas Américas, estima-se que este processo tenha ocorrido por volta de 4500 anos, onde os cereais, como trigo e a cevada e alguns tipos de milho, além de batatas eram os principais produtos cultivados, (RODRIGUES, 2012). Em algumas regiões, principalmente zonas áridas ou semiáridas, foi necessário a utilização das margens úmidas dos rios, para que o cultivo de alimentos fosse possível. (SILVA, 2020). Originalmente, a prática da agropecuária se desenvolveu próximo a grandes rios, entre eles o Eufrates e o Nilo, justamente onde surgiram as primeiras grandes civilizações, facilitadas pela prática da agricultura (PENA, 2021)

Com passar dos anos, homens e mulheres foram aprimorando a técnica de produção agrícola, selecionando as melhores plantas a serem utilizadas em cada local e necessidade, de acordo com o tipo de solo por exemplo. (RODRIGUES, 2012). Segue ainda o autor, isto facilitou o surgimento de povoados e uma melhor organização social, visto que os alimentos poderiam ser produzidos em épocas favoráveis à produção e estocados para consumo posterior. Agricultura conviveu por algum tempo lado a lado com o extrativismo, pois embora o cultivo de alimentos tivesse se iniciado, as caçadas continuavam e estas se prolongaram até a domesticação dos animais. (SOUZA, 2020) Percebendo isso, os seres humanos começaram a domesticar os animais, o que possibilitava a eles a obtenção de carne sem a necessidade de expedições de caçadas. Relata Rodrigues (2012)

Foi sem dúvida alguma, segue ainda Rodrigues (2012), um período de intensas mudanças no estilo de vida e alimentação dos seres humanos, pois a domesticação das primeiras plantas e dos primeiros animais, permitiu um grande passo na história dos seres humanos, por mais que não dispusessem de equipamentos para prática de cultivos agrícolas, ainda assim, com auxílio de instrumentos rudimentares, agricultura teve seu início. Buscando aumentar sua chance de sobrevivência, o antigo homem passou a domesticar os animais, por diversas razões, como estocar de comida, agricultura auxílio na caça, controle de pragas, deslocamento de carga e muitos outros, (COSTA, 2020). Talvez a domesticação dos animais tenha sido um processo menos trabalhoso, pois estes obteriam, ou buscavam, seu alimento junto a vegetação nativa, ou então, em restos culturais ora produzidos, não exigindo que fossem cultivadas áreas especificamente para estes animais. (RODRIGUES, 2012).

. Mais tarde, ocorre o processo de industrialização das sociedades, o que permitiu o desenvolvimento de um aparato tecnológico a ser utilizado na produção agrícola. (PENA, 2021) Surge, então, os primeiros processos visando a uma mecanização do campo, que até então era cultivado com instrumentos rudimentares, baseados quase que somente na força humana. Isto também está de acordo com Pena (2021).

2.2 PRIMEIRAS MÁQUINAS

Agricultura que no seu início, de acordo com Mazoier e Roudart (2008), se desenvolveu de forma totalmente manual, principalmente no preparo do solo, por vários milênios. Ainda segundo os autores, somente no início da era Cristã, começaram a surgir os primeiros equipamentos, os quais utilizavam tração animal com o objetivo de preparar o solo para o plantio ou incorporar o esterco de animais, até então o único fertilizante conhecido.

O primeiro equipamento desenvolvido para o preparo do solo e revolvimento, ainda segundo Mazoier e Roudart (2008), foi o arado charrua. Seguem os autores afirmando que o desenvolvimento deste arado, acabou exigindo que se desenvolvesse uma grade, para o destorroamento da área, e assim teve início o desenvolvimento das primeiras máquinas, a serem utilizadas na agricultura.

A história das máquinas semeadoras tem seu início no século II a. C., onde os chineses desenvolveram o chamado “semeador de três pernas”, de acordo com Ferreira (2021). A siderurgia foi se desenvolvendo lentamente no início da era Cristã, porém com o desenvolvimento cada vez mais acentuado da agricultura e aumento da população, a demanda de produtos oriundos da siderurgia crescem rapidamente, (MAZOIER e ROUDART, 2008). Seguem os autores afirmando que por volta do século X, esta maior demanda por ferro, leva a indústria siderúrgica a se desenvolver, assim como a atividade mineradora. Isso tudo somado, levou a siderurgia a oferecer suporte para o desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos para agricultura.

O próximo registro encontrado, já data do ano de 1701, onde um inventor inglês desenvolveu um equipamento que permitia que as sementes fossem espalhadas em filas e bem espaçadas, além de uma profundidade específica, (FERREIRA, 2021). Isso foi muito importante, segue o autor, porque a padronização de distância evitava competição entre as plantas e a profundidade correta, para sementes absorver a água, além de evitar as pragas e não morrer com a ação fertilizantes. Foi com a Revolução Industrial que ocorreu a modernização da agricultura a partir da segunda metade do século XVIII, visto que foi nesse período então que as primeiras máquinas realmente eficazes foram ofertadas a prática da agricultura, (SILVA 2020) Mas foi já no século XX, com a modernização e avanço de e tecnologia que surgiram os modelos mecanizados e automatizados que temos hoje, (FERREIRA, 2021). O termo precisão, muito utilizado nas semeadoras hoje em dia, ele é resultado da ação das semeadoras em conseguir dosar as sementes em espaços regulares nas linhas de plantio, por isso o termo precisão. Isto segundo Ferreira (2021)

De acordo com Batista e Neto (1999), nas últimas décadas tem aumentado o melhoramento genético de forrageiras, sendo difícil apontar com certeza quando foi o desenvolvimento da primeira espécie forrageira melhorada geneticamente. Os autores ainda destacam as dificuldades em melhorar plantas forrageiras, devido ao fato de estas apresentarem grande diversidade no processo de polinização, irregularidades na fertilização e na produção de sementes viáveis, além de vários outros fatores como por exemplo, a inflorescência com flores muito pequenas, o que dificulta o cruzamento manual. A Era genômica em plantas, iniciada a

partir dos anos 2000, permitiu um grande avanço no conhecimento e no sequenciamento de genomas, mapeamento genético, desenvolvimento de marcadores, genotipagem, e outros, o que abriu possibilidades quase infinitas para o melhoramento de plantas, incluídas aí as pastagens, (AZEVEDO, 2019). Mesmo tendo ainda um longo caminho a percorrer, seguem os autores, ressaltando o leque de opções que se abrem, inclusive para o melhoramento de plantas forrageiras que apresentam dificuldades de melhoramento, via reprodução sexuada. A autoincompatibilidade entre algumas espécies, irregularidades no florescimento e grande número de sementes inviáveis, além de apresentarem a característica de poliploidia, o que aumenta a complexidade genética por isso, justifica-se a vantagem das forrageiras que se propagam por meio vegetativo, tendo em vista que, na verdade, são clones de uma única planta melhorada, não necessitando de inúmeras plantas que viriam a produzir sementes, (BATISTA e NETO, 1999). Seguem ainda afirmando que é necessário para isso, portanto, adaptar o sistema de plantio, substituindo as tradicionais semeadoras por plantadoras/transplantadoras.

Atualmente, o país conta com uma área destinada a pecuária, de aproximadamente 170 milhões de hectares, a qual é utilizada para alimentar um rebanho de aproximadamente 200 milhões de cabeças de bovinos (TIFTON, 2019). Se considerarmos que uma parte desses bovinos estão em confinamentos, a média de animais por hectare seria igual, ou ligeiramente inferior, a uma cabeça por hectare, concluem os autores.

Guimarães (2012), cita que a pecuária é um dos setores mais importantes para economia brasileira, e que, nos últimos anos, apresentou um processo de evolução, adotando um perfil profissional de enfoque empresarial, priorizando o planejamento e as decisões ligadas à alimentação dos animais, as quais são fundamentais, visto que estes configuram o insumo de maior demanda. As pastagens, segue o autor, são os principais suplementos alimentares da pecuária brasileira e apresenta vantagens, como baixo custo de produção, fácil cultivo e aptidão produtiva, e que nas últimas duas décadas, uma forrageira que vem ganhando destaque são as forrageiras do gênero *Cynodon*, devido sua alta produção de forragem e bom valor nutritivo, além de alta digestibilidade.

O tifton é uma cultura perene bem adaptada às condições de clima tropical e subtropical, apresenta um ciclo fotossintético C4 e sua máxima fotossíntese ao redor de 30 - 35 °C, reduzindo seu crescimento abaixo de 15 °C, seu material propagativo, ou seja, os estolões podem crescer mais de 7,5 cm por dia, desenvolvendo raízes em cada nó do estolão onde pode gerar uma nova planta, (BERNARDES, 2020). Atualmente, as informações sobre como utilizar e plantar os capins do gênero *Cynodon* tem aumentado, embora ainda apresentem informações incompletas, devido a sua multiplicação ser feita via vegetativa, o que dificulta conhecer a área

plantada no Brasil, pelo volume de sementes comercializadas, como ocorre em outras culturas. (GUIMARÃES, 2012).

O tifton ainda é, normalmente propagado através de um plantio, ou transplantio, feito em sua maior parte de forma manual, necessitando quantidade de mudas, em torno de 4 a 5 toneladas por hectare, para o plantio em cova ou sulcos. (FERNANDES, 2018). Para áreas maiores, segue o autor, usa-se um equipamento acoplado ao trator, apropriado para abertura de sulcos, e após distribuí-se as mudas, ou estolões, cortadas manualmente, de modo que as mudas fiquem espaçadas entre 0,5 a 1,0 m e a uma profundidade de 10 a 15 cm. O plantio dessa forrageira deve ser feito após uma correta correção e adubação do solo, não devendo ser utilizadas mudas muito jovens, as quais podem desidratar no campo, devendo o solo compactado com os pés ou algum tipo de compactador, próximo as mudas. (BERNARDES, 2020). As mudas que são destinadas a formação de novas pastagens, devem ser originadas de áreas livres de pragas, doenças e ervas daninhas, assim espera-se que aos 90 dias, a pastagem deve estar cobrindo cerca de 70% da área. (FERNANDES, 2018)

Para Rinaldi (2016), o transplante, ou plantio, mecânico das mudas, apresenta várias vantagens como, em alguns casos, o transplante de plantas que as sementes são muito pequenas e dificultariam a distribuição uniforme, além de evitar espaçamentos falhos, por má germinação, ou então, alocação de propágulos duplos. Outro fator favorável, segue o autor, é o fato de o transplante de plantas já desenvolvidas inicialmente, evitar maior infestação de plantas daninhas pelo mais rápido fechamento dos espaços. A praticidade e a redução nos tratamentos culturais, são mais algumas vantagens do transplantio de mudas, para as quais podemos utilizar o substrato desinfestado para seu enraizamento e não o solo a campo, o qual pode ter maior presença de patógenos (MUDAS, 2020). Em compensação, segue o autor, o custo de produção por mudas é geralmente maior, e o transplante não deve ser muito atrasado, pois pode ocorrer o esgotamento do substrato comprometendo a qualidade das mudas.

Rinaldi et al. (2016), destacam que há, no mercado algumas transplantadoras voltadas principalmente para as hortícolas, ou então para cultura do fumo, assim como algumas para o transplante de cana-de-açúcar, mas, ainda todos os sistemas, para todas as plantadoras, exigem a colocação manual das mudas, e algumas até apresentam um sistema automático de captação das mudas, porém ainda não de forma eficiente. A distribuição uniforme das mudas, seguem os autores, no espaçamento correto é essencial para garantir a qualidade do plantio, porém isto para maioria das plantadoras, depende unicamente da habilidade do operador, em colocar a muda sempre no mesmo espaçamento, de forma que o transplantio mecanizado, normalmente

apresenta grande vantagem em relação ao tempo operacional, mas ainda depende muito de aperfeiçoamentos, visando a tornar o processo de transplântio mais uniforme.

