

LIA HARUMI KATO

**AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE MILHO CONSORCIADA COM
BRACHIARIA/CROTALÁRIA EM DIFERENTES OPERAÇÕES MECANIZADAS**

Botucatu

2019

LIA HARUMI KATO

**AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE MILHO CONSORCIADA COM
BRACHIARIA/CROTALÁRIA EM DIFERENTES OPERAÇÕES MECANIZADAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva

Co-orientador: Dr. Cristiano Magalhães Pariz

Botucatu

2019

K19a	Kato, Lia Harumi Avaliação da silagem de milho consorciada com brachiaria/crotalária em diferentes operações mecanizadas / Lia Harumi Kato. -- Botucatu, 2019 53 p. : tabs., fotos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientador: Paulo Roberto Arbex Silva Coorientador: Cristiano Magalhães Pariz 1. Milho. 2. Crotalária juncea. 3. Capim-marandu. 4. Consórcio. 5. Silagem. I. Título.
------	---

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **“AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE MILHO CONSORCIADA COM
BRACHIARIA/CROTALÁRIA EM DIFERENTES OPERAÇÕES
MECANIZADAS”**

AUTORA: LIA HARUMI KATO

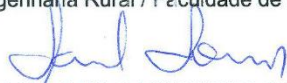
ORIENTADOR: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

COORIENTADOR: CRISTIANO MAGALHÃES PARIZ

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



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



Prof. Dr. SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA
Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônômica - UNESP



Prof. Dr. ELCIO HIROYOSHI YANO
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Botucatu, 26 de fevereiro de 2019.

Aos meus amados pais, irmã e cunhado, Satiko Takeda Kato, João Fumitoshi Kato, Paula Harue Kato Kussumi e Bruno Satoshi Fosokawa Kussumi, por tudo que fazem por mim e pela nossa família, por tudo que sou e conquistei, por todo o amor e todo o tipo de apoio que me deram em toda a minha vida.

Ao meu namorado, companheiro para todos os momentos e para a vida, Lucas Gabriel Ribeiro por todo amor, respeito, companheirismo, apoio e força nesta caminhada

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar e dar-me força durante essa fase, pelos dias de muitas felicidades, vitórias e pelos obstáculos e dificuldades, os quais serviram para me fortalecer e crescer.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva pela orientação, amizade, pela confiança na realização desse projeto, por sempre estar ao lado de seus orientados, pelo conhecimento, alegrias e vitórias compartilhadas, pela paciência, compreensão e superação conjunta nos momentos difíceis.

Ao meu amigo e co-orientador Dr. Cristiano Magalhães Pariz, por sempre ser um grande amigo para todas as horas, pela dedicação, participação e paciência com esse trabalho e comigo, por ser uma ótima pessoa e um ótimo profissional, servindo de inspiração para muitos.

A todos os integrantes do Grupo de Plantio Direto que tive a oportunidade de conhecer, ajudar e ser ajudada, imensa gratidão por toda a amizade, conhecimento e momentos compartilhados, por fazerem esses meus 5 anos no grupo serem os melhores e pela importância que tiveram para eu me encontrar profissionalmente. E por todo o crescimento que tive junto e graças ao grupo.

Aos integrantes do grupo NEMPA, por toda a ajuda, disposição e atenção que tiveram comigo e para a realização deste trabalho.

Aos amigos da pós-graduação que foram muito companheiros, compartilharam momentos especiais, experiências e se tornaram pessoas muito importantes, agradecimentos especiais a Jéssica Giroti, Laís Consoline, Fernanda Drudi, Samantha Almeida, Ana Godoy, Raíssa Salgueiro, Valter Souza, Magnun Penariol, Ulisses Gandolfo, Saulo Fernando Sousa, Tomás Baio, Tiago Correia e Anderson Ravanny.

À Coordenação e aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudos.

A Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA – UNESP do campus de Botucatu, destacando a sessão de pós-graduação, aos funcionários da biblioteca, as Fazendas de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) e o departamento de Engenharia

Rural e todos os seus funcionários, pela oportunidade, atenção, compreensão e toda a ajuda que pude receber.

Aos membros das bancas do exame de qualificação e defesa, por aceitarem os convites e pelas considerações realizadas no trabalho.

A República Manga Rosa e todas suas exs e atuais moradoras, por serem minha segunda família, pela parceria, por tornar meus dias mais alegres, pelo crescimento pessoal que tive durante esses anos, pela paciência, amor, união, compreensão e por toda a força e apoio nos momentos difíceis e por compartilharem tantos momentos maravilhosos comigo desde 2011. E para os amigos Humberto Negrão e Leonardo Pelegati pela convivência, paciência e amizade nos últimos meses residindo em Botucatu.

A todos meus amigos de Botucatu e familiares que sempre me apoiaram e me deram forças nesta etapa.

Aos meus melhores amigos Mogi das Cruzes e região, que mesmo com a distância nesses anos, nunca deixaram de compartilhar momentos importantes comigo. Gratidão pelo amor, carinho, compreensão, paciência e toda a força que me deram durante toda a minha vida, agradecimentos especiais para a Andressa Beber, Luiz Bilia, João Vitor Ferraz, Camila Tanaka, César Santos, Suzana Bernardo, Danilo Taboada, Emerson Fabiano, Stéphanie Caetano e Henrique Myose.

“Ninguém cresce sozinho”

- Shunji Nishimura

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e o desempenho operacional e econômico de diferentes operações mecanizadas para semeadura do capim-marandu e crotalária juncea, consorciados com a cultura do milho para ensilagem. Foram avaliados os desempenhos operacionais e econômicos das operações mecanizadas envolvidas em cada tratamento, bem como as características agronômicas do milho e das culturas de cobertura desse sistema. O experimento foi conduzido em campo, Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, situada no município de Botucatu. Foram utilizados quatro tipos de operações mecanizadas para a semeadura do capim-marandu e da crotalária juncea. O tratamento que apresentou a maior produtividade de matéria verde total ensilada e matéria seca total ensilada foi o tratamento em que semeou as culturas de cobertura com o cultivador adubador juntamente com a adubação nitrogenada de cobertura da cultura do milho (T4), o mesmo tratamento apresentou menor consumo operacional de combustível do que os outros tratamentos e um menor custo horário das operações mecanizadas realizadas. O tratamento que utilizou um distribuidor de sementes e fertilizantes a lanço para inserir as culturas de cobertura (T2), apresentou maior produtividade de matéria seca remanescente na área experimental, valores mais baixos de altura de inserção de espiga e peso seco total ensilado de grãos, menor custo operacional total das operações mecanizadas e uma maior capacidade operacional nesta operação.

PALAVRA-CHAVE: *Crotalária juncea*, *Zea mays*, *capim-marandu*

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the productivity and the operational and economic performance of different mechanized operations for sowing of palisade grass and *crotalaria juncea*, intercropped with maize silage. The operational and economic performances of the mechanized operations involved in each treatment were evaluated, as well as the agronomic characteristics of the maize and the cover crops of this system. The experiment was carried out in the Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), belonging to the Faculdade de Ciências Agrônômicas of the Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", located in the city of Botucatu. Four types of mechanized operations were used for the sowing of the palisade grass and the *crotalaria juncea*. The treatment that presented the highest yield of total green matter and total silage was the treatment in which sowed the cover crops with the fertilizer cultivator together with the nitrogen fertilization of the corn crop (T4), the same treatment presented lower operational fuel consumption than other treatments and a lower hourly cost of the mechanized operations performed. The treatment that used a seed and fertilizer distributor to insert cover crops (T2), showed higher dry matter yield remaining in the experimental area and lower values of ear insertion height and total dry silage weight of grains and lower total operating cost of mechanized operations and greater operational capacity in this operation.

