

ARIOVALDO CIRIACO

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO, MASSA SECA DE RAÍZES E
TAXA DE LOTAÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS SOB MANEJO
COM PASTOREIO RACIONAL VOISIN E LOTAÇÃO
CONTÍNUA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho

Coorientador: Prof. Dr. Arcângelo Loss

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

CIRIACO, ARIIVALDO

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO, MASSA SECA DE
RAÍZES E TAXA DE LOTAÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS SOB
MANEJO COM PASTOREIO RACIONAL VOISIN E LOTAÇÃO
CONTÍNUA / ARIIVALDO CIRIACO ; orientador, Luiz
Carlos Pinheiro Machado Filho, coorientador,
Arcângelo Loss, 2018.

94 p.

Dissertação (mestrado profissional) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agroecossistemas, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Agroecossistemas. 2. adubação orgânica. 3. taxa
de lotação. 4. sistema radicular. 5. fertilidade do
solo. I. Filho, Luiz Carlos Pinheiro Machado . II.
Loss, Arcângelo. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Agroecossistemas. IV. Título.

Ariovaldo Ciriaco

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO, MASSA SECA DE RAÍZES
E TAXA DE LOTAÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS SOB
MANEJO COM PASTOREIO RACIONAL VOISIN E LOTAÇÃO
CONTÍNUA**

Esta dissertação foi aprovada em sua forma final pelo(a) orientador(a) e pelos membros da banca examinadora e julgada adequada para obtenção do título de mestre pelo Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Agroecossistemas.

Florianópolis, 26 de fevereiro de 2018.

Prof. Dr. Clarilton E. D. Cardoso Ribas
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Arcângelo Loss
Coorientador
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Dr. Cledimar Rogério Lourenzi
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof^ª Dr^a Monique Souza
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

À Gilda, pelo companheirismo, incentivo, compreensão e apoio.

A Edimar Miranda, pela militância em prol da causa dos trabalhadores Sem Terra.

À coordenação do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, pelos esforços na condução do Curso, o que tornou possível a realização deste trabalho.

À turma Fidel Castro, pelos momentos de convívio e aprendizado.

Ao Orientador Prof. Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho, por mostrar a luz no começo do túnel.

Ao Co-Orientador Prof. Dr. Arcângelo Loss, pela disponibilidade e por sua valorosa contribuição com este trabalho.

À equipe do LECERA, pelo apoio e companheirismo.

A José Jusceli e Célia pela acolhida e convivência.

RESUMO

O Pastoreio Racional Voisin (PRV) é um sistema de manejo da pastagem que permite obter índices produtivos adequados e, ao mesmo tempo, promover a perenidade do pasto, sendo uma proposta viável para ser adotado em unidades de produção de leite, um dos principais produtos da agropecuária brasileira. Com a finalidade de comparar os atributos químicos do solo, a massa seca de raízes e a taxa de lotação em PRV com e sem adubação e em Pastagem com lotação contínua (PLC) realizou-se a pesquisa no Assentamento Teijin, município de Nova Andradina-MS, no período de Outubro de 2016 a Outubro de 2017. Para isto, foram realizadas as seguintes atividades: análise da fertilidade do solo (0-5 cm); estimativa da massa seca do sistema radicular (0-20 cm) e cálculo da taxa de lotação das pastagens. Os resultados indicaram que o manejo da pastagem influencia na fertilidade do solo e no desenvolvimento radicular de plantas. O PRV, somado com a adubação orgânica e a calagem, promove o incremento de Ca e Mg no solo, o que diminui a presença do Al, que promove a fixação de P. Além disto, com a adoção de tempos de repouso adequados, promove a recuperação das substâncias de reserva e o maior crescimento do sistema radicular em comparação com o PLC. Há relação entre a disponibilidade de elementos químicos no solo e a taxa de lotação da pastagem. Verificou-se que os tratamentos com maiores teores de nutrientes disponíveis apresentam as maiores taxas de lotação. O PRV promove o aumento da quantidade de nutrientes disponíveis no solo, o maior desenvolvimento do sistema radicular e maiores taxas de lotação em comparação. A adubação orgânica contribui para o aumento destes índices. A adoção do PRV promove o aumento da oferta das forragens, o que permite o aumento da quantidade de animais, o que leva, por consequência, ao aumento da produção de leite e carne das unidades de produção.

Palavras-chave: adubação orgânica, taxa de lotação, sistema radicular, fertilidade do solo.

ABSTRACT

The Voisin Rational Grazing (PRV) is a pasture management system that allows to obtain adequate productive indexes and, at the same time, to promote the perennial pasture, being a feasible proposal to be adopted in milk production units, one of the main products of Brazilian agriculture. In order to compare soil chemical, root dry mass and PRV stocking rate with and without fertilization and Pasture with continuous stocking (PLC) the research was carried out in the Teijin Settlement, in the municipality of Nova Andradina- MS, from October 2016 to October 2017. The following activities were carried out: soil fertility analysis (0-5 cm); estimation of the dry mass of the root system (0-20 cm) and calculation of the pasture stocking rate. The results indicated that pasture management influences soil fertility and root development of plants. PRV, added with organic fertilization and liming, promotes the increase of Ca and Mg in the soil, which reduces the presence of Al, which promotes the fixation of P. Moreover, with the adoption of adequate rest times, it promotes the recovery of the reserve substances and the greater growth of the root system in comparison with the PLC. There is a relationship between the availability of chemical elements in the soil and the pasture stocking rate. It was verified that the treatments with higher levels of available nutrients present the higher stocking rates. The PRV promotes the increase of the amount of nutrients available in the soil, the greater development of the root system and higher stocking rates in comparison to the PLC. Organic fertilization contributes to the increase of these indices. The adoption of the PRV promotes an increase in the supply of fodder, which allows an increase in the number of animals, which consequently leads to an increase in the production of milk and meat from production units.

