

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE SEMEADURA EM
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO PARA AGRICULTURA
FAMILIAR

Mateus Marrafon Nicolosi

Engenheiro Agrônomo

Jaboticabal
2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE SEMEADURA EM
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO PARA AGRICULTURA
FAMILIAR**

Mateus Marrafon Nicolosi

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

Co-orientador: Dr. Anderson Toledo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)

**Jaboticabal
2016**

N651d Nicolosi, Mateus Marrafon
Desenvolvimento de método de semeadura em sistema de plantio
direto para agricultura familiar / Mateus Marrafon Nicolosi. – –
Jaboticabal, 2016
viii, 79 f.: il.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Banca examinadora: Afonso Lopes, Danilo Cesar Checchio
Grotta, Fábio Alexandre Cavichioli, Rouverson Pereira da Silva
Bibliografia

1. Competição. 2. Espaçamento entre sementes. 3. Mecanização.
4. População. 5. Produtividade. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.371:631.543

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Mateus Marrafon Nicolosi – Filho de Maria de Fátima Marrafon e nascido na cidade de Adamantina, São Paulo, em 13 de julho 1984. Coursou o ensino fundamental na cidade de Juara- MT e o segundo grau na cidade de Limeira-SP. Em 2004, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Estadual do Norte do Paraná - UNPE Câmpus de Bandeirantes – PR, concluindo-o em dezembro de 2008. Durante a vida acadêmica, ganhou um prêmio intitulado “Jovem Inovador”, com o projeto de pesquisa intitulado “Semeadora de Fita”. Essa premiação é organizada por meio de uma parceria entre Canal Rural e Massey Ferguson Em março de 2009, iniciou o curso de Mestrado em Ciências, área de concentração em Máquinas Agrícolas, na Universidade de São Paulo – USP, Câmpus de Piracicaba. Em fevereiro de 2012, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo, na Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, concentrando-se na área de Mecanização e Máquinas Agrícolas, No ano de 2013 teve o trabalho da semeadora de fita reconhecido e financiado pela fundação norte americana denominada Bill e Melinda Gates. Em janeiro de 2016, submete-se à banca examinadora para a obtenção do título de Doutor em Agronomia.

.

AGRADEÇO

À DEUS, por mais esta oportunidade em minha vida

A minha Mãe: Maria de Fátima, pelo amor, carinho, confiança, respeito, dedicação e luta para que eu conseguisse chegar até aqui.

Homenageio

Aos meus irmãos: *Raquel e Pedro*, pelo companheirismo, amizade, amor.
A noiva: Keure: Pela paciência e compreensão, amizade e amor.

.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador e amigo, Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani pela orientação, ensinamentos, sugestões seguras durante a realização do trabalho e amizade.

Ao pesquisador e amigo, Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva pela imensa atenção, constante ajuda e amizade.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, UNESP, Câmpus de Jaboticabal por ter me recebido no programa.

Aos parceiros de todas as horas Rafael Bertonha, Leomar, Marcelo Cassia, Marcelo BM, Ariel, Murilo, Carlos (Carlito), Vicente e Cristiano, Fabio e as parceiras Melina e Erika pela ajuda durante o curso e pelos bons momentos juntos.

Aos assistentes do LAMMA, Sebastião F. da Silva (Tiãozinho), Valdecir Aparecido (Maranhão), pela grande colaboração na realização dos trabalhos e amizade nessa grande conquista.

A FCAV/UNESP, em especial ao Departamento de Engenharia Rural, e aos funcionários do departamento, muito obrigado, todos de alguma forma colaboraram para esse momento tão feliz na minha vida.

A Fundação Bill e Melinda Gates pelo reconhecimento e financiamento dos projetos inovadores.

Aquelas pessoas, que embora não tenha citado os nomes, de uma forma ou de outra contribuíram para realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, por ter aceitado esse convite muito especial e pelos ensinamentos que contribuíram com minha vida acadêmica.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	IX
ABSTRACT –.....	X
I-INTRODUÇÃO	1
II-REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1-AGRICULTURA FAMILIAR.....	2
2.2-A CULTURA DO MILHO	5
2.2.1-POPULAÇÃO DE PLANTAS	6
2.2.2-PROFUNDIDADE DE SEMEADURA	7
2.2.3-DIÂMETRO DO COLMO BASAL	9
2.3-SISTEMA PLANTIO DIRETO	11
2.4-SEMEADORA-ADUBADORA PARA PLANTIO DIRETO	13
2.5-CONTROLE DE QUALIDADE.....	15
2.5.1-CARTAS DE CONTROLE DE VALORES INDIVIDUAIS	15
2.5.2-CARTAS DE CONTROLE DE AMPLITUDE MÓVEL.....	16
III-MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1-CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	18
3.2-INUMOS BÁSICOS	19
3.3- DESENVOLVIMENTO DA SEMEADORA DE FITA.....	21
3.4-CONSTRUÇÃO DA FITA DE SEMEADURA	38

3.5-DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	39
3.6-PROFUNDIDADE DE SEMEADURA	40
3.7-DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DAS PLANTAS	41
3.8-ALTURA DE INSERÇÃO DA ESPIGA.....	41
3.9-DIÂMETRO DO COLMO	41
IV-RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1-PROFUNDIDADE DE SEMEADURA	42
4.2-DISTÂNCIA ENTRE PLANTAS.....	44
4.3-COMPIMENTO DAS PLANTAS	47
4.4-DIÂMETRO DO COLMO	51
4.5-MASSA DE GRÃOS	58
V-CONCLUSÕES	62
VI-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	63

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE SEMEADURA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO PARA AGRICULTURA FAMILIAR

RESUMO – O A agricultura familiar é responsável por 50% da produção de milho no Brasil. Esse sistema produtivo possui uma carência de máquinas agrícolas. Para atender a demanda e facilitar o processo de semeadura desses agricultores o trabalho tem objetivo de desenvolver uma semeadora de tração animal e avaliar um novo conceito do sistema de semeadura em fita, comparando com uma semeadora de tração animal já existente no mercado e com seu sistema de semeadura. O trabalho foi desenvolvido na safra 2013/2014 e 2014/2015 com a cultura do milho, no câmpus do Centro Universitário Moura Lacerda na cidade de Ribeirão Preto- SP. As variáveis avaliadas foram a profundidade da semente no sulco de plantio, distância longitudinal entre as plantas, comprimento da inserção da espiga, diâmetro do colmo e massa de grãos. Para avaliar a qualidade da operação foi realizado o controle estatístico por meio de carta de controle, utilizando o minitab. Após essa avaliação e análise dos dados o processo de semeadura da semeadora de fita de tração animal apresentou resultados mais estáveis do que a o processo de semeadura da semeadora de tração animal tradicional.

PALAVRAS-CHAVE: competição, produtividade, espaçamento entre sementes, população, mecanização

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF SOWING-TILLAGE SYSTEM FOR FAMILY

ABSTRACT – The family agriculture is responsible for 50% of the maize production in Brazil. This production system has a shortage of agricultural machinery. To meet the demand and facilitate the process of sowing of these farmers work's goal of developing a sower of animal traction and evaluate a new concept of seeding system to tape, comparing with a sower of existing animal traction in the market and with its seeding system. The work was developed on crop 2013/2014 and 2014/2015 with the culture of corn, on the campus of the Centro Universitário Moura Lacerda in the city of Ribeirão-SP. The variables evaluated were seed in the furrow depth of planting, longitudinal distance between plants, insert Tenon length, culm diameter and mass of grain. To assess the quality of the operation was carried out by means of statistical control chart control, using the minitab. After this evaluation and analysis of data the process of seeding the sower of animal traction tape showed results more stable than the process of seeding the sower of animal traction.

KEYWORDS: Competition, productivity, seed spacing, poppulation, mechanization

I-INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é responsável por grande parte da produção de alimentos no Brasil. Dentre esses alimentos a cultura que se destaca é a do milho, pois na safra passada 50% da produção foi produzida por eles.

No entanto esses agricultores por trabalharem em pequenas áreas e utilizarem poucos insumos, acabam sendo esquecido pelas revendas e técnicos. Deixando de instruí-los sobre a forma correta de utilizar os mesmos. E tentando superar essas dificuldades acabam utilizando o conhecimento que muitas vezes são passados de pai para filho além da troca de experiência com a comunidade.

Os fabricantes de máquinas agrícolas no Brasil visam os grandes produtores com áreas extensas. As propriedades agrícolas dos pequenos agricultores não suportam essas máquinas devido ao alto custo. Para superar essa carência de máquinas agrícolas os pequenos agricultores utilizam uma maior quantidade de mão de obra, que em sua maioria são familiares.

Essa carência de máquinas faz com que as atividades agrícolas consumam a maior parte do tempo dos agricultores. Essa alta demanda do tempo nas atividades agrícola faz com que os pequenos agricultores tenham menos tempo para investir em outras atividades.

Para aumentar a eficiência e eficácia da atividade agrícola, uma das soluções seria a construção de máquinas agrícolas de pequeno porte para atender essa demanda. Dentre todas as atividades agrícolas a atividade de maior importância, que demanda uma grande quantidade de tempo e é responsável por garantir o melhor aproveitamento da área é semeadura.

Pois nessa atividade que o agricultor tem que escolher a semente a ser utilizada, qual seria o melhor espaçamento entre sementes e entre linhas, depende das condições climáticas e da mão de obra utilizada.

Para facilitar o processo de semeadura e atender as necessidades desses agricultores o trabalho tem objetivo de desenvolver uma semeadora de tração animal e avaliar um novo conceito do sistema de semeadura em fita, comparando com uma semeadora de tração animal já existente no mercado e com seu sistema de semeadura.

II-REVISÃO DE LITERATURA

2.1-AGRICULTURA FAMILIAR

O pequeno agricultor ocupa hoje papel decisivo na cadeia produtiva que abastece o mercado brasileiro: mandioca (87%), feijão (70%), carne suína (59%), leite (58%), carne de aves (50%) e milho (46%) são alguns grupos de alimentos com forte presença da agricultura familiar na produção (MDA, 2015).

O programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF enquadra os produtores rurais, agricultura familiar, como beneficiários de linhas de crédito rural quando atendem aos seguintes requisitos: sejam proprietários, posseiros, arrendatários, parceiros ou concessionários da Reforma Agrária; residam na propriedade ou em local próximo; detenham, sob qualquer forma, no máximo 4 (quatro) módulos fiscais de terra, quantificados conforme a legislação em vigor, ou no máximo 6 (seis) módulos quando tratar-se de pecuarista familiar; com 80% da renda bruta anual familiar advinda da exploração agropecuária ou não agropecuária do estabelecimento e mantenham até 2 (dois) empregados permanentes – sendo admitida a ajuda eventual de terceiros.

O módulo fiscal corresponde à área mínima necessária a uma propriedade rural para que sua exploração seja economicamente viável. O tamanho do módulo fiscal para cada município está fixado através de Instruções Especiais expedidas pelo INCRA, um modulo fiscal pode variar de 5 até 90 ha dependendo do município.

Segundo Schneider (1999), além das estratégias de ocupar a mão-de-obra familiar em atividades agrícolas e não-agrícolas, os agricultores familiares frequentemente conciliam a mão-de-obra familiar com a contratada (temporária ou permanente) nas atividades produtivas dentro das propriedades, quando há carência de mão-de-obra familiar, sendo que isso geralmente ocorre em casos como quando os filhos não estão em idade de participar das atividades agrícolas, a mão-de-obra familiar já perdeu seu potencial produtivo (predominância de idosos) e quando a propriedade pratica atividade produtiva altamente intensiva em mão-de-obra.

O mesmo autor afirma que a composição das estratégias da Agricultura Familiar depende de aspectos importantes que compõem o meio no qual os agricultores

familiares estão inseridos. Assim, ao se definir a agricultura familiar contemporânea, deve-se levar em conta todas as formas que essa categoria social apresenta, seja ela baseada no trabalho familiar não-agrícola (pluriatividade) ou com a participação do trabalho assalariado, mas que a essência da mão-de-obra familiar (agrícola ou não-agrícola) seja preservada.

Veiga et al. (2001) ressaltam a importância da presença da agricultura familiar no meio rural brasileiro, visto que uma região rural terá um futuro tanto mais dinâmico quanto maior for a capacidade de diversificação da economia local impulsionada pelas características de sua agricultura.

Ainda segundo os autores, as economias rurais mais dinâmicas são as que simultaneamente conseguem atrair consumidores de atributos territoriais e vender suas produções em mercados diferenciados. Já as economias especializadas em commodities agrícolas, podem até dar a impressão de grande dinamismo em sua fase inicial, quando sugam a renda diferencial propiciada pela exploração da fertilidade natural; só que depois dessa acumulação primitiva tudo passa a depender do grau de diversificação dos negócios criados no entorno dessa fonte primária.

Oliveira (2000), evidenciou as vantagens da produção familiar como espaço ideal e privilegiado para consolidação de uma agricultura de base sustentável: “A lógica de funcionamento das explorações familiares, baseada na associação dos objetivos de produção, consumo e acumulação patrimonial, resulta num espaço de reprodução social cujas características de diversidade e integração de atividades produtivas vegetais e animais, ocupação de força de trabalho dos membros da família e controle decisório sobre todo o processo produtivo são sensivelmente mais vantajosos ao desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sustentável que as explorações capitalistas patronais”.

Segundo Ribeiro et al.(2004), a agricultura familiar organizou sistemas produtivos muito adaptados ao meio e às condições materiais. As bases desses regimes agrários são assentadas em três pilares fundamentais:

- Primeiro: são baseados no trabalho familiar, contando para isto com a colaboração de todas as forças plenas - homens e mulheres adultos - e "periféricas" - idosos e jovens. Essas forças de trabalho articulam-se em torno de dois objetivos

maiores: reproduzir-se e conservar o domínio e o uso da unidade de produção familiar. Atuando planejada e estrategicamente, a família geralmente alcança os objetivos mesmo que tenha contra si as eventuais secas, dificuldades de comercializar e barreiras de acesso aos benefícios das políticas públicas.

- Segundo: são baseados num profundo conhecimento da natureza, que permite decidir o que coletar, onde plantar, como utilizar os recursos naturais que estão disponíveis. Este conhecimento é produzido por relações interativas entre população e ambiente, que no correr do tempo aperfeiçoa os sistemas produtivos e estabelece regimes de exploração localizados, intransferíveis e, em maioria, sustentáveis.

- Terceiro: são baseados no uso comunal, conservacionista e extrativista de recursos naturais, que fundamenta-se no conhecimento local, na espacialidade comum e em acordos ajustados entre famílias e meio. Famílias em comunidade delimitam seus espaços de exploração e gestão comunitária de recursos escassos, implementando governanças locais de micro-territórios.

No Censo Agropecuário 2006, foram identificados 4 367 902 estabelecimentos da agricultura familiar, o que representa 84,4% dos estabelecimentos brasileiros, (Figura1).

Este numeroso contingente de agricultores familiares ocupava uma área de 80,25 milhões de hectares, ou seja, 24,3% da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários brasileiros.

Estes resultados mostram uma estrutura agrária ainda concentrada no País: os estabelecimentos não familiares, apesar de representarem 15,6% do total dos estabelecimentos, ocupavam 75,7% da área ocupada. A área média dos estabelecimentos familiares era de 18,37 hectares, e a dos não familiares, de 309,18 hectares.