Pode-se definir semeadora como sendo a máquina agrícola cuja função é colocar, no solo, os mais variados tipos de sementes, dentro da densidade, espaçamento e profundidade recomendadas para o pleno desenvolvimento produtivo da cultura e de maneira que as sementes não sofram danos ao passarem pelos mecanismos dosadores e distribuidores. A adubadora pode ser definida como a máquina agrícola capaz de distribuir, no solo, diferentes tipos de fertilizantes, os quais podem apresentar as mais diversas constituições (granulados, pó, líquido), sejam eles orgânicos ou químicos dentro de várias densidades e localizações, seguindo as recomendações adequadas à cultura e solo, a ser trabalhado. Plantadoras, são máquinas/implementos que dosam e colocam no solo partes vegetativas das plantas tais como, tubérculos, colmos, bulbos, etc. Transplantadoras, são aquelas máquinas/implementos que dosam e colocam no solo plântulas ou mudas da cultura, produzidas em viveiros. (UNIVERSIDADE, 2000, Pg 1,2)

2.3 COMPONENTES DAS MÁQUINAS PLANTADORAS

2.3.1 Chassi

O chassi das plantadoras, de acordo com Silva (2003), se diferem entre as máquinas montadas ou de arrasto, onde para o chassi de plantadora montada, que será acoplada pelo levante hidráulico de três pontos do trator, a peça principal do chassi é constituída pela barra porta ferramentas, cuja função será acoplar o sistema de distribuição de mudas, sementes ou fertilizantes, além dos mecanismos rompedores de solo. Já para as plantadoras de arrasto, segue o autor, além do chassi básico, também apresentam um quadro resistente, de onde serão montados os componentes e a barra de tração, a qual realizará a ligação entre o chassi e o ponto de engate, da barra de tração do trator.

2.3.2 Rodados

Segundo Senar (2017), o rodado da plantadora tem a função de suportar o peso da máquina, além de promover o acionamento dos mecanismos de dosagens de fertilizantes, sementes ou propágulos, conforme a situação encontrada. Tome-se o cuidado, segue o autor, de que os pneus tenham um desenho em sua banda de rodagem que não seja favorável ao deslizamento, o que poderia acarretar em distribuição de sementes e propágulos diferente do planejado.

2.3.3 Correntes

Entre os componentes necessários para a montagem de um projeto, estão as correntes, as quais são um meio simples e eficiente de transmitir força e trabalho entre os eixos, além de permitir o ajuste de rotação entre eles, através do uso de engrenagens de diferentes número de dentes. (SILVEIRA, 2021)

Correntes[...]elementos de transmissão, geralmente metálicos, constituídos de uma série de anéis ou elos. Existem vários tipos de corrente e cada tipo tem uma aplicação específica.[...]Emprego: Para transmissão de rotação entre eixos.[...]Classificação: De rolo, de buchas e elos. Corrente de rolo:São constituídos de pinos e talas, sendo aqueles travados nestes com cupilhas ou pinos elásticos.[...]Corrente de buchas São constituídos de pinos e buchas. Estes elementos possuem diâmetro maiores, o que confere mais resistência do que à corrente de rolo.[...]Corrente de elos:São constituídas de simples elos de aço. Sua utilização se dá para o transporte de grandes cargas e com baixa velocidade.(SILVEIRA, 2021, Pg2)

2.3.4 Engrenagens

Outros componentes necessários, serão as engrenagens, as quais serão responsáveis por absorver e transmitir a força motriz, gerada através do atrito do rodado da plantadora com o solo, a qual será transmitida por correntes até as demais engrenagens. (SILVEIRA, 2021). Serão as engrenagens, segundo o autor, as responsáveis pelo ajuste do índice de transmissão, o que resultará em várias opções de dosagens das mudas nas linhas de plantio, a depender da necessidade do stand de plantas da cultura.

Engrenagens:Também chamadas de rodas dentadas, transmitem força e rotação de um eixo para outro componente em um sistema de transmissão de potência ou movimento. Possuem dentes espaçados simetricamente em torno do seu corpo que pode ter o formato cilíndrico ou de tronco de cone. A medida que uma engrenagem gira, esses dentes se encaixam no espaço entre os dentes da outra engrenagem ou correntes de transmissão, de maneira sucessiva, movendo-os e transmitindo movimento.[...] A junção de um par de engrenagens ou a combinação de várias delas, ou combinadas com correntes de transmissão, são usadas para transmitir rotações e forças de um eixo motriz para um eixo movido. formando assim, um sistema de transmissão de potência.[...] Podem ser engrenagens cilíndrica de dentes retos, helicoidais, cônicas, coroa sem fim e cremalheiras. Cilíndrica de dentes retos:São engrenagens que apresentam dentes paralelos ao eixo geométrico da roda, sendo empregadas para transmitir potências médias, com rotação variada. A engrenagem cilíndrica de dentes retos é considerada o tipo mais comum. Helicoidais:Estas engrenagens se caracterizam pela inclinação do dentado em relação ao eixo geométrico da roda. Possui alta resistência e trabalho silencioso. São utilizadas em situações de grandes esforços como em caixa de redução ou de câmbio. Cônicas:As engrenagens cônicas apresentam a forma de tronco de cone, e podem ter dentes retos ou helicoidais, porém apresentam uma grande característica que é a transmissão de movimento entre eixos ortogonais. (SILVEIRA,2021,Pg5)

2.3.5 Sulcadores

Uma plantadora deverá contar com o sistema de discos duplos para abertura do sulco de plantio ou sulcadores do tipo facão, ou então, ambos os dois sistemas, visto que poderá ser usado um ou outro a depender do tipo de solo ao qual será feito o plantio, (SILVA, 2003).

[...] os mecanismos sulcadores tipo facão apresentam melhores resultados em solos bem drenados, que não possuam restos vegetais, tocos ou pedras, pois este poderá sofrer embuchamento ou danificar-se, levando a irregularidade na abertura dos sulcos e na deposição de sementes e adubo. [...] o mecanismo sulcador tipo facão, sendo comparado com o de disco duplo, exige maior esforço de tração. Os discos duplos, adaptam-se bem a terrenos mais pesados e que apresentem grande quantidade de cobertura vegetal, com um pequeno esforço de tração e desgaste. (SILVA, 2003, Pg 14)

2.3.6 Mecanismo dosador

De acordo com o Senar (2017), o mecanismo dosador de sementes e o responsável pela correta distribuição das plantas na mesma linha de semeadura, sendo muito comuns os discos horizontais, os quais são responsáveis não apenas pela correta distribuição, mas também na qualidade da semeadura, em função de possíveis danos mecânicos que as sementes ou propágulos podem sofrer.

2.3.7 Rodas compactadoras

Rodas compactadoras, segundo Silva (2006), têm a função melhorar contato entre as sementes e o solo, ou as raízes das mudas e o solo, por meio de aplicação de pressão lateral ou sobre o sulco. O autor destaca ainda que entre as muitas variáveis presentes no projeto de uma semeadora ou plantadora, a pressão da roda compactadora e a profundidade de semeadura são de fundamental importância para o sucesso da operação a campo. As rodas compactadoras, muitas vezes, também tem a função de controlar a profundidade de deposição das sementes e o formato com que as rodas compactadoras se apresentam, também tem influência sobre o seu desempenho, (SILVA, 2006).

2.3.8 Outros componentes

Senar(2017), aponta vários outros componentes necessários para que a plantadora tenha condições de trabalho, como por exemplo: molas, canos, tubos, raspadores de solo, marcadores de linhas, anéis, entre outras peças.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A ideia de projetar e desenvolver um protótipo de uma transportadora de tifton, surgiu da percepção de que as transplantadoras existentes e conhecidas, na região próxima à São Nicolau- RS, não conseguiam atender a demanda de um transplante rápido e com uniformidade de distribuição das mudas. Além disso, também oferecesse a possibilidade de utilização para o transplante de tifton em consórcio com a cultura do milho.

Desta forma, iniciou-se os estudos de mecanismos para desenvolver um protótipo que fosse capaz de distribuir as mudas uniformemente, e com a possibilidade de variação de espaçamentos. Após esses estudos, iniciou-se a fase de projeção do protótipo.

A partir de pesquisa bibliográfica e aplicação do método do brainstorming, conforme proposto por Back et al. (2010), as soluções foram anotadas e posteriormente com auxílio de desenho assistido por computador, foram elaborados os desenhos para detalhamento e montagem do protótipo.

Os desenhos elaborados para a construção do protótipo, que apresentam maiores detalhamentos do projeto, não serão apresentados aqui no presente trabalho, com vistas a preservar, em parte, a propriedade intelectual. De acordo com a ABPI (2022), a propriedade intelectual, visa incentivar, através da proteção dos desenhos industriais, por exemplo, a criação e a inventividade humana.

O protótipo foi desenvolvido com um baixo investimento financeiro. Por isto utilizou-se, quase em sua totalidade, ferragens de sucata de outros implementos agrícolas, sendo necessário investimento no desenvolvimento dos discos e anéis, que fazem a efetiva distribuição das mudas.

Com todas as peças reunidas, teve início o processo de montagem do protótipo, via processos de fabricação usuais utilizando-se ferramentas, como por exemplo, máquinas de corte e solda mig. Desta forma, transformando materiais de sucata, descartados de outros equipamentos agrícolas, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1- Peças de descarte de equipamentos agrícolas, reunidas para início de montagem.



Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Na Figura 2, observa-se o protótipo montado, pronto para operação. Destaca-se que é um equipamento montado no engate de três pontos do trator.

Figura 2- Protótipo montado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para determinação do que pode ser considerado como uma falha de plantio ou plantio duplo e aceitável fez-se uma adaptação do proposto por Madaloz (2020). Onde o autor utiliza para caracterizar uma falha, a distância entre plantas maior que 1,5 vezes a distância ideal. Para ser considerado dupla, a distância deve ser inferior a 0,5 vezes a ideal. Para ser aceitável, a

distância deve estar entre 0,5 e 1,5 vezes a distância ideal, como pode ser observado no Quadro 1. O mesmo autor relata que a medida do coeficiente de variação, quanto menor seu percentual, maior é a qualidade de plantio.

Quadro 1- Referência para espaçamento aceitável, duplo e falho

| Distância entre plantas (em metros) | | | |
|--------------------------------------|-------------|--------|--------|
| Ideal | Aceitável | Duplo | Falho |
| 0,50 | 0,25 a 0,75 | < 0,25 | > 0,75 |
| 0,60 | 0,30 a 0,90 | < 0,30 | > 0,90 |
| 0,70 | 0,35 a 1,05 | < 0,35 | > 1,05 |
| 0,80 | 0,40 a 1,20 | < 0,40 | > 1,2 |
| 0,90 | 0,45 a 1,35 | < 0,45 | > 1,35 |
| 1,00 | 0,50 a 1,50 | < 0,50 | > 1,50 |
| 1,10 | 0,55 a 1,65 | < 0,55 | > 1,65 |
| 1,20 | 0,60 a 1,80 | < 0,60 | > 1,80 |
| 1,30 | 0,65 a 1,95 | < 0,65 | > 1,95 |
| 1,40 | 0,70 a 2,10 | < 0,70 | > 2,10 |

Fonte: adaptado de Madaloz (2020)

As mudas de forrageira tifton, foram produzidas previamente, plantadas 25 dias antes da validação, utilizando partes dos estolões, onde cada gema vegetativa pode dar origem a uma muda.

Para a produção das mudas, utilizou-se de bandejas do polipropileno flexível, com volume de células nominal de 12,5 cm³. O substrato utilizado foi um substrato comercial, adquirido em agropecuária, indicado para germinação e enraizamento, tendo como base para sua fabricação a fibra de coco, turfa, perlita expandida e carbonato de cálcio, com densidade nominal, indicada pela fabricante de 86,4 kg/m³ e pH 6.