Key words: organic fertilization, stocking rate, root system, soil fertility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pastagem do sítio Karl Marx	36
Figura 2 - Pastagem do lote 604.....	37
Figura 3 - Média mensal da temperatura mínima e máxima, distribuição mensal da precipitação pluviométrica e média mensal da radiação líquida do período compreendido entre os meses de outubro de 2016 a setembro de 2017 na região de estudo..	39
Figura 4 - Croqui de localização das parcelas dos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.	42
Figura 5 - Localização dos pontos de coleta de massa de raízes	45
Figura 6 - Cano metálico utilizado para a retirada de solo com raízes..	46
Figura 7 - Teores médios de matéria orgânica (%) nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de nutrientes aplicados no solo por meio da adubação orgânica no tratamento PRVCA.....	41
Tabela 2 - Índices de conversão de bovinos em UA para raças bovinas de porte médio.....	43
Tabela 3 - Valores médios de pH (em água), Al, Ca, Mg, Al + H e CTC nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.....	51
Tabela 4 - Teores médios disponíveis de P, K e S nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.....	53
Tabela 5 - Teores médios disponíveis de micronutrientes nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.....	54
Tabela 6 - Saturação por bases e por Al nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.....	56
Tabela 7 - Taxa de lotação animal nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS em um período de um ano e em três quadrimestres.....	58
Tabela 8 - Média dos valores quadrimestrais dos períodos de ocupação e UAs/dia do tratamento PRVSA.....	60
Tabela 9 - Massa seca estimada do sistema radicular de pastagens nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 0-20 cm nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS

Al – Alumínio
Al³⁺ - íon Alumínio
Al(OH)₃ – Hidróxido de Alumínio
Au – área utilizada
B - Boro
BR – Rodovia Federal
BRS – Brasil Sementes
C - Carbono
Ca – Cálcio
CaO – Óxido de cálcio
cm – centímetro
cmol_c – centimol de carga
CO₂ – Gás Carbônico
CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo
CTC – Capacidade de Troca Catiônica
Cu – Cobre
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário
dez - Dezembro
dm³ - decímetro cúbico
DMS – diferença mínima significativa
mai - Maio
Fe – Ferro
fev - Fevereiro
g – grama
h - altura
H – Hidrogênio
H⁺ - íon hidrogênio
H₂O - água
ha – hectare
jan – Janeiro
jun - Junho
jul - Julho
K – Potássio
Kg – quilograma
liq. - líquida
m - metro
m% – saturação por alumínio
m² - metro quadrado
m³ - metro cúbico

max. – máxima
min. - mínima
mg - miligrama
Mg – Magnésio
Mg – Megagrama
MJ - Megajoule
mm – milímetro
Mn – Manganês
MO – Matéria orgânica
MS – Mato Grosso do Sul
MS 137 – Rodovia Estadual
N – Nitrogênio
Na - Sódio
NC - Necessidade de Calagem
OH⁻ - íon hidroxila
out - Outubro
P - Fósforo
pH – Potencial Hidrogeniônico
PLC – Pastagem sob lotação contínua
pluv. - pluviométrica
precip. - precipitação
PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total
PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRV – Pastoreio Racional Voisin
PRVCA – Pastoreio Racional Voisin com adubação
PRVSA – Pastoreio Racional Voisin sem adubação
r² - raio ao quadrado
R\$ - Real
Rad. - Radiação
RS – Rio Grande do Sul
S – Enxofre
SC – Santa Catarina
set - Setembro
Si - Silício
SO₄ - Sulfato
SAD 69 - South American Datum 1969
Si – Silício
t - temperatura
Tu – tempo utilizado
Tt – tempo total

UA – Unidade animal

UFGRS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFPR – Universidade Federal do Paraná

V – Saturação por bases

VBP – Valor Bruto da Produção Agropecuária

vol – volume

W - watt

Zn – Zinco

LISTA DE SÍMBOLOS

12°	décimo segundo
÷	divisão
&	e
°	grau
°C	graus centígrados
=	igual
®	marca registrada
'	minuto
-	negativo
×	multiplicação
π	número equivalente à razão entre o perímetro e o diâmetro de um círculo.
()	parênteses
%	porcentagem
”	segundo
+	soma
21°	vigésimo primeiro

SUMÁRIO

1.	1. INTRODUÇÃO	23
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
	2.1.A degradação da pastagem e a lotação animal contínua.....	25
	2.2.O PRV e a perenidade das pastagens.....	27
	2.3.O papel da matéria orgânica (MO) no solo	29
	2.4.Adubação de pastagens em PRV	30
3.	OBJETIVOS	33
	3.1.Objetivo geral	33
	3.2. Objetivos específicos	33
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	35
	4.1.Caracterização e histórico da área	35
	4.2. Delineamento experimental	41
	4.4. Determinação da taxa de lotação	43
	4.5. Determinação da massa seca das raízes das forrageiras da pastagem.....	44
	4.6. Análises estatísticas	47
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
	5.1.Atributos químicos do solo.....	49
	5.2. Taxa de lotação animal nas pastagens	57
	5.3. Massa seca das raízes.....	61
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	REFERÊNCIAS.....	67
	APÊNDICES.....	81
	APÊNDICE A – FICHA DE CAMPO PARA CONTROLE DA OCUPAÇÃO DAS PARCELAS.....	81
	APÊNDICE B – REGISTRO DA OCUPAÇÃO DAS PARCELAS DO TRATAMENTO PRVCA	83

APÊNDICE C - REGISTRO DA OCUPAÇÃO DAS PARCELAS DO TRATAMENTO PRVSA	87
APÊNDICE D - REGISTRO DA OCUPAÇÃO DAS PARCELAS DO TRATAMENTO PLC.....	91
APÊNDICE E – MASSA ESTIMADA DA MASSA SECA DO SISTEMA RADICULAR NOS TRÊS TRATAMENTOS NAS PROFUNDIDADES DE 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm	93

1. INTRODUÇÃO

O leite é um dos principais produtos da agropecuária brasileira. O Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) para o produto leite em 2016 foi de R\$ 26.965.745.444,00, o que representa 5,15% do VBP total dos 21 principais produtos agrícolas (BRASIL, 2017). O leite ocupou o sétimo lugar em valor bruto, considerando os produtos agrícolas e pecuários. De acordo com Maia et al. (2017), a agricultura familiar ocupa lugar de destaque na produção brasileira de leite, sendo responsável por 58% da produção total brasileira. Souza et al. (2012) elencam que a agricultura familiar de Mato Grosso do Sul (MS) produz 1,3 milhões de litros de leite por dia. Isto equivale a 89,59% do total de leite produzido, que foi de 529.651.000 litros, conforme indica MATO GROSSO DO SUL (2015). As propriedades rurais com até 100 ha representam 65,79% do total das unidades produtivas e ocupam o equivalente a 3,1% da área total do estado de MS destinada às atividades agropecuárias (MATO GROSSO DO SUL, 2015). Mesmo em face da concentração fundiária, os pequenos produtores destacam-se na produção de leite.