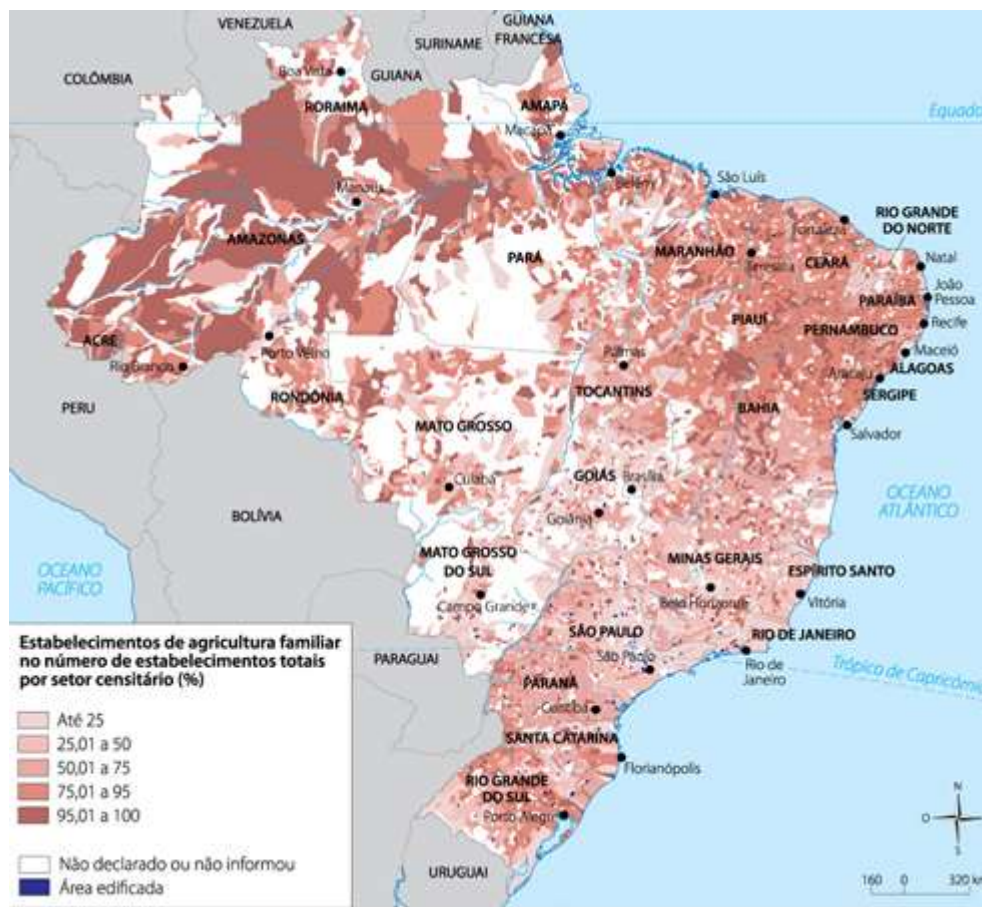


Figura 1 - Estabelecimentos caracterizados como agricultura familiar – Censo Agropecuário IBGE 2006

2.2-A CULTURA DO MILHO

O milho é uma cultura de grande importância na economia brasileira, com uma área 15,56 milhões de hectares para a safra 2014/15, e com produção de 81,81 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho em grão na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal no mundo. No Brasil, varia de 70 a 90%, dependendo da fonte da estimativa e da região geográfica. Embora a utilização do milho na alimentação humana não seja muito grande no Brasil, esse cereal com essa finalidade é importante em regiões com baixa

renda. Por exemplo, no Nordeste do Brasil, o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no Semiárido (DUARTE et al., 2010).

Esta cultura, em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutricional, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Utilizado na alimentação humana e animal, tem relevante papel socioeconômico e indispensável matéria prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004).

2.2.1-População de plantas

Segundo Resende, Pinho e Vasconcelos (2003) observaram que comportamento médio das cultivares nas diferentes densidades e espaçamentos não é coincidente ao longo dos anos, dependendo das condições climáticas prevalentes no ano agrícola.

Pereira Filho et al. (2008) constataram que a densidade de semeadura é um aspecto importante na implantação da cultura do milho, sendo a principal causa responsável, pela baixa produtividade de milho no Brasil. O potencial de produtividade está enquadrado em algumas variáveis como a densidade de semeadura, espaçamento entre linhas, disponibilidade de água, nutrientes, manejo das plantas daninhas e variações climáticas.

Segundo Balbinot e Fleck (2005), a medida que o espaçamento entre fileiras foi reduzido, houve aumento da produtividade de grãos do híbrido 'AS-1544', tanto na presença quanto na ausência de plantas daninhas; contudo, para a variedade 'Cateto' o aumento de produtividade ocorreu apenas na presença de plantas daninhas quando o espaçamento entre fileiras diminuiu.

Segundo Cruz et al. (2007), o rendimento de grãos não foi afetado pela redução do espaçamento, para as cultivares avaliadas, foi possível obter aumento no rendimento de grãos até a densidade de 77.500 plantas ha⁻¹.

Segundo Von Pinho et al. (2008), o aumento na densidade de plantas resultou no aumento da altura de plantas e da produtividade de grãos de milho, o espaçamento de

0,45 m proporcionou maior produtividade de grãos, independentemente da densidade de plantas e do híbrido de milho.

Segundo Molin (2000), a expressão do potencial produtivo na cultura do milho depende da carga genética e de fatores ambientais, principalmente, luz, água, temperatura e nutrição. Quanto ao aproveitamento de luz, pode-se aumentar a interceptação de luz para reduzir o espaçamento entre as linhas de semeadura do milho. Segundo o mesmo autor, o incremento da produção de grãos por meio da redução de espaçamento, além da conversão da radiação solar, depende da arquitetura das plantas, sendo esperado melhores resultados em plantas de menor estatura e com folhas mais eretas.

De acordo com Silva (2004), a baixa produtividade é devido a não adequação de vários fatores como a fertilidade do solo, população, arranjo de plantas, escolha de cultivares adaptadas a cada condição de manejo, clima e práticas culturais. Aliado a isso, a qualidade da operação de semeadura torna-se fundamental para o estabelecimento da cultura.

2.2.2-Profundidade de semeadura

A profundidade no solo em que uma semente é capaz de germinar e produzir plântula é variável entre as espécies e apresenta importância ecológica e agrônômica (GUIMARÃES et al., 2002).

Spera e Faganello (2000), afirmam que semeaduras muito profundas podem reduzir a produtividade em virtude do atraso na emergência e diminuição do estande.

A velocidade de germinação e emergência são aspectos limitantes para qualquer cultura, geralmente uma germinação rápida associada à emergência uniforme, são duas características de grande importância para alcançar altas produtividades de grãos com a cultura do milho, em função da baixa capacidade de compensação de espaços e da alta eficiência de conversão da energia luminosa características da cultura (TOLLENAAR, 1999).

Silva et. al (2002) citam a profundidade de semeadura como o fator que mais influência na emergência e no desenvolvimento vegetativo da cultura do milho, o que, mostra a relativa importância de uma regulação correta de profundidade para garantir um bom estado de plantas. Os resultados reportados na bibliografia analisando a influência da profundidade de semeadura no desempenho agrônomo do milho são conflitantes. Em estudos com a emergência do milho, Gupta et al. (1988) observaram que existe uma correlação linear positiva entre a profundidade de deposição da semente e o tempo para a emergência das plântulas em condições ambientais de temperaturas favoráveis. Por outro lado, Prado et al. (2001), não encontraram diferenças para a velocidade de emergência em diferentes profundidades de semeadura, em experimento com suplementação hídrica. Yorinori et al. (1996) visualizaram uma relação inversa entre profundidade e velocidade de emergência de milho-pipoca.

Segundo Nassif et al., (2000) a profundidade de 3 cm a alta temperatura nas camadas superficiais do solo limitou a emergência das plântulas, do mesmo modo, as maiores profundidades associadas a baixas temperaturas reduziram a velocidade de emergência pela redução das reações metabólicas envolvendo a germinação o que justifica o fato do menor número de dias para emergência ser observado nas profundidades intermediárias testadas (5 e 7 cm). Alguns outros fatores podem ser associadas a justificativa para a emergência mais rápida e o melhor resultado de estado nas profundidades intermediárias testadas.

Segundo Napier et. al (1985) observaram em estudos que as semeaduras mais profundas além de dificultar a emergência aumentam o período de susceptibilidade a patógenos, do mesmo modo, semeaduras rasas facilitam o ataque de predadores ou danos de correntes de irrigação, ou ainda, exposição da radícula causando sua destruição.

2.2.3-Diâmetro do colmo basal

Uma série de fatores é responsável por esta baixa produtividade e, dentre eles destaca-se o acamamento. O acamamento na cultura do milho causa severos danos ao rendimento e a qualidade dos grãos. Anualmente, estima-se perdas de 5 a 20% na produção mundial de milho devido ao acamamento (SMITH; WHITE, 1988 apud BERNARDELI, 2005).

O acamamento pode ser definido como um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à posição original, resultando em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos (PINTHUS, 1973).

A resistência ao acamamento em híbridos lançados entre 1970 a 1980 foi aumentada em três vezes quando comparado com os lançados no período de 1940 a 1950 (BERNADELI, 2005). Em cereais, esses efeitos têm sido estudados em diversas regiões do mundo, com referências desde o início do século passado, uma vez que o acamamento é considerado um fator determinante na redução do rendimento de grãos em até 60%.

Os efeitos do acamamento sobre o rendimento de grãos dependem do genótipo, da severidade e do tempo de ocorrência (FEDERIZZI et al., 1994). Quando ocorre acamamento, as espigas apresentam menor força e algumas deixam de ser colhidas mecanicamente, o que acarreta um prejuízo maior ao produto devido à maior demanda de tempo requerido na colheita. Outro tipo de dano ocorre quando as espigas das plantas acamadas entram em contato com o solo, resultando no comprometimento da qualidade do grão. O colmo do milho, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva acumulando sacarose (MAGALHÃES et al., 1995). O mesmo autor enfatiza que o armazenamento se inicia após o crescimento vegetativo e antes do início de enchimento de grãos, isto porque, antes dessa fase, todo carboidrato disponível é usado na formação de novas folhas, raízes e do próprio colmo.

O colmo contém uma grande reserva de fotoassimilados que podem ser translocados para os grãos quando a fonte de fotoassimilados não é suficiente, situação esta, verificada especialmente durante o período de senescência da planta, podendo

acarretar o enfraquecimento do colmo, tornando-o susceptível ao quebramento (CRUZ et al., 2001).

A qualidade do colmo pode ser afetada por vários fatores como patógenos, densidade de plantas, pragas, desbalanço nutricional e estrutura do colmo (BERNADELI, 2005).

As doenças de colmo estão entre as mais destrutivas e são universalmente importantes na cultura do milho por serem responsáveis pelo quebramento do colmo e pelo acamamento, dificultando a colheita e reduzindo a produtividade (SILVA et al., 2001).

O manejo da densidade de plantas é uma das práticas culturais mais importantes para determinar o rendimento de grãos no milho, pois o estande afeta a arquitetura das plantas, altera o crescimento e o desenvolvimento, e influencia na produção e partição de fotoassimilados (ALMEIDA; SANGOI, 1996).

A menor oxidação de auxinas decorrente da proximidade das plantas em densidades elevadas estimula a elongação celular (SALISBURY; ROSS, 1992). Com isso, os entrenós do colmo são mais longos, aumentando a estatura da planta e a altura de inserção de espigas. Além disso, a maior competição intra-específica por luz, o aumento da dominância apical e o estiolamento das plantas favorecem a redução no diâmetro do colmo. O incremento da densidade de plantas aumenta a competição entre indivíduos por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para atender à demanda para enchimento dos grãos e manutenção das demais estruturas da planta (SANGOI; SALVADOR, 1997).

A redução na sustentabilidade da planta e a maior incidência de doenças são as duas limitações mais importantes ao aumento da densidade na lavoura de milho (ARGENTA et al., 2001).

Os danos causados no colmo por pragas podem favorecer o acamamento. A broca (*Diatraea saccharalis*) afeta diretamente a produção, pois acarreta problemas com translocação de água e nutrientes e, os orifícios feitos no colmo pelas brocas, servem de entrada a agentes patológicos, causando o enfraquecimento do colmo, levando as plantas ao acamamento e quebra de suas espigas (BERNADELI, 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), em milho deficiente em potássio, as raízes podem ter uma suscetibilidade aumentada a fungos da podridão radicular presentes no solo, e essa suscetibilidade, juntamente com os efeitos caulinares, resulta em uma maior tendência de tombamento da planta no solo (acamamento).

A presença de potássio aumenta a resistência ao acamamento e a resistência às doenças, pois acelera o processo de lignificação das células esclerenquimáticas, aumentando a espessura da parede celular (MARSCHNER, 1995).

Malavolta (1976) enfatiza ainda, que o potássio aumenta a espessura das paredes celulares do colmo, especialmente na parte inferior o que explica a maior resistência oferecida pela planta ao tombamento pelo vento. Isso não ocorre porque o potássio faz parte de algum componente estrutural da planta, mas sim, pela ativação enzimática no processo de transporte de N e conseqüentemente crescimento e desenvolvimento celular, o que confere aumento de tecidos na planta (STROMBERGER et al., 1994).

A maior eficiência fotossintética dos híbridos modernos lhes permite remobilizar menor quantidade de reservas dos colmos para os grãos, prevenindo a incidência de doenças e limitando o acamamento ao final do ciclo da cultura (SANGOI et al., 2000).

A estrutura do colmo também constitui um dos fatores que afetam o acamamento. Aproximadamente 50 a 80% da resistência do colmo tem sido atribuída à parede (estrutura e composição) e 20 a 50% ao seu interior (CLONINGER et al., 1970; ZUBER et al., 1980).

2.3-Sistema plantio direto

No Sistema Plantio Direto (SPD) a produção de palha torna-se indispensável à formação e manutenção da cobertura morta sobre o solo, pois protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, diminui o escoamento superficial de água e fornece ao solo matéria orgânica que promove maior resistência ao processo erosivo e ainda, diminui a temperatura do solo, reduzindo assim, as perdas por evapotranspiração (ASSIS & BAHIA, 1998).

A técnica do plantio direto consiste no mais baixo grau de mobilização do solo, em seus aspectos (extensão de superfície do terreno trabalhada, profundidade de preparo e grau de fragmentação do volume de solo mobilizado). Nesse sistema, o solo é rompido apenas para se colocar nele as sementes ou mudas/partes vegetativas das plantas, ficando a maioria dos resíduos culturais remanescentes de culturas anteriores na superfície (OLIVEIRA et al., 2012).

Na região tropical, onde há predomínio de temperaturas altas, associada à distribuição irregular de chuvas com altas precipitações no verão, a oxidação da matéria orgânica é muito rápida (PAULA et al. 1998). Sendo necessário a utilização de coberturas mortas eficientes e que possuam altas relações C/N, que proporciona melhor tempo de cobertura, evitando que o solo fique exposto na época de seca e das chuvas, e servindo posteriormente como palhada para realização do SPD.

A vantagem desse sistema está associada ao fato da palhada acumulada pelas culturas de cobertura e dos restos vegetais de lavouras comerciais criarem ambientes favoráveis à recuperação e manutenção da qualidade do solo (MENEZES, 2002).

A manutenção do solo estruturado e coberto com plantas ou com palhada é fator chave para que o solo suporte a ação mecânica das máquinas agrícolas, reduz a compactação. Entretanto, a persistência da palhada no solo depende das condições de teor de água e temperatura, que no Brasil, em geral, se apresenta elevada durante boa parte do ano, resultando em rápida decomposição do material. As taxas de decomposição dos materiais de cobertura estão diretamente relacionadas com a natureza do material vegetal, o volume, a fertilidade do solo, o manejo da cobertura e as condições climáticas que, por sua vez, afetam a atividade microbiológica do solo (KLIEMANN et al., 2006).

De acordo com Calegari (2000), o SPD com o emprego de plantas de cobertura, conduzidas em rotação com cultivos comerciais, permite melhor distribuição do trabalho durante o ano, o que resulta em economia e diversificação, e promove maior diversidade biológica, melhor redistribuição e aproveitamento de nutrientes no solo e um sistema sustentável.

As forrageiras tropicais, por outro lado, os nutrientes residuais deixados pelas lavouras na superfície do solo, reciclam os nutrientes do subsolo, repõem a matéria

orgânica e promovem a aração biológica do solo graças à abundância e agressividade de seus sistemas radiculares e à atividade biológica decorrente (AIDAR & KLUTHCOUSKI, 2003).

Com a adoção do SPD, a ausência de revolvimento do solo e manutenção de cobertura, seja esta viva ou morta, pode afetar a dinâmica de infestação de plantas daninhas, diminuindo-as. De acordo com Cordeiro et al. (2006), no cultivo de milho convencional observou-se aumento da população de plantas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) comparado ao milho em área de SPD. O SPD recupera o teor de carbono orgânico do solo, e quando complementado com o sistema de rotação de culturas, plantas de cobertura e plantas invasoras contribui para antecipação dessa recuperação e ainda proporciona melhoria do estado de agregação (CALEGARI et al., 2006).