4 VALIDAÇÃO

A validação foi realizada na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo – RS, em 24 de março do ano de 2022. A área utilizada apresentava restos culturais de soja e tem sido manejada no sistema de semeadura direta nos últimos 16 anos, o que implica dizer que o solo apresentava consistência firme e agregado na sua superfície, pela ausência de revolvimento. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico de textura argilosa (Streck et al., 2008).

Para validação foi utilizado um trator da marca NewHolland® modelo TL75 com 57 kW de potência, para realizar a tração da transplantadora.

Inicialmente, foi realizada a demarcação de um espaço de 90 metros no terreno, com auxílio de uma trena de fibra de vidro de 50 metros, fixando estacas que delimitaram as parcelas.

Para a validação da transplantadora, são necessários três operadores adicionando as mudas de tifton nos discos distribuidores, de forma manual.

Para medir a velocidade de deslocamento do trator e a transplantadora, utilizou-se um cronômetro, tendo início a contagem no momento da passagem do trator pela primeira estaca, e a parada ao passar pela estaca na outra extremidade, mantendo constante durante todo o trajeto a marcha e rotação do motor. Procedimento este que foi repetido para a aferição das três velocidades utilizadas, 1,7; 2,15 e 3,06 Km/h.

Para a determinação do percentual de deslizamento da roda, utilizou-se uma linha amarrada, fixa, no pneu que aciona os mecanismos de distribuição das mudas da transportadora, como pode ser visto na Figura 3, sendo então contado quantas voltas o pneu realizou para percorrer a parcela. Após calculado o número de voltas vezes a circunferência da roda. O comparativo entre o número obtido no cálculo e o tamanho da parcela, nos permite aferir se houve deslizamento e de quanto foi o percentual do mesmo. Esta metodologia está de acordo com a apresentada por Sattler (2000).

Figura 3 – Marcação no pneu para metodologia aferição deslizamento da roda



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A transplantadora apresenta um sistema muito leve a ser acionado, pois não possui eixos acionando distribuidores de adubos, por exemplo, onde o esforço é maior. Na distribuição de mudas, apenas as tampas dos alvéolos, que também sofrem um pequeno atrito com o anel que

os mantêm fechados durante o trajeto entre uma abertura e outra. Aliado a isto, as mudas, muito leves, praticamente não realizam carga sobre tais tampas.

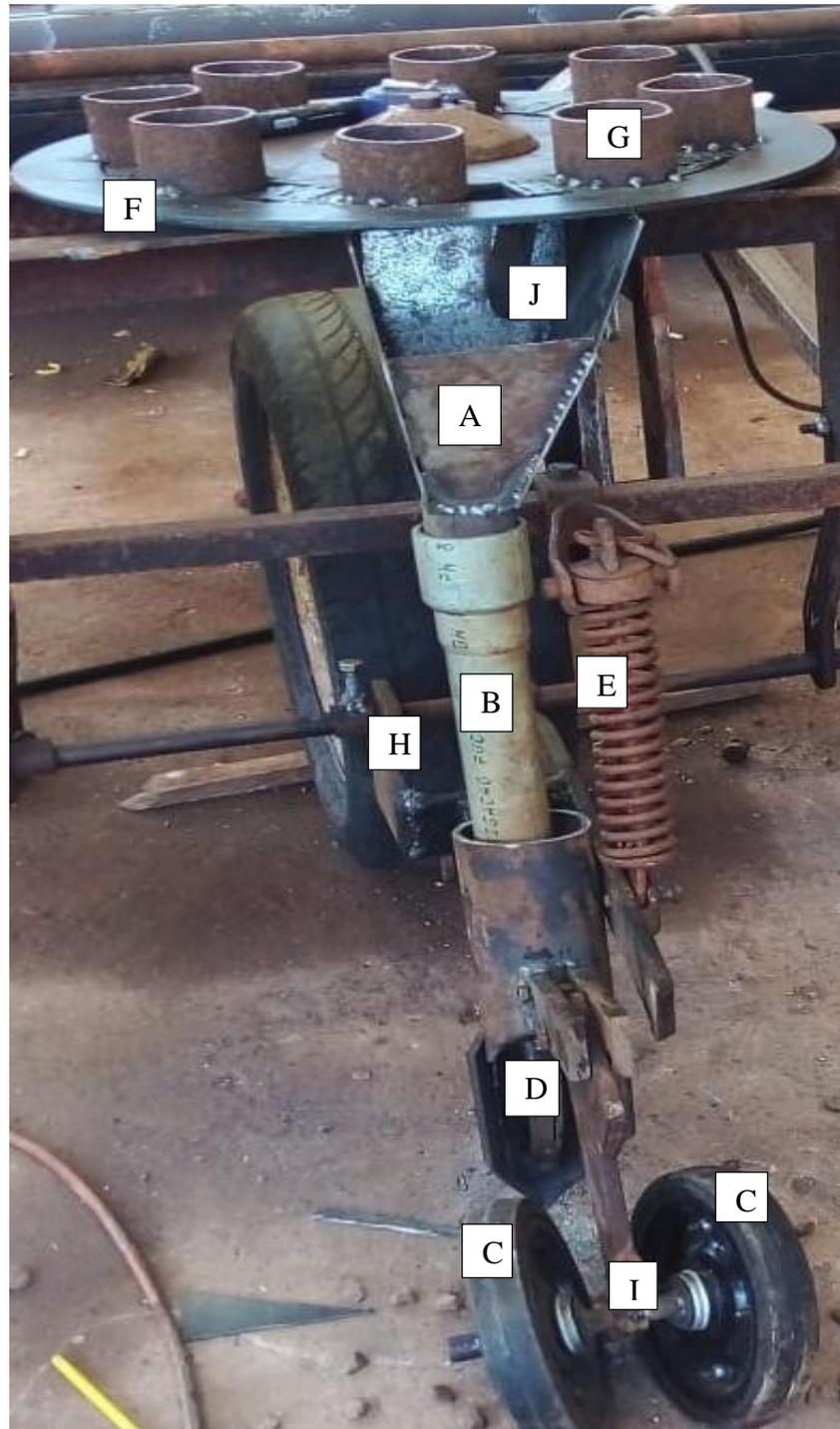
Para a avaliação do coeficiente de variação, existente na distribuição das mudas, utilizou-se uma trena de fibra de vidro, medindo-se as três linhas da parcela de 90 metros, o que gerou três coeficientes de variação para cada parcela, e fazendo a média dos três, obteve-se o coeficiente de variação medido em cada parcela e relacionado à velocidade de deslocamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a montagem final do protótipo, o mesmo ficou equipado com três linhas de distribuição de mudas. Estas podem ser ajustados lateralmente, desde 0,5 m, que é o limite inferior de aproximação, e 1,0 m como limite superior (desde que permanecidas as três linhas, sendo possível realizar o desligamento das linhas de acordo com a necessidade).

Cada linha, como pode ser observado na Figura 4, é composta por um sulcador, duas rodas compactadoras posicionadas em “V”, um conjunto de discos com 8 alvéolos cada, para alocação e distribuição das mudas, e um anel inferior, que garante o fechamento dos alvéolos e sua abertura somente no momento correto de liberação da muda. Um cano de PVC, com diâmetro nominal de 75 mm, ligando a caixa coletora de mudas até a base do sulcador, junto ao solo.

Figura 4 - Componentes de uma linha de distribuição do protótipo desenvolvido



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Em “A”- caixa coletora de mudas após a liberação pelo disco de distribuição; em “B”-cano de pvc condutor das mudas até o sulco; em “C”- rodas compactadoras posicionadas em V; em “D”- sulcador; em “E”- mola pressionadora do sulcador; em “F”- disco de distribuição de mudas; em “G”- suporte alvéolo para alocação das mudas no disco; em “H”- suporte de tracionamento do sulcador; em “I”- suporte para mola pressão rodas compactadoras; em “J” tampa do alvéolo aberta para liberação da muda.

A condição de umidade, no momento da validação, é friável devido as chuvas que ocorreram até o início do dia anterior, ou seja, 33 horas antes da validação da transplantadora, como pode ser observado na figura 5.

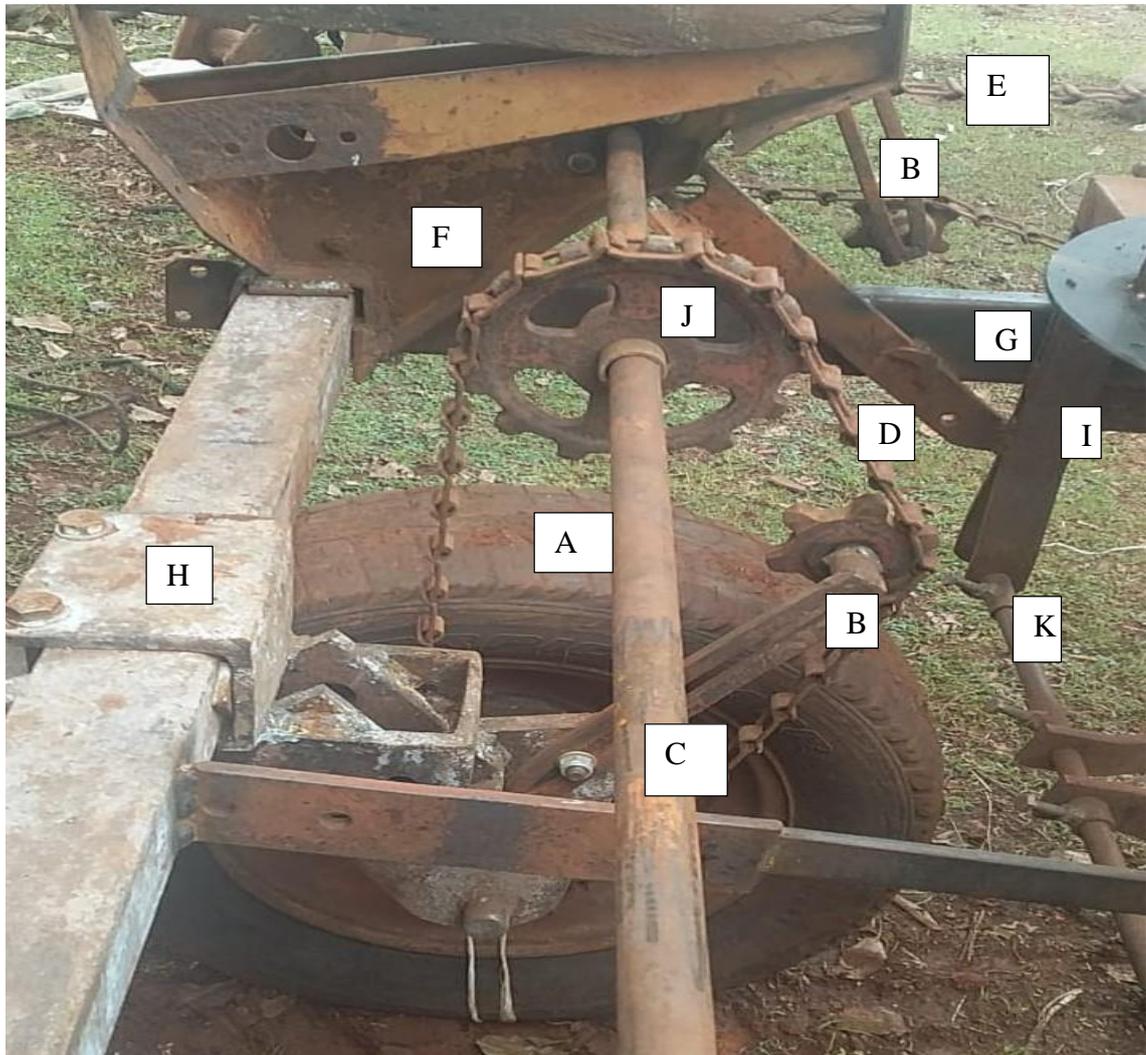
Figura 5- Condição de umidade friável do solo durante a validação do protótipo, na área experimental da UFFS



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O acionamento dos discos distribuidores é feito, inicialmente, pela roda direita da transplantadora, que em atrito com o solo movimentada uma engrenagem fixa, de 9 dentes. Essa engrenagem, gera tração de movimento para o primeiro eixo (eixo A), sendo sua principal função, permitir o ajuste lateral das rodas, de acordo com a necessidade de utilização. Todavia, também oferece uma possibilidade de ajuste no distanciamento de deposição de mudas, através da possibilidade de uso de engrenagens com maior ou menor número de dentes. Em sua extremidade direita, permite o acoplamento de engrenagens, que também podem variar em número de dentes, permitindo tracionar o segundo eixo (eixo B), o qual promove o acionamento dos discos distribuidores. Esses detalhes são observados na Figura 6.