Keywords: *Crotalaria juncea*, *Zea mays*, *Palisade grass*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Cultura do Milho.....	19
2.2	Ensilagem de milho	20
2.3	Sistema Integrado de Produção Agropecuária	21
2.4	Consórcio de Milho com <i>Crotalária</i> e capim-marandu	22
2.5	Análise econômica das operações mecanizadas	24
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3.1	Área experimental.....	27
3.2	Máquinas e implementos	28
3.3	Defensivos Agrícolas	28
3.4	Sementes	29
3.5	Fertilizantes	29
3.6	Descrição dos tratamentos.....	29
3.7	Quantificação e porcentagem de cobertura de palha.....	30
3.8	Instalação e condução do experimento	31
3.9	Determinação do diâmetro de colmo, altura de plantas do milho e altura de inserção da primeira espiga	32
3.10	Determinação do comprimento, número de fileiras de grãos e diâmetro da espiga de milho.....	33
3.11	Determinação da produtividade do milho, capim-marandu e crotalária para ensilagem.....	34
3.12	Determinação do consumo horário de combustível e tempo percorrido em cada parcela	35
3.13	Tempo efetivo.....	36
3.14	Consumo de combustível por área	37
3.15	Determinação do custo operacional	37
3.15.1	Custos fixos	38
3.15.1.1	Depreciação.....	38
3.15.1.2	Juros	38
3.15.1.3	Alojamento.....	39

3.15.1.4	Seguro.....	39
3.15.2	Custos variável.....	40
3.15.2.1	Mão de obra	40
3.15.2.2	Lubrificantes e graxas	41
3.15.2.3	Manutenção.....	41
3.15.2.4	Consumo horário de combustível.....	42
3.16	Custo horário total	42
3.17	Determinação da velocidade de deslocamento	42
3.18	Capacidade operacional	43
3.18.1	Capacidade de campo efetiva	43
3.19	Análises estatísticas dos dados	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Produtividade de matéria verde total ensilada, matéria seca total ensilada e matéria seca remanescente	45
4.2	Características agronômicas das plantas de milho	46
4.3	Desempenho operacional das operações mecanizadas.....	48
4.3.1	Consumo de combustível.....	48
4.3.2	Capacidade operacional.....	49
4.4	Custo operacional total.....	50
5	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com dimensões continentais e que apresenta diferentes zonas climáticas, causando variação muito grande nas culturas instaladas em cada região do país. Entretanto, a cultura do milho consegue se desenvolver bem nas mais variadas condições edafoclimáticas, sendo um dos principais cereais cultivados e utilizados para a alimentação animal, humana e para a indústria. Mas com a necessidade de superar as questões de segurança alimentar, aumento da demanda mundial de produção de alimentos, maior otimização e sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuária, surgiram novas tecnologias e técnicas para inserção e condução desses sistemas de produção agropecuária.

Nesse contexto, os sistemas integrados de produção agropecuária são reconhecidos como uma alternativa para intensificação sustentável, permitindo o uso adequado de insumos, máquinas agrícolas e mão-de-obra nestas áreas que adotam esse sistema, mesmo exigindo uma infraestrutura maior, domínio da tecnologia e com a capacitação de profissionais envolvidos no sistema, possibilita a diversificação na produção agrícola, gerando alternativas de renda para os produtores os adotam. No sistema de plantio direto também tem sido realizado o consórcio do milho com culturas de cobertura, podendo ser um consórcio tríplice de milho, com uma planta forrageira e uma planta leguminosa. Trazendo fatores benéficos para o ambiente, solo, para as plantas de interesse econômico e para o produtor obter maior diversidade, rentabilidade e otimização do sistema de produção.

Para os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) a determinação da capacidade operacional das operações mecanizadas e dos custos de produção, engloba todos os custos envolvidos na condução da área produtiva, assim atuando como base para estratégias e tomadas de decisão do produtor. Tornando-se necessário a avaliação operacional e econômica das operações mecanizadas em um sistema integrado de produção agropecuária (SIPA), visando a maior eficiência desse sistema. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de silagem proveniente de um sistema integrado de produção agropecuária, de consórcio de milho, capim- marandu e crotalária. Assim como o desempenho operacional e econômico do sistema, em função de diferentes tipos de

operações mecanizadas para semeadura das culturas de cobertura consorciadas com a cultura do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Milho

O milho é globalmente um cereal de grande importância na produção agropecuária, por apresentar um variado consumo e uma ampla utilização, desde in natura até por produtos derivados desta produção agrícola, seus diversos produtos são utilizados para a alimentação animal e humana e ainda como matéria prima em indústrias (FANCELLI et al., 2000). Sua importância ocasiona em grandes áreas plantadas em todo o mundo, no Brasil a cultura do milho é um dos principais cereais produzidos, apresentando uma área plantada de 79,4 milhões de hectares em 2017 para produção de grãos (IBGE, 2017).

A cultura do milho apresenta grande importância econômica e agrônômica, como todo setor importante, novas tecnologias para sua produção são desenvolvidas e proporcionadas ao agricultor. Tecnologias que envolvem diferentes formas de manejo, condução da cultura, na escolha de insumos e sementes mais adequadas para cada região ou condição encontrada, até a adoção de diferentes sistemas de rotação de culturas. Apresentando uma elevação em sua produtividade devido à essas tecnologias disponíveis (GUISCEN, 1997, MELLO FILHO & RICHETTI, 1997).

No sistema de plantio direto, além de haver a rotação de culturas, o mínimo revolvimento do solo e a formação de palha para a manutenção desse sistema, também tem sido realizada o consórcio da cultura do milho com gramíneas e leguminosas. O consórcio garante uma diversificação e beneficiação na produção do agricultor, o que pode promover uma maior rentabilidade e produtividade por área plantada, tolerância da cultura principal a irregularidades da precipitação pluvial e déficits hídricos, principalmente ocasionados no período de outono e inverno em muitas regiões do Brasil (CRUSCIOL et al., 2009).

2.2 Ensilagem de Milho

Mesmo apresentando o maior rebanho bovino comercial do mundo, no Brasil em períodos secos do ano como no outono e inverno, a produção de forragem para alimentação animal é comprometida. Assim, a produtividade de silagem de planta inteira de milho em sistemas consorciados de produção agropecuária torna-se uma excelente alternativa para amenizar as consequências causadas pelos períodos secos do ano (COSTA et al., 2016). Alguns autores ressaltam que a cultura do milho representa mais de 80% da produção total de ensilagem brasileira, sendo o processo de ensilagem o principal método de conservação de forragem, sendo que esta prática visa contornar condições climáticas adversas e fornecer alimento de boa qualidade aos animais, o que auxilia na manutenção destes durante a estação seca do ano. Quando a cultura do milho é consorciada com gramíneas e leguminosas pode apresentar uma maior produtividade de matéria seca, melhoria na qualidade nutricional da silagem e beneficiar o sistema de produção. (BERNARDES et al., 2014, CHIEZA et al., 2017, COSTA et al., 2016, PARIZ et al., 2015).

Como descrito por Cardoso & Silva (1995): “A ensilagem é o processo de conservação da forragem através da redução do pH (aumento da acidez) pela fermentação dos açúcares solúveis da planta. Por sua vez, a silagem é o resultado do processo de ensilagem após as mudanças sofridas pela forragem através da fermentação, na ausência de oxigênio”. A silagem de milho é amplamente utilizada para a alimentação de animais ruminantes, caracterizada pela alta produtividade por hectare, alta qualidade nutricional e considerável valor energético.

A produtividade e sucesso da cultura do milho são resultantes de inúmeros fatores, desde o manejo e condições de semeadura, até a escolha correta das sementes. Quando irá escolher o híbrido de milho para a produção de silagem, deve-se levar em consideração que o material escolhido apresente no final na produção uma alta produtividade, maior qualidade da silagem e ainda boa digestibilidade do material pelo animal que está consumindo (NUSSIO et al., 2001)

Economicamente falando, para produzir a cultura a ser ensilada, realizar o corte, e na hora de armazenar fazê-lo de forma errônea, de nada adiantará para a otimização do sistema. Além da produção de silagem de milho em sistemas de monocultivo, o consórcio desta cultura com forrageiras tropicais (gramíneas) em sistemas de integrados de produção agropecuários, tem sido utilizado para

aumentar a produção de matéria seca total durante o ano e para recuperar pastagens degradadas (LEONEL et al., 2009).

2.3 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

A utilização do termo sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) é sugerido por Carvalho et al. (2014) para o uso na literatura científica, mas também conhecido como sistema de integração lavoura pecuária (ILP) na literatura técnica. Segundo a FAO (2010) os SIPAs estão instalados em mais de 25 milhões de km², em áreas de produção agrícola em todo o mundo. Em países em desenvolvimento esses sistemas de produção agropecuária sustentam, economicamente, mais de dois bilhões de pessoas, sendo um sistema que apresenta o uso mais eficiente dos recursos naturais, sendo reconhecido como base para a intensificação sustentável dessas áreas produtivas (BELL et al., 2012, WRIGHT et al., 2012).

Além da maior eficiência no uso de recursos naturais, os SIPAs quando associados à domínio das tecnologias e conhecimento mais apurado do sinergismo entre os componentes, promovem a sustentabilidade do sistema com o uso racional de insumos, de infraestrutura, de área produtiva, uma mão-de-obra mais qualificada e eficiência no uso de máquinas agrícolas pelo agricultor, mas não altera o seu cronograma de manejo e não exige equipamentos especiais, diversificando a produção e aumentando a rentabilidade por área cultivada com esse sistema (KLUTHCOUSKI et al. 2000, MACEDO, 2009).