2.4-Semeadora-adubadora para plantio direto

As semeadoras utilizadas no SPD devem ser robustas e resistentes, possuir eficiente capacidade operacional e demandar o menor uso de energia (LEVIEN et al. 2001). O SPD se intensificou após o início da fabricação de semeadoras-adubadoras providas de discos de corte e capazes de penetrar em solos compactados (DERPSCH et al. 1991).

De acordo com Siqueira et al. (2001), no SPD, são requeridas máquinas específicas para semeadura que minimizem o revolvimento de solo e a remoção da cobertura vegetal. As semeadoras foram às máquinas que mais sofreram modificações, devido à necessidade de realizar o corte da cobertura vegetal, a penetração do sulcador para abertura do sulco e mecanismo de aterramento.

A primeira geração de semeadoras-adubadoras para SPD chegou ao Brasil no início dos anos 70, importadas de países europeus, sendo dotadas de sulcadores tipo facas rotativas (COELHO, 1998).

Dallmeyer (2001) relatou que grandes modificações foram introduzidas nos equipamentos desde os anos 70, desde a rústica "Rotacaster", uma enxada rotativa de

lâminas estreitas provida de caixas de distribuição de sementes e fertilizantes, projetada para a renovação de pastagens na Inglaterra.

Murray et al. (2006) citaram que os componentes de semeadora-adubadora podem ser classificados em de ataque inicial ao solo, de abertura do sulco, de controle de profundidade, de dosagem de sementes e fertilizantes, e de condução das sementes e fertilizantes.

Os componentes de ataque ao solo incluem disco de corte de palha e sulcador para fertilizante, que podem ser de dois tipos: discos ou hastes, sendo que estes últimos têm sido usados com mais frequência, pela maior capacidade de penetração no solo (MODOLO et al. 2008). Porém, o disco de corte e a haste sulcadora, que são necessários para o corte da palha e abertura de um sulco para deposição de fertilizante e sementes, em geral, mobilizam muito o solo (IAPAR, 2002).

Independente do tipo, número de linhas, força de tração ou potência utilizada, uma semeadora-adubadora de SPD, conforme Siqueira et al. (2004), deve-se cortar a palha, abrir o sulco com pequena remoção de solo e palha, dosar o fertilizante e as sementes, depositar o fertilizante e as sementes em profundidades adequadas, cobrir as sementes com solo e palha e compactar solo lateralmente à semente.

De acordo com Amado et al. (2005), a eficiência das semeadoras-adubadoras é avaliada pela qualidade e quantidade de trabalho que executam. A quantidade é obtida pela capacidade operacional e os fatores que interferem mais diretamente são a largura de trabalho e a velocidade de deslocamento. A qualidade da semeadura requer a obtenção de uma população de plantas com densidade pré-estabelecida, obtida pela combinação de fatores, dentre os quais, qualidade das sementes, adequado preparo do sulco de semeadura, cobertura das sementes e contato com o solo e água, localização das sementes no solo tanto em profundidade como em posição na linha de semeadura, espaçamento entre plantas, manutenção da cobertura do solo e uniformidade de emergência de plântulas.

Para a obtenção de sucesso em SPD, a seleção de componentes adequados para as semeadoras-adubadoras, é sem dúvida uma ação necessária para manutenção da eficácia do sistema. Dentre os itens a serem verificados, os mecanismos de corte de palha das mesmas influenciam muito na operação (SILVA, 2000).

Os componentes de abertura do sulco e controle da profundidade são importantes, estando muitas vezes relacionados à produtividade final da cultura (MAHL et al. 2004).

2.5-Controle de qualidade

O controle de qualidade é uma medida adotada por organizações e empresas de diferentes segmentos, em todo o mundo, para definir padrões a serem atingidos de maneira uniforme durante cada etapa da linha de produção de produtos ou serviços (FERNANDES, 2005).

A análise baseada no controle de qualidade torna-se um sistema que considera o grau de satisfação do consumidor, dos acionistas, dos funcionários, dos fornecedores e da sociedade, baseado no produto final que, para as operações agrícolas mecanizadas, vem a ser a menor relação custo-benefício possível, bem como o pleno desenvolvimento das culturas (TOLEDO; AMARAL, 2008).

As propriedades dos produtos, serviços, atendimentos ou ações são testadas, por meio do atendimento aos padrões de qualidade feito pelas unidades produtoras, que possuem metas a serem alcançadas, para tornar exequível e viável a operação.

2.5.1-Cartas de controle de valores individuais

As cartas de valores individuais devem ser utilizadas para o monitoramento dos indicadores de qualidade que influenciam os itens ou processos produzidos ao longo do tempo (MINITAB, 2007). Neste contexto, um determinado indicador de qualidade pode ser monitorado e interpretado por sucessivas amostras, podendo ser coletadas em certos períodos, em lotes de produção, em tempo real, ou em lotes de matéria-prima, dentre outros, ou seja, são variáveis que possuem características mensuráveis do processo, podendo ser consideradas como contínuas (WERKENA, 1995).

Durante a análise de um processo, estas amostras apresentadas em tempo cronológico, quantificam a variação pontual da amostra em torno da média. Quando

comparadas aos limites de controle, se estas amostras apresentarem pontos que os extrapolem, o processo é considerado fora de controle estatístico (MINITAB, 2007), e a verificação da procura das causas especiais que o afetam é necessária para aumentar a qualidade dos itens produzidos, e, se necessário, um plano de melhorias deve ser elaborado e implementado.

Quando todas as amostras estão dentro dos limites de controle, o processo é considerado como estável, com presença somente de causas aleatórias. Portanto, para o uso adequado destas cartas de controle, deve-se considerar e determinar qual o valor múltiplo do desvio-padrão a ser utilizado para cada indicador de qualidade, em específico, para o cálculo dos limites de controle, para assim otimizar e aperfeiçoar a análise de qualidade do processo.

2.5.2-Cartas de controle de amplitude móvel

A utilização da carta de amplitude móvel tem a finalidade de detectar a variabilidade existente no decorrer do processo decorrente da carta de valores individuais, na qual valores se constituem da diferença entre dois pontos consecutivos, em módulo, e quando a diferença entre esses pontos ultrapassam os limites de controle é constatado que o processo potencialmente possui causas especiais influenciando a qualidade (MINITAB, 2007), portanto retrata a variação existente dentro da amostra em um dado instante de tempo. No entanto, a utilização conjunta das cartas de amplitude móvel com as de valores individuais, é extremamente essencial para o monitoramento e compreensão das possíveis causas especiais que afetam o processo para tentar minimizar a variação o que incorre em aumento da qualidade (MINITAB, 2007).

Portanto, quando a carta para a variação do processo está com pontos fora dos limites de controle ou apresenta-se instável, os limites para a carta das observações individuais podem ser calculados erroneamente, não apresentando confiabilidade para avaliação do processo. Neste caso, a falta de controle se deve mais à instabilidade do que às variações do processo. Diz-se então, que o processo está fora de controle devido à variação (MINITAB, 2007). Por outro lado, quando a carta de controle para a

variação estiver sob controle, ou seja, os pontos dentro dos limites inferior e superior de controle, analisa-se a carta dos valores individuais, e se essa demonstrar a presença de pontos que extrapolem os limites de controle há atuação de causas especiais decorrente do processo.

III-MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo. A localização de área de estudo situa-se em torno das coordenadas geodésicas 21°10'04" latitude sul e 47°46'23" longitude Oeste, com altitude media 650 m e declividade media 2%. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA 2006).

As avaliações e a condução da safra de milho 2013/2014 e 2014/2015 foram exatamente as mesmas sem alteração nas atividades. No entanto o autor prefere chamar a safra 2013/2014 de 2014 e a 2014/2015 de 2015 pois a maioria dos dados coletados foram sempre no ano seguinte.

A sequência de atividades realizadas nos dois anos agrícolas referentes ao processo de instalação do experimento, condução e avaliação dos resultados, encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento.

Data	Atividade
02/03/2013	Desenho da semeadora no solid Work 2012.
01/05/2013	Construção do Protótipo de semeadora de fita.
01/08/2013	Teste para o plantio de fita.
01/09/2013	Aprovação do protótipo.
25/09/2013	Delimitação das parcelas.
01/10/2013	Dessecação da área. Fabricação das fitas de sementes.
15/11/2013	Semeadura de milho, coleta de dados.
10/12/2013	Adubação de cobertura.
01/04/2014	Avaliação das características do milho, coleta de dados.
01/10/2014	Dessecação da área. Fabricação de fita de sementes.
15/11/2014	Semeadura de milho, coleta de dados.
10/12/2014	Adubação de cobertura.
01/04/2015	Avaliação das características do milho, coleta de dados.

O clima, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e inverno seco, com precipitação pluvial média anual de 1.425 mm e temperatura média de 22 °C. Na Figura 2, encontram-se os dados de precipitação pluvial, dos dois anos agrícolas em que o experimento foi conduzido, registrados na Estação Meteorológica no Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto-SP.

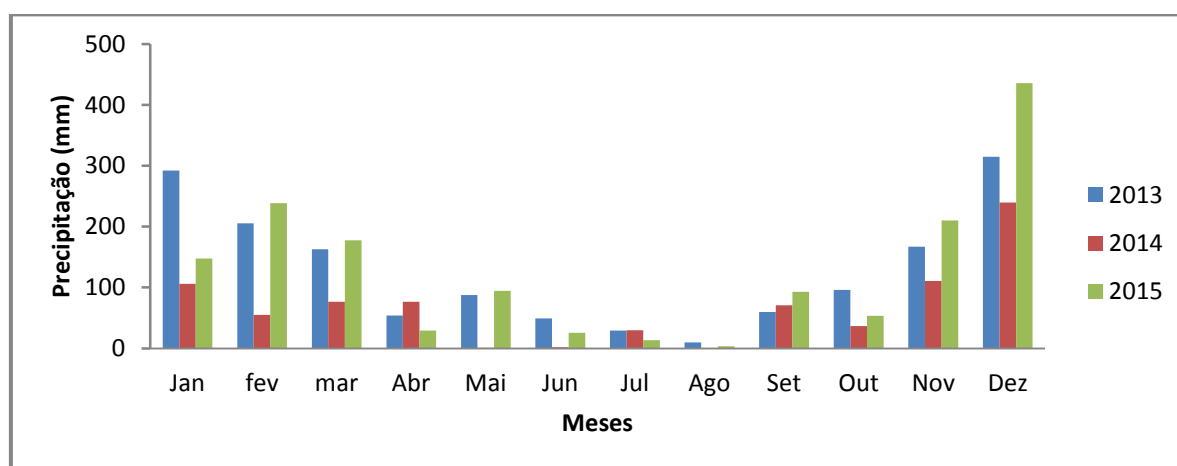


Figura 2 - Precipitação pluvial (mm) durante a condução do experimento

A análise química do solo (Tabela 2) foi realizada em amostras de camada de 0 a 0,2 m, coletadas antes da implantação do experimento no ano agrícola 2013/2014.

Tabela 2. Análise química do solo na camada de 0 a 20 cm, em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico Típico A moderado, textura argilosa, em Ribeirão Preto, SP.

Camada	pH CaCl ₂	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	SB	T	V
0-20 cm	4,2	2,5	4,0	4,1	2,4	8	39	37,4	76,2	39

MO: matéria orgânica; P: fósforo em resina; SB: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V: saturação por bases do solo.

3.2-Inumos básicos

Para a implantação da cultura do milho, utilizou-se sementes de híbrido simples, precoce e de porte médio/alto da marca comercial Biomatrix – BM207 visando uma

população de 60 mil plantas ha^{-1} , com espaçamento entrelinhas de 0,90 m, densidade de semeadura de 5,4 sementes m^{-1} , semeado no mês de novembro.

A adubação de base do milho no primeiro ano agrícola foi de 300 kg ha^{-1} da fórmula comercial (10-20-20) com adubação complementar de cobertura no estágio V4.

Antes da semeadura do milho, foi realizada a dessecação das plantas daninhas presentes na área experimental com 1,8 kg ha^{-1} de Glifosato (i.a) em área total.

Para controle de lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), foi utilizado o produto Lufenurom (i.a) na dose de 15 g ha^{-1} do ingrediente ativo.

Para condução e instalação do experimento foram utilizados:

Semeadora de tração animal de uma linha de semeadura, de pequeno porte, para plantio direto, nome do produto “*plantadeira para tração animal de uma linha*” – marca KNAPIK (Figura 3),

- Sistema de distribuição de adubo, é feito pelo fertysistem, dosador helicoidal, com haste sulcadoras para romper o solo e incorporar o adubo e o reservatório de adubo 40 litros;
- Sistema de distribuição de sementes, é feito por discos horizontais, o sistema de abertura de sulco de plantio é disco duplos desencontrados.



Figura 3 - Semeadora de tração animal de uma linha

Semeadora de fita de tração animal de uma linha de semeadura, de pequeno porte, para plantio direto, desenvolvida pelo autor (Figura 4):

* Nome comercial do produto.

- Sistema de distribuição de adubo, é feito pelo fertysistem, dosador helicoidal, com haste sulcadoras para romper o solo e incorporar o adubo e o reservatório de adubo 55 litros;
- Sistema de distribuição de sementes, é feito pela fita de sementes, o sistema de abertura de sulco de plantio é disco duplos desencontrados, com uma roda guia.



Figura 4 - Semeadora de fita de tração animal de uma linha

3.3- Desenvolvimento da semeadora de fita.

Construção da semeadora de fita de tração animal de uma linha. O desenho inicial da máquina foi feito em um software de desenho denominado solid work 2012. Após a construção em 3D da semeadora de fita, iniciou a confecção e montagem das peças.

Explicação do desenvolvimento da semeadora de fita de tração animal de 1 linha.

A semeadora de fita de tração animal de uma linha é constituída das seguintes partes: reservatório de adubo (1), regulador de profundidade (2), cabeçalho (3), chassi (4), disco de corte (5), roda segura palha (6), facão (7), condutor do adubo para o sulco (8), alargador de sulco (9), corrente de transmissão (10), roda transporte (11), esticador de corrente (12), roda de cobrir o sulco (13), roda de tração e compactação (14), condutor da fita (15), rabiças (16), fita de plantio (17), suporte da bobina (18), bobina de

fita (19), esticador de corrente intercambiável (20) e roda guia da fita (21). Estas partes componentes podem ser observadas nas (Figuras 5 e 6).