Figura 6 - Detalhamento peças móveis para ajuste lateral da roda, fixação da barra de sulcadores e elementos de transmissão

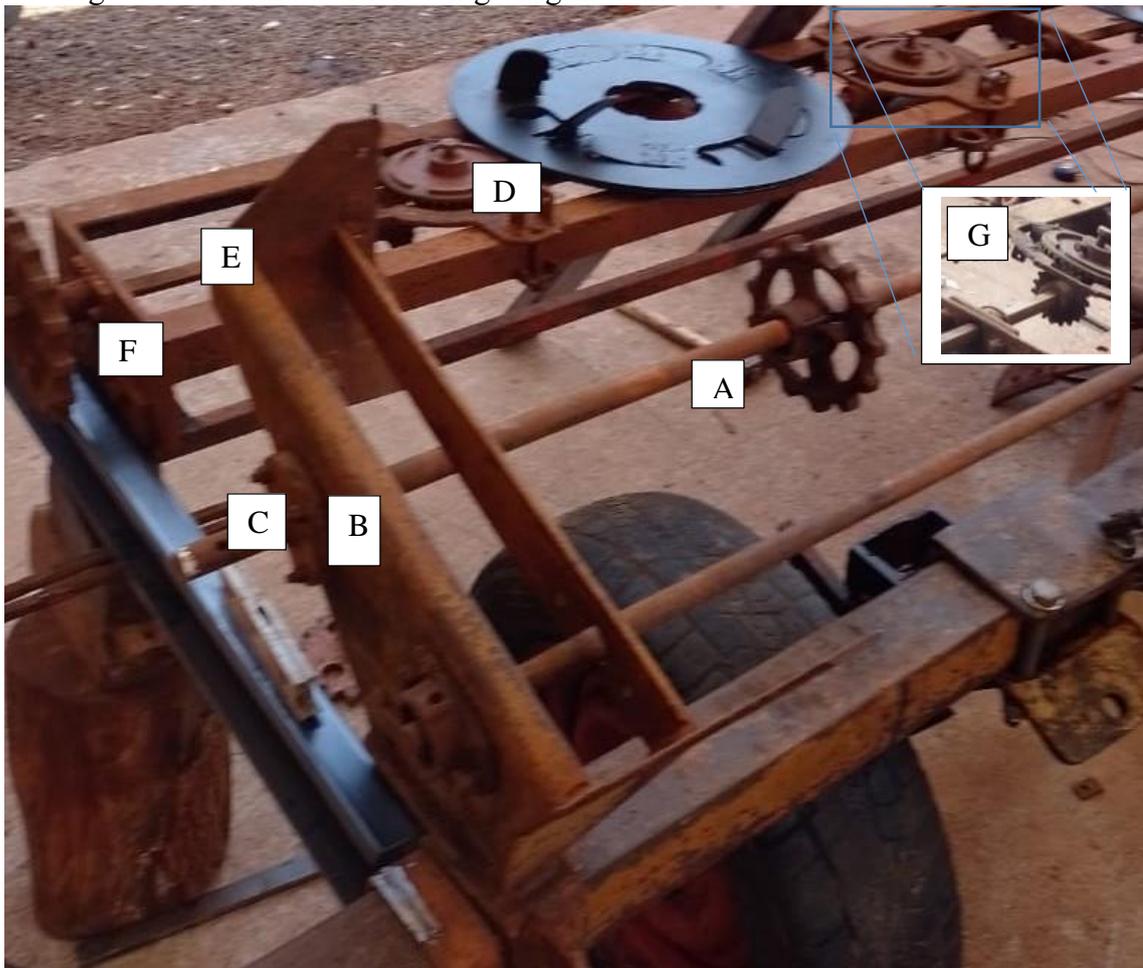


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Em “A”- roda suporte direita e também motriz do sistema; em “B”- esticador de correntes; em “C”- eixo A, que permite o ajuste lateral da engrenagem “J”, de acordo com a roda motriz; em “D” e “E”- correntes de elos, transmissoras de forças entre engrenagens e eixos; em “F”- suporte para alocação de eixo A e caixa de armazenagem de mudas; em “G”- parte do chassi para fixação de distribuidores, bancos e linhas; em “H”- suporte fixador da roda direita, o qual permite o ajuste lateral da roda de acordo com a necessidade; em “I”- suporte que prende a barra de fixação do conjunto sulcador e rodas compactadoras; em “J”- engrenagem de dentes movida do eixo A; em “K”- barra de fixação dos conjuntos sulcadores/rodas compactadoras.

O eixo B, é um eixo quadrado, o qual recebe a força e sentido de rotação do eixo A, tendo sua velocidade de rotação, condicionada ao número de dentes das engrenagens utilizadas para transmissão de força em ambos. A Figura 7 procura detalhar o posicionamento dos eixos e as engrenagens cônicas, fixas, as quais mudam o sentido de rotação para permitir ir o giro horizontal dos discos.

Figura 7 - Sistema de eixos e engrenagens cônicas



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Em “A”- eixo A; em “B”- rolamento de bucha; em “C”- local do eixo A para alocação da engrenagem motora do eixo B; em “D”- suporte para o disco distribuidor; em “E”- eixo B, quadrado acionador das engrenagens cônicas; em “F”- engrenagem dentada movida pelo eixo A; e em “G”- detalhe aproximado da engrenagem cônica, de dentes retos, utilizada para mudar a direção e a rotação da força.

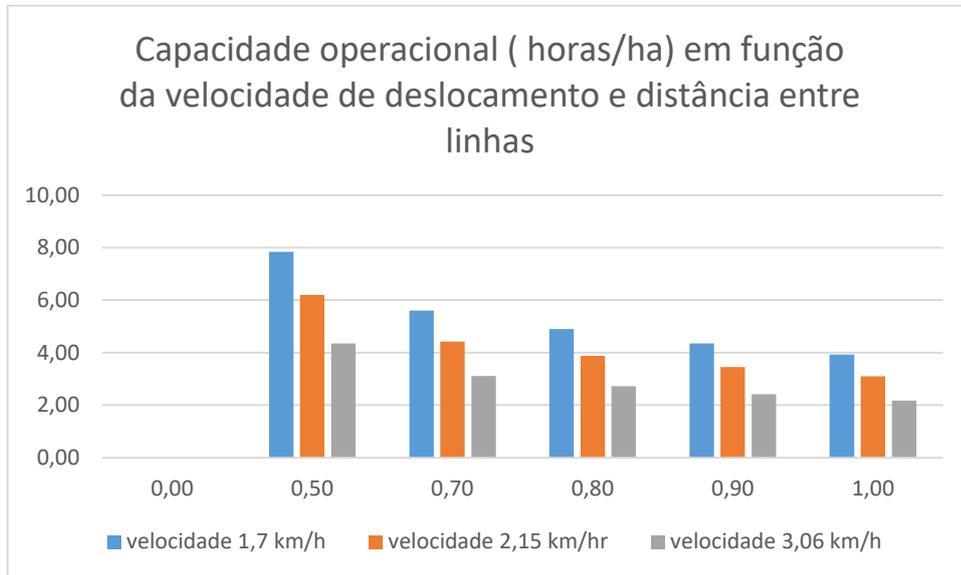
A transmissão de força de um eixo para outro, é realizada através das engrenagens dentadas, auxiliadas por uma corrente de elos, que faz o ligamento entre uma engrenagem e outra, como mostrado na Figura 6.

As mudas de tifton, utilizadas durante a validação, foram plantadas em bandejas de PVC com 200 células, medindo cada célula, 2 x 2 cm de largura interna superior e 4 cm de altura cada célula, perfazendo um volume de 22 cm³ em cada célula. Utilizado substrato comercial e partes de estolões (contendo ao menos uma gema vegetativa brotada) de tifton 85, 21 dias antes da validação. No momento da validação, as mudas apresentam-se, em média, com 20 cm de altura.

As velocidades de deslocamentos foram 1,7; 2,15 e 3,06 Km/h para as parcelas 1, 2 e 3 respectivamente, considerado ainda o tamanho e a distância entre as linhas da transplantadora, em função das velocidades utilizadas, considerando ainda uma eficiência média de 50%, a qual

varia de acordo com o terreno (SILVEIRA et al., 2006). A capacidade operacional da transplantadora varia, como apresentado no Gráfico 1, em função da distância entre linhas e velocidade.

Gráfico 1- Capacidade operacional



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para o teste de validação, a transplantadora estava montada com as engrenagens que podem ser alteradas para ajuste de distribuição de mudas, da seguinte maneira: engrenagem de 13 dentes na posição A (movida); a engrenagem de 9 dentes na posição B (motora) e a engrenagem 16 dentes na posição C (movida). As posições podem ser observadas na figura 7. O que, quando calculado, levando-se em consideração o índice de transmissão obtido, o número de alvéolos dos discos distribuidores e a circunferência da roda, leva a uma distribuição de 0,83 plantas por metro linear ou 1,20 m entre plantas, na linha. A distância entre linhas, é de 0,70 m, condição esta que leva a distribuir 11.874 plantas por hectare, como pode ser observado no recorte da tabela de distribuição em função da combinação de engrenagens e espaçamento entre linhas, como pode ser observado no Quadro 2, na linha demarcada na cor verde. Isso é possível desde que mantido constante o distanciamento entre linhas entre uma passagem e outra da transplantadora.

Figura 8 - Posições possíveis de trocas de engrenagens, e posicionamentos citados na tabela de transmissão



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quadro 2- Número de plantas distribuídas por ha em função das variáveis.

| NÚMERO DE PLANTAS POR METRO E HECTARE | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|----|------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nº de dentes nas engrenagens | Nº Plantas/m | | Nº de plantas/hectare/espacamento entre linhas | | | | | |
| A | B | C | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | |
| 9 | 10 | 11 | 1,94 | 38800 | 27714 | 24250 | 21556 | 19400 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 13 | 9 | 16 | 0,83 | 16624 | 11874 | 10390 | 9235 | 8312 |

6 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NA VALIDAÇÃO

Como já citado anteriormente, a transportadora encontrava-se equipada com a combinação de engrenagens que preveem a distribuição de uma muda a cada 1,2 metros de distância. Antes de ir a campo, avaliou-se as condições das mudas, que apresentavam uma média de 20 centímetros de altura. Também foi pesada uma amostra de 25 mudas, após estas terem sido irrigadas (já com o objetivo de aumentar a massa), para obter uma média da massa das mesmas, haja visto que é próprio peso (massa x gravidade), delas que fará com que elas caiam do disco até o solo. A massa média na amostra de mudas encontrada foi 7,04 gramas por muda.

6.1 TRATAMENTO 1

Avaliando o resultado no tratamento 1, ou seja, onde a velocidade de transplântio, foi de 1.7 km por hora, e avaliando cada linha em separado, como proposto na metodologia, considerando ainda que é a medida entre as mudas que determina a precisão no transplântio, através do coeficiente de variação (MADALUZ, 2020). O número de falhas encontradas foi determinado por comparativo, individualmente, das medidas encontradas no tratamento e relacionada com o previsto pelo Quadro 1, apresentado e descrito na metodologia. Este número de falhas pode ser visto de duas maneiras, onde a primeira leva em consideração que algumas mudas podem ter sido aterradas por inteiro, e desta forma não as encontramos no momento da avaliação. Uma segunda hipótese, leva em consideração a não habilidade dos operadores no momento da validação, os quais nunca haviam feito tal trabalho, e pode, eventualmente, ter ocorrido falhas no preenchimento dos alvéolos.