A exploração dos SIPAs onde há o sistema plantio direto e consórcio de diferentes espécies de interesse agrônomo, apresenta uma maior produtividade, permanência e disponibilidade de palha e de plantas de cobertura vegetal e ainda possibilitando a utilização das pastagens remanescentes para alimentação animal, podendo utilizar culturas gramíneas como leguminosas, com culturas anuais. Sendo uma alternativa para recuperação das pastagens degradadas e utilização de diferentes métodos de sucessão e rotação de culturas em áreas de sistema de plantio direto, agricultores começaram a realizar a consorciação de culturas destinadas a produção de grãos e para ensilagem, como milho, sorgo, e soja com outras culturas forrageiras, em destaque para as culturas do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), em SIPAs (CARVALHO et al., 2010, KLUTHCOUSKI et al., 2003)

2.4 Consórcio de milho com *crotalária* e capim-marandu

A pecuária brasileira tem grande importância socioeconômica no Brasil, sendo caracterizada com a maior parte do rebanho Brasileiro produzido em pastagens naturais e plantadas, mas esse sistema vem sendo desenvolvido em áreas onde há degradação ou má formação dessas pastagens, podendo afetar a sustentabilidade dos sistemas de produções agropecuários. Como alternativa para superar essa realidade, novas tecnologias foram desenvolvidas, entre estas tecnologias, o consórcio de culturas grâníferas com forrageiras tropicais surgiram como para o produtor garantir que seu sistema de produção seja eficiente, lucrativo e otimizado. O consórcio pode ser implantado simultaneamente à lanço, na entre linha ou na própria linha de semeadura da cultura principal, ou pode ser realizada 10 a 20 dias após a emergência da cultura do milho por exemplo, sendo realizada na operação de adubação nitrogenada de cobertura. Na região do cerrado brasileiro, aproximadamente 70% das pastagens plantadas no Brasil são ocupados pelo capim-marandu (LANDERS, 2007, KLUTHCOUSKI et al. 2000).

O consórcio abrange a semeadura de duas ou mais espécies simultaneamente ou alguns dias após a germinação da cultura principal, sendo essa operação realizada na mesma área produtiva, assim, as espécies desenvolvem-se juntas em todo ou em parte de seus períodos produtivos. O consórcio de culturas anuais como o milho e espécies forrageiras, vem demonstrando-se como alternativa para o produtor aumentar e otimizar a sua produção da cultura de milho por área cultivada, pela ciclagem de nutrientes promovidos pelas culturas de coberturas consorciadas com o milho, devido à maior produção de resíduos vegetais sobre o solo, até a fixação de nutrientes pelas culturas de cobertura, beneficiando também a cultura semeada subsequentemente do consórcio, tornando esse sistema mais sustentável, mas também com viabilidade técnica e econômica (CECCON, 2007, GARCIA et al., 2012, PARIZ et al., 2009, PORTES et al., 2003).

Para que ocorra a sinergia entre as espécies envolvidas nesse sistema, o conhecimento da fisiologia das espécies as quais serão consorciadas, o planejamento para o manejo correto da área produtiva e de suas operações mecanizadas, tornam-se imprescindíveis. Conhecendo a fisiologia vegetal das espécies e seu correto manejo, já evita a possível competição que pode haver entre

elas, podendo prejudicar e inviabilizar o sistema de produção (KLUTHCOUSKI et al., 2003, TORRES et al., 2008).

De acordo com o objetivo do produtor, as espécies a serem consorciadas podem ser escolhidas adequadamente, definindo também o planejamento do manejo correto a ser realizado.

Entre as espécies mais comuns no Brasil que podem ser utilizadas como culturas de cobertura e adubo verde nos sistemas de consórcio ou rotação de culturas, são as gramíneas do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) e o milheto (*Pennisetum glaucum* L.), as leguminosas como a crotalária (*Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria juncea*) e o feijão guandu (*Cajanus cajan*). Estudos mostram que essas espécies quando utilizadas no consórcio ou na rotação de culturas com outras espécies anuais, resultam na maior produtividade da cultura principal, ciclagem de nutrientes e diversificação da produção agrícola durante o ano, promovendo também o uso racional de insumos agrícolas como fertilizantes. (ALLEN et al., 2007, TORRES et al., 2008; PARIZ et al. 2009, GARCIA et al., 2012).

Estudos mostram que a cultura do milho quando consorciada com uma espécie leguminosa ou forrageira como a *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), em pouco tempo já incrementam nas concentrações de nitrogênio e carbono nas camadas mais superficiais do solo, pois a planta do milho e *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) auxiliam na fixação de carbono devido a grande produção de massa e a leguminosa sendo responsável pela fixação de nitrogênio no solo, além do acúmulo de matéria seca pelo sistema. Essas características beneficiam a área produtiva e as culturas que serão implantadas em sucessão (HARRIS et al., 1966, HEINRICHS et al., 2005, RIBEIRO et al., 2011).

A Crotalária, é uma cultura de cobertura da família das *Fabaceae*, comumente utilizada no auxílio do controle de nematoides presentes no solo e como adubo verde, pela eficiência na fixação biológica do nitrogênio presente na atmosfera, possui grande aptidão na produção de matéria seca e sendo assim, beneficiando a cultura sucessora. (MATHEIS et al., 2006, TEIXEIRA et al., 2009). Estudos realizados por Chieza et al. (2017), demonstraram que esta planta consorciada com a cultura do milho, resultou na maior produtividade de grãos de milho equivalentes a um sistema de monocultivo do mesmo cereal com adubação nitrogenada com ureia em cobertura. Ainda afirmaram, a presença da leguminosa no consórcio com a cultura do milho pode trazer benefícios ao sistema como um todo, mas o manejo de

semeadura incorreta também resulta em efeitos negativos, um desses efeitos é a redução na produtividade dos grãos da planta de milho.

Assim, alguns dos objetivos de um consórcio simultâneo da cultura do milho com gramíneas e leguminosas, além do aumento na produtividade de matéria seca e qualidade da silagem proveniente deste sistema, é introduzir os benefícios que somente as leguminosas podem fornecer nos SIPAs, a fixação de carbono que as gramíneas podem oferecer e a possível formação de pastagens de qualidade em sucessão. O consórcio quando bem manejado e planejado não deve afetar a produção de grãos de milho, ainda beneficiando a cultura subsequente, aumento na quantidade de palha para continuidade do sistema de plantio direto e reduzindo, a longo prazo, os custos referentes da utilização de adubos nitrogenados pelo produtor (OLIVEIRA et al. 2010).

Resultados abordados por Pariz et al. (2015) e Costa et al. (2016), mostram que um consórcio tríplice de milho, capim-marandu e uma planta leguminosa, não prejudica significativamente as características agronômicas da cultura do milho e do capim-marandu, e proporcionou maior produtividade de matéria seca e verde total para ensilagem em SIPAs. E as silagens produzidas em sistemas de consórcio do milho, capim-marandu e feijão-guandú, apresentaram uma boa qualidade nutricional e com maiores teores de proteína bruta, devido à inclusão da leguminosa na massa ensilada.

Além do milho consorciado apresentar maior produtividade de silagem e pasto, estudos realizados por Pariz et al. (2017) concluiu que o sistema apresentou também, maior eficiência no uso da terra, comparado ao monocultivo da cultura do milho ou da pastagem, ainda aborda que isso foi evidenciado quando se realiza uma altura de corte das culturas para ensilagem de quarenta e cinco centímetros.

2.5 Análise econômica das operações mecanizadas

O domínio da tecnologia, especialização de conhecimentos e modernização da gestão e na utilização de máquinas e de implementos agrícolas, são muito importantes em um sistema de produção agrícola e podem resultar em operações agrícolas eficientes, consequentemente reduzindo o custo da energia consumida nas operações mecanizadas, que tanto preocupam muitos produtores, algumas tomadas de decisões importantes para o sistema de produção em busca da maior

lucratividade. A eficiência energética no sistema atual de produção agropecuária também é muito importante como tomada de decisão para realizações de operações agrícolas, uma vez que a eficiência energética varia em contrariamente à eficiência econômica, e um dos elementos que apresenta uma maior gasto energético é na utilização e deposição de fertilizantes para as culturas inseridas no sistema de produção (PALMA, 2001, PELOIA et al., 2010, STANGE et al., 1984).