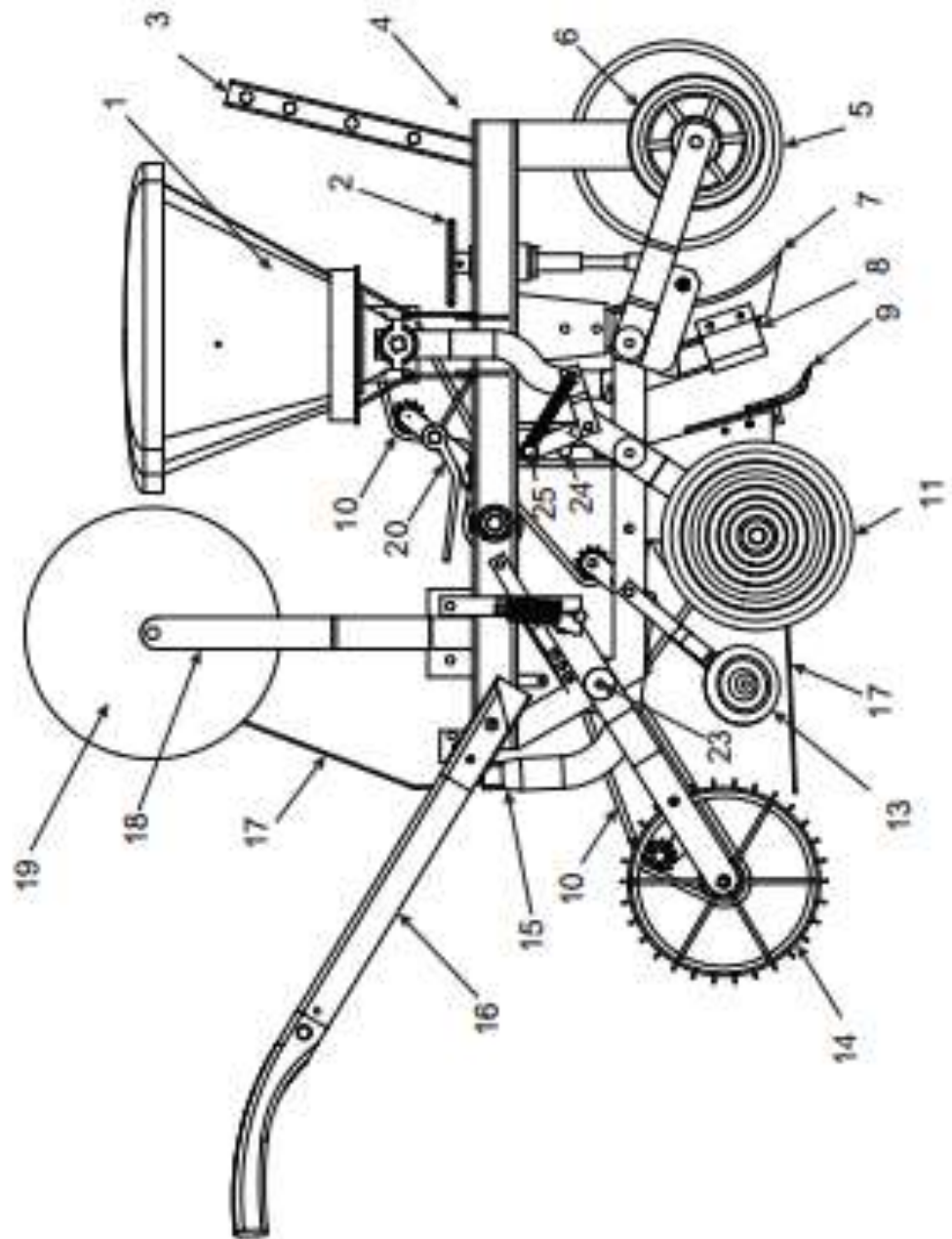


Figura 5 - Semeadora de fita de tração animal de uma linha em vista lateral direita

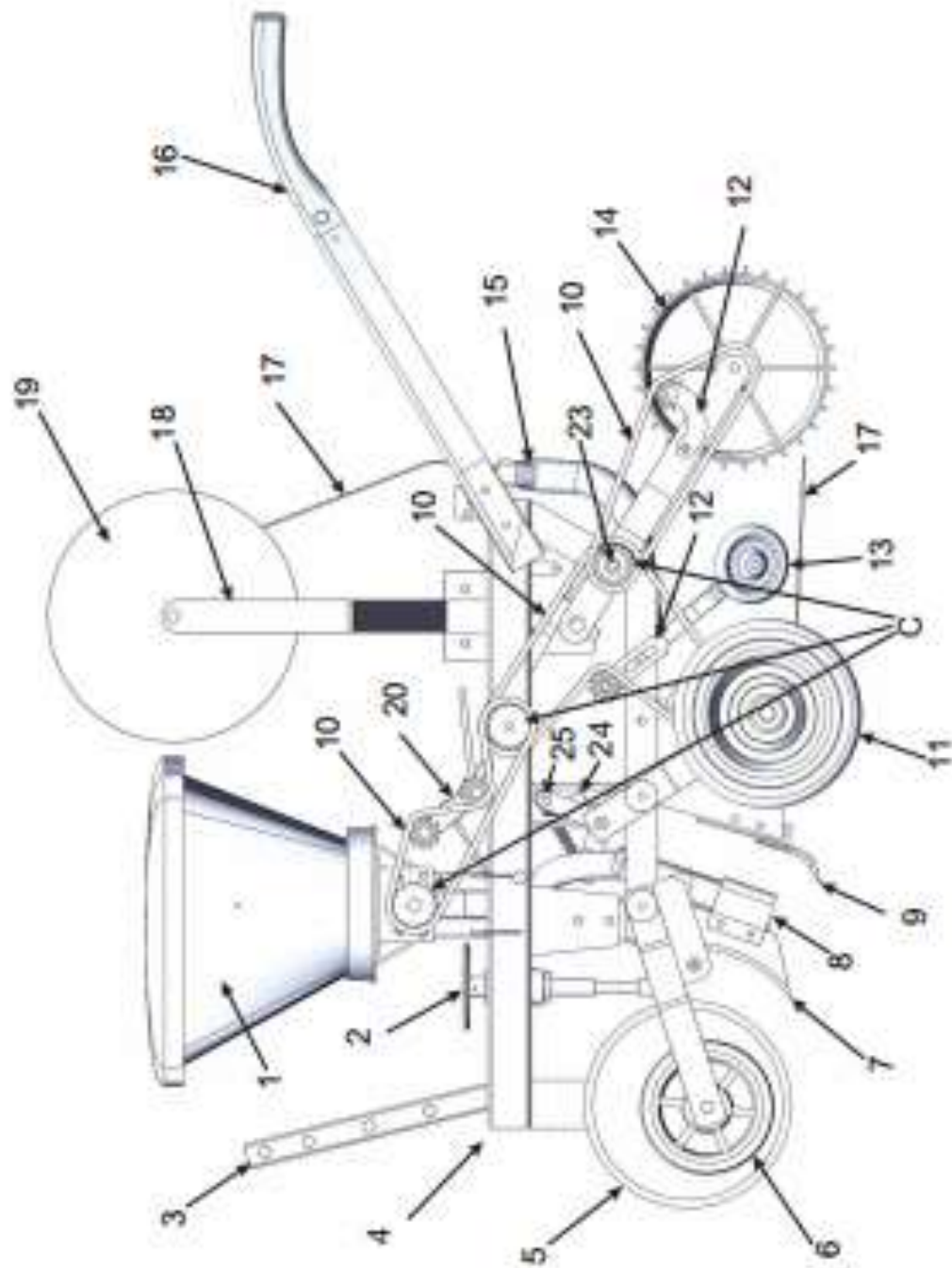


Figura 6- Semeadora de fita de tração animal de uma linha em vista lateral esquerda

As funções realizadas pelas partes componentes da semeadora de fita de tração animal de uma linha são descritas a seguir:

O reservatório de adubo (1) tem a capacidade de armazenar 55 kg de adubo, que será utilizado pela semeadora durante a operação.

O regulador de profundidade (2) tem a finalidade de ajustar a profundidade do sulco, posicionando as rodas (6) do sistema segura palha.

O cabeçalho (3) tem a função de auxiliar na penetração do disco de corte (5) no solo e principalmente permitir que a máquina seja puxada por um animal.

O chassi (4) é a estrutura básica da máquina, pois é nele que todos os conjuntos são fixados para formar a semeadora de fita de tração animal de 1 linha.

O disco de corte (5) tem a finalidade de cortar, palhas e estruturas vegetais do solo, para evitar o “embuchamento da maquina”, ou seja, o acúmulo de estruturas vegetais que possam prejudicar o desempenho da semeadora de fita.

A roda segura palha (6) tem a finalidade de manter uma tensão na palha ou nas estruturas vegetais para facilitar o corte do disco (5).

O facão (7) tem a finalidade de abrir um sulco para a deposição do adubo e diminuir a resistência do solo para o alargador de sulco (9).

O condutor do adubo (8) tem a finalidade de levar o adubo do reservatório (1) até o sulco de plantio.

O alargador de sulco (9) tem a finalidade de aumentar a largura do sulco para facilitar a distribuição da fita.

A corrente de transmissão (10) utilizada na máquina é responsável por transmitir energia mecânica da roda de tração (14) e compactação para o mecanismo dosador de adubo e a roda guia da fita (21).

A roda de transporte (11) facilita a locomoção da máquina.

O esticador de corrente (12) é responsável por deixar as correntes (10) com a tensão adequada.

A roda de cobrir o sulco (13), como o próprio nome diz, tem a finalidade de cobrir o sulco e possibilitar a regulação da dosagem de solo sobre o sulco.

A roda de tração e compactação (14) é responsável por fornecer a transmissão de movimentos para o mecanismo dosador de adubo e para a roda guia (21), além de compactar o sulco de plantio.

O condutor da fita (15) conduz a fita que esta alojada na bobina (19) até a roda guia da fita (21).

As rabiças (16) permitem ao operador equilibrar e direcionar a semeadora durante a operação de semeadura, as quais também são conhecidas como cabos.

A fita de plantio (17) é responsável pela distribuição homogênea das sementes com seus espaçamentos longitudinais perfeito entre as sementes, garantindo o tratamento individual de sementes além da distribuição homogênea de micronutrientes.

O suporte da bobina (18) sustenta a bobina contendo a fita. A bobina de fita (19) é formada por um rolo de fita (17).

O esticador de corrente intercambiável (20) permite a troca das engrenagens do sistema dosador de adubo, possibilitando ao agricultor uma melhor dosagem do fertilizante no plantio.

A roda guia da fita (21) tem a finalidade de distribuir a fita (17) no sulco de plantio, garantindo a mesma profundidade da fita ao longo da operação de semeadura.

O Chassi (4) da máquina pode ser verificado através da Figura 7, a qual apresenta a máquina destacando o mesmo das demais partes, sendo constituído de estrutura metálica superior (4a) e inferior (4b) que são interligadas por barras transversais traseira (4c), central (4d) e frontal 20 (4e), sendo que na estrutura superior (4a) é dotado de um suporte (5a) para o disco (5); um cabeçalho (3); suportes transversais (4f) para o reservatório de adubo (1); suporte laterais (4g) para fixação dos suportes da bobina (18); e, regulador de altura (4h) das rabiças (16).

A estrutura metálica superior (4a) é formada por um tubo quadrado de aço que recepciona, na sequência, da parte frontal até a traseira do chassi (4), o suporte (5a) do disco de corte (5); o cabeçalho (3); o regulador de profundidade (2); os suportes transversais (4f) e respectivo reservatório de adubo (1); o esticador de correia intercambiável (20); suportes laterais (4g) para fixação do suporte da bobina (18) e respectiva bobina (19); e, regulador de altura (4h) das rabiças (16) e respectivas rabiças (16).

A estrutura metálica inferior (4b) é formada por duas chapas de aço dispostas paralelamente, que recepciona o suporte (6a) da roda segura palha (6), o suporte (7a) do facão (7), o suporte (9a) do alargador de sulco (9) e da roda condutora da fita (21), o suporte (11a) da roda de transporte (11), suporte (13a) da roda cobridora de sulco (13), esticador de correntes (12) e o tubo condutor (15) da fita.

A barra traseira (4c) do chassi é formada por duas chapas de aço dispostas paralelamente que unem à estrutura superior (4a) na estrutura inferior (4b), formando um ângulo de 30 a 50° em relação à estrutura metálica superior (4a), sendo dotada de um orifício para alojamento de um eixo (23), recepcionando o suporte (14a) da roda de tração e compactação (14). A barra central (4d) do chassi possui um rasgo oblongo (24) com até três posições para encaixe do eixo (25) do sistema de regulagem de altura da roda transporte (11) da máquina.

A barra frontal (4e) do chassi possui dois furos laterais (26) que recepcionam os parafusos e fixam o facão (7).

O reservatório de adubo (1), conforme pode ser observado nas figuras 7 e 9, possui o formato de uma caixa com tampa (1a) feito em material plástico, sendo fixado sobre o mecanismo de dosagem de adubo (22) que por sua vez é disposto sobre a estrutura superior (4a) do chassi (4) nas barras transversais (4f) onde é fixado por parafusos.

O sistema de dosagem (22) é convencional, sendo dotado de um eixo com uma rosca sem fim e uma catraca (C) que se interliga por corrente (10) ao sistema de transmissão da semeadora e adubadora, cuja rosca ao ser tracionada faz a dosagem pretendida.

O condutor do tubo dosador (8) é direcionada na traseira do facão (7) e fixada ao mesmo por meio de braçadeira (27) e parafusos.

O cabeçalho (3) é constituído de uma haste de aço com furos passantes (3a) dispostos em sua superfície lateral, onde se fixa o cabo de tração para tracionar a semeadora, proporcionar maior penetração, sendo o dito cabeçalho interligado a estrutura superior (4a) do chassi (4).

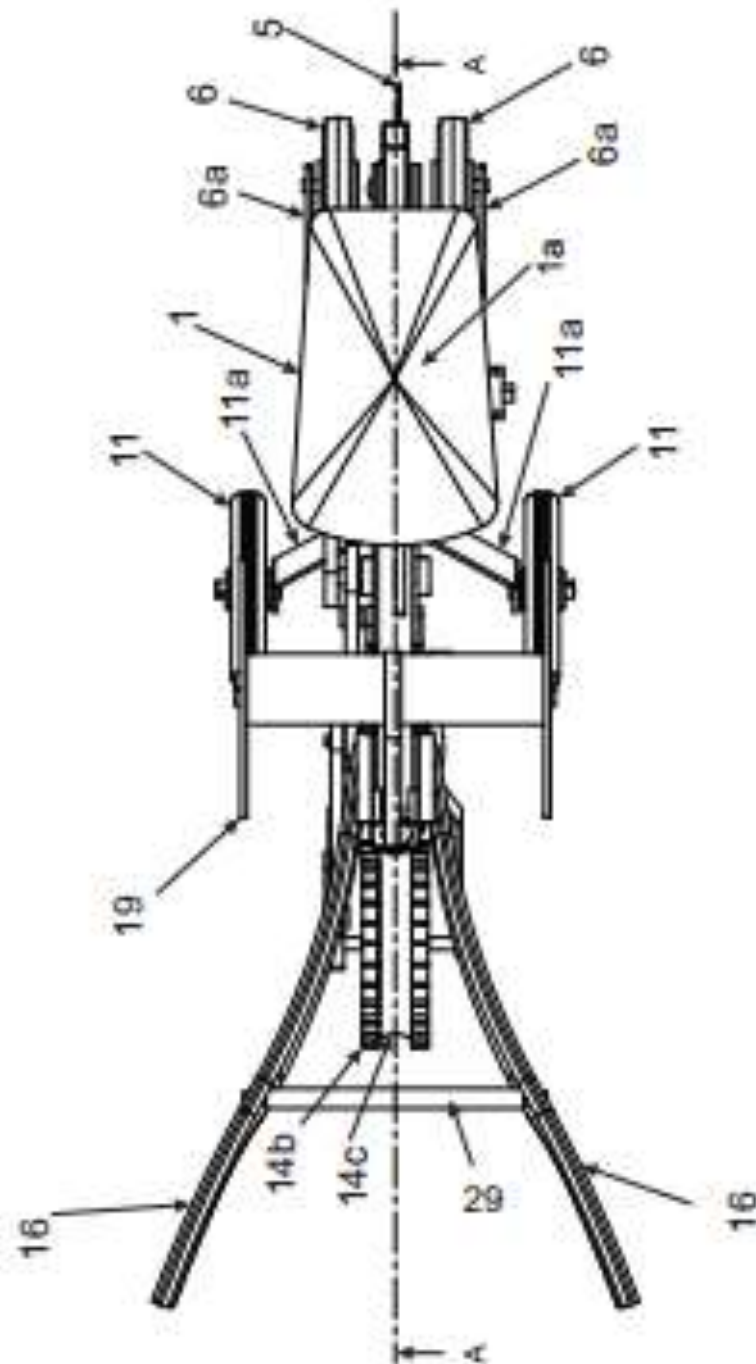


Figura 8 - Semeadora de fita de tração animal de uma linha em vista superior

As rabiças (16) são peças de ferro ou de madeira, que permitem ao operador equilibrar e direcionar a semeadora durante a operação de semeadura, também são conhecidos como cabos, sendo os mesmos fixados a estrutura superior (4a) do chassi (4) por parafusos, possuindo ainda um furo passante para encaixe de um pino visando permitir a regulação de altura do cabo em conjunto com a o regulador de altura (4h).

O regulador de altura (4h) possui formato retangular e é dotado de orifícios (28) distribuídos diagonalmente no corpo do referido regulador, conforme pode ser observado na Figura 9.