Destas propriedades, destacam-se alguns assentamentos rurais; e, de acordo com Dettmer e Silva (2015), no Assentamento Teijin, em MS, a produção de leite bovino é a principal linha produtiva, pois 69,5% das unidades de produção trabalham com esta atividade. Os autores indicam que a produção de leite é uma das principais atividades da agricultura familiar por gerar uma renda periódica mensal que garante às famílias o pagamento dos custos com alimentação, saúde, educação, energia elétrica, transporte, comunicação e lazer. Segundo os mesmos autores, 73% das unidades de produção familiares que produzem leite adotam o pastoreio sob lotação contínua como forma de manejo da pastagem, o que leva à degradação edáfica da mesma.

Para superar a degradação química das pastagens, a agricultura convencional recomenda o uso de calcário para a correção do solo e de adubos de síntese química à base de N, P, K para aumentar a fertilidade do solo e promover o aumento da oferta de forragem verde para os animais (CQFS - RS/SC, 2016; BARCELOS et al., 2011; VILELA, 1998). Por outro lado, diversos autores apontam que o Pastoreio Racional Voisin (PRV) promove o aumento da fertilidade do solo, sem o uso de adubos químicos industriais (MELADO, 2000; MACHADO, 2010; WENDLING, 2011; LENZI, 2012a; SORIO JUNIOR, 2015).

Desta forma, a família assentada no Sítio Karl Marx, localizado no Assentamento Teijin, em MS, iniciou a produção de leite em pastagem degradada sem o uso de fertilizantes de síntese química, utilizando a

técnica do PRV para o manejo das pastagens. Esta área apresentou, no final de 2014, uma produção diária de 265 litros de leite, com uma produtividade média diária por vaca de 14 litros (SANTOS, 2015), sendo que a média das unidades de produção de MS é de 40 litros/dia (DAHMER, 2006). A produtividade média no MS é de 3,2 litros/vaca/dia (FERREIRA, 2016). O Sítio Karl Marx tornou-se uma referência na produção de leite à base de pasto e recebe visitas de produtores e estudantes, interessados em conhecer esta experiência do PRV.

Por este motivo, esta área foi escolhida para a realização deste trabalho, a fim de se comparar os atributos químicos do solo, a massa seca de raízes e a taxa de lotação animal em sistema PRV com e sem adubação orgânica e em pastagem com lotação contínua (PLC). Por meio dos resultados obtidos neste trabalho espera-se a divulgação dos mesmos aos produtores de leite nos assentamentos rurais de MS, visando contribuir nos temas relacionados à adubação orgânica em pastagens sob manejo com PRV para o incremento dos elementos químicos disponíveis no solo e para o aumento da taxa de ocupação animal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A degradação da pastagem e a lotação animal contínua

A degradação das pastagens afeta a produção total de leite devido à menor produção de forragem, que diminui a taxa de lotação e, por conseguinte, a quantidade total de animais, de vacas em lactação e de produção de leite. Esta degradação prejudica a sustentabilidade da atividade leiteira, principalmente em regiões do bioma cerrado que apresentam solos ácidos e pobres em nutrientes (QUINTÃO, 2001).

Estima-se que mais de 70% das pastagens brasileiras apresentam algum grau de degradação (ZIMMER et al., 2012). No Brasil Central, 80% das pastagens estão degradadas (MACEDO et al., 2000). Esses autores afirmam ainda que a produtividade para a recria e engorda de um pasto degradado é seis vezes menor do que uma pastagem bem manejada. Dessa maneira, pode-se inferir que, no caso da produção de leite, a degradação leva à diminuição da taxa de lotação, o que, por sua vez, resulta em diminuição da produção.

A degradação da pastagem classifica-se como degradação agrícola, em que ocorre o aumento da presença de plantas indicadoras na pastagem e a diminuição da capacidade de suporte e como degradação biológica, em que o solo diminui a capacidade de manter a produção de forragem, a qual é substituída por plantas com menor exigência em fertilidade ou surgem áreas de solo descoberto, desprovido de cobertura vegetal (DIAS-FILHO, 2014). Uma das causas da degradação das pastagens é o manejo inadequado, fruto da lotação contínua¹ (VOISIN, 1981; QUEIROZ et al., 2008). Como consequência desta degradação tem-se alterações adversas nos atributos físicos (compactação, erosão, selamento superficial); químicos (aumento da acidez, perda de bases, aumento do alumínio) e biológicos do solo (redução da fauna, anaerobiose, aumento do ataque de insetos praga) (ROCHA JUNIOR et al., 2013).

No pastoreio contínuo ocorre a formação de trilhas, pois os bovinos formam caminhos na pastagem em direção aos locais em que estão a água, a sombra e o sal mineral (SILVEIRA, 2002). Este autor ressalta que o deslocamento dos bovinos em busca de plantas com maior digestibilidade provoca a compactação superficial, aumenta a densidade

¹ Definida como “método de pastejo em que o rebanho tem acesso irrestrito e ininterrupto à toda a pastagem, durante toda a estação de pastejo” (RUGGIERI, 2017).

do solo, diminui a taxa de infiltração da água e aumenta a resistência à penetração das raízes, desencadeando processos erosivos.