Os custos horários totais das operações mecanizadas realizadas em um sistema de produção agrícola, podem ser determinados considerando todos os recursos utilizados nas operações mecanizadas em um sistema produtivo, sendo classificados em custos fixos e variáveis. Também considerando a particularidade e a realidade de cada propriedade e de seu produtor, em relação a máquinas e implementos agrícolas, em que sua utilização irá depender principalmente da topografia da área produtiva, do manejo a ser realizado, da fertilidade do solo, extensão da área a ser utilizada e da capacidade de investimentos em novas tecnologias. Os custos fixos compreendem em componentes que não variam a curto prazo e pelo nível de produção, já os custos variáveis são determinados pelas despesas as quais podem ser alteradas de acordo com a produtividade ou o tamanho da produção que almeja-se alcançar, um exemplo é a utilização de insumos para semeadura, como sementes e fertilizantes, os quais podem aumentar a sua necessidade a medida em que deseja-se aumentar a área produtiva. Podendo considerar como custos fixos os juros, gastos com alojamento e seguros das máquinas, e considerando como custos variáveis, pode-se admitir os valores gastos com mãos-de-obra para operar as máquinas agrícolas e outras funções na propriedade agrícola, valor gasto com combustível para abastecimento, o gasto com lubrificantes e graxas e na manutenção das máquinas agrícolas. (MATSUNAGA et al., 1976, RICHETTI, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2017/2018, a semeadura foi realizada no dia 12 de dezembro de 2017, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, situada no município de Botucatu no estado de São Paulo, nas coordenadas geográficas aproximadas de -22.807970 de latitude sul, -48.429302 de longitude oeste de Greenwich, e altitude de 744 metros.

Segundo Köppen e Geiger, a classificação do clima de Botucatu é *Cfa* [clima temperado quente (mesotérmico) úmido]. O período com menos precipitação é no inverno, nos meses de abril a agosto, e o período chuvoso é no verão, nos meses de setembro a março. Em Botucatu o mês mais chuvoso e quente é o mês de janeiro, e o mês de julho o mais seco e o mais frio. Com uma pluviosidade anual média de 1.324 mm e apresentando temperatura média de 19,1°C.

Antes da instalação do experimento a área utilizada apresentava vegetação constituída basicamente de aveia preta (*Avena Strigosa*) dessecada. Foi realizado coletas de amostras de solo para determinação dos atributos químicos do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de solo da área experimental, Botucatu 2017

AMOSTRA(S)			pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
Laboratório			Int. CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----							
FG	224	1	5,8	32	27	---	36	3,3	59	28	89	109	74

Segundo a EMBRAPA (2009) o solo da área experimental é classificado como Nitossolo vermelho distroférico de textura argilosa.

3.2 Máquinas e implementos

Na operação de semeadura, foi utilizado o trator da marca John Deere modelo 6600, juntamente com a semeadora-adubadora múltipla da marca Semeato, modelo SAM 200, equipada com 3 linhas espaçadas de 0,45m, disco de corte de palha de 18" e sulcador tipo haste.

Para as operações de adubação de cobertura com ureia, foi utilizado o trator da marca Massey Ferguson, modelo MF 235, para a distribuição entre linha foi utilizado o cultivador adubador da marca Marchesan, modelo CPD-4/2, largura de chassi 2,3 m com 4 discos duplos desencontrados de diâmetro 13"x 15" e 3 caixas adubadoras com capacidade total de 330 litros. E para a distribuição a lanço foi utilizado o distribuidor de fertilizantes e sementes da marca Incomagri, modelo Sembra 1300-P AH com capacidade volumétrica de 1300 litros.

Com o intuito de controlar o crescimento inicial do capim-marandu, foi realizado uma aplicação de herbicida a sub-dose (0,350kg por hectare) utilizando o trator da marca Massey Ferguson, modelo MF265, juntamente com o pulverizador da Marca Jacto, modelo Falcon Vortex com capacidade 600L montado, equipado com barras de 14 metros e bicos espaçados 0,5 metros entre si.

Foi realizada a colheita mecanizada do material para ensilagem utilizando o trator da marca Massey Ferguson, modelo MF 610, juntamente com a colhedora de forragem da marca JF Máquinas Agrícolas, modelo C120, a qual realizava o corte para ensilagem na altura de 0,45m do solo.

3.3 Defensivos agrícolas

Para o controle de crescimento inicial do capim-marandu, para não competir com o milho, foi aplicado herbicida Glyphosate (Roundup WG, 720 g kg⁻¹ i.a.) a sub-dose de 200g ha⁻¹.

3.4 Sementes

Foram utilizadas as sementes do híbrido super precoce de milho 2A401PW, pertencente à empresa Dow AgroSciences com população total de 65.000 sementes por hectare com espaçamento de 0,45m entre linhas, sementes de *Urochloa*

Brizantha cv. *Marandu* de pureza mínima de 60,7% pertencente à empresa Facholi semeadas na quantidades de 12kg ha⁻¹, sementes de *Crotalaria juncea*, cultivar IAC – KR – 1, de pureza mínima de 98%, pertencente à empresa Piraí semeadas utilizando-se 8 kg ha⁻¹

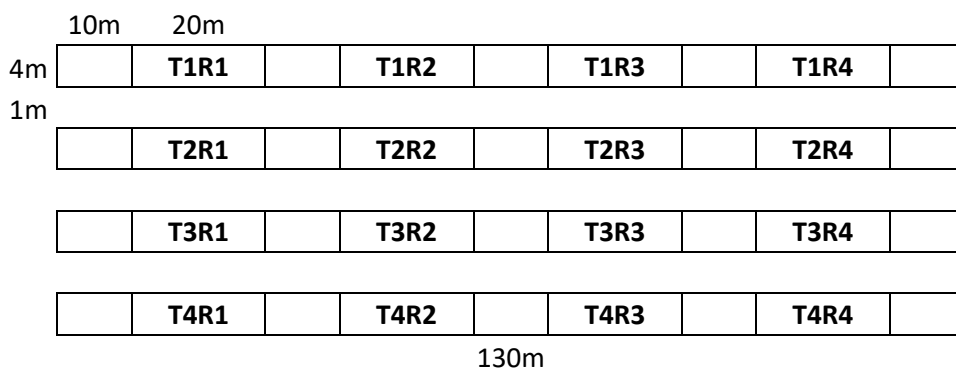
3.5 Fertilizantes

Na adubação de semeadura foi utilizado o adubo formulado 08-28-16 (N, P₂O₅, K₂O), conforme recomendado na análise de solo que foi realizada na área experimental. Na adubação de cobertura foi utilizado 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia a 45% de concentração.

3.6 Descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em faixas com quatro repetições de cada tratamento, foram utilizados quatro métodos de implantação de culturas de cobertura em consórcio com milho para ensilagem, sendo assim, os tratamentos constituíam em semeadura das sementes das culturas de cobertura na caixa de adubo da semeadora múltipla (T1), semeadas a lanço juntamente com a adubação nitrogenada utilizando um distribuidor de fertilizantes (T2), na segunda caixa de sementes miúdas da semeadora múltipla (T3) e na adubação nitrogenada de cobertura utilizando um cultivador-adubador (T4), todos os tratamentos em sistema de consórcio de milho com culturas de cobertura para ensilagem, conforme o croqui representado na Figura 1.

Totalizando 16 parcelas distribuídas com área de 80 m² cada (20m de comprimento e 4m de largura). Entre cada parcela foi deixado um espaçamento de 10 m, entre os diferentes tratamentos foi deixado um espaço de 1m e ainda uma bordadura de 20m em volta da área total do experimento.

Figura 1. Croqui do delineamento experimental

3.7 Quantificação e porcentagem de cobertura do solo

Anteriormente à semeadura e após a colheita do experimento, em todos os tratamentos foram determinadas a porcentagem e a quantidade de palha presente em cada parcela. Para a determinação da quantidade de palha, foi utilizada a metodologia de Chaila (1986), que consiste na utilização de um quadrado de madeira de dimensão 0,5 x 0,5m, que foi ao acaso onde há presença de palha em cada parcela, assim retirando todo o conteúdo no interior deste quadrado. As amostras coletadas foram pesadas, colocadas em estufa e pesadas novamente, para a determinação da quantidade de matéria seca por área.

Para determinar a porcentagem de palha nas parcelas, foi utilizada a metodologia descrita por Laflen et. al., (1981), em que utiliza um cordão com 100 pontos marcados, no experimento foi utilizado um cordão de 15 metros de comprimento, com marcações equidistantes de 15 cm, contando os pontos os quais estão em cima de uma área coberta com palha. A avaliação dos pontos é realizada duas vezes em sentido diagonal em cada parcela (Figura 2), gerando um formato da letra “X”, realizando a média das duas avaliações para posteriormente a transformação em porcentagem.

Figura 2 – Cordão para determinar a porcentagem de palha nas parcelas



Foto: Lia Harumi Kato – 2017

3.8 Instalação e condução do experimento

O ensaio foi instalado em sistema de plantio direto. O milho foi semeado com a semeadora múltipla, com espaçamento de 0,45m entre linhas, seguindo a quantidade de adubação necessária de acordo com a análise de solo.

A semeadura a lanço das culturas de cobertura, foi realizada com o distribuidor de fertilizantes e sementes, 10 dias após a emergência do milho, foi semeado a *capim-marandu* e a *crotalária Juncea*, juntamente com a adubação de cobertura com ureia.