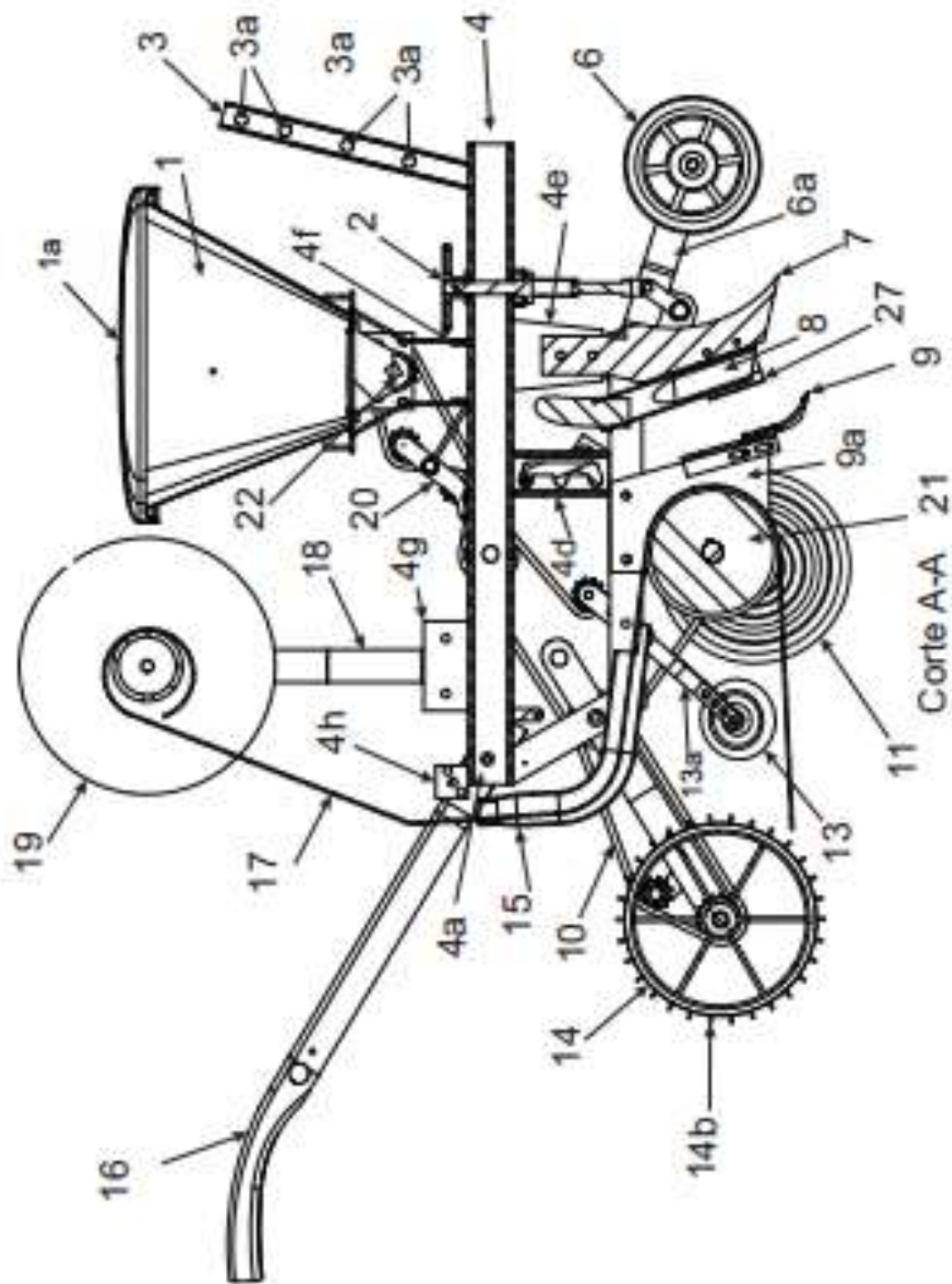


Figura 9 - Semeadora de fita de tração animal de uma linha em vista lateral em conte simétrico na vertical

Para reforçar e travar as rabiças (16), as mesmas são unidas por uma haste (29) que as interliga, conforme pode ser observado na figura 9.

Mecanismo de distribuição da fita, o mecanismo de desenrolar a fita, conforme pode ser observado nas figura 9, é composto por uma bobina (19), a qual está inserida no suporte de aço (18a) que, por sua vez, são fixados aos suportes laterais (4g) dispostos sobre a estrutura superior (4a) do chassi (4).

Na extremidade traseira da estrutura superior (4a) do chassi (4) está localizada a entrada do canal condutor de fita (15) que possui uma curva que acompanha a barra traseira (4c) e estrutura inferior (4b) do chassi e direciona a fita a uma roda guia (21) e, na sequência, esta vai posicionando a referida fita (17) no sulco aberto pelo facão (7) e pelo alargador do sulco (9).

A tração do mecanismo de dosagem de adubo e de alimentação da fita (17) é de responsabilidade da roda de tração e compactação (14), a qual é interligada por um eixo (23) e um suporte de aço (14a) na estrutura inferior (4b) do chassi da máquina.

A roda (14), conforme pode ser observado através das Figuras 5, 6, 8 e 9, está disposta na parte traseira do chassi da máquina abaixo das rabiças (16) e de forma alinhada ao centro do chassi (4).

Dispõe de ranhuras (14b) distribuídas radialmente em perímetro, um rebaixo côncavo (14c), bem como uma catraca (C) que está disposta no eixo (23) de recepção da roda (14).

As ranhuras (14b) fazem o contato com o solo e em conjunto com a roda (14) compactam o sulco de plantio, bem como fornecem a tração através de correntes (10) e catracas (C) para o mecanismo dosador de adubo e para a roda guia (21) da fita.

Na barra de sustentação da roda de tração e compactação (14) é apresentado um esticador de corrente (12), que possui o formato de meia circunferência com um furo para acondicionamento de um eixo com catraca (C) para permitir a regulação da corrente de transmissão.

Na parte superior da barra de sustentação da roda de tração e compactação (14) está disposta uma catraca (C) que recebe a corrente de transmissão da referida roda e transmite o movimento de desenrolar a fita para a roda guia da fita (21).

Na lateral do chassi está disposto um eixo dotado de catraca (C) que recebe a corrente de transmissão (10) do mecanismo de distribuição da fita e transmite os movimentos ao mecanismo de dosagem de adubo.

Tanto o mecanismo de distribuição da fita quanto o de dosagem de adubo possuem esticadores de corrente.

O esticador de corrente do mecanismo de dosagem de adubo é intercambiável (20), possuindo uma alavanca para mudança de catracas alterando a dosagem do adubo.

Mecanismo de regulagem de profundidade (2) permite ajustar a profundidade do sulco, posicionando as rodas segura palha (6).

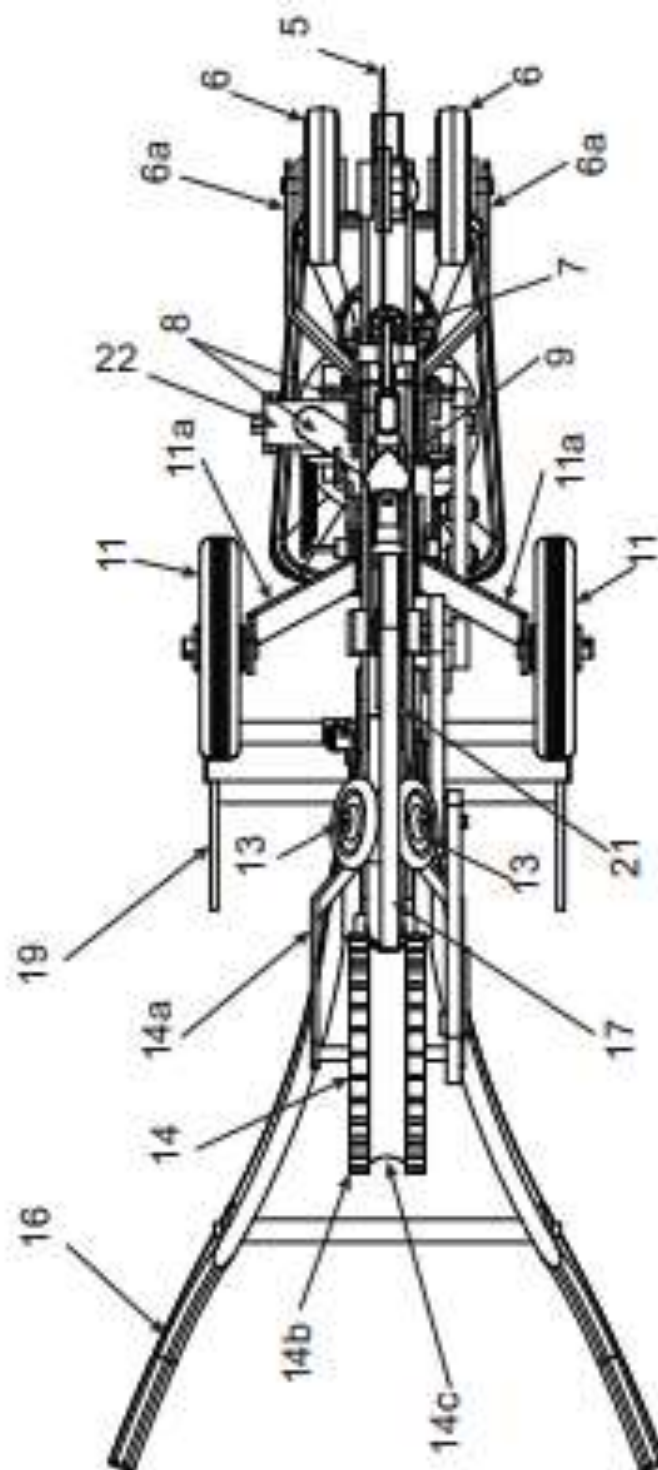


Figura 10 - Semeadora de fita de tração animal de uma linha em vista inferior

O regulador de profundidade (2) possui mecanismo comum da técnica, sendo alojado na estrutura superior (4a) do chassi (4). É dotado de alavanca, luva roscada e barra roscada sendo interligada na barra de sustentação da roda segura palha (6) através de um pino de aço.

O disco de corte (5) é construído em aço e é fixado no suporte (5a) por um eixo. É disposto na extremidade frontal do equipamento e alinhado ao centro do chassi.

A máquina apresenta duas rodas segura palha (6) que estão dispostas ao lado do disco de corte (5) e é interligada a uma barra de sustentação por um eixo, sendo esta interligada a estrutura inferior (4b) do chassi (4) da semeadora e adubadora.

A roda de cobrir o sulco (13) é interligada por um eixo a um suporte (13a) que possui até quatro furos que possibilita regular a quantidade de terra para cobrir o sulco de plantio (1). Esta roda (13) tem a finalidade de cobrir o sulco e possibilita a dosagem de solo sobre a fita.

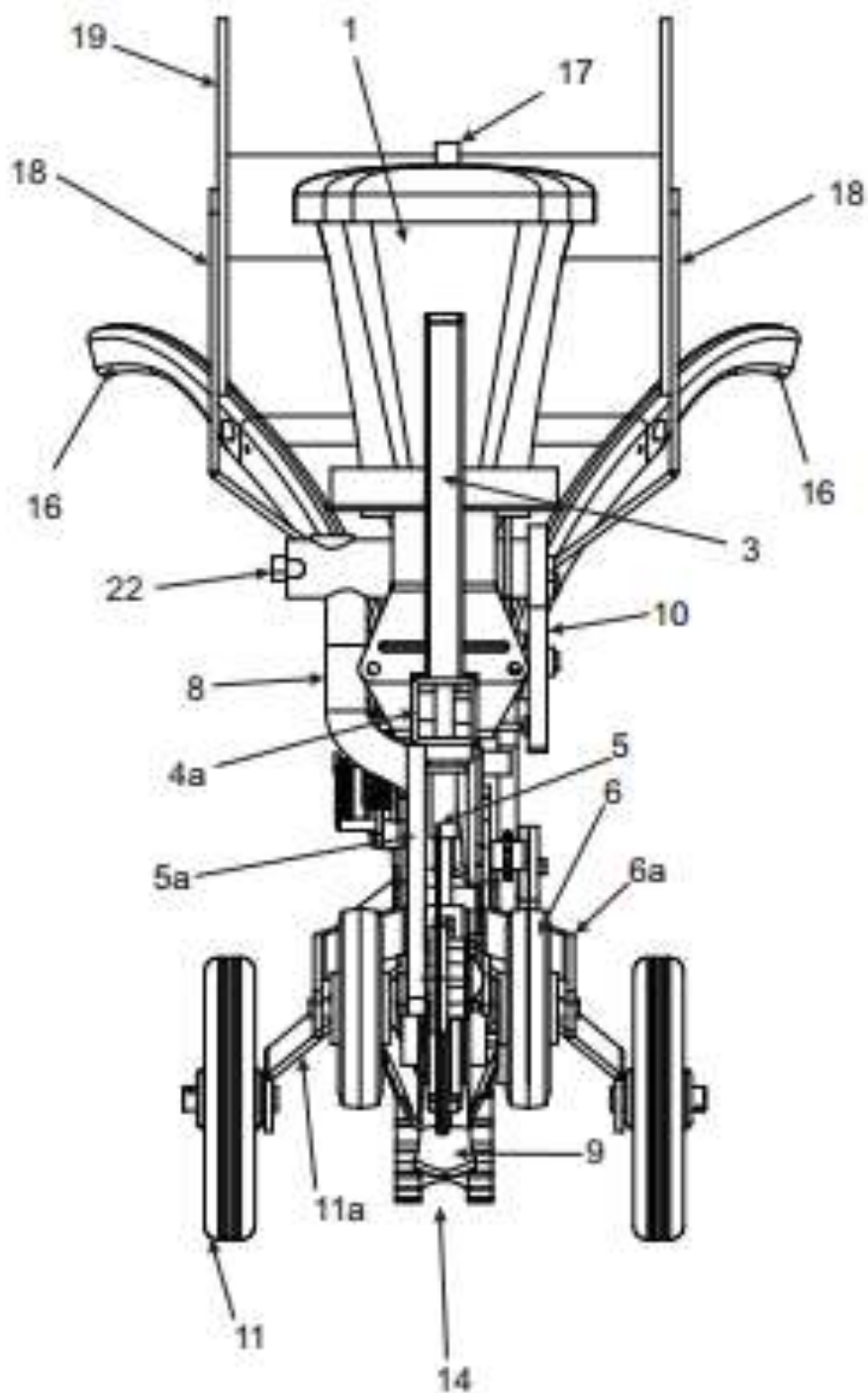


Figura 11 - Semeadora de fita de tração animal de uma linha em vista frontal

Suportes da roda de compactação, de cobertura de sulco, de transporte e da roda guia.

O suporte (14a) da roda de compactação (14) detém em sua extremidade inferior um orifício para recepção da roda (14) e na extremidade superior um orifício para encaixe do suporte de amortecimento da roda de tração, que é um sistema convencional, composto por uma mola de compressão que interliga o suporte da roda (14) ao suporte do amortecimento.

A máquina possui dois suportes (14a) que são fixadas por um eixo a barra traseira (4c) da estrutura do chassi (4) formando um garfo para recepcionar a roda de tração (14).

O suporte da roda de cobrir o sulco (13a) é dotado de um orifício posicionado na sua extremidade superior para fixação na estrutura inferior (4b) do chassi (4) por parafuso.

Na extremidade inferior são apresentados 3 furos laterais para colocação dos eixos das rodas de cobrir o sulco (13). Esta extremidade apresenta ainda uma inclinação de aproximadamente 0 a 30° deixando a parte traseira da roda responsável pelo fechamento do sulco e frontal pela maior captação de terra.

A máquina apresenta dois suportes (13a) da roda (13) que são dispostos um em cada lateral da estrutura inferior (4b) do chassi. O suporte (11) da roda de transporte (11) possui um orifício na extremidade inferior para recepcionar o eixo da roda de transporte.