Na pastagem sob lotação contínua (PLC), os animais têm acesso a todas as plantas em seus diversos estádios fenológicos (SILVEIRA, 2002). Devido ao hábito seletivo dos bovinos, a preferência é por consumir plantas mais novas, que não acumularam substâncias de reserva em seu sistema radicular em quantidade suficiente para assegurar o rebrote vigoroso da pastagem. Desta forma, a pastagem exaure-se ao longo do tempo, na busca do rebrote a cada novo corte. Primavesi (1992) destaca que se o pastejo ficar a critério dos animais, como é o caso do pastoreio contínuo, ocorrerá a degradação da pastagem, com o surgimento de plantas pouco palatáveis, fibrosas e tóxicas, devido ao fato dos animais consumirem, em primeiro lugar, as plantas jovens e com maior palatabilidade, que são mortas por exaustão, por causa do esgotamento das substâncias de reserva presentes nas raízes das plantas da pastagem.

O comprometimento do sistema radicular das plantas no PLC provoca, além da perda do vigor da pastagem, a diminuição da produção de sementes, contribuindo para diminuir a participação das plantas mais palatáveis na composição botânica da pastagem (LENZI, 2003). Desfolhas frequentes provocam a redução do teor de substâncias de reserva no sistema radicular, o que reduz a capacidade de perfilhamento e de produção de folhas novas, levando à diminuição da população das plantas e a degradação das pastagens (LUPINACCI, 2002). As substâncias de reserva atuam na formação da estrutura de novas folhas e caules e ainda contribuem para atender a demanda energética da planta durante o início do rebrote, quando a energia gerada pela planta por meio da fotossíntese é menor do que o gasto energético do processo de respiração da planta (KLAPP, 1971). Estas substâncias de reservas são formadas por carboidratos não estruturais, como a sacarose e o amido, e por compostos nitrogenados que atuam em processos bioquímicos relativos à formação de novos tecidos da planta após a desfolha. A degradação da pastagem provoca a degradação do solo, por causa da diminuição da cobertura vegetal, do aumento da compactação e da diminuição do teor de matéria orgânica (MO), tornando o solo, nestas condições, menos propício ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas forrageiras (LUPINACCI, 2002).

A lotação contínua da pastagem leva à concentração das raízes na superfície do solo, tornando a pastagem mais susceptível às intempéries climáticas, a exemplo de estresse hídrico ocasionado por períodos de seca (KLAPP, 1971; VOISIN, 1975; PRIMAVESI, 1992). Voisin (1975) afirma que, na lotação contínua, a pastagem sente com

maior intensidade o efeito da seca, em relação a uma pastagem submetida ao manejo racional, por causa da debilitação das plantas em função do tempo de repouso inadequado.

2.2. O PRV e a perenidade das pastagens

O PRV é uma técnica de manejo da pastagem baseado em períodos variáveis de ocupação e repouso das parcelas. Um dos pilares do PRV é a Lei do Repouso, que estabelece a necessidade de um período de tempo sem a presença dos animais nas parcelas para que as plantas possam acumular nas suas raízes substâncias de reserva para assegurar o início vigoroso do rebrote e para que realizem a labareda de crescimento, período em que a parte aérea da pastagem cresce de forma vertiginosa. (VOISIN, 1975). Após o início do rebrote, promovido às custas das substâncias de reserva presentes no sistema radicular, ocorre a formação de novas folhas. Com o aumento da massa foliar, aumenta a capacidade fotossintética das plantas. Desta forma, a planta consegue acumular energia na parte aérea, até haver um excedente, que migra para o sistema radicular, reabastecendo as substâncias de reserva da planta, preparando-a para um novo rebrote (MACHADO, 2010).

O Tempo de Repouso determina o rendimento forrageiro, o valor nutritivo e a perenidade da pastagem. O manejo da pastagem de acordo com os tempos de repouso adequados promove o bom desenvolvimento do sistema radicular, o aumento da produção de forragem e a obtenção de índices nutritivos da forrageira com condições de satisfazer a demanda nutricional dos animais alimentados à base de pasto (LENZI, 2012b). Por outro lado, o tempo de ocupação das parcelas deve ser curto o suficiente para evitar que os animais pastem novamente o pasto no início do novo rebrote, pois isto provoca a diminuição da produtividade do pasto, por não permitir às plantas acumularem substâncias de reserva no sistema radicular suficientes para um rebrote vigoroso (VOISIN, 1975). As raízes são dependentes da importação de fotoassimilados provenientes dos órgãos aéreos para o seu desenvolvimento (KLAPP, 1971). Desta forma, quanto maior a frequência de corte da parte aérea, menor será a área fotossintética e de produção de fotoassimilados, o que provoca a diminuição do sistema radicular da pastagem. Berton (2010) afirma que a capacidade fotossintética das forrageiras depende do estágio de desenvolvimento das folhas que, no seu tamanho máximo produzem assimilados necessários para a sua manutenção e para atender às necessidades do meristema apical, do sistema radicular e de folhas novas em formação.

A divisão da pastagem apresenta como resultado o aumento da produção. Uma pastagem manejada de acordo com os fundamentos do PRV tem condições de triplicar a produção, podendo atingir uma produção oito vezes superior à produção de leite ou carne à base de pasto extensivo. A prática do PRV é uma possibilidade de condução da bovinocultura leiteira no sistema de produção agroecológico, pois oferta uma pastagem de boa qualidade aos animais, que, por sua vez, produzem alimentos de alta qualidade para o ser humano (MACHADO, 2010).

Por outro lado, na produção convencional, tem-se como fundamentos o aumento da produtividade do leite e a utilização de práticas como a reforma de pastagens, o uso de adubos de síntese química e a suplementação dos animais com ração concentrada. Estas práticas aumentam a produção em comparação ao sistema extensivo com pastagem contínua, mas aumentam também os custos de produção. Desta forma, as práticas convencionais acima referidas não se traduzem, necessariamente, em aumento da lucratividade do produtor de leite (SANTOS, 2015).