Quando realizou a semeadura na adubação de cobertura com cultivador-adubador, foi realizada após 15 dias da emergência do milho, foi semeado a *capim-marandu* e a *crotalária Juncea*, juntamente com a adubação de cobertura com ureia. Nos Tratamentos 1, 2 e 3, foram necessários uma aplicação de herbicida a sub-dose, para controle do crescimento inicial do capim-marandu.

A colheita foi realizada quando o milho atingiu o ponto ideal para ensilagem (33,5% de umidade), por volta dos 110 dias após a germinação (Figura 3). Todas as operações foram realizadas conforme a disponibilidade de maquinário e funcionários da fazenda experimental.

Figura 3 – Plantas com 110 dias após germinação



Foto: Lia Harumi Kato - 2018

3.9 Determinação do diâmetro de colmo, altura da inserção da primeira espiga e da altura de plantas do milho

Foram medidas em duas amostras aleatórias por parcela, correspondendo a um metro quadrado (1m x 1m). A altura das plantas e a altura de inserção da primeira espiga foram determinadas com uma régua (Figura 4), medindo a distância vertical entre a superfície do solo e o local na planta onde há a inserção da folha bandeira e entre o solo e o nó da inserção da base da primeira espiga.

Figura 4 – Determinação da altura de inserção de espiga



Foto: Lia Harumi Kato – 2018

O diâmetro do colmo foi determinado, quando medido o maior diâmetro encontrado na base das plantas de milho, sendo mensurada aproximadamente a 10 cm acima da superfície do solo (Figura 5).

Figura 5 – Determinação do diâmetro do colmo



Foto: Lia Harumi Kato - 2018

3.10 Determinação do comprimento, número de fileiras de grãos e diâmetro de espiga de milho

Após a determinação de altura de plantas do milho, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo, as mesmas plantas do item 3.9 foram identificadas e levadas para o laboratório. Para determinar o comprimento de espigas, foi fixada uma fita métrica em uma superfície plana e assim, colocando a espiga ao lado da fita.

O diâmetro de espigas foi determinado com o uso do paquímetro, sendo colocado no centro da espiga. O número de fileiras de grãos por espiga foi determinado através de uma simples contagem.

3.11 Determinação da produtividade do milho, capim-marandu e crotalária para ensilagem

Para determinação de produtividade das culturas para ensilagem, antes da colheita mecânica, foram retiradas duas amostras por parcela a 0,45 m do solo e duas entre 0 cm e 0,45 m do solo, essas duas últimas correspondendo ao resíduo das amostras a 0,45 m do solo, ou seja, sendo retiradas do mesmo local. Essas amostras correspondiam a um metro quadrado (1m x 1m), as mesmas do item 3.9 De cada amostra, foram separados o milho, do capim-marandu e da crotalária. Posteriormente foram pesadas (Figura 6), colocadas em estufa para determinação do teor de matéria seca. A somatória da massa verde e seca do milho com as do capim-marandu e da crotalária juncea resultaram na produtividade de matéria verde e seca total de forragem a serem ensiladas, extrapolando para kg ha^{-1} .

O material remanescente após o corte de 0,45 m dessa mesma área foi submetido à mesma metodologia para determinação de produtividade de massa verde e seca total do resíduo que não seria ensilado, extrapolando para kg ha^{-1} .

Nas plantas de milho, foram determinadas a matéria seca total de grãos ensilados para cada parcela, extrapolando para kg ha^{-1} .

Figura 6 – Separação e pesagem de amostras



Foto: Lia Harumi Kato - 2018

3.12 Determinação do consumo horário de combustível e tempo percorrido em cada parcela

Em todas as operações mecanizadas das parcelas do experimento, foram utilizados dois fluxômetros da marca “Flowmate” modelo Oval M-II (Figura 7), com precisão de 0,01 mL por pulso, assim geram um pulso do fluxômetro a cada mililitro (mL) de combustível consumido pelo motor do trator. Sendo um dos fluxômetros instalado antes da entrada de combustível no motor do trator e o outro instalado no retorno do combustível para o tanque do mesmo, para quantificar o combustível que foi consumido.

Para monitoramento e aquisição dos dados, foi utilizado um painel com conexões nos fluxômetros (Figura 8), onde mostrou a quantidade de pulsos gerados nos sistemas de entrada e de retorno de combustível e o tempo percorrido em cada parcela.

Figura 7 – Fluxômetros

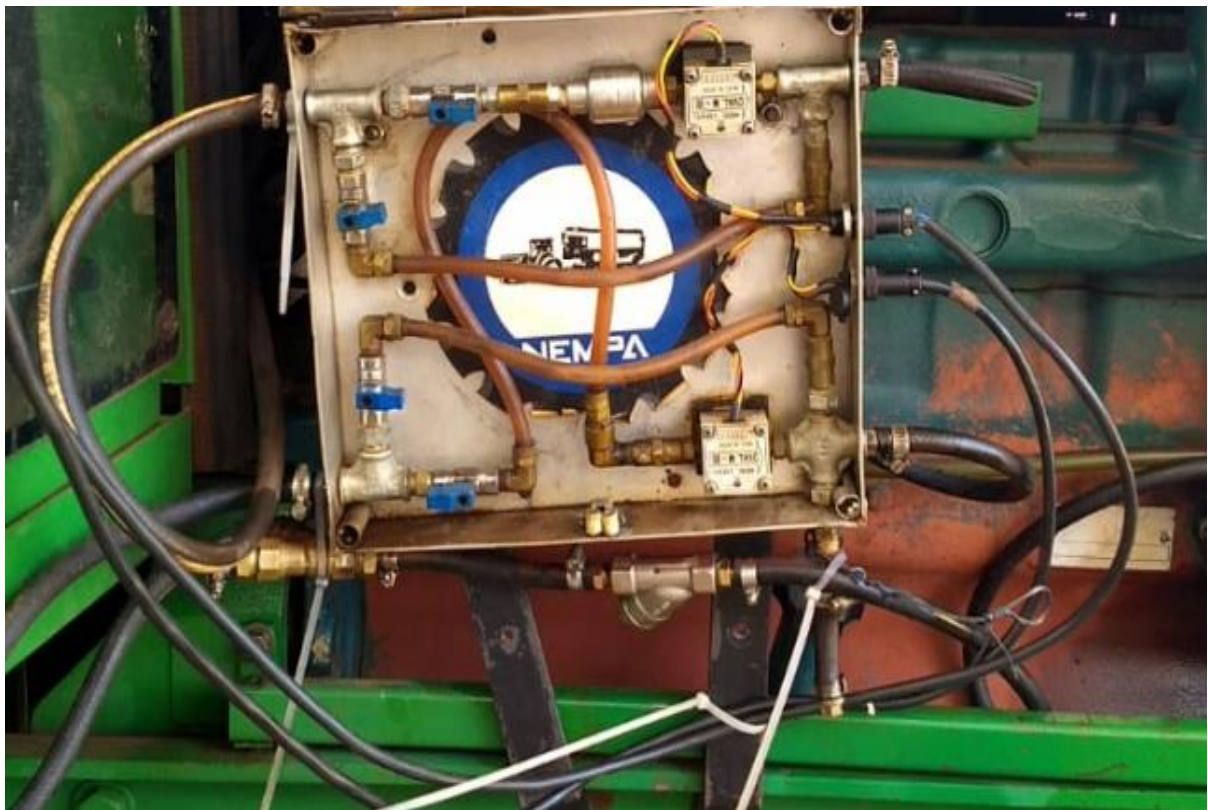


Foto: Lia Harumi Kato – 2018

Figura 8 – Painel para monitoramento e aquisição de dados

Foto: Lia Harumi Kato - 2018

Para determinar o consumo horário de combustível nas operações mecanizadas em cada parcela, foram analisados os dados obtidos de quantidade de pulsos e o tempo em segundos, gastos do conjunto de trator e implemento percorrerem a parcela do experimento. O consumo horário de combustível foi calculado pela seguinte equação:

$$CCh = \frac{\sum p \cdot 3,6}{\Delta t} \quad (1)$$

Em que:

CCh = consumo horário de combustível ($L \cdot h^{-1}$);

$\sum p$ = somatório de pulsos (mL);

Δt = tempo gasto para percorrer cada parcela do experimento (s);

3,6 = fator de conversão

3.13 Tempo efetivo

O tempo efetivo para o conjunto trator e implemento percorrer cada parcela foi calculado pela metodologia adaptada da ASAE S396.2 (1998) pela seguinte equação:

$$T_e = \frac{1}{C_e} \quad (2)$$

Em que:

T_e = tempo efetivo demandado (h ha^{-1});

C_e = capacidade de campo efetiva (ha h^{-1}).