No Quadro 3, pode-se perceber, marcadas em amarelo, onde estão os intervalos considerados falhas. Observa-se que as três linhas apresentaram um coeficiente de variação muito semelhante, sem nenhum deles se sobressair sobre os demais. O número de mudas encontradas por linha, também foi muito semelhante, o que nos leva a concluir que as falhas foram pontuais e bem distribuídas, ao longo da parcela. O coeficiente de variação (CV) médio, obtido na parcela, foi 31,2%.

Quadro 3- Distribuição de plantas e análise do tratamento 1

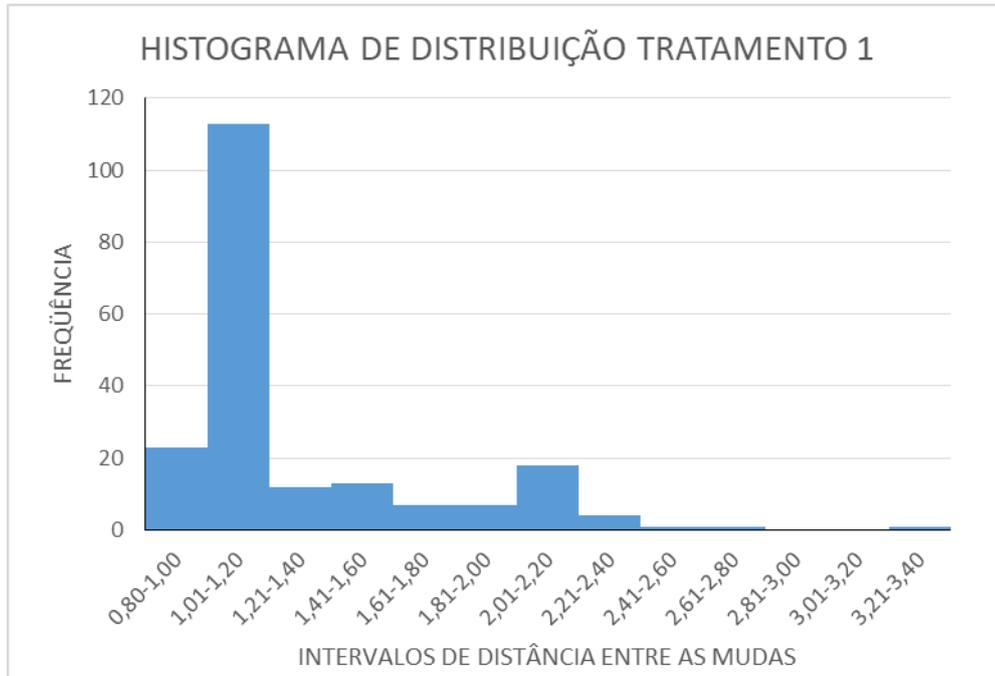
| Coeficiente de variação e falhas na velocidade 1 | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|------|------|-------|-----------------------|------|------|-------|-----------------------|------|------|-------|
| Medidas apuradas entre as mudas, na velocidade 1 | | | | | | | | | | | |
| Linha 1 | | | | Linha 2 | | | | Linha 3 | | | |
| 1,20 | 1,20 | 2,70 | 2,20 | 1,20 | 1,08 | 2,00 | 1,10 | 2,20 | 1,60 | 1,10 | 1,60 |
| 1,15 | 1,10 | 1,10 | 1,00 | 1,10 | 1,00 | 1,00 | 1,60 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 1,10 |
| 1,10 | 2,25 | 1,30 | 1,02 | 2,10 | 1,24 | 1,20 | 1,60 | 1,10 | 2,20 | 1,90 | 1,55 |
| 1,08 | 1,05 | 1,00 | 1,20 | 1,10 | 1,10 | 1,00 | 2,15 | 1,20 | 1,10 | 1,70 | 1,10 |
| 1,05 | 1,00 | 2,20 | 1,05 | 1,20 | 1,15 | 1,20 | 1,20 | 1,10 | 2,10 | 1,50 | 1,10 |
| 1,25 | 1,10 | 2,30 | 1,20 | 1,20 | 1,00 | 1,10 | 2,10 | 1,20 | 1,90 | 1,70 | 1,18 |
| 1,15 | 2,20 | 1,20 | 1,10 | 2,20 | 1,00 | 1,20 | 2,00 | 1,20 | 1,40 | 1,20 | 2,15 |
| 1,40 | 1,10 | 1,10 | 1,20 | 1,10 | 1,20 | 1,00 | 1,20 | 1,20 | 2,20 | 1,15 | 1,10 |
| 2,00 | 1,10 | 1,40 | 1,00 | 1,10 | 0,90 | 1,20 | 2,20 | 1,10 | 1,05 | 1,15 | 1,60 |
| 1,20 | 1,10 | 1,20 | 1,10 | 1,70 | 1,15 | 1,15 | 2,30 | 1,10 | 1,15 | 1,60 | 2,20 |
| 1,10 | 2,30 | 1,10 | 1,20 | 1,70 | 1,10 | 1,30 | 1,10 | 1,20 | 1,10 | 1,20 | 1,15 |
| 1,10 | 1,70 | 1,50 | 1,10 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,20 | 1,00 | 1,10 |
| 1,20 | 1,60 | 1,80 | 1,10 | 1,00 | 1,20 | 1,20 | 1,00 | 1,10 | 1,15 | 1,00 | 1,20 |
| 1,20 | 1,21 | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 2,45 | 2,10 | 1,10 | 1,00 | 1,00 | 1,20 | 3,40 |
| 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,12 | 1,20 | 1,10 | 1,30 | 1,20 | 1,20 | 1,50 | 1,10 | 0,95 |
| 2,10 | 1,30 | 1,30 | 2,20 | 1,10 | 1,80 | 1,00 | 1,08 | 1,20 | 1,40 | 1,00 | |
| 1,00 | 1,90 | 1,10 | | 1,05 | 1,50 | 2,20 | | 2,00 | 1,60 | 1,20 | |
| Total de falhas= | | | 11 | Total de falhas= | | | 9 | Total de falhas= | | | 10 |
| Desvio padrão= | | | 0,406 | Desvio padrão= | | | 0,423 | Desvio padrão= | | | 0,437 |
| Média= | | | 1,332 | Média= | | | 1,354 | Média= | | | 1,370 |
| Coef. de Variação (%) | | | 30,4 | Coef. de Variação (%) | | | 31,2 | Coef. de Variação (%) | | | 31,9 |
| Coeficiente de variação(%) médio obtido na parcela= | | | | | | | 31,2 | | | | |
| Falhas na parcela (%)= | | | | | | | 15,00 | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Todavia quando excluídas estas falhas do quadro, e levado em consideração apenas a distribuição normal, o coeficiente de variação final fica em 18%.

Os dados, apresentados para o tratamento 1, foram analisados em ferramenta estatística de planilha eletrônica, e apresentada sua distribuição no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Histograma de distribuição das mudas no tratamento 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

6.2 TRATAMENTO 2

A avaliação do tratamento 2, ou seja, para o qual foi utilizada a velocidade de 2.15 km/h, evidenciou um maior número de falhas que a anterior. Com a mesma metodologia descrita para o tratamento 1, o mesmo apresentou maior número de falhas e quando estas presentes, algumas apresentam maiores distâncias entre uma muda e outra. Enquanto na tabela 3, obteve-se apenas um valor superior a 3 m, entre as mudas, no Quadro 4, registra-se 7 espaçamentos superiores a 3 m, e mais além, dois desses espaçamentos superiores a 4 m, o que pode ser relacionado ao menor tempo para a alocação das mudas nos alvéolos, segundo o próprio relato dos operadores, que afirmaram ter maior dificuldade em abastecer os alvéolos corretamente, em função da velocidade superior a anterior.

Quadro 4 – Distribuição de plantas e análise do tratamento 2

| Coeficiente de variação na parcela 2 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|------|------|-------|-----------------------|------|------|-------|-----------------------|------|------|-------|--|
| Medidas apuradas entre as mudas, na parcela 2, velocidade 2 | | | | | | | | | | | | |
| Linha 1 | | | | Linha 2 | | | | Linha 3 | | | | |
| 1,20 | 1,10 | 1,00 | 4,30 | 2,10 | 0,90 | 1,05 | 2,70 | 1,40 | 2,10 | 1,25 | 1,30 | |
| 2,50 | 1,20 | 3,50 | 3,70 | 2,40 | 1,20 | 2,30 | 1,45 | 2,30 | 1,60 | 1,30 | 1,40 | |
| 1,00 | 2,30 | 1,20 | 1,20 | 1,10 | 2,40 | 2,40 | 1,42 | 1,20 | 4,40 | 1,20 | 0,90 | |
| 1,30 | 1,35 | 1,60 | 1,40 | 1,20 | 1,30 | 1,00 | 1,50 | 2,60 | 1,10 | 2,90 | 1,05 | |
| 2,20 | 1,40 | 1,30 | 0,85 | 1,30 | 1,40 | 1,10 | 1,15 | 2,05 | 1,05 | 1,00 | 1,00 | |
| 1,10 | 2,60 | 1,05 | 1,10 | 2,30 | 0,90 | 2,10 | 1,20 | 1,10 | 2,30 | 1,90 | 1,10 | |
| 1,20 | 0,80 | 2,30 | 2,30 | 1,10 | 1,30 | 1,90 | 2,30 | 1,40 | 1,20 | 2,10 | 1,18 | |
| 2,35 | 1,80 | 1,10 | 1,50 | 0,95 | 1,20 | 2,30 | 4,70 | 1,00 | 1,20 | 1,25 | 1,40 | |
| 0,90 | 1,00 | 1,20 | 2,20 | 1,25 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 2,15 | 1,20 | 2,30 | 1,20 | |
| 1,20 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 0,70 | 1,45 | 0,90 | 3,30 | 2,25 | 1,35 | 1,25 | 1,35 | |
| 1,80 | 1,15 | 1,10 | 1,18 | 2,05 | 1,20 | 1,22 | 1,50 | 1,10 | 1,25 | 1,30 | 1,10 | |
| 1,20 | 1,40 | 1,23 | 1,25 | 0,90 | 1,05 | 1,21 | 1,15 | 1,50 | 1,20 | 1,40 | 1,10 | |
| 1,10 | 1,25 | 1,15 | 1,30 | 2,05 | 0,90 | 1,15 | 1,50 | 1,30 | 1,10 | 2,15 | 1,20 | |
| 0,90 | 1,00 | 1,15 | 1,20 | 1,35 | 1,50 | 1,10 | 1,40 | 1,10 | 2,05 | 1,80 | 0,80 | |
| 2,05 | 1,20 | 1,00 | 0,85 | 1,25 | 1,40 | 1,20 | | 1,15 | 1,30 | 3,40 | | |
| Total de falhas= | | | 12 | Total de falhas= | | | 15 | Total de falhas= | | | 14 | |
| Desvio padrão= | | | 0,694 | Desvio padrão= | | | 0,666 | Desvio padrão= | | | 0,721 | |
| Média= | | | 1,525 | Média= | | | 1,529 | Média= | | | 1,571 | |
| Coef. de Variação (%) | | | 45,5 | Coef. de Variação (%) | | | 43,5 | Coef. de Variação (%) | | | 45,9 | |
| Coeficiente de variação(%) médio obtido na parcela= | | | | | | | 45,0 | | | | | |
| Falhas na parcela (%)= | | | | 23,03 | | | | | | | | |