Possui, também um orifício na extremidade superior para fixar a roda a 15 estrutura inferior (4b) do chassi (4) e, ainda, possui outro orifício para encaixe do suporte de amortecimento da roda, que é um sistema convencional, composto por uma mola de compressão que interliga o suporte da roda (11) ao suporte do amortecimento e, neste mesmo orifício é fixado a barra dotada de um eixo que em conjunto com a barra central (4d) do chassi (4) permite a regulação de altura do implemento.

A máquina apresenta dois suportes da roda sendo dispostos um em cada lateral do mesmo.

O suporte (6a) da roda segura palha (6) detém em sua extremidade inferior um orifício para recepção da roda (6) e na extremidade superior um orifício para alojar um eixo que interliga do suporte a estrutura inferior (4b) do chassi (4).

Para fazer a tração dessas semeadoras utilizou um trator 4x2, com potencia máxima de 55,2 Kw (75 cv) no motor e com velocidade de trabalho $3,0 \text{ km h}^{-1}$.

Para fazer a operação de pulverização utilizou o mesmo trator da semeadura, é um pulverizador montado, com barra de 12 m de comprimento, provida de 24 pontas do tipo leque 110-02, espaçadas entre si por 0,50 m e tanque com capacidade de 600 L de calda;

Adubador de cobertura para plantio direto foi feita com a própria semeadora de adubo utilizando somente adubo.

A debulha das espigas foi feita de forma manual

3.4-Construção da fita de semeadura

A fita de semeadura foi feita de forma manual, para garantir o espaçamento correto entre as sementes, foi realizada a produção de uma fita de semeadura biodegradável de fibra de celulose de fácil decomposição (Figura 12), na qual as sementes foram fixadas em um espaçamento previamente determinado, 18,5 cm entre sementes, as sementes foram fixadas com cola biodegradável, nas extremidades dessa fita continha um barbante de cada lado para aumentar a resistência a tração. A fita possui uma largura de 2,5cm e a fibra de celulose utilizada tem 0,5 mm de espessura.



Figura 12 - Produção artesanal da fita de sementeira

3.5-Delineamento experimental

Foram realizadas cinco linhas de plantio para cada semeadora com espaçamento de 0,9 m entre as linhas, com um comprimento de 2000 m cada linha. Sendo que a única linha que foi coletada os dados para análise foi a linha central de cada tratamento.

Os tratamentos foram constituídos de dois processos diferentes de sementeira, um por disco horizontas e o outro pela sementeira de fita de sementes, o espaçamento entre sementes foi de 18,5 cm (Figura 13).

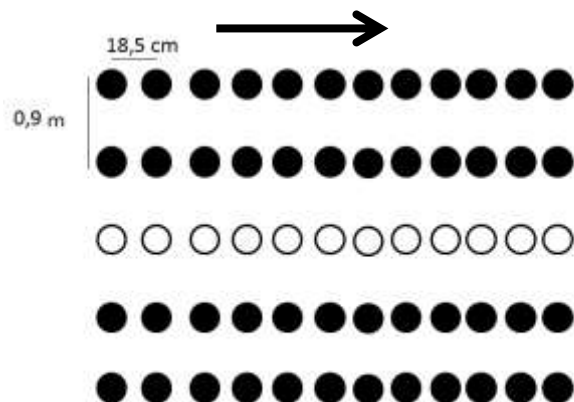


Figura 13 - Croqui da área experimental, do primeiro e do segundo ano agrícola.

● Linha de bordadura ○ Linha avaliada → Sentido da sementeira

Antes da semeadura do milho a área experimental foi manejada com aplicação de herbicida para dessecação das plantas daninhas.

Utilizando-se estatística descritiva permitiu-se calcular três medidas de dispersão (desvio-padrão e coeficiente de variação e amplitude). O programa utilizado para analisar os dados foi o minitabe.

Para avaliar a qualidade da operação, por meio da análise da variabilidade do processo de semeadura do milho, foi realizado o controle estatístico por meio das cartas de controle por variáveis (*control charts*), sendo as variáveis anteriormente descritas utilizadas como indicadores de qualidade.

O modelo de carta de controle utilizado foi “Individual com Amplitude Móvel” (*I-MR: Individual-Moving Range*), que contém dois gráficos: o primeiro correspondendo aos valores individuais amostrados em cada ponto, e o segundo, obtido pela amplitude calculada entre duas observações sucessivas.

Os limites de controle foram estabelecidos considerando-se a variação dos resultados devido a causas não-controladas no processo (causas especiais), tendo sido calculados com base no desvio padrão das variáveis, definidos como LSC (limite superior de controle): média mais três vezes o desvio-padrão, e LIC (limite inferior de controle): média menos três vezes o desvio, quando maior que zero.

3.6-Profundidade de semeadura

A profundidade da semete foi avaliada no momento da semeadura, foi retirado o sistema de cobertura de sulco, e com um paquímetro avaliou a profundidade de cada semente no sulco de semeadura, na linha central em 7,5 m com 40 sementes seguidas. Após essa avaliação as sementes foram cobertas pelo sistema de cobertura de sulco de cada semeadora.

3.7-Distribuição longitudinal das plantas

A distribuição longitudinal na fileira de semeadura foi determinada logo após a estabilização da emergência, medindo-se a distância entre as plântulas de milho existentes numa faixa de 7,5 m, na linha central de cada tratamento, sendo o espaçamento entre plântulas medido com a trena graduada.

3.8-Altura de inserção da espiga

Avaliou-se a altura de inserção da espiga viável com o uso de trena graduada em milímetros, medindo-se do nível do solo até o ponto de inserção da primeira espiga, em 40 plantas seguidas.

3.9-Diâmetro do colmo

O diâmetro do colmo foi mensurado no segundo entrenó do colmo do milho, o qual corresponde ao primeiro entrenó alongado, utilizando-se um paquímetro. Pelo fato do colmo do milho assemelhar-se a uma elipse, as medidas extraídas foram referentes ao diâmetro maior do colmo, sendo coletadas na parte basal. Foram mensuradas 40 plantas seguidas sem falha.

3.10-Massa de grãos

Foram coletadas 40 espigas seguidas de milho sem falhas, que passaram por debulha manual. Os grãos foram então separados e levados para uma estufa onde ficaram por 5 dias a 55 °C até que sua massa ficasse estabilizada. Após esse período os grãos de cada espiga foram pesados em uma balança com precisão de g, e com um teor de umidade de 0%.

IV-RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1-Profundidade de semeadura

O indicador de qualidade operacional profundidade de semeadura apresentou-se estável no decorrer do processo monitorado, com todos os pontos situando-se entre os limites inferior e superior de controle. A estabilidade do processo retrata que, durante a semeadura de milho, para este indicador, só houve influência de causas aleatórias, as quais não afetam a qualidade da operação.

Visualmente nas cartas de controle observa-se que não houve variação dos dados profundidade de semeadura para a semeadora de fita em ambos anos estudados (Figura 14), já que o protótipo possui sistema de deposição das sementes na fita, em que a fita é depositada à uma profundidade sempre constante, o que é altamente desejável para qualquer tipo de semeadura, sendo esta variável um importante indicador de qualidade pois profundidades de semeadura inadequadas podem conduzir ao subaproveitamento de assimilados armazenados na semente ou ainda afetar sua partição entre as diferentes estruturas da plântula, refletindo em menor desempenho de crescimento (PEDÓ et al., 2014).

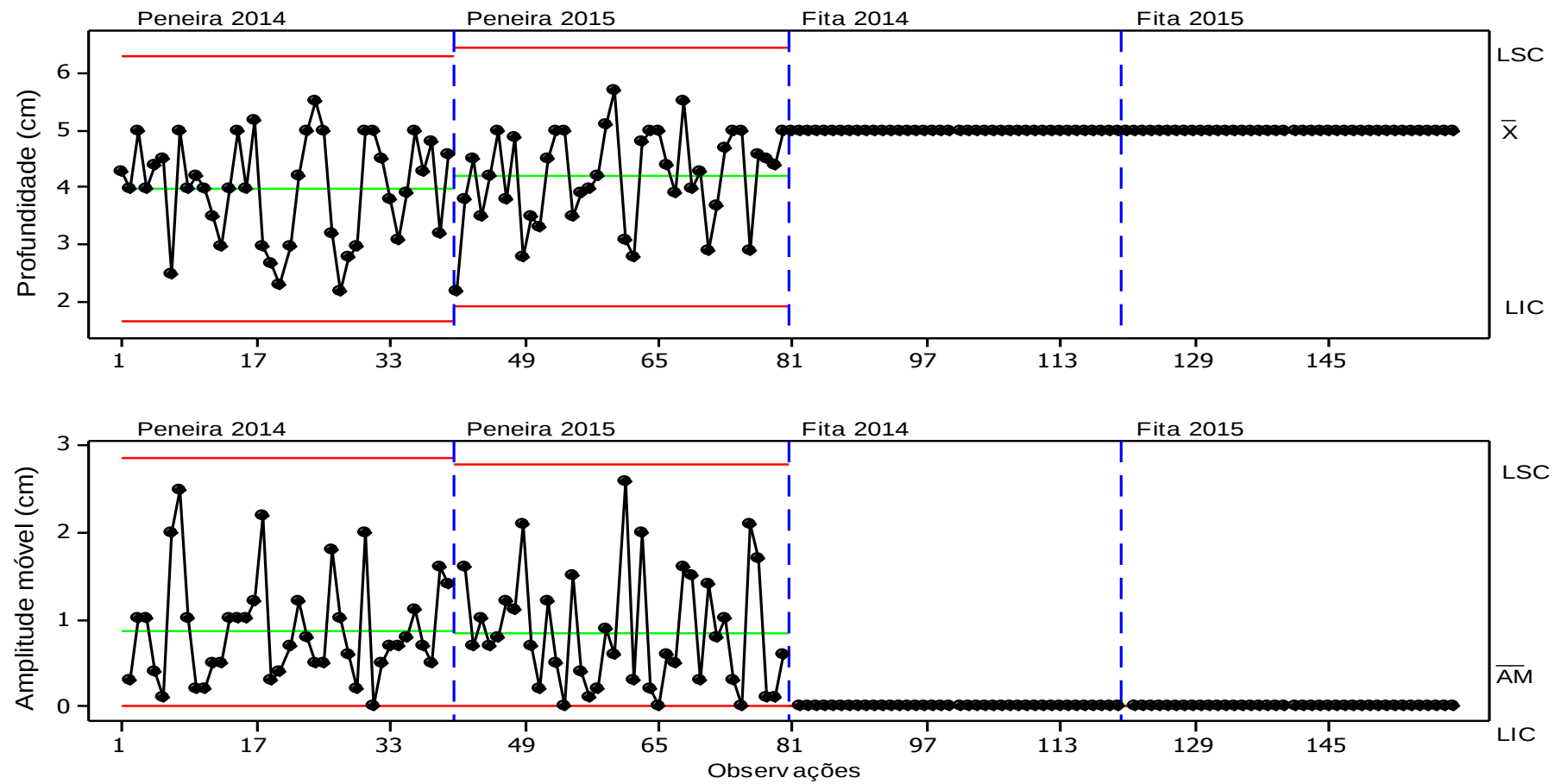


Figura 14 - Cartas de controle para profundidade de sementeira.

Tabela 3. Estatística descritiva para profundidade de semeadura.

Tratamento	Média (cm)	DP	CV (%)	A (cm)
Peneira 2014	3,9	0,9	22,5	3,3
Peneira 2015	4,2	0,8	19,8	3,5
Fita 2014	5,0	0,0	0,0	0,0
Fita 2015	5,0	0,0	0,0	0,0

Desvio Padrão (DP); Coeficiente de variação (CV), Amplitude (A).

Entretanto, os tratamentos da semeadora de peneira, apesar de estarem sob controle sob a óptica do controle estatístico de processos (todos os pontos situados entre os limites de controle tanto na carta de valores individuais quanto na de amplitude móvel) apresentou alta variabilidade da profundidade de semeadura, reduzindo portanto sua qualidade operacional. Observa-se variação semelhante nos dois anos estudados, em que foram obtidos menores profundidades de semeadura e coeficiente de variação considerado alto de acordo com classificação de Pimentel-Gomes e Garcia (2002).

4.2-Distância longitudinal entre plantas

Comportamento semelhante à profundidade de semeadura ocorreu na distância entre plantas (Figura 15), porém com a semeadura de peneira estando fora de controle estatístico em ambos os anos estudados (pontos ultrapassando os limites de controle), além de maiores desvio padrão e amplitude e coeficiente de variação classificados

como muito altos segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002) (Tabela 4). Este fato é reflexo da instabilidade operacional, indicando que existe ação de causas externas atuantes no processo, devido a causas especiais, que podem ser explicadas devido à ocorrência de um ou mais dos fatores “6 M’s” (matéria-prima, mão de obra, método, máquina, medição e meio ambiente).

Neste caso, a instabilidade pode ser explicada pelo fator máquina, indicando a baixa capacidade da semeadora de peneira em depositar as sementes no espaçamento correto, função da baixa qualidade operacional do mecanismo dosador de sementes, afetando negativamente a distribuição longitudinal das plantas. Esta variável, semelhantemente à profundidade de semeadura, é um importante indicador de qualidade da semeadura, já que a desuniformidade na distribuição longitudinal de plantas implica em um aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes (JASPER et al. 2011)

.

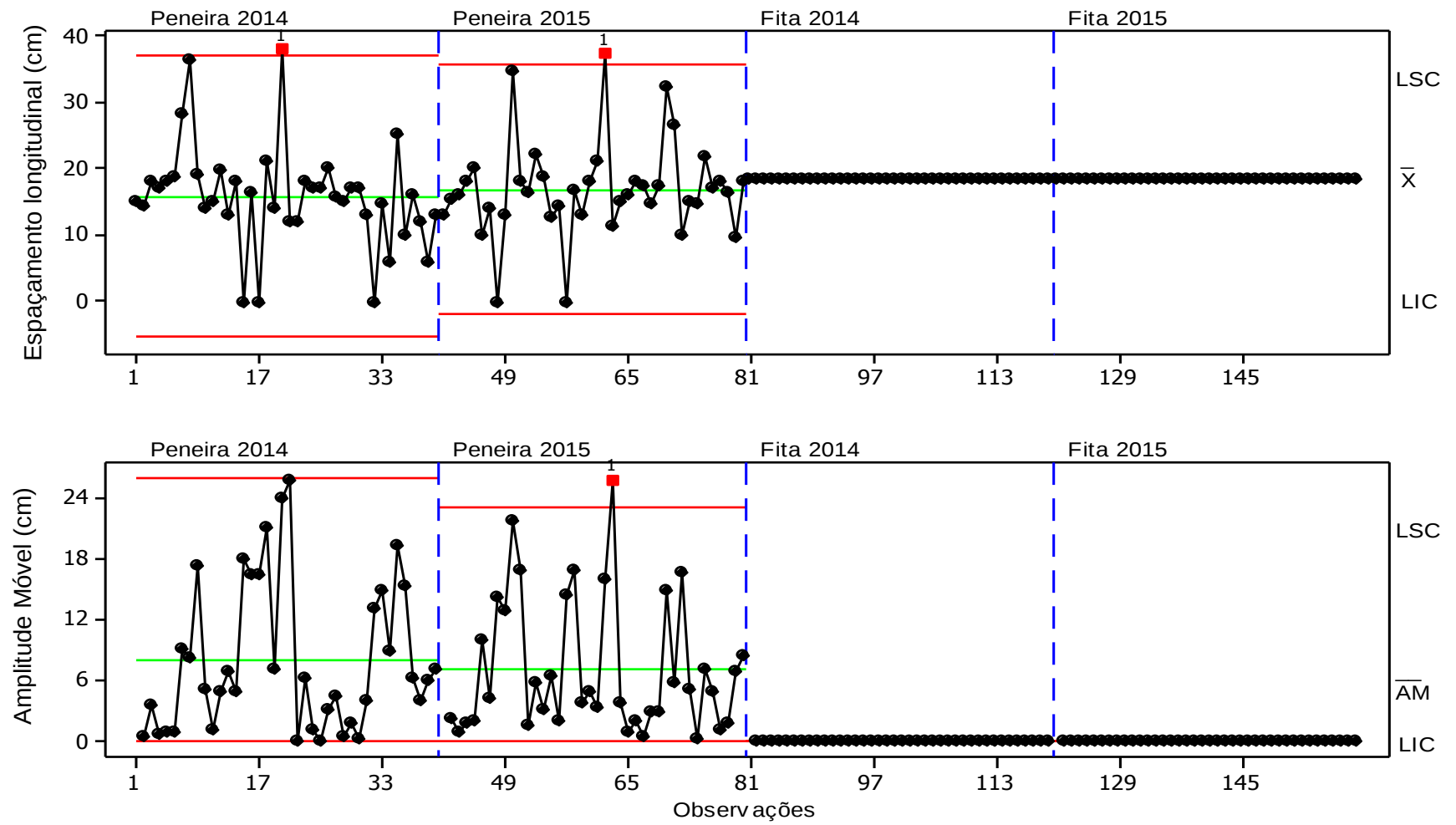


Figura 15 - Cartas de controle para distância longitudinal entre plantas.