3.14 Consumo de combustível por área

Para determinação do consumo de combustível por área, foi utilizada a metodologia adaptada da norma ASAE S396.2 (1998), sendo calculada pelo tempo efetivo e consumo horário de combustível através da seguinte equação:

$$C_{Ca} = T_e * C_{Ch} \quad (3)$$

Em que:

C_{Ca} = consumo de combustível por área (L ha^{-1});

T_e = tempo gasto efetivo (h ha^{-1});

C_{Ch} = consumo horário de combustível (L h^{-1}).

3.15 Determinação do custo operacional

Foi utilizada a metodologia adaptada de Mialhe (1974) e da norma ASAE S396.2 (1998). Os custos foram divididos em fixos, considerando-se juros, alojamento e seguros, e custos variáveis, admitindo-se mãos-de-obra, combustível, lubrificantes e graxas e manutenção.

3.15.1 Custos fixos

3.15.1.1 Depreciação

Para a determinação da depreciação foi realizada pelo método linear e implica em uma redução constante do valor do conjunto mecanizado para cada ano de vida útil do maquinário. Para definir os valores iniciais dos tratores e implementos utilizados no experimento, foi realizado um levantamento de preços nas concessionárias da região do município em que realizou o experimento, Botucatu no estado de São Paulo. Para determinar o valor final dos tratores e implementos foi considerado 10% do valor inicial da máquina. Os dados de vida útil e do número de horas trabalhadas ao ano dos tratores e implementos, foram calculados de acordo com o Agrianual (2017) e Pacheco (2000). O custo foi determinado com base na equação proposta por Mialhe (1974) pela seguinte equação:

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

Em que:

D = Depreciação horária (R\$ h⁻¹);

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

VF = Valor final da máquina (R\$);

L = Vida útil (anos);

N = Número de horas de uso da máquina no ano

3.15.1.2 Juros

O valor dos juros dos equipamentos reflete o custo de oportunidade do capital sobre o valor médio do capital. Para isso foi utilizada a equação segundo Mialhe (1974). A taxa de juro incidente sobre a média de valor do capital foi obtida a partir da circular SUP/AGRIS N° 13/2016 (BNDES, 2016).

$$J = \left[\frac{(V1+VF)}{2} \right] \cdot \left(\frac{Tj}{100} \right) \cdot \left(\frac{1}{N} \right) \quad (5)$$

Em que:

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

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

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

Tj = Taxa de juros (%);

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

3.15.1.3 Alojamento

O custo com alojamento se refere às despesas referentes à construção e manutenção de um galpão para abrigos de máquinas, calculada através da equação proposta por Mialhe (1974).

$$A = \frac{(Ta/100).V1}{N} \quad (6)$$

Em que:

A = Custo horário com alojamento (R\$ h⁻¹);

Ta= Percentual sobre o valor de aquisição do bem;

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

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

3.15.1.4 Seguro

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

$$S = \frac{(Ts/100).V1}{N} \quad (7)$$

Em que:

S = Custo horário com seguro (R\$ h⁻¹);

TS = Percentual (2,0%) sobre o valor inicial de aquisição do bem;

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

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

3.15.2 Custo variável

3.15.2.1 Mão de obra

Para determinar o custo horário com a mão-de-obra para as operações mecanizadas, foi através da metodologia segundo Mialhe (1974), levando em consideração o salário e encargos sociais sobre as horas efetivas de trabalho mensal. Foi considerada a carga horária de 8 horas diárias em 20 dias úteis de trabalho, totalizando 160 horas trabalhadas ao mês.

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

Em que:

CMO = Custo horário com mão-de-obra (R\$ h⁻¹);

SAL = Salário (R\$);

ES = Encargos Sociais (R\$);

NT = Número total de horas trabalhadas (160 horas).

3.15.2.2 Lubrificantes e graxas

Segundo Mialhe (1974), devido à perda natural e no caso dos líquidos provenientes de sua queima no interior do motor, pode ser considerada uma percentagem (1,0%) sobre o custo inicial do trator descrito na equação:

$$LG = \frac{(P/100).V1}{N} \quad (9)$$

Em que:

LG = Custo horário com lubrificantes e graxas (R\$ h⁻¹);

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

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

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

3.15.2.3 Manutenção

Para determinar as despesas com a manutenção das máquinas foi considerado um fator de reparo envolvendo as condições de trabalho cuja máquina foi submetida, habilidade dos operadores, estado de conservação e número de horas trabalhadas. Jasper et al. (2013) citam que o fator de reparo sugerido por Mialhe (1974) se faz por meio de um percentual (TM) sobre o valor inicial da máquina, sendo utilizada a taxa de 10% para tratores e 8% para implementos.

$$M = \frac{(Tm/100)V1}{N} \quad (10)$$

Em que:

M = Custo horário com manutenção das máquinas (R\$ h⁻¹);

Tm = Percentual sobre valor inicial da máquina;

VI = Valor inicial da máquina (R\$);

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

3.15.2.4 Consumo Horário de Combustível

Para determinar o consumo horário nas operações mecanizadas, foi determinado pela metodologia de Mialhe (1974). O preço do combustível (Diesel) foi obtido através da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2017), para a região de Botucatu – SP.

$$CHC = Pc.GH \quad (11)$$

Em que:

CHC = Custo horário de consumo de combustível (R\$ h⁻¹);

Pc = Preço do combustível (R\$ L⁻¹);

GH = Consumo horário de combustível (L h⁻¹)

3.16 Custo horário total

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

$$CHT = D + J + A + S + CMO + LG + M + CHC \quad (12)$$

Em que:

CHT = Custo Horário Total (R\$ h⁻¹);

D = Custo com depreciação (R\$ h⁻¹);

J = Custo com juros (R\$ h⁻¹);

A = Custo com alojamento (R\$ h⁻¹);

3.17 Determinação da velocidade de deslocamento

Para determinar a velocidade de deslocamento em que o trator e o implemento realizaram a operação, foi realizada por meio da relação entre o comprimento da parcela e o tempo gasto para percorrer cada parcela. A velocidade média foi obtida pela equação:

$$V = \frac{L}{\Delta t} \times 3,6 \quad (13)$$

Em que:

V = velocidade de deslocamento da colhedora (km h⁻¹);

L = comprimento da parcela experimental (m);

Δt = tempo gasto para percorrer a parcela experimental (s);

3,6 = fator de conversão.

3.18 Capacidade operacional

Para determinar a capacidade operacional foi utilizada a metodologia da ASAE (1998), sendo calculadas a Capacidade de Campo efetiva (Cce)

3.18.1 Capacidade de campo efetiva (Cce)

A capacidade de campo operacional de cada operação mecanizada em cada parcela, foi determinada pela relação entre a área trabalhada e o tempo gasto na realização da operação em cada parcela do experimento, obtida pela seguinte equação:

$$CCe = \frac{A}{\Delta t} \times 0,36 \quad (14)$$

onde:

CCe = capacidade de campo operacional (ha h⁻¹);

A = área trabalhada (m²);

Δt = tempo gasto na operação (s);

0,36 = fator de conversão.

3.19 Análises estatísticas dos dados

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e para os casos de variações significativas ($P < 0,05$) procedeu-se o teste Tukey a 5% de significância, utilizando o programa AgroEstat.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade de matéria verde total ensilada, matéria seca total ensilada e matéria seca remanescente

Os resultados de produtividade de matéria verde total ensilada (PMVT), matéria seca total ensilada (PMST) e matéria seca total remanescente (PMSTR) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Produtividade de matéria verde total ensilada (kg/ha), matéria seca total ensilada (kg/ha) e matéria seca remanescente (kg ha⁻¹)

Tratamento	PMVT (kg ha ⁻¹)	PMST (kg ha ⁻¹)	PMSTR (kg ha ⁻¹)
T1	31959,5 c	17917 b	2399,75 d
T2	30109,5 d	15667 c	3553 a
T3	33137 b	18587 b	2708,25 c
T4	34982,5 a	21282 a	3248,5 b
CV%	0,4157969	1,810075	2,1115216
DMS	298,7334	733,7022	138,8357

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); CV Coeficiente de variação em porcentagem; DMS Diferença mínima significativa; PMVT produtividade de matéria verde total ensilada em kg ha⁻¹; PMST Produtividade de matéria seca total em kg ha⁻¹; PMSTR Produtividade de matéria seca remanescente em kg ha⁻¹

No tratamento em que semeou as culturas de cobertura com o cultivador adubador juntamente com a adubação nitrogenada de cobertura da cultura do milho (T4) apresentou maiores resultados de produtividade de matéria verde total ensilada e matéria seca total ensilada, cerca de 18,8% acima do T1, 35,4% de T2 e 14,5% de T3.