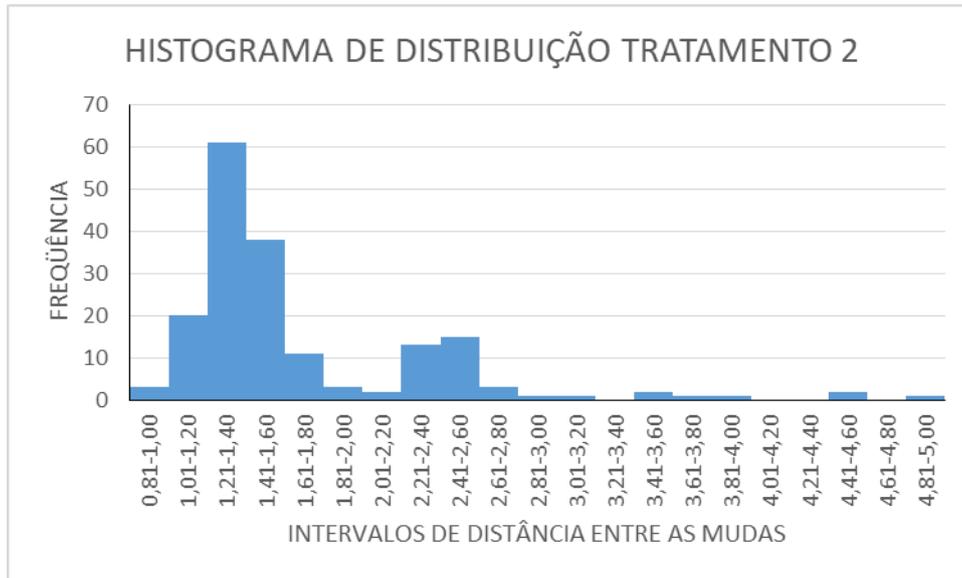
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

No Quadro 4, também marcados em amarelo, as medidas, ou os intervalos entre mudas, considerados falhas, as quais podem ter origem, tanto na não alocação de mudas corretamente ou então por aterramento total das mesmas. Para esta parcela também não houve grande distinção no coeficiente de variação entre as linhas, com nenhuma delas se sobressaindo as demais.

Todavia o coeficiente de variação médio, obtido na parcela chegou ao número de 45%, o que evidenciou uma variação superior ao obtido na parcela 1. Porém, quando excluídos da planilha os maiores valores, os quais representam as falhas, o coeficiente de variação médio da parcela, foi inferior ao obtido na parcela 1 obtendo o número de 18.2 %

Os dados, apresentados para o tratamento 2, igualmente foram analisados em ferramenta estatística de planilha eletrônica, e apresentada sua distribuição no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Histograma de distribuição das mudas no tratamento 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

6.3 TRATAMENTO 3

Quando avaliado tratamento 3, onde foi utilizada a velocidade de 3,06 km/h, o qual está apresentado o resultado no Quadro 5, pode-se perceber que, embora haja algumas sequências boas de distribuição de plantas, o número de falhas encontradas foi a maior de todas as parcelas, chegando a um percentual total de falhas de 39,57%, com pouca variação entre as linhas. O coeficiente de variação apurado nas linhas, individualmente, mostrou uma maior variação na linha 3, sobressaindo-se ante as demais. Para a média da parcela, o coeficiente de variação ficou em 51.9 %, indicando o maior coeficiente de variação entre todas as parcelas.

Quadro 5- Distribuição de plantas e análise do tratamento 3

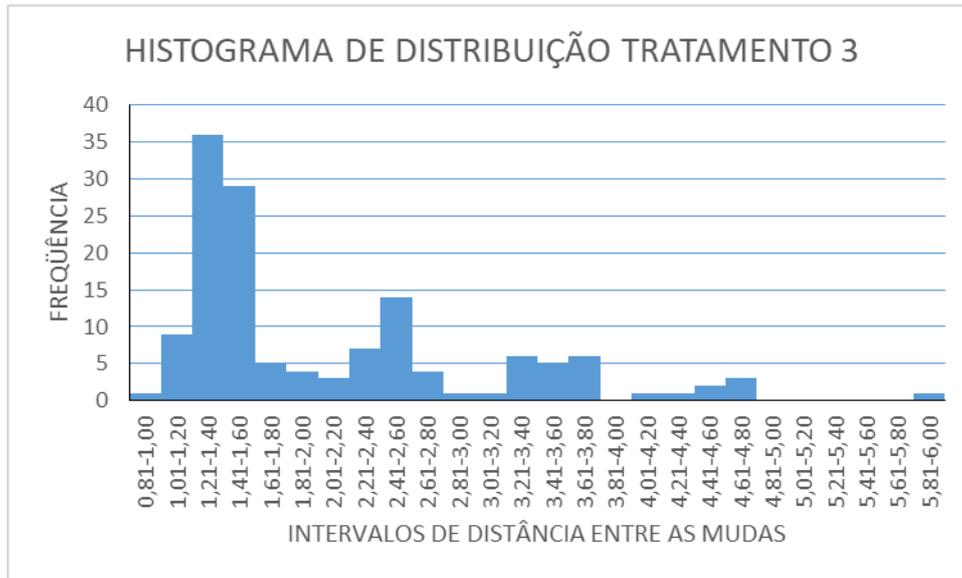
| Coeficiente de variação na velocidade 3 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|------|------|-------|----------------------|------|------|-------|----------------------|------|------|-------|
| Medidas apuradas entre as mudas, na parcela 3, velocidade 3 | | | | | | | | | | | |
| Linha 1 | | | | Linha 2 | | | | Linha 3 | | | |
| 1,30 | 1,50 | 1,10 | 0,90 | 2,20 | 3,00 | 1,25 | 1,25 | 1,50 | 4,45 | 2,40 | 1,10 |
| 1,10 | 1,30 | 1,25 | 1,65 | 3,20 | 4,00 | 1,30 | 3,60 | 2,15 | 1,10 | 1,00 | 2,25 |
| 1,40 | 1,20 | 1,20 | 3,20 | 3,10 | 1,20 | 1,20 | 1,25 | 0,95 | 1,20 | 4,25 | 5,80 |
| 4,20 | 1,10 | 1,25 | 1,20 | 1,35 | 1,20 | 1,18 | 2,40 | 4,40 | 2,35 | 1,25 | 1,15 |
| 1,35 | 2,10 | 2,25 | 2,00 | 1,90 | 3,15 | 2,30 | 1,20 | 1,65 | 1,00 | 2,40 | 2,20 |
| 1,10 | 1,25 | 2,10 | 1,50 | 3,60 | 1,50 | 1,25 | 1,30 | 1,85 | 3,40 | 1,15 | |
| 1,20 | 1,30 | 3,30 | 2,40 | 1,25 | 0,75 | 2,55 | | 1,15 | 1,20 | 1,80 | |
| 1,30 | 1,15 | 1,40 | 2,10 | 1,20 | 3,05 | 2,40 | | 3,55 | 1,20 | 1,80 | |
| 2,80 | 3,30 | 1,00 | 1,30 | 3,20 | 3,50 | 1,25 | | 1,20 | 2,30 | 1,20 | |
| 2,50 | 1,05 | 1,50 | 1,15 | 1,30 | 1,25 | 1,20 | | 3,45 | 1,35 | 1,05 | |
| 1,00 | 1,00 | 2,45 | 2,30 | 2,60 | 1,15 | 1,30 | | 1,10 | 3,30 | 2,20 | |
| 4,45 | 1,10 | 1,10 | 2,25 | 3,30 | 1,20 | 1,15 | | 1,30 | 1,30 | 4,50 | |
| 1,30 | 1,40 | | | 0,85 | 2,40 | 3,60 | | 2,30 | 0,85 | 1,20 | |
| Total de falhas= | | | 16 | Total de falhas= | | | 20 | Total de falhas= | | | 19 |
| Desvio padrão= | | | 0,83 | Desvio padrão= | | | 0,96 | Desvio padrão= | | | 1,21 |
| Média= | | | 1,71 | Média= | | | 1,99 | Média= | | | 2,05 |
| Coef. de Variação(%) | | | 48,65 | Coef. de Variação(%) | | | 48,31 | Coef. de Variação(%) | | | 58,80 |
| Coeficiente de variação(%) médio obtido na parcela= | | | | | | | | | | | 51,9 |
| Falhas na parcela (%)= | | | | | | | | | | | 39,57 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

As células marcadas em amarelo, no Quadro 5, ressaltam algumas das maiores distâncias medidas entre as mudas. Tal qual nas parcelas anteriores, quando estes números são retirados, representando apenas a distribuição sequencial das mudas, o coeficiente de variação médio obtido na parcela também fica próximo as demais parcelas.

Os dados, apurados para o tratamento 3, igualmente aos anteriores, foram analisados em ferramenta estatística de planilha eletrônica, e apresentada sua distribuição no Gráfico 4.

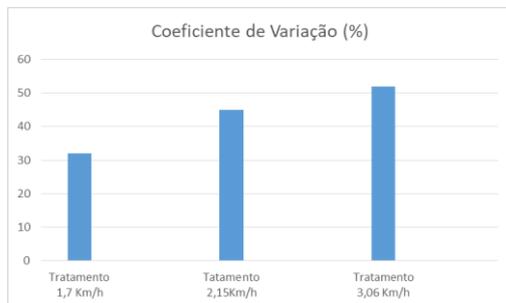
Gráfico 4 – Histograma de distribuição das mudas no tratamento 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

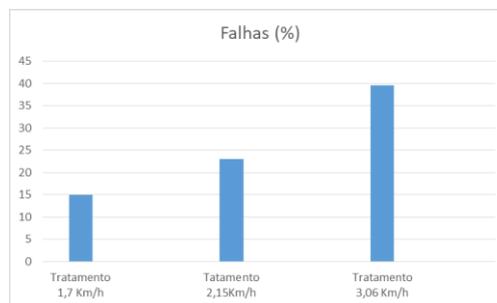
Os gráficos 5 e 6 mostram o comparativo gráfico dos tratamentos, onde percebe-se que a medida em que aumenta a velocidade de deslocamento, ocorre um aumento no percentual de CV e de falhas.

Gráfico 5- CV(%) dos tratamentos



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Gráfico 6- Percentual de falhas dos tratamentos



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

7 ALGUMAS LIMITAÇÕES DO PROJETO

O disco que faz a distribuição das mudas, apresenta apenas uma direção de rotação que permite o fechamento dos seus alvéolos. Diante disto, ressalta-se o cuidado em evitar que a transplantadora possa ser movida em marcha ré, com a roda motriz apoiada ao solo, o que faria com que as tampas dos alvéolos se chocassem contra o anel de fechamento, causando a ruptura do mecanismo que permite sua abertura e fechamento.

A menor distância entre linhas, é limitada a 0,5 m, número este que é coincidente com o diâmetro dos discos de distribuição. Para utilização de distância entre linhas menor que 0,5 m, recomenda-se a passagem de duas vezes a transportadora sobre a mesma área, intercalando novamente as linhas, o que permitiria transplântio em distâncias de até 0,25 m entre linhas.

A distribuição longitudinal, nas linhas, para o caso de mudas grandes, com parte aérea acima de 20 cm, e uma massa muito leve, pode ter limitada a velocidade de deslocamento pela rápida abertura e fechamento dos alvéolos, desta forma poderá ocorrer a prensagem da parte aérea, pelo fechamento antes que esta caia, razão pela qual deve-se operar em menores velocidades a medida em que se diminui o espaçamento entre as plantas na linha.

Em solos que foram revolvidos recentemente, e principalmente, os que apresentem maior teor de argila, podem apresentar dificuldades de transplântio quando em condições de maior umidade, pelo fato de que o solo aderido a roda motriz, fará com que esta não consiga distribuir as mudas na linha como calculado. Da mesma forma, as rodas compactadoras podem acabar não cumprindo a sua função, como projetado.

A validação da transplantadora, evidenciou que os mecanismos de distribuição projetados e construídos, funcionam adequadamente, para as velocidades em que foram desenvolvidos os testes. Todavia, a correta distribuição e distanciamento entre as mudas, no stand final das plantas, vai depender muito da habilidade dos operadores, em abastecer os alvéolos de mudas corretamente. Caso isso não ocorra, inevitavelmente ocorrerão falhas e/ou deposição dupla de mudas.