Tabela 4. Estatística descritiva para distância entre plantas.

Tratamento	Média (cm)	DP	CV (%)	A (cm)
Peneira 2014	15,9	7,7	48,7	38,0
Peneira 2015	16,8	7,1	42,5	37,4
Fita 2014	18,5	0,0	0,0	0,0
Fita 2015	18,5	0,0	0,0	0,0

Desvio Padrão (DP); Coeficiente de variação (CV), Amplitude (A).

Já para os tratamentos da semeadora de fita, novamente não há variação, ou seja, apresenta alta qualidade operacional. O que acontece é que as sementes são dispostas na fita no espaçamento em que se deseja, e quando a fita é depositada no solo o espaçamento se mantém, já que as sementes ficam estáticas na fita, portanto é alcançada a qualidade máxima do processo para a distância entre as plantas igualmente à profundidade de semeadura anteriormente estudada.

4.3-Comprimento das plantas

Para o indicador de qualidade comprimento das plantas de milho, observa-se que o tratamento que obteve a menor qualidade operacional foi a semeadora de peneira no ano de 2014 por apresentar a maior variação entre os tratamentos, mesmo estando sob controle na óptica do controle estatístico de processos porque todos os pontos

amostrais não ultrapassam os limites de controle. Essa maior variação é observada pela maior distância entre os limites superior e inferior de controle tanto na carta de valores individuais quanto na de amplitude móvel (Figura 16). Além disso apresentou a menor média de comprimento de planta entre os tratamentos, maiores desvio padrão, coeficiente de variação e amplitude dos dados (Tabela 5).

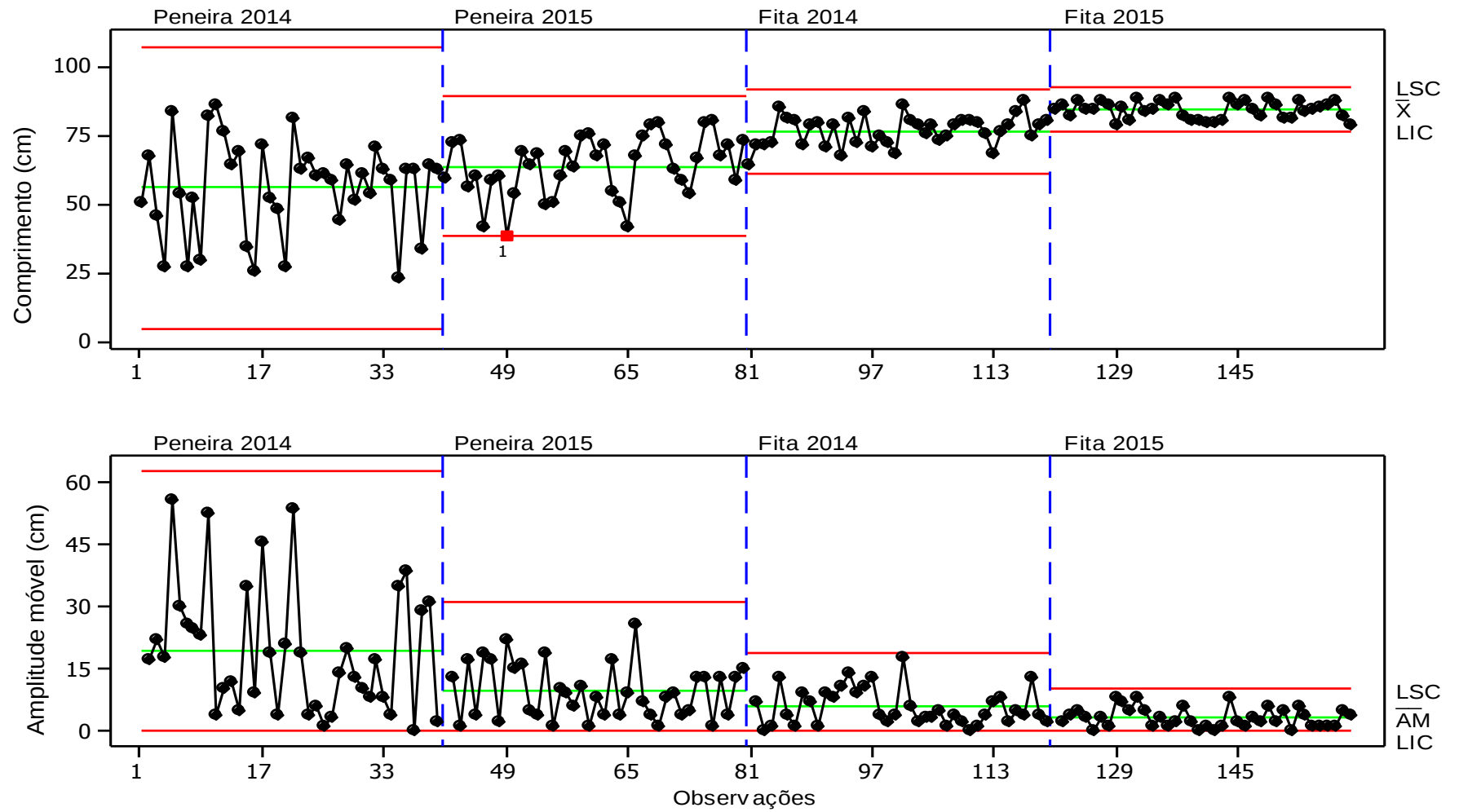


Figura 16 - Cartas de controle para comprimento da inserção da espiga.

Tabela 5. Estatística descritiva para comprimento das plantas de milho.

Tratamento	Média (cm)	DP	CV (%)	A (cm)
Peneira 2014	56,6	17,1	30,1	63,0
Peneira 2015	64,2	10,9	16,9	42,0
Fita 2014	77,2	5,4	7,0	23,0
Fita 2015	84,9	3,1	3,6	10,0
Desvio Padrão (DP); Coeficiente de variação (CV), Aplitude (A).				

A semeadora de peneira no ano de 2015, apesar de apresentar menor variabilidade que o ano de 2014, apresentou um ponto amostral abaixo do limite inferior de controle (observação 49), estando portanto fora de controle (Figura 16). A não aleatoriedade ocorrida pode ser justificada por esses pontos fora dos limites de controle serem considerados como pontos atípicos ou discrepantes denominados por Toledo et al. (2008) como “*outliers*”. Estes “*outliers*” são pontos incomuns que se apresentam distantes das demais observações, afastados da média podendo estar acima ou abaixo da mesma, podendo ser potencialmente considerados como valores que não representam o verdadeiro comportamento do conjunto de dados, já que ocorrem somente uma única vez, mas que precisam ser investigados.

Estes resultados encontrados para a semeadora de peneira estão ligados ao fato da variabilidade encontrada na profundidade de semeadura e a instabilidade apresentada pela distância entre plantas. Em ambos os casos há redução do desempenho do crescimento e desenvolvimento das plantas à campo devido á

desuniformidade de emergência das plântulas causada por variações da profundidade de semeadura e competição intraespecífica causada por espaçamentos entre plantas fora do padrão ou muito variado, refletindo portanto em menores médias do comprimento de plantas e com alta variação.

Os tratamentos da semeadora de fita, nos dois anos estudados, mantiveram-se sob controle estatístico de processo, com todos os pontos situados entre os limites de controle tanto na carta de valores individuais quanto na de amplitude móvel, sendo portanto este tipo de semeadora a que apresentou a maior qualidade operacional. Observa-se ainda, para este tratamento, que no ano de 2015 superou em qualidade o ano anterior, verificados pela maior média de comprimento de plantas e menores desvio padrão, coeficiente de variação e amplitude (Tabela 5), e observados visualmente na carta de controle pela menor distância entre os limites superior e inferior de controle tanto na carta de valores individuais quanto na de amplitude móvel (Figura 16).

O alto desempenho da semeadora de fita em depositar as sementes em profundidade uniforme e espaçadas exatamente na distância em que se deseja lhe confere alta homogeneidade no desempenho das plantas à campo, no caso, comprimento das plantas maiores e estáveis.

4.4-Diâmetro do colmo

As maiores médias encontradas para diâmetro do colmo foram encontradas nos tratamentos da semeadora de fita. Observa-se uma homogeneidade entre os dois anos estudados, apresentando os mesmos valores de desvio padrão e amplitude, e coeficiente de variação bem próximos e menores que os tratamentos de semeadora de

peneira (Tabela 6), ou seja, menor variabilidade o que indica maior qualidade (MONTGOMERY, 2009). É importante observar que houve um ponto acima do limite superior de controle na carta de amplitude móvel (diferença entre dois pontos consecutivos) para a semeadora de fita no ano de 2014, o que indicaria um processo instável, porém não considerável já que este tratamento foi o que apresentou a menor distância entre os limites de controle para ambas as cartas (Figura 17), ou seja, o mais homogêneo entre os tratamentos.

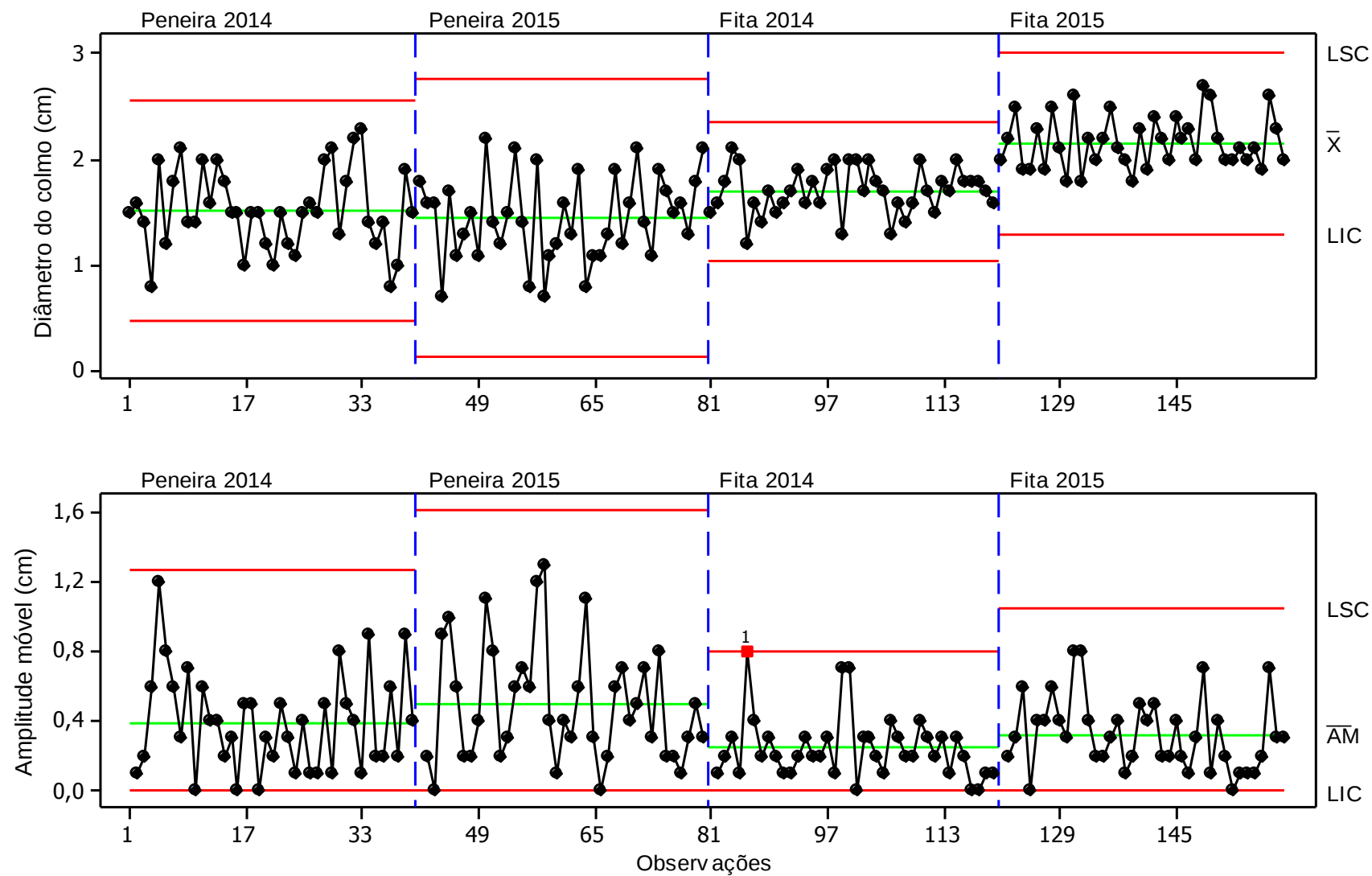


Figura 17 - Cartas de controle para diâmetro de colmo.

Tabela 6. Estatística descritiva para diâmetro de colmo.

Tratamento	Média (cm)	DP	CV (%)	A (cm)
Peneira 2014	1,5	0,4	24,8	1,5
Peneira 2015	1,4	0,4	27,4	1,5
Fita 2014	1,7	0,2	12,9	0,9
Fita 2015	2,1	0,3	11,5	0,9

Desvio Padrão (DP); Coeficiente de variação (CV), Amplitude (A).

Os tratamentos da semeadora de peneira, em ambos os anos estudados, mantiveram-se sob controle estatístico (Figura 17), indicando que a variabilidade existente para esta variável pode ser atribuída apenas a causas comuns (aleatórias), ou seja, é intrínseca ao processo. Este fato demonstra, sob a ótica do controle de qualidade, que independente do ano estudado, manteve-se um padrão adequado de qualidade. Estes tratamentos, apesar de estarem sob controle, obtiveram menor qualidade que os tratamentos da semeadora de fita devido somente à maior variabilidade, em que observa-se maiores distâncias entre os limites de controle, desvio padrão, coeficiente de variação e amplitude (Tabela 6), atentando-se para o ano de 2015 que apresentou variabilidade superior.

Do mesmo modo que para o variável comprimento da inserção da espiga, o desempenho da semeadora de fita nos quesitos profundidade de semeadura e espaçamento entre plantas, refletiu em plantas com diâmetro de colmo maiores e mais

homogêneos, indicação de plantas mais vigorosas e com potencial produtivo teoricamente maiores.

4.5-Massa de grãos

A massa de grãos é reflexo de todo desempenho de campo das plantas, que por sua vez é reflexo da qualidade da semeadura. Portanto, observa-se que a maior variabilidade encontrada nos indicadores de qualidade anteriormente estudados refletiram na maior variabilidade da massa de grãos encontrada para a semeadora de peneira, independente do ano estudado.

A semeadora de peneira, no ano de 2015, apresentou um ponto abaixo do limite inferior de controle na carta de valores individuais (Figura 18), causando a instabilidade do processo, entretanto no ano de 2014, mesmo possuindo todos os pontos entre os limites, foi o que apresentou maior coeficiente de variação e a menor massa de grãos entre os tratamentos (Tabela 7), portanto o de mais baixa qualidade.