Borghi (2007) concluiu que o capim-marandu, quando é semeado simultaneamente à semeadura do milho, aumenta a quantidade de nitrogênio na planta resultando em uma maior recuperação, em relação ao sistema em que realiza a semeadura das culturas de coberturas na adubação de cobertura. E que a utilização do milho em consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu proporcionou alta produção de matéria seca por hectare

Resultados deste experimento divergem com o trabalho realizado por Gitti et al. (2012), que avaliou o efeito da crotalária consorciada e semeada em diferentes épocas nas entrelinhas do milho. Os autores não observaram influência da crotalária juncea na produção de matéria seca entre os consórcios estudados.

Pariz et al. (2015) realizaram um trabalho com consórcio tríplice de milho, capim-marandu e feijão-guandu, esse consórcio proporcionou uma maior produtividade de matéria seca e verde total para ensilagem em sistema integrado de produção agropecuária, realizando a semeadura simultânea das culturas de cobertura com o milho. Heinrichs et al. (2005) observaram que com o milho e as culturas de cobertura semeados simultaneamente, não houve resultados que indicaram a menor produção de massa seca, mas obtiveram menores valores de massa de matéria seca quando as culturas de cobertura foram inseridas após a semeadura do milho.

Os maiores valores de produtividade de matéria seca remanescente foram apresentados para os tratamentos em que realizou a semeadura das culturas de coberturas juntamente com a adubação de cobertura da cultura do milho, sendo as distribuições a lanço e através de cultivador adubador (T2 e T4). Em relação com a PMST, a PMSTR correspondeu a 13,39% no T1, 22,68% no T2, 14,56% no T3 e 15,26% no T4.

Os dados apresentados corroboram com valores encontrados por Pariz et al. (2015) em que a média do PMST remanescente foi de 3377 kg ha⁻¹. Mas os autores alcançaram esses valores realizando a semeadura das culturas de cobertura simultaneamente com a semeadura da cultura do milho.

4.2 Características agronômicas das plantas de milho

Valores referentes às características agronômicas do milho apresentaram diferença significativa entre si, com exceção da altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo. Os resultados obtidos de estande final de plantas (EP), número total de espigas (NE), altura de plantas de milho (APM), altura de inserção de primeira espiga (AIE), diâmetro médio do colmo (DMC) e produtividade de matéria seca de grãos ensilados (PMSG) estão representados na Tabela 3.

Tabela 3. Características agronômicas do milho

Tratamento	EP(plantas ha ⁻¹)	NE(espigas ha ⁻¹)	APM (cm)	AIE (cm)	DMC (cm)
T1	61666,05 a	61110,5 a	170 bc	80,75 a	21,75 a
T2	57777,2 b	54443,9 b	165 c	81 a	19,8 a
T3	62777,15 a	62221,6 a	173 ab	82 a	20,75 a
T4	64999,35 a	64443,8 a	178,5 a	89,5 a	22,08 a
CV%	2,560001	2,868755	1,7086	4,9741	5,06410
DMS	3492,6352	3832,715	6,4803	9,1479	2,3287

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); CV Coeficiente de variação em porcentagem; DMS Diferença mínima significativa; EP Estande final de plantas ha⁻¹; NE Número total de espigas ha⁻¹; APM Altura de plantas de milho em cm, AIE Altura de inserção de primeira espiga em cm; DMC Diâmetro médio do colmo em cm; PMSG Produtividade de matéria seca de grãos ensilados em kg ha⁻¹

Os dados de diâmetro médio de colmo e altura de inserção de espigas não apresentaram diferença significativa, dados que corroboram com resultados encontrados por Borghi (2007), as avaliações foram feitas por três anos pelo autor e verificou nos três anos de execução do experimento não houve variações significativas nas duas variáveis avaliadas, até mesmo com as diversas condições e variações dos tratamentos. Como Pariz et al. (2015) também apresentam que essas duas variáveis não apresentam uma diferença significativa com ou sem a leguminosa no sistema de consórcio.

No tratamento que realizou a semeadura das culturas de cobertura a lanço juntamente com a adubação de cobertura do milho (T2) os dados apresentados de estande final de milho, altura da planta de milho e números de espigas foram os mais baixos e que apresentaram diferença significativa em relação aos outros tratamentos, dados que corroboram com Pariz et al. (2011) que avaliaram as características agronômicas da cultura do milho e massa seca de braquiárias em duas modalidades de semeadura das culturas de cobertura em consórcio em SIPA, sendo elas a lanço e em linha. Os autores citam que esses dados demonstram o comportamento da cultura do milho consorciadas com braquiárias, esse consórcio prejudicou o desenvolvimento das plantas de milho, produtividade de grãos e apresentou diâmetros menores de colmos das plantas de milho.

4.3 Desempenho operacional das operações mecanizadas

4.3.1 Consumo de combustível

Os resultados apresentados na Tabela 4, são referentes ao consumo horário ($L h^{-1}$) e consumo operacional ($L ha^{-1}$) das operações mecanizadas realizadas em cada tratamento.

Tabela 4. Características agronômicas do milho

Tratamento	Consumo horário ($L h^{-1}$)	Consumo operacional ($L ha^{-1}$)
T1	52,35 a	29,02 a
T2	51,95 a	28,86 a
T3	54,43 a	28,96 a
T4	53,96 a	26,79 b
CV	5,06	3,25
DMS	6,58	2,02

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); CV Coeficiente de variação em porcentagem; DMS Diferença mínima significativa

Os resultados apresentados de consumo horário de combustível na Tabela 3, demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Mesmo no tratamento em que utilizou um distribuidor de sementes e fertilizante a lanço para inserir as culturas de cobertura (T2) tendo um desempenho operacional maior devido a sua largura de trabalho, para percorrer as parcelas do presente experimento não diferiu o consumo horário total entre os outros tratamentos.

O consumo horário do tratamento que utilizou um cultivador adubador para a inserção das culturas de cobertura (T4) também não diferiu entre os tratamentos, mesmo não sendo necessária a realização da operação de pulverização de herbicida a sub dose, para controle inicial do capim-marandu, observando que houve um maior consumo na operação de colheita em relação aos outros tratamentos, isso pode estar relacionado à grande produtividade de massa verde para ensilada, apresentada na Tabela 1.

O tratamento que utilizou um cultivador adubador para a inserção das culturas de cobertura (T4) foi o único que apresentou uma diferença significativa em relação aos outros tratamentos (T1, T2, T3), por um menor consumo por hectare nas

operações mecanizadas realizadas nas parcelas, consequente por não ser necessária a operação de pulverização de herbicida a sub dose, para controle inicial do capim-marandu.

4.3.2 Capacidade operacional

Os resultados apresentados na Tabela 5, são referentes a capacidade operacional efetiva (ha h^{-1}) de cada operação mecanizada realizada nas parcelas.

Tabela 5. Capacidade operacional efetiva (ha h^{-1})

Tratamento	Semeadura (ha h^{-1})	Adubação de cobertura (ha h^{-1})	Pulverização (ha h^{-1})	Colheita (ha h^{-1})
T1	2,89 a	1,55 b	4,47 a	0,35 a
T2	2,84 a	3,27 a	4,29 a	0,34 a
T3	2,80 a	1,50 b	4,44 a	0,35 a
T4	2,78 a	1,60 b	0 b	0,36 a
CV%	4,57	10,17	3,25	4,94
DMS	0,29	0,44	0,34	0,04

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$); CV Coeficiente de variação em porcentagem; DMS Diferença mínima significativa

Em todos os tratamentos as operações mecanizadas de semeadura e colheita não apresentaram diferenças significativas em relação a capacidade operacional. Na operação de pulverização o tratamento em que utilizou um cultivador adubador para a inserção das culturas de cobertura (T4) foi o único que apresentou uma diferença significativa em relação aos outros tratamentos (T1, T2, T3), apresentando um valor zerado pois não houve a necessidade desta operação mecanizada, a qual foi realizada nos outros tratamentos (T1, T2, T3) para controle do crescimento inicial do capim-marandu para evitar elevação na competição por nutrientes com a cultura do milho.

O tratamento que utilizou um distribuidor de sementes e fertilizantes a lanço para inserir as culturas de cobertura (T2), devido ao comprimento da largura de trabalho ser maior do que do cultivador adubador, sua capacidade operacional efetiva é maior, realizando na operação mais área trabalhada por hora.

4.4 Custo operacional total

Os dados de custo operacional total (R\$ h⁻¹) e custo operacional (R\$ ha⁻¹) das operações mecanizadas realizadas em todos os tratamentos do experimento, estão representadas na Tabela 5.