8 CONCLUSÕES

O objetivo de execução do projeto, e teste do mesmo foi alcançado, tendo em vista que obteve um bom funcionamento de todos os mecanismos, ou seja, não ocorre nenhum tipo de travamento no sistema de distribuição, o qual quando abastecido corretamente, proporciona uma correta distribuição de mudas.

O sistema de abertura de sulcos, também não apresentou problemas, conseguindo cumprir o seu papel mesmo em solos de consistência mais firme, sem a necessidade de revolvimento prévio do solo.

O sistema compactador, também cumpriu o seu papel de forma satisfatório, causando uma boa compactação do solo aos lados das mudas transplantadas, podendo ser melhor ajustado, aproximado ao sulcador, com vistas a impedir que mudas menores, possam ser aterradas por completo.

O teste a campo, nas parcelas, com distribuição prevista de 225 mudas por parcela, mostrou que a medida em que a velocidade aumenta, ocorre um aumento significativo de falhas no transplântio. Estas falhas não foram apuradas, no presente trabalho, quanto à sua origem, todavia pode-se concluir que a medida em que os operadores de abastecimento do sistema de distribuição, forem treinados para tal finalidade, isto poderá ocasionar uma sensível redução no número de falhas observadas.

As mudas utilizadas durante a validação, apresentavam pouco peso, e variação entre as mesmas, o que implica diferentes velocidades alcançadas no caminho percorrido, entre o disco dosador e o solo. Mudas produzidas com uma mistura de substrato + solo, ou então em bandejas de células maiores, tendem a apresentar um menor coeficiente de variação entre as mudas, possibilitando um estande melhor de plantas na área, embora a cultura do tifton não irá apresentar grande variabilidade de produção devido a uma distribuição não equidistante das mudas, como aconteceria em culturas como soja e milho por exemplo. Sugere-se novas avaliações, com mudas de características distintas quanto a sua massa.

Após a validação, conclui-se que a transplantadora consegue desempenhar seu papel de maneira satisfatória, a velocidades inferiores a 2 Km por hora, para a cultura do tifton.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPI, Associação Brasileira de Propriedade Individual. **O que é Propriedade Intelectual?**. Abpi.org.br, [S. l.], p. 1-3, 2022. Disponível em: <https://abpi.org.br/blog/o-que-e-propriedade-intelectual/>. Acesso em: 3 abr. 2022.

AZEVEDO, Ana Luisa Sousa et al. **Melhoramento de forrageiras na era genômica**. Livimagens.sct.embrapa, [S. l.], p. 1-8, 2019. Disponível em: <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00055340.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2022.

BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2010. 648p.

BATISTA, Luiz Alberto Rocha; NETO, Amadeu Regitano. **Melhoramento genético de gramíneas forrageiras**. Ainfo.cnptia.embrapa, [S. l.], p. 1-19, 9 jul. 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE/12457/1/PROCILARB1999.00049.PDF>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CECCON, Gessi et al. **Implantação e Manejo de Forrageiras em Consórcio com Milho Safrinha**. Febrapdp.org.br, [S. l.], p. 1-36, 1 out. 2015. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/download/publicacoes/Consortio-MilhoForrageiras-CPAO-DOC131-2015.pdf>. Acesso em: 15 out. 2021.

COSTA, Marcello. **Origens da domesticação animal**. Cienciasemduvidas.com, [S. l.], p. 1-3, 14 jan. 2020. Disponível em: <https://cienciasemduvidas.com/origens-da-domesticacao-animal/>. Acesso em: 27 mar. 2022.

FERNANDES, Carla. **Implantação de pastagens de tifton**. Rehagro.com.br, [S. l.], p. 1-3, 12 jul. 2018. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/pastagens-de-tifton/>. Acesso em: 13 out. 2021.

FERREIRA, Vinícius. **Semeadeira: Conheça a história da máquina e suas aplicações**. Cgfseguros, [S. l.], p. 1-5, 25 jan. 2021. Disponível em: <https://www.cgfseguros.com.br/blog/semeadeira/>. Acesso em: 28 jul. 2021.

GUIMARÃES, Murilo Saraiva. **Desempenho produtivo, análise de crescimento e características estruturais do dossel de dois capins do gênero Cynodon sob duas estratégias de pastejo intermitente**. Teses. USP, [S. l.], p. 1-83, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-29052012-094922/publico/Murilo_Saraiva_Guimaraes.pdf. Acesso em: 29 jul. 2021.

MADALOZ, José Carlos Cazarotto. **Cálculo de Avaliação de Plantio**. Pioneersementes, [S. l.], p. 1-3, 13 jan. 2020. Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/milho/central-de-produtos/calculo-avaliacao-plantio>. Acesso em: 13 mar. 2022.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo**. [S. l.]: Unesp, 2008. 569 p. Disponível em: http://docs.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20POS-GRADUACAO/HISTORIA%20DA%20AGRICULTURA/Historia_das_agriculturas.pdf. Acesso em: 26 jul. 2021.

MUDAS são fonte de alta produtividade para dezenas de culturas. [S. l.], 8 dez. 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/mudas-sao-fonte-de-alta-produtividade-para-dezenas-de-culturas/>. Acesso em: 10 out. 2021.

PENA, Rodolfo F. Alves. **"Evolução da agricultura e suas técnicas"**;2021, Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/evolucao-agricultura-suas-tecnicas.htm>. Acesso em 26 de julho de 2021.

RINALDI, Paula Cristina Natalino et al. **Transplântio mecânico de mudas traz agilidade e qualidade.** Revista campo e negocios, [S. l.], p. 10-15, 9 out. 2016. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/transplântio-mecanico-de-mudas-traz-agilidade-e-qualidade/>. Acesso em: 21 jul. 2021.

RODRIGUES, Pedro Eurico. **Revolução agrícola.** Infoescola.com, [S. l.], p. 1-3, 2012. Disponível em: <https://www.infoescola.com/historia/revolucao-agricola/>. Acesso em: 26 jul. 2021.

SATTLER, Arsenio. **Regulagem estática da vazão de sementes em semeadoras de precisão: método da relação de transmissão.** Infoteca.cnptia.embrapa.br, [S. l.], p. 1-24, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/850209/1/FL07282.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Mecanização: operação e regulagem de semeadoras– adubadoras de sementes graúdas.** [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/194-SEMEADORA.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2021.

SILVA, Marcos Roberto da. **Classificação de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema plantio direto conforme o índice de adequação.** - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, [S. l.], p. 1-96, 2003. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257502/1/Silva_MarcosRobertoda_M.pdf. Acesso em: 27 jul. 2021.

SILVA, Paulo Roberto Arbex. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema de plantio direto.** 2003. xi, 84 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90711>. Acesso em 28 de julho de 2021.

SILVA, Rouverson P. da et al. **Efeitos da roda compactadora de semeadoras sob cargas verticais na deformação do solo com dois teores de água.** Eng. Agríc., Jaboticabal, [S. l.], p. 511-519, 5 maio 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/TnFyBjTywQYRTsPdYHQzDLb/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.

SILVA, Soraya Grams da. **AGRICULTURA- Origem e desenvolvimento.** Monografias.brasilecola, [S. l.], p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/agricultura-pecuaria/agricultura.htm>. Acesso em: 25 mar. 2022.

SILVEIRA, André Luis Marques da. **Elementos de transmissão**. Um.pro.br/, [S. l.], p. 1-5, 2021. Disponível em: <http://www.um.pro.br/acionamentos/index.php?c=elementosdetransmissao>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SILVEIRA, Gastão M. da, Yanai, Kyoshi e Kurachi, Sergio A. H. **Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]. 2006, v. 10, n. 1 [Acessado 27 Março 2022] , pp. 220-224. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000100032>>. Epub 06 Set 2006. ISSN 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000100032>.

STRECK, Edeimar Valdir *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 3º. ed. rev. [S. l.: s. n.], 2018. 251 p.

SOUSA, Rainer Gonçalves. **Agricultura = Evolução?**. Historiadomundo.com.br, [S. l.], p. 1-3, 2020. Disponível em: <https://www.historiadomundo.com.br/pre-historia/agricultura=-evolucao.htm>. Acesso em: 25 mar. 2022.

TIFTON 85: **Uma Forrageira Para Pastagens Tropicais**. [S. l.], 19 fev. 2019. Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/tifton-85-uma-forrageira-para-pastagens-tropicais/>. Acesso em: 12 out. 2021.

UNIVERSIDADE, Estadual do Oeste do Paraná. **SEMEADORA ADUBADORA**. Lamma.com, [S. l.], p. 1-18, 2000. Disponível em: <http://lamma.com.br/private/docs/7f361c318e014bec60b435fdffc2496.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.