O PRV incrementa a fertilidade do solo, conforme demonstrado por Machado (2010), ao apresentar resultados sobre os teores de nutrientes disponíveis em solos de pastagens manejados sob PRV implantados no Estado do Rio Grande do Sul, em Cuba e na Argentina. Segundo este autor, o aumento dos níveis dos nutrientes do solo em pastagens sob o manejo do PRV entra em contradição com a lógica da agricultura convencional, que parte do princípio de que a produção agrícola é um sistema fechado, no qual os nutrientes são “exportados” junto com os produtos obtidos na bovinocultura, o que justificaria a necessidade de incorporar insumos externos à unidade de produção para repor a fertilidade. Todavia, na natureza não há sistemas fechados, pois há entradas e saídas de matéria e energia solar, além de ar, água e a ação dos microrganismos e enzimas (MACHADO, 2010). Outro elemento importante para entender o incremento da fertilidade do solo sob o PRV é a concentração dos excrementos dos animais, em virtude de altas cargas espontâneas², que promovem o aumento do teor de MO e de nutrientes minerais, em especial o fósforo e o potássio (MACHADO, 2010; LENZI, 2012a; SORIO JUNIOR, 2015). O sistema radicular libera aminoácidos, ácidos orgânicos, açúcares e enzimas no solo, que são fonte de energia para microrganismos, responsáveis por diversos processos biológicos,

² Quantidade de animais presentes em uma determinada área, em um dado momento (Machado, 2010). No PRV, os animais são concentrados em pequenas parcelas, por um curto período de tempo de, no máximo, 3 dias.

como a fixação de N e a decomposição de materiais orgânicos (KERBER, 2005).

2.3. O papel da matéria orgânica (MO) no solo

O manejo da pastagem de acordo com os princípios do PRV promove no solo o aumento do teor de MO, que desempenha diversas funções químicas, físicas e biológicas, das quais se destacam:

- aumento da capacidade de absorção e retenção de água (SILVA, 2008; MACHADO, 2010; SANTOS et al., 2015);
- aumento da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo (CANELLAS et al., 2000; LEITE, 2004; SILVA, 2008; MACHADO, 2010), pois fornece sítios de ligação para as bases do solo (MUZZILI, 2002);
- aumento da biocenose do solo, especialmente na camada próxima à superfície (MACHADO, 2010);
- disponibilidade de macro e micronutrientes às plantas (CANELLAS et al., 2000; MARIN, 2002; LEITE, 2004; SILVA, 2008; MACHADO, 2010; COSTA et al., 2013);
- melhoria da estrutura física do solo (CANELLAS et al., 2000; SALTON e TOMAZI, 2014).

A quantidade de MO no solo é um indicador importante para se avaliar os sistemas de produção agrícolas, pois promove o aumento da utilização dos nutrientes presentes no solo, o que, por sua vez, leva ao aumento da produtividade das culturas (COSTA et al., 2013). Marin (2002) destaca que os baixos teores de MO em área de pastagens revela que o solo é de baixa fertilidade, sendo um indicativo de degradação da pastagem. Salton e Tomazi (2014) destacam o papel das raízes das gramíneas na melhoria da estrutura física do solo, por contribuírem para a formação de agregados estáveis e para aumentar a porosidade do solo devido à formação de canais biológicos promovidos pelas raízes.

Machado (2010) afirma que, a cada ano, uma parte das raízes da pastagem morre e se decompõe, contribuindo para o incremento da MO do solo por rizodeposição. Desta forma, em um período de três anos, todo o sistema radicular renova-se. Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento do sistema radicular da pastagem contribui para aumentar o teor de MO do solo. Este fenômeno foi observado por Salton e Tomazi (2014) que verificaram o aumento do teor de MO no solo cultivado com o consórcio de milho com braquiária, comparado ao cultivo do milho solteiro. Segundo Teixeira & Bastos (1989), as

pastagens, em geral, apresentam distribuição regular do sistema radicular até um metro de profundidade, com 46 % das raízes na camada superficial do solo (0–10 cm), 18,6 % na camada de 10–20 cm, 22,8 % na de 20–40 cm e 12,4 % na de 40–100 cm.

2.4. Adubação de pastagens em PRV

O acúmulo de dejetos bovinos na pastagem promove o aumento do pH do solo, como constatado por Whalen et al. (2000). Esses autores realizaram uma pesquisa em dois solos no Canadá, classificados como Luvisolo, os quais são oriundos de regiões de floresta e apresentam maior concentração de argila no horizonte B, em comparação ao horizonte A. O primeiro solo apresentou 20% de argila, 4,76% de MO e pH 4,8 e o segundo 12% de argila, 5,78% de MO e 5,6 de pH. Os autores adicionaram 40 g de esterco bovino em 1 kg de solo. Os nutrientes e a acidez foram medidos no início e no final do experimento, que teve a duração de 8 semanas. As análises demonstraram o aumento do pH em 25% e 14,54% nos solos pesquisados, em relação ao início do experimento. Os autores creditam o aumento do pH ao incremento de óxidos de Ca e Mg presentes no esterco bovino, o que pode ser comprovado pelo aumento em 52,77% do teor de Ca e 53,33% do teor de Mg.

A literatura considera uma composição acima de 0,5% de CaO no esterco bovino. Quando o esterco é distribuído de maneira mais uniforme no solo, como é o caso do PRV, devido às altas cargas instantâneas, este pode contribuir mais eficientemente com o aumento do pH em água. Isto ocorre devido ao consumo de H^+ , após ser dissolvido no solo, refletindo em um aumento nos valores de pH em água com consequente redução dos valores de Al e Al+H (WHALEN et al., 2000). Primavesi e Primavesi (1968) e Kiehl (1985) constataram que a adição de adubo orgânico no solo promove o aumento do pH, o que foi confirmado por Silva A. et al. (2011) que utilizaram o uso de esterco bovino como fonte de adubação para o cultivo de inhame e verificaram que a aplicação da dose de 16,8 Mg ha⁻¹ de esterco provocou o aumento de 25,85% do pH, que passou de 4,95 para 6,23.

Recomenda-se, em casos extremos (níveis dos nutrientes no solo muito baixos), a adubação com 200 quilos por hectare, de um adubo à base de fósforo, sendo 50% de uma fonte solúvel e 50% de uma fonte de solubilidade lenta (fosfato natural). Esta adubação inicial deve ser realizada em solos muito pobres em nutrientes ou com pastagem muito

degradada. A finalidade desta adubação não é “adubar” a pastagem, mas nutrir a vida do solo. As análises do solo apontam os nutrientes minerais solúveis prontamente disponíveis, mas não revelam os valores totais, o que leva a distorções sobre a real quantidade de elementos químicos presentes no solo (MACHADO, 2010). O aporte de adubos nas pastagens sob o manejo do PRV é desnecessário, pois os pastos são adubados pelos próprios animais por meio da deposição dos excrementos durante o pastoreio. No caso de optar-se pela adubação da pastagem deve-se evitar o uso de fontes solúveis, que prejudicam a microvida do solo (MELADO, 2017).