Tabela 5. Custo horário total (R\$ h⁻¹) e Custo operacional (R\$ ha⁻¹)

Tratamento	Custo horário total (R\$ h ⁻¹)	Custo operacional (R\$ ha ⁻¹)
T1	202,24	21,85
T2	199,66	18,56
T3	202,24	22,27
T4	141,04	29,69

O custo horário total (R\$ h⁻¹) das operações mecanizadas realizadas nos tratamentos que a semeadura foi simultânea da cultura do milho e das culturas de cobertura na caixa de adubo da semeadora adubadora múltipla (T1) e na segunda caixa para sementes miúdas da semeadora adubadora múltipla (T3), foram semelhantes por utilizar as mesmas máquinas e realizando as mesmas operações mecanizadas.

O custo horário total (R\$ h⁻¹) das operações mecanizadas realizadas no tratamento em que utilizou um cultivador adubador para a inserção das culturas de cobertura (T4) foi o único que apresentou uma diferença significativa em relação aos outros tratamentos (T1, T2, T3) por não ter sido realizado a operação de pulverização de herbicida em sub-dose para controle do crescimento inicial do capim-marandu. Sendo equivalente a aproximadamente 70% do valor gasto (R\$ h⁻¹) nos outros tratamentos (T1, T2, T3).

O tratamento que utilizou um distribuidor de sementes e fertilizantes a lança para inserir as culturas de cobertura (T2) apresentou o menor valor de custo operacional (R\$ ha⁻¹), devido a capacidade operacional efetiva alta, realizando na operação de adubação de cobertura e semeadura a lança das culturas de cobertura maior área trabalhada por hora.

5 CONCLUSÕES

Em relação à produtividade, o tratamento em que semeou as culturas de cobertura com o cultivador adubador juntamente com a adubação nitrogenada de cobertura da cultura do milho (T4) obteve maior produtividade de matéria verde total ensilada e matéria seca total ensilada

O tratamento que utilizou um distribuidor de sementes e fertilizantes a lanço para inserir as forrageiras (T2), apresentou maior produtividade de matéria seca remanescente na área experimental, maior capacidade operacional nesta operação, valores menores de altura de inserção de espiga, menor peso total ensilado de grãos e menor custo operacional.

O tratamento que utilizou um cultivador adubador para a inserção das culturas de cobertura (T4) menor consumo operacional de combustível do que os outros tratamentos e um menor custo horário das operações mecanizadas realizadas.

REFERÊNCIAS

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

ALLEN, V. G.; BAKER, M. T.; SEGARRA, E.; BROWN, C. P. Integrated irrigated croplivestock system in dry climates. **Agronomy Journal**. v. 99, n. 2, p. 346-360, 2007.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Sistema de levantamento de preços/síntese dos preços praticados em dezembro de 2017**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/precos-edefesaconcorrenca/precos/levantamentode-precos?view=default>. Acesso em: 6 jan. 2018.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Combine capacity and performance test procedure**. St. Joseph, 1998. não paginado.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v. 111, p. 1-12, 2012.

BERNARDES, T.F.; RÊGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**. v. 97, p. 1852–1861, 2014.

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

BORGHI, E. **Produção de milho e capins marandu e mombaça em função de modos de implantação do consórcio**. 2007. 161 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

CARDOSO, E. G.; SILVA, J. M. **Silos, silagem e ensilagem**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, 14 fev. 1995. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD02.html> >. Acesso em: 19 jan. 2018.

CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E.D.; SULC, R.M.; LANG, C.R.; FLORES, J.P.C.; LOPES, M.L.T.; SILVA, J.L.S.; CONTE, O.; WESP, C.L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R.S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.87, n.2, p.259-273, 2010.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A.; PONTES, L.S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção

Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica** (UFC. Online), v. 45, p. 1040-1046, 2014.

CECCON, G. **Palha e pasto com milho safrinha em consórcio com braquiária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. (Circular técnica).

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

CHIEZA, E.D.; GUERRA, J.G.M.; ARAÚJO, E.S.; ESPÍNDOLA, J.A.; FERNANDES, R.C. **Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com Crotalaria juncea L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico**. Revista ceres, v. 64, p. 189-196, 2017.

COSTA, N. R.; CRUSCIOL, C. A. C.; SOUZA, D.M.; SARTO, J. R. W.; COSTA, C.; PERINO, V. I. T. **Produção e qualidade de silagem de milho/capim-marandu/feijão-guandu em consórcio no sistema de Integração Lavoura-Pecuária**. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 'Milho e Sorgo: Inovações, mercados e segurança alimentar'. 2016, Bento Gonçalves, RS. XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo - "Milho e Sorgo: Inovações, mercados e segurança alimentar"., 2016.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; BORGHI, E.; MATEUS, G.P. Integração Lavoura-Pecuária: Benefício das gramíneas perenes nos sistemas de produção. Informações Agronômicas, Piracicaba, v.125, n.1, p.2-15, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FAO. An international consultation on integrated crop livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification. IntegratedCrop Management, v. 13, 64p., 2010.

GARCIA, C.M. de P.; ANDREOTTI, M; TARSITANO, M.A.A.; FILHO, M.C.M.T.; LIMA, A.E. da S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros Brachiaria e Panicum em sistema plantio direto, **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.2, p.157-163, 2012.

GITTI, D.C.; ARF, O.; VILELA, R.G.; PORTUGAL, J.R.; KANEKO, F.H.; RODRIGUES, R.A.F. Épocas de semeadura de Crotalaria em consórcio com milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, n.11, p.156-168, 2012

GUISCHEM, J. M. **Influencia de características morfológicas e químicas da espiga na perda de água do fruto de milho (Zeamays L.) Botucatu**, 1997. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

HARRIS, R.F.; CHESTERS, G.; ALLEN, O.N. Dynamics of soil aggregation. **Advances in Agronomy**, New York, v.18, n.1, p.107-169, 1966.

HEINRICHS, R.; VITTI, G.C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P.A.M.; FANCELLI, A.L.; CORAZZA, E.J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.1, p.71-79, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>. Acessado em: 15 de outubro de 2018.

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

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.185-223.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BACELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.28 (Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.131-141.

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

LANDERS, J.N. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience. In: _____. **Integrated Crop Management**. v.5, 1.ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2007. 92 p.

LEONEL, F.P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; MARCO J. P.; SILVA, C.J.; LARA L.A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 166-176, 2009.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, supl. esp., p. 133-146, 2009.

MATHEIS, H.A.S.M.; AZEVEDO, F.A. de; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v.27, n.1, p.101-110, 2006.

MATSUNAGA, M. et al. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 23, p. 123-139, 1976.

MELLO FILHO, G.A.; RICHETTI, A. **Aspectos socioeconômicos da cultura do milho**. In: EMBRAPA. Milho: informações técnicas. Dourados: Embrapa – CPAO, 1997. p. 13-38.

MIALHE, L. G. Manual de mecanização agrícola. São Paulo: Ceres, 1974. 301 p.

NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.M.C. ; LIMA, M. M. . **Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem**. In: Luiz Gustavo Nussio; Maity Zopollato; José Carlos de Moura. (Org.). Anais... 2º Workshop sobre milho para silagem. 1ª ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 2001, v. 1, p. 11-26.

OLIVEIRA, P. **Consórcio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo de feijão em sucessão no sistema Integração Lavoura Pecuária no Cerrado**. 2010. 125 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

PALMA, L. **Compatibilidade ente eficiência energética e eficiência econômica numa empresa rural**. 2001. 151p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; TARSIANO, M.A.A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZZETTI, S.; CHIODEROLI, C.A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2009. 39:360-370.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE A. F.; MELLO L. M. M.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

PARIZ, C.M.; COSTA, C.; Crusciol, C. A. C.; LONGHINI, V. Z.; PROTES, V. M. ; CASTILHOS, A. M. **Consórcio de milho com capim-marandu e feijão-guandu colhidos para ensilagem em sistema de integração lavoura-pecuária**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal/RN. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Viçosa/MG: SBCS, 2015.

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

PORTES, T. A. CARVALHO, S .I. C.; KLUTHCOUSKI, J. **Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais**. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (ED.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 303-330.

RIBEIRO, P.H.; SANTOS, J.V.V.M.; COSER, S.M.; NOGUEIRA, N.O.; MARTINS, C.A.S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde, Mossoró**, v.6, n.1, p.43-50, 2011.

RICHETTI, A. Custo de produção de mandioca industrial, safra 2007. Comunicado Técnico, Dourados, n. 133, 2007.5 p.

STANGE, K.; CHRISTIANSON, L. L.; THORESON, B.; ALCOOCK, R.; VIK, B. Microcomputer goes to the field to gather tractor test data. **Agricultural engineering**, v.65,n.1, p.21-6, 1984.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; ANDRADE, M.J.B.; SILVA, C.A.; PEREIRA, J.M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho+crotalaria no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.4, p.647-653, 2009.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de resíduo vegetal por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

WRIGHT, I. A.; TARAWALI, S.; BLÜMMEL, M.; GERARD, B.; NILS, TEUFEL.; HERRERO, M. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1010-1015, 2012.