Anexo 1- Quadro de combinações de engrenagens e número de plantas

| NÚMERO DE PLANTAS POR METRO E HECTARE | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----|----|---------------------|------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Nº de dentes nas engrenagens | | | Nº Plantas/metro | Nº de plantas/hectare/espacamento entre linhas | | | | |
| A | B | C | | 0,50 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 |
| 9 | 10 | 11 | 1,940 | 38.800 | 27.714 | 24.250 | 21.556 | 19.400 |
| 9 | 10 | 13 | 1,641 | 32.820 | 23.443 | 20.513 | 18.233 | 16.410 |
| 9 | 10 | 16 | 1,333 | 26.660 | 19.043 | 16.663 | 14.811 | 13.330 |
| 9 | 10 | 22 | 0,970 | 19.400 | 13.857 | 12.125 | 10.778 | 9.700 |
| 9 | 11 | 10 | 2,347 | 46.940 | 33.529 | 29.338 | 26.078 | 23.470 |
| 9 | 11 | 13 | 1,806 | 36.120 | 25.800 | 22.575 | 20.067 | 18.060 |
| 9 | 11 | 16 | 1,467 | 29.340 | 20.957 | 18.338 | 16.300 | 14.670 |
| 9 | 11 | 22 | 1,067 | 21.340 | 15.243 | 13.338 | 11.856 | 10.670 |
| 9 | 13 | 10 | 2,774 | 55.480 | 39.629 | 34.675 | 30.822 | 27.740 |
| 9 | 13 | 11 | 2,522 | 50.440 | 36.029 | 31.525 | 28.022 | 25.220 |
| 9 | 13 | 16 | 1,734 | 34.680 | 24.771 | 21.675 | 19.267 | 17.340 |
| 9 | 13 | 22 | 1,261 | 25.220 | 18.014 | 15.763 | 14.011 | 12.610 |
| 9 | 16 | 10 | 3,415 | 68.300 | 48.786 | 42.688 | 37.944 | 34.150 |
| 9 | 16 | 11 | 3,104 | 62.080 | 44.343 | 38.800 | 34.489 | 31.040 |
| 9 | 16 | 13 | 2,627 | 52.540 | 37.529 | 32.838 | 29.189 | 26.270 |
| 9 | 16 | 22 | 1,522 | 30.440 | 21.743 | 19.025 | 16.911 | 15.220 |
| 9 | 22 | 10 | 4,695 | 93.900 | 67.071 | 58.688 | 52.167 | 46.950 |
| 9 | 22 | 11 | 4,268 | 85.360 | 60.971 | 53.350 | 47.422 | 42.680 |
| 9 | 22 | 13 | 3,612 | 72.240 | 51.600 | 45.150 | 40.133 | 36.120 |
| 9 | 22 | 16 | 2,934 | 58.680 | 41.914 | 36.675 | 32.600 | 29.340 |
| 10 | 9 | 11 | 1,572 | 31.434 | 22.453 | 19.646 | 17.463 | 15.717 |
| 10 | 9 | 13 | 1,330 | 26.598 | 18.998 | 16.624 | 14.776 | 13.299 |
| 10 | 9 | 16 | 1,081 | 21.611 | 15.436 | 13.507 | 12.006 | 10.805 |
| 10 | 9 | 22 | 0,786 | 15.717 | 11.226 | 9.823 | 8.732 | 7.858 |
| 10 | 11 | 9 | 2,348 | 46.956 | 33.540 | 29.348 | 26.087 | 23.478 |
| 10 | 11 | 13 | 1,625 | 32.508 | 23.220 | 20.318 | 18.060 | 16.254 |
| 10 | 11 | 16 | 1,321 | 26.413 | 18.866 | 16.508 | 14.674 | 13.206 |
| 10 | 11 | 22 | 0,960 | 19.209 | 13.721 | 12.006 | 10.672 | 9.605 |
| 10 | 13 | 9 | 2,775 | 55.494 | 39.638 | 34.684 | 30.830 | 27.747 |
| 10 | 13 | 11 | 2,270 | 45.404 | 32.431 | 28.378 | 25.224 | 22.702 |
| 10 | 13 | 16 | 1,561 | 31.215 | 22.297 | 19.510 | 17.342 | 15.608 |
| 10 | 13 | 22 | 1,135 | 22.702 | 16.216 | 14.189 | 12.612 | 11.351 |
| 10 | 16 | 9 | 3,415 | 68.300 | 48.786 | 42.688 | 37.944 | 34.150 |
| 10 | 16 | 11 | 2,794 | 55.882 | 39.916 | 34.926 | 31.045 | 27.941 |
| 10 | 16 | 13 | 2,364 | 47.285 | 33.775 | 29.553 | 26.269 | 23.642 |
| 10 | 16 | 22 | 1,397 | 27.941 | 19.958 | 17.463 | 15.523 | 13.970 |
| 10 | 22 | 9 | 4,696 | 93.913 | 67.080 | 58.695 | 52.174 | 46.956 |
| 10 | 22 | 11 | 3,842 | 76.838 | 54.884 | 48.023 | 42.688 | 38.419 |
| 10 | 22 | 13 | 3,251 | 65.016 | 46.440 | 40.635 | 36.120 | 32.508 |
| 10 | 22 | 16 | 2,641 | 52.826 | 37.733 | 33.016 | 29.348 | 26.413 |
| 11 | 9 | 10 | 1,572 | 31.434 | 22.453 | 19.646 | 17.463 | 15.717 |
| 11 | 9 | 13 | 1,209 | 24.180 | 17.271 | 15.112 | 13.433 | 12.090 |
| 11 | 9 | 16 | 0,982 | 19.646 | 14.033 | 12.279 | 10.914 | 9.823 |
| 11 | 9 | 22 | 0,714 | 14.288 | 10.206 | 8.930 | 7.938 | 7.144 |
| 11 | 10 | 9 | 1,940 | 38.807 | 27.719 | 24.254 | 21.559 | 19.403 |
| 11 | 10 | 13 | 1,343 | 26.866 | 19.190 | 16.791 | 14.926 | 13.433 |
| 11 | 10 | 16 | 1,091 | 21.829 | 15.592 | 13.643 | 12.127 | 10.914 |
| 11 | 10 | 22 | 0,794 | 15.876 | 11.340 | 9.922 | 8.820 | 7.938 |
| 11 | 13 | 9 | 2,522 | 50.449 | 36.035 | 31.531 | 28.027 | 25.224 |
| 11 | 13 | 10 | 2,270 | 45.404 | 32.431 | 28.378 | 25.224 | 22.702 |
| 11 | 13 | 16 | 1,419 | 28.378 | 20.270 | 17.736 | 15.765 | 14.189 |
| 11 | 13 | 22 | 1,032 | 20.638 | 14.742 | 12.899 | 11.466 | 10.319 |
| 11 | 16 | 9 | 3,105 | 62.091 | 44.351 | 38.807 | 34.495 | 31.045 |
| 11 | 16 | 10 | 2,794 | 55.882 | 39.916 | 34.926 | 31.045 | 27.941 |
| 11 | 16 | 13 | 2,149 | 42.986 | 30.704 | 26.866 | 23.881 | 21.493 |
| 11 | 16 | 22 | 1,270 | 25.401 | 18.143 | 15.876 | 14.112 | 12.700 |
| 11 | 22 | 9 | 4,269 | 85.375 | 60.982 | 53.359 | 47.431 | 42.688 |
| 11 | 22 | 10 | 3,842 | 76.838 | 54.884 | 48.023 | 42.688 | 38.419 |
| 11 | 22 | 13 | 2,955 | 59.106 | 42.218 | 36.941 | 32.837 | 29.553 |
| 11 | 22 | 16 | 2,401 | 48.023 | 34.302 | 30.015 | 26.680 | 24.012 |

Continuação anexo 1

| | | | | | | | | |
|----|----|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 13 | 9 | 10 | 1,330 | 26.598 | 18.998 | 16.624 | 14.776 | 13.299 |
| 13 | 9 | 11 | 1,209 | 24.180 | 17.271 | 15.112 | 13.433 | 12.090 |
| 13 | 9 | 16 | 0,831 | 16.624 | 11.874 | 10.390 | 9.235 | 8.312 |
| 13 | 9 | 22 | 0,604 | 12.090 | 8.636 | 7.556 | 6.717 | 6.045 |
| 13 | 10 | 9 | 1,642 | 32.837 | 23.455 | 20.523 | 18.243 | 16.418 |
| 13 | 10 | 11 | 1,343 | 26.866 | 19.190 | 16.791 | 14.926 | 13.433 |
| 13 | 10 | 16 | 0,924 | 18.471 | 13.193 | 11.544 | 10.261 | 9.235 |
| 13 | 10 | 22 | 0,672 | 13.433 | 9.595 | 8.396 | 7.463 | 6.717 |
| 13 | 11 | 9 | 1,806 | 36.120 | 25.800 | 22.575 | 20.067 | 18.060 |
| 13 | 11 | 10 | 1,625 | 32.508 | 23.220 | 20.318 | 18.060 | 16.254 |
| 13 | 11 | 16 | 1,016 | 20.318 | 14.513 | 12.699 | 11.288 | 10.159 |
| 13 | 11 | 22 | 0,739 | 14.776 | 10.555 | 9.235 | 8.209 | 7.388 |
| 13 | 16 | 9 | 2,627 | 52.539 | 37.528 | 32.837 | 29.188 | 26.269 |
| 13 | 16 | 10 | 2,364 | 47.285 | 33.775 | 29.553 | 26.269 | 23.642 |
| 13 | 16 | 11 | 2,149 | 42.986 | 30.704 | 26.866 | 23.881 | 21.493 |
| 13 | 16 | 22 | 1,075 | 21.493 | 15.352 | 13.433 | 11.941 | 10.747 |
| 13 | 22 | 9 | 3,612 | 72.240 | 51.600 | 45.150 | 40.134 | 36.120 |
| 13 | 22 | 10 | 3,251 | 65.016 | 46.440 | 40.635 | 36.120 | 32.508 |
| 13 | 22 | 11 | 2,955 | 59.106 | 42.218 | 36.941 | 32.837 | 29.553 |
| 13 | 22 | 16 | 2,032 | 40.635 | 29.025 | 25.397 | 22.575 | 20.318 |
| 16 | 9 | 10 | 1,081 | 21.611 | 15.436 | 13.507 | 12.006 | 10.805 |
| 16 | 9 | 11 | 0,982 | 19.646 | 14.033 | 12.279 | 10.914 | 9.823 |
| 16 | 9 | 13 | 0,831 | 16.624 | 11.874 | 10.390 | 9.235 | 8.312 |
| 16 | 9 | 22 | 0,491 | 9.823 | 7.016 | 6.139 | 5.457 | 4.911 |
| 16 | 10 | 9 | 1,334 | 26.680 | 19.057 | 16.675 | 14.822 | 13.340 |
| 16 | 10 | 11 | 1,091 | 21.829 | 15.592 | 13.643 | 12.127 | 10.914 |
| 16 | 10 | 13 | 0,924 | 18.471 | 13.193 | 11.544 | 10.261 | 9.235 |
| 16 | 10 | 22 | 0,546 | 10.914 | 7.796 | 6.822 | 6.064 | 5.457 |
| 16 | 11 | 9 | 1,467 | 29.348 | 20.963 | 18.342 | 16.304 | 14.674 |
| 16 | 11 | 10 | 1,321 | 26.413 | 18.866 | 16.508 | 14.674 | 13.206 |
| 16 | 11 | 13 | 1,016 | 20.318 | 14.513 | 12.699 | 11.288 | 10.159 |
| 16 | 11 | 22 | 0,600 | 12.006 | 8.576 | 7.504 | 6.670 | 6.003 |
| 16 | 13 | 9 | 1,734 | 34.684 | 24.774 | 21.677 | 19.269 | 17.342 |
| 16 | 13 | 10 | 1,561 | 31.215 | 22.297 | 19.510 | 17.342 | 15.608 |
| 16 | 13 | 11 | 1,419 | 28.378 | 20.270 | 17.736 | 15.765 | 14.189 |
| 16 | 13 | 22 | 0,709 | 14.189 | 10.135 | 8.868 | 7.883 | 7.094 |
| 16 | 22 | 9 | 2,935 | 58.695 | 41.925 | 36.685 | 32.609 | 29.348 |
| 16 | 22 | 10 | 2,641 | 52.826 | 37.733 | 33.016 | 29.348 | 26.413 |
| 16 | 22 | 11 | 2,401 | 48.023 | 34.302 | 30.015 | 26.680 | 24.012 |
| 16 | 22 | 13 | 2,032 | 40.635 | 29.025 | 25.397 | 22.575 | 20.318 |
| 22 | 9 | 10 | 0,786 | 15.717 | 11.226 | 9.823 | 8.732 | 7.858 |
| 22 | 9 | 11 | 0,714 | 14.288 | 10.206 | 8.930 | 7.938 | 7.144 |
| 22 | 9 | 13 | 0,604 | 12.090 | 8.636 | 7.556 | 6.717 | 6.045 |
| 22 | 9 | 16 | 0,491 | 9.823 | 7.016 | 6.139 | 5.457 | 4.911 |
| 22 | 10 | 9 | 0,970 | 19.403 | 13.860 | 12.127 | 10.780 | 9.702 |
| 22 | 10 | 11 | 0,794 | 15.876 | 11.340 | 9.922 | 8.820 | 7.938 |
| 22 | 10 | 13 | 0,672 | 13.433 | 9.595 | 8.396 | 7.463 | 6.717 |
| 22 | 10 | 16 | 0,546 | 10.914 | 7.796 | 6.822 | 6.064 | 5.457 |
| 22 | 11 | 9 | 1,067 | 21.344 | 15.246 | 13.340 | 11.858 | 10.672 |
| 22 | 11 | 10 | 0,960 | 19.209 | 13.721 | 12.006 | 10.672 | 9.605 |
| 22 | 11 | 13 | 0,739 | 14.776 | 10.555 | 9.235 | 8.209 | 7.388 |
| 22 | 11 | 16 | 0,600 | 12.006 | 8.576 | 7.504 | 6.670 | 6.003 |
| 22 | 13 | 9 | 1,261 | 25.224 | 18.017 | 15.765 | 14.014 | 12.612 |
| 22 | 13 | 10 | 1,135 | 22.702 | 16.216 | 14.189 | 12.612 | 11.351 |
| 22 | 13 | 11 | 1,032 | 20.638 | 14.742 | 12.899 | 11.466 | 10.319 |
| 22 | 13 | 16 | 0,709 | 14.189 | 10.135 | 8.868 | 7.883 | 7.094 |
| 22 | 16 | 9 | 1,552 | 31.045 | 22.175 | 19.403 | 17.247 | 15.523 |
| 22 | 16 | 10 | 1,397 | 27.941 | 19.958 | 17.463 | 15.523 | 13.970 |
| 22 | 16 | 11 | 1,270 | 25.401 | 18.143 | 15.876 | 14.112 | 12.700 |
| 22 | 16 | 13 | 1,075 | 21.493 | 15.352 | 13.433 | 11.941 | 10.747 |