A ocorrência da perda da fertilidade do solo tem como causas a transferência de nutrientes exportados para o corpo dos animais e perdas provocadas pela erosão, lixiviação, volatilização e fixação dos nutrientes na argila e matéria orgânica presentes no solo. Além disto, ocorre o acúmulo de excrementos em alguns pontos da pastagem (próximos à sombra de árvores, de quebra ventos ou bebedouros), em que os animais se concentram durante o tempo em que não estão pastando para descanso ou ruminação (PERON & EVANGELISTA, 2004). Este fenômeno é mais comum em pastagens sob lotação contínua (MIRANDA, 2000; SALTON e TOMAZI, 2007; QUEIROZ et al., 2008). Em pastagens com presença de árvores dispersas pelas parcelas (subdivisões da pastagem) há maior homogeneidade na distribuição de fezes dos bovinos em relação à concentração da sombra em um ponto da pastagem (FERREIRA, 2010). A exportação de nutrientes das pastagens via carcaça dos animais é insignificante, mas os animais contribuem com a deposição de minerais no solo, presentes nos excrementos (SORIO JUNIOR, 2015), o que foi constatado também por Romero (1994), que sugere destinar parte da área de pastagem, após alguns anos, à produção de grãos, quando o solo estiver recuperado por meio do manejo da pastagem com o PRV.

O PRV corretamente manejado proporciona aos microrganismos a fixação biológica de nitrogênio, da mesma forma que ocorre com as leguminosas. Bactérias saprófitas nitrificantes possuem a capacidade de acumular nitrogênio atmosférico em seu organismo, o qual é liberado para as plantas após a sua morte. Para que este processo ocorra é necessário a presença de matéria orgânica no solo (MACHADO, 2010). Primavesi (1992) e Malavolta (1980) destacam que a presença da bactéria *Azobacter* na rizosfera das gramíneas fixa entre 10 e 50 kg de N por hectare e por ano.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

- Avaliar os impactos do PRV com e sem adubação orgânica sobre a disponibilidade de nutrientes do solo e a produção de forragens em comparação ao pastoreio contínuo.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar os atributos químicos do solo sob PRV com e sem adubação e sob lotação contínua;
- Avaliar a contribuição do PRV para o incremento dos elementos químicos no solo;
- Avaliar a contribuição da adubação orgânica para o aumento da taxa de lotação de pastagem e para o incremento da fertilidade do solo em PRV;
- Estimar a massa seca de raízes em pastagens sob PRV com e sem adubação e sob lotação contínua.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Caracterização e histórico da área

A pesquisa foi realizada no Assentamento Teijin, no município de Nova Andradina, região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), nas coordenadas Latitude $-21^{\circ} 53' 53,22''$ e Longitude $-53^{\circ} 11' 12,33''$ (datum SAD 69). A unidade de produção está a uma distância de 12 quilômetros da Rodovia MS-137 e a 20 quilômetros da Rodovia Federal BR-267, que dá acesso à cidade de Campo Grande e ao Estado de São Paulo. O Assentamento Teijin fica a uma distância de 300 quilômetros de Campo Grande e de 180 quilômetros da divisa do estado de São Paulo.

Para o desenvolvimento do trabalho foram selecionadas duas propriedades do assentamento: o sítio Karl Marx, e a propriedade vizinha, identificada como o lote 604. O Assentamento Teijin está localizado no Bioma Cerrado. A vegetação do Sítio Karl Marx é composta majoritariamente por pastagens plantadas de *Brachiaria decumbens* e conta com a presença de árvores retorcidas de pequeno e médio porte e da leguminosa *Stylosanthes capitata* cv BRS Campo Grande I; *Stylosanthes macrocephala* cv BRS Campo Grande II, cujo nome comum é Estilosantes Campo Grande (Figura 1). O Sítio Karl Marx conta ainda com uma área de 2,4 ha de *Brachiaria* híbrida, cultivar Mulato II, cujo nome comercial é Convert HD 364. Esta forrageira foi implantada com a finalidade de suprir o rebanho com alimento no período seco do ano (abril a setembro). A pastagem destina-se à produção de leite. A vegetação do lote 604 é composta por *Brachiaria decumbens* e está infestada de *Memora peregrina* (Miers) Sandwith, cujo nome popular é Ciganinha, um arbusto que infesta pastagens degradadas (Figura 2). A pastagem é utilizada por gado mestiço destinado à engorda.

Figura 1 - Pastagem do sítio Karl Marx



Fonte: O autor

Figura 2 - Pastagem do lote 604



Fonte: O autor

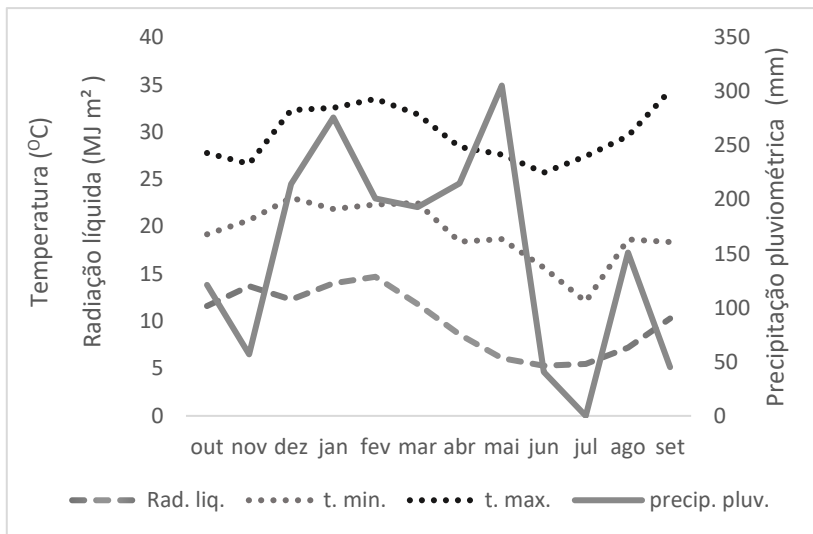
O solo das duas unidades de produção deste trabalho é um Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013), apresentando textura média, com 320 g kg^{-1} de argila. A topografia é plana com declividade variando de 0 a 3%, conforme observa-se nas Figuras 1 e 2. O clima é o tropical sazonal com duas estações bem definidas: inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média é de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, sendo que no verão a temperatura máxima pode chegar a $40 \text{ }^\circ\text{C}$ e, no inverno, a temperatura mínima pode atingir um valor menor do que $10 \text{ }^\circ\text{C}$, com o risco de ocorrência de geadas. Os meses mais frios do ano são Maio, Junho e Julho. A precipitação média anual fica entre 1.200 a 1.800 mm, concentrados entre os meses de outubro a abril (BRASIL, 2016).

A temperatura mínima e máxima (média mensal) no período compreendido entre os meses de outubro de 2016 a 2017 foi de $12,07$ e $34,39 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente. Verificou-se a menor temperatura no mês de Julho e a maior no mês de Setembro de 2017. Os dados foram levantados pela estação meteorológica de Ivinhema, cujas coordenadas geográficas

ção: Latitude $-22^{\circ} 18' 01,54''$ e Longitude $-53^{\circ} 49' 22,43''$. Esta estação fica a uma distância de 80 km do local da pesquisa. Neste mesmo período, o índice pluviométrico foi de 1.819,5 mm. Os índices foram obtidos por meio da leitura de um pluviômetro localizado no sítio Karl Marx. O maior fotoperíodo verificado na região de Dourados, MS, durante os anos de 1979 a 1999 ocorreu no mês de dezembro, com 13,3 horas e o menor no mês de junho com 10, 7 horas (FIETZ & FISCH, 2008). A média da radiação líquida³ mensal apresentou os valores de 14,7 e 5,3 MJ m² para os meses de fevereiro e junho de 2017, respectivamente. Os dados da radiação líquida foram obtidos da Estação Meteorológica de Ivinhema. As temperaturas mínima e máxima, a média mensal da radiação líquida da estação meteorológica de Ivinhema e a distribuição da precipitação pluviométrica obtidos durante o período de realização deste trabalho estão representadas na Figura 3.

³ A radiação líquida é a energia efetiva proveniente da radiação solar incidente sobre determinada superfície da Terra, após a perda parcial da radiação solar total, e devido à ocorrência de fenômenos como a absorção e a reflexão por micropartículas presentes na atmosfera, como os gases Oxigênio, gás carbônico e Ozônio e os vapores de água. A nebulosidade é um fator que exerce considerável influência no valor da radiação líquida, pois as nuvens podem refletir até 90% dos raios solares, dependendo da espessura, tipo e atitude (GALVANI; ESCOBEDO; PEREIRA, 2001; COUTO, 2016; MESQUITA, 2018).

Figura 3 - Média mensal da temperatura mínima e máxima, distribuição mensal da precipitação pluviométrica e média mensal da radiação líquida do período compreendido entre os meses de outubro de 2016 a setembro de 2017 na região de estudo.



Fonte: MATO GROSSO DO SUL (2017); Santos (2017) (informação pessoal); EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE (2018).

Rad. liq. = radiação líquida; t. min. = temperatura mínima; t. max. = temperatura máxima; precip. pluv. = precipitação pluviométrica.

O Assentamento Teijin foi criado em 2006. A primeira dificuldade das famílias foi a falta de água. Para solucionar este problema foi investido o primeiro crédito do Assentamento Teijin (Crédito Apoio, modalidade Fomento) para a perfuração de poços artesianos, instalação de reservatórios e da rede hidráulica para distribuir água para as famílias (SANTOS, 2015). Este autor levanta ainda que em 2008 o INCRA liberou o Crédito Apoio, modalidade Apoio Inicial para a compra de ferramentas, arame e madeira para cercar as divisas dos lotes. Com este recurso, foram cercadas parte das divisas do Sítio Karl Marx.

No ano de 2009 iniciou-se a produção de leite no Sítio Karl Marx com um plantel de 7 vacas em lactação, com uma produção de 35 litros diários de leite, à base do manejo da pastagem com lotação contínua (SANTOS, 2015). Em 2011, o manejo da pastagem passou a ser o PRV, quando os proprietários do Sítio Karl Marx adquiriram 11 novilhas mestiças, fruto do cruzamento das raças Holandesa e Jersey, compradas

no Estado do Paraná e construíram 68 piquetes com 3.500 m², com recursos financeiros provenientes da venda de animais de baixo potencial para a produção de leite. A produção de leite passou a ser de 80 litros diários. O aumento da produção permitiu a aquisição, com pagamento parcelado, de um tanque de expansão para o armazenamento do leite e de uma ordenhadeira mecânica, modelo balde ao pé (SANTOS, 2015).

Em novembro de 2013 realizou-se uma análise de solo da pastagem do Sítio Karl Marx, conforme metodologia indicada por EMBRAPA (1997), com amostras retiradas na profundidade de 0 a 20 cm, a qual apontou os seguintes resultados: pH (em H₂O): 4,5; P: 1,7 mg dm⁻³; MO: 2,4 g kg⁻¹; K: 0,07 cmol_c dm⁻³; Ca: 0,2 cmol_c dm⁻³; Mg: 0,1 cmol_c dm⁻³; Al: 1,6 cmol_c dm⁻³; H + Al: 12,0 cmol_c dm⁻³; S: 0,37 cmol_c dm⁻³, m: 81,2% e V: 2,99%.

No ano de 2015 foi liberado um empréstimo do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), linha A⁴. Com este recurso foram adquiridas 10 vacas mestiças, oriundas dos cruzamentos das raças Holandesa e Jersey. A família proprietária do Sítio Karl Marx acessou ainda um recurso do Programa do PRONAF, modalidade custeio para a compra de 18 toneladas de calcário dolomítico, distribuídos em 4,5 ha e 57 toneladas de adubo orgânico, distribuídos em 2,4 ha, o que correspondeu a aplicação de 4 Mg ha⁻¹ de calcário e adubou-se com 23,75 Mg ha⁻¹ de adubo orgânico. Foi utilizado o adubo Organosuper®, que apresenta a seguinte composição química: 6,72% de N; 4,27% de P; 0,42% de K; 2,75% de Ca; 0,40% de Mg; 0,86% de S; 0,02% de Zn; 0,003% de Cu; 0,04% de Mn; 1,39% de Fe; 0,27% de Si; pH 8,0; 7,5% de umidade a 65 °C; 45,96% de matéria orgânica e relação C/N de 3,96. (CARNEVALI et al., 2014). A calagem e a adubação foram realizadas em abril de 2015. A quantidade de nutrientes aplicados ao solo do tratamento denominado de pastoreio racional voisin com adubação (PRVCA) através da adubação orgânica está representada na Tabela 01.

⁴ Linha de financiamento destinada aos investimentos na produção em lotes de assentamentos da Reforma Agrária. No caso da produção de leite é possível adquirir materiais para a construção de cercas, sala de ordenha, animais para produção e equipamentos.

Tabela 1 - Quantidade de nutrientes aplicados no solo por meio da adubação orgânica no tratamento PRVCA.

Parâmetros	MO	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Mn
-----Kg ha ⁻¹ -----									
	10.096,84	938,07	92,27	604,14	87,88	188,93	4,39	0,66	8,79

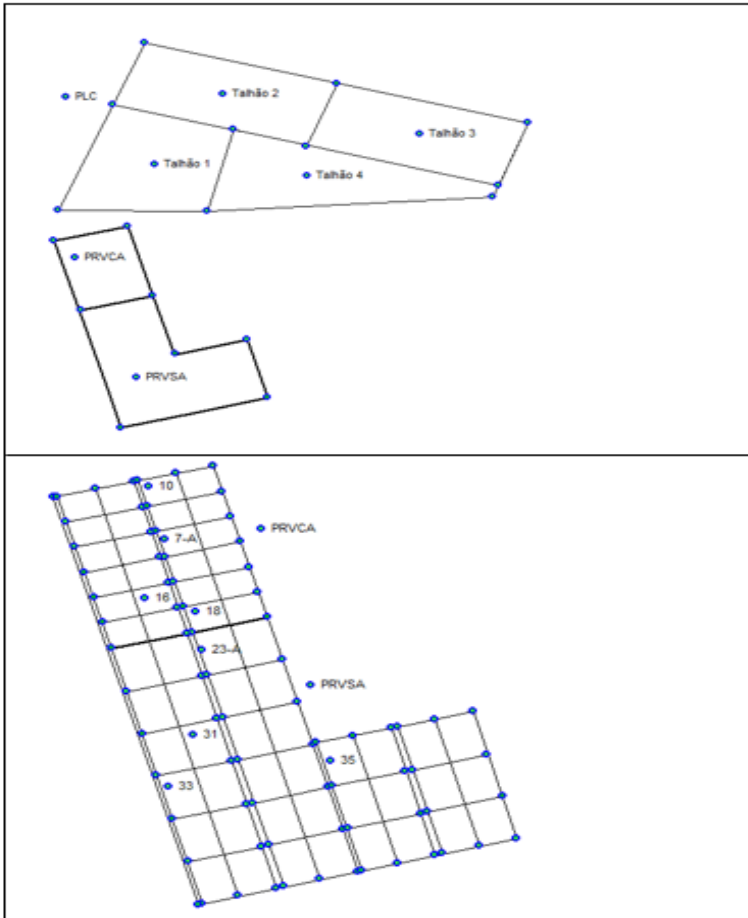
No ano de 2016 instalou-se um sistema de irrigação com um turno de rega de quatro dias, em vista da baixa capacidade de retenção de água do solo, com a finalidade de garantir a produção de forragem durante os períodos de estiagem (SANTOS, 2015).

4.2. Delineamento experimental

Para a realização da pesquisa foram selecionadas três áreas, sendo duas no sítio Karl Marx e uma no lote 604. O experimento possuía três tratamentos, com 4 repetições, sendo os tratamentos PRVCA (Pastoreio Racional Voisin com adubação); PRVSA (Pastoreio Racional Voisin sem adubação) e tratamento PLC (Pastagem sob lotação contínua). No PRVCA cada parcela media 1,050 m², sendo o solo corrigido com 4 toneladas de calcário e adubado com 23,75 Mg ha⁻¹ de adubo orgânico (Organosuper®). Este tratamento conta ainda com um sistema de irrigação por aspersão que aplica 5 mm de lâmina d'água por dia, com um turno de rega de 4 dias. No tratamento PRVSA cada parcela media 1,750 m², e não foi feita calagem e adubação e não contava com sistema de irrigação. Estes dois tratamentos foram aplicados na área do sítio Karl Marx. No tratamento PLC cada parcela media 6,25 ha que não foram adubadas e nem corrigidas com calcário. Este tratamento localizou-se no lote 604. O manejo da pastagem sob o PRV no PRVCA e PRVSA iniciou-se em 2011 e no PLC em 2008.

Para definir as áreas dos tratamentos e repetições foi levado em conta o relevo, a vegetação, textura do solo e histórico de utilização da área, com a finalidade de escolher as parcelas com a maior similaridade possível. No caso do tratamento PLC, a área total foi dividida em 4 talhões. O croqui com a localização das parcelas está representado na Figura 4.

Figura 4 - Croqui de localização das parcelas dos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.



Fonte: Autoral.

4.3. Determinação dos atributos químicos do solo

Para a avaliação dos atributos químicos do solo foram coletadas amostras deformadas de solo no início do mês de outubro de 2017 em um total de quatro amostras compostas por tratamento. Para cada amostra composta foram coletadas 15 subamostras simples, todas na profundidade

de 0 a 5 cm, de acordo com o manual de adubação e calagem dos estados de SC e RS (CQFS – RS/SC, 2016).

Foram avaliados os parâmetros pH em água, P, K, MO, Al, Ca, Mg