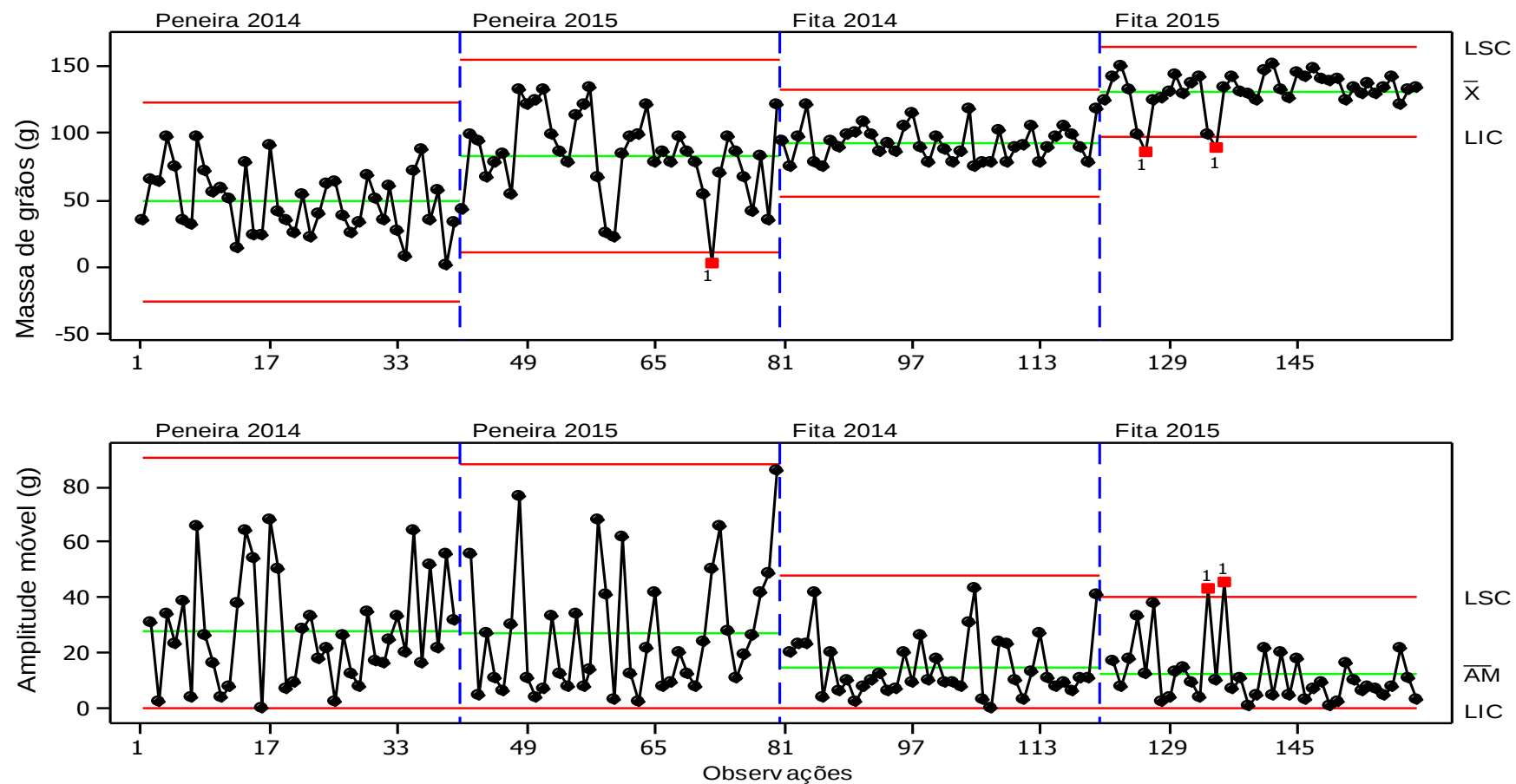


Figura 18 - Cartas de controle para massa de grãos.

Tabela 7. Estatística descritiva para massa de grãos.

Tratamento	Média (cm)	DP	CV (%)	A (cm)
Fita 2014	92,8	12,9	13,9	46,0
Fita 2015	131,4	15,0	11,4	65,0
Peneira 2014	49,10	24,3	49,4	96,0
Peneira 2015	83,9	31,5	37,6	131,0

Desvio Padrão (DP); Coeficiente de variação (CV), Aplitude (A).

Para a semeadora de fita observam-se as maiores médias de massa de grãos e maior homogeneidade entre os pontos amostrais. No ano de 2015 obteve a maior média e a menor distância entre os limites de controle em ambas as cartas (Figura 18), porém foram encontrados dois pontos que ultrapassaram o limite inferior de controle. Este fato, apesar da instabilidade, não prejudica sua qualidade, já que foi o tratamento que obteve a menor variabilidade, porém são pontos discrepantes que necessitam ser analisados para manter a qualidade do processo. Neste aspecto, o monitoramento contínuo da operação a fim de detectar possíveis erros ou perda de regulagens, e assim, manter os padrões aceitáveis e diminuir a variabilidade, se torna imprescindível para manter a qualidade ou até melhorá-la. De acordo com Shinde e Katikar (2012) o uso do controle estatístico de processo para monitoramento e, conseqüentemente, elaboração de um plano de melhoria para aumentar a qualidade da operação, são fatores essenciais para que as empresas diminuam seus custos de produção em virtude da menor produção de processos fora do padrão.

No geral, a semeadora de fita obteve melhor qualidade operacional, que devido á exatidão na profundidade de deposição das sementes e espaçamento entre as mesmas, refletiram em maiores e mais homogêneos comprimentos de planta e diâmetro de colmo, aspectos de plantas mais vigorosas, alcançando maiores massas de grãos, ou seja, maior potencial produtivo, independente das variações entre os anos estudados.

A semeadora de peneira manteve-se sob controle em alguns aspectos como profundidade de semeadura e diâmetro do colmo, mas com variabilidade bem maior do que a semeadora de fita, o que afeta os componentes de produção das plantas e refletem em imperfeições produtivas, portanto qualidade inferior.

V-Conclusões

A profundidade de semeadura e a distância entre as plantas se mantém estável e sem variação ao longo do processo para a semeadora de fita, o que reflete em melhores resultados de comprimento da inserção da espiga, diâmetro de colmo e massa de grãos (desempenho das plantas).

A alta variabilidade da profundidade de semeadura e a instabilidade da distância entre plantas quando utilizada a semeadora de peneira afetam negativamente o desempenho das plantas.

Assim, a semeadora de fita, analisada por ferramentas de qualidade, se mostra como uma alternativa para os produtores que visam aumentar a qualidade da semeadura e alcançar melhores resultados de desempenho das plantas, e potencialmente maior potencial produtivo.

VI-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureiras e pecuária nos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 01, p. 25-58.

ALMEIDA, M. L. de. & L. SANGOI. **Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 179- 183, 1996.

AMADO, M.; TOURN, M. C.; ROSATO, H. Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidad de distribucion y emergencia de maíz. In: BARBOSA, O. A. **Avances em ingenieria agrícola 2003-2005**. San Luis: CADIR 2005, 2005. p. 77-81.

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.467-473, 2005.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. **Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 1075-1084, 2001.

ASABE. American Society Of Agricultural And Biological Engineers. ASAE D497.5: Agricultural machinery management data. In: ASAE **Standards 2006**. St. Joseph, 2006. p. 391-398.

ASSIS, R. L., BAHIA, V. G. Práticas mecânicas de recuperação de características físicas dos dolos degradados pelo cultivo. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 191, p. 71-78, 1998.

BALBINOT JR., A.A.; FLECK, N.G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.1, p.245-252, 2005.

BERNARDELI, K. Mapeamento de QTLs associados à espessura da parede do colmo em milho. 2005. 41f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldades para a sua adoção. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2006, Foz do Iguaçu. Resumos... Foz do Iguaçu: F. B. P. D. P., 2006. p. 145-152.

CLONINGER, F.D.; ZUBER, M.S.; HORROCKS, R.D. Methods of evaluating stalk quality in corn. *Phytopathology*, Saint Paul, v. 60, p. 295-300, 1970.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo**. 1998. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

COELHO, J.L.D. Ensaio e certificação das máquinas para semeadura. In: MAILHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. Cap. 11, p. 551-70.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_08_59_32_boletim_graos_julho_2015.pdf. Acesso em 21 nov. de 2015.

CORDEIRO, L. A. M.; REIS, M. S.; AGNES, E. L.; CECON, P. R. Efeito do plantio direto no controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e outras plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2006.

CRUZ, J.C.; MONTEIRO, J. de A.; SANTANA, D.P.; GARCIA, J.C.; BAHIA, F.G.F.T. de C.; SANS, L.M.A.; PEREIRA FILHO, I.A. Recomendações técnicas para o cultivo do milho, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF, 2007.

CRUZ, P.J.; CARVALHO, F.I.F. de; CAETANO, V.R.; SILVA, S.A.; KUREK, A.J.; BARBIERI, R.L. Caracteres relacionados com a resistência ao acamamento em trigo comum. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 583- 568, 2001.

DALLMEYER, A. U. Opções na semeadura. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 06-09, 2001.

DERPSCH, R.; ROTH, D. H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo convencional**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. 1991, 268p.

DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Economia da produção. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em: . Acesso em: 12 ago. 2051.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. L. The effects of temperature, sand and soil acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, p. 428-434, 1958.

FAHN, A. Plant anatomy. 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1975. FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: FAEPE. 1997, 227 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FEDERIZZI, L.C. et al. Efeito do acamamento artificial em alguns genótipos de trigo de porte alto e baixo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.24, n.3, p.465-469, 1994.

FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C. Cultura do milho em diferentes manejos de plantas de cobertura do solo em plantio direto. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Jaboticabal, v.7. n.1, p.161–167, 2007.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; REZENDE, L. C.; SOUZA E SILVA, S. S; LEITE, M. A. S. **Influência da compactação do solo na emergência das plântulas de milho a diferentes profundidades de semeadura**. *Engenharia na Agricultura*. Viçosa, v. 9, n.3, p. 147-53. 2001.

FURLANI, C.E.A. Sistema de manejo e rotação de culturas de cobertura em plantio direto de soja e milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.74, 2005.

GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. V. Emergência de *Tridax procumbens* em função de profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. *Planta Daninha*, v. 20, n. 3, p. 413-419, 2002.

IAPAR. **Direto na qualidade**. Operação de comunicação plantio direto com qualidade. 2002. 6p. (Boletim, 4)

INSTITUTO FNP. Anuário da agricultura brasileira. Agrianual 2007. São Paulo, 2007.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36. n. 1. p. 21-28, 2006.

LEVIEN, R; MARQUES, J. P.; BENEZ, S. H. Desempenho de uma semeadora adubadora de precisão, em semeadura de milho (*Zea mays* L.) sob diferentes formas de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 2000. Pelotas **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃO, F.O.M.; PAIVA, E. Fisiologia da planta de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1995. (Circular técnica, nº 20).

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

MALAVOLTA, E. Nutrição de plantas e fertilidade do solo. Manual de Química Agrícola. São Paulo: Agronômica, 1976.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MENEZES, L. A. S. **Alteração de propriedades químicas e físicas do solo em função da fitomassa de plantas de cobertura.** 2002. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

MINITAB. MINITAB Release 16: Meet MINITAB 16. MINITAB StatGuide; MINITAB Help. [S.l.]: Minitab., 2007.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA. **Agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos por brasileiro.** <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/07/agricultura-familiar-produz-70-dos-alimentos-consumidos-por-brasileiro> . Acesso em 21 nov. de 2015.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. de L.; GABRIEL FILHO, A. Força necessária. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 8, n. 73, p. 6-9, 2008.

MOLIN, R. Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura do milho. **Rev. Batavo**, 2000,p.33.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 6º Ed. Nova York: John Wiley and Sons, 2009, p. 06.

MURRAY, J. R.; TULLBERG, J. N.; BASNET, B. B. **Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description**. ACIAR Monograph nº 121. University of the Queensland, Australia, 2006. 178p.

NAPIER, I. Técnicas de viveros florestales con referencia especial a centroamerica. Costa Rica, Signa Tepec: Ed. Espemacifor, 1985. 274p

NASSIF, S.M.L. Germinação de sementes: fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação. Disponível em: <http://ipef.br/espécies/germinaçãoambiental>. Acesso em 11 de setembro de 2015.

OLIVEIRA, J.G.R.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; BARBOSA, G.M.C.; TAVARES FILHO, J. Erosão no plantio direto: perda de solo, água e nutrientes. **Bol. geogr.**, v. 30, n. 3, p. 91-98, 2012.

OLIVEIRA, M. L.; VIEIRA, L. B.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, C. M.; DIAS, G. P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

PAULA, M. B.; ASSIS, R. P.; BAHIA, V. G.; OLIVEIRA, C. V. Efeitos dos resíduos culturais, adubos verdes, rotação de culturas e aplicação de corretivos nas propriedades físicas e recuperação dos solos. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 191, p. 66-70, 1998.

PEDÓ, T.; SEGALIN, S. R.; SILVA, T. A.; MARTINAZZO, E. G.; GAZOLLA NETO, A.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. Vigor de sementes e desempenho inicial de plântulas de feijoeiro em diferentes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.59-64, 2014.

PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Fatores que interferem no resultado do milho. **Campo e Negócio**, Uberlândia v 5, n. 68, p. 24-27, 2008.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. FEALQ. Piracicaba, 309 p., 2002.

RIBEIRO, E.M., GALIZONI, F.M., ASSIS, T.P. "Os caminhos de São Paulo". Revista Brasileira de Estudos da População. 21(2), jul/dez 2004.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Plant Physiology. 4.ed. Belmont: Wadsworth Publishing, 1992. 681p.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; BOGO, A.; KOTHE, D.M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados em diferentes densidades de planta. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.1, p.17-21, 2000.

SANGOI, L.; SALVADOR, R.J. Agronomic performace of male-sterile and fertile maize genotypes at two plant populations. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.26, n.3, p.377-388, 1997.

SCHNEIDER, S. **Agricultura familiar e pluriatividade**. 1999. 470p. Tese (Doutorado em Sociologia) – UFRGS, Porto Alegre, 1999.

SHINDE, J. H., KATIKAR, R. S. Importance of process capability and process performance indices in machine tool. **International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences**, v. 2, n. 2, p. 1211-1217, 2012.

SILVA et al. Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. 2001, Londrina: IAPAR, 2001.

SILVA, A. R. B. **Diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2004. 147 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdades de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SILVA, S. L. **Avaliação de semeadoras para plantio direto: Demanda de energia, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento**. 2000. 125f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR, R.; RALISH, R. Desempenho energético de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja (*Glycine Max* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JÚNIOR, R. **Trabalho no cultivo de grãos e oleaginosas: máquinas para manejo de coberturas e semeadura no sistema plantio direto.** Curitiba: SENAR-PR, 2004. 88 p.

STROMBERGER, J.A.; TSAI, C.Y.; HUBER, D.M. Interactions of potassium with nitrogen and their influence on growth and yield potential in maize. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.17, p.19-37, 1994.

TAIZ, L; ZEIGER E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TOLLENAAR, M.; MCCULLOUGH, D.E.; DWYER, L.M. Physiological basis of the genetic improvement of corn. In: SLAFER, G.A. *Genect improvement of field crops*. New York: Marcel Dekker, 1999 c. 4, p. 183-236.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p.1071-1077, 2002.

VEIGA, J. E. ; FAVARETO, A. ; AZEVEDO, C.M.A. ;BITTENCOURT, G. ; VECCHIATTI, K. ; MAGALHÃES, R. ; JORGE, R. **O Brasil rural precisa de uma estratégia de desenvolvimento**, Brasília: Convênio FIPE-IIICA(MDA/CNDRS/NEAD), 2001. 108 p. Disponível em:<http://www.nead.org.br/index.php?acao=bibliotecaepublicacaoID=112>. Acessado em 19 de set 2015.

VON PINHO, R.G.; Gross, M.R.; Steola, A.G.; Mendes, M.C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos. **Bragantia**, v.67, n.3, p.733-739, 2008

ZANATTA, A. C. A.; OERLECKE, D. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agronômicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L.) Thell. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 26, p. 1001-1016,1991.

ZUBER, M.S.; COLBERT, T.R.; DARRAH, L.L. Effect of recurrent selection for crushing strength on several stalk components in maize. Crop Science, Madison, v. 20, p. 711-717, 1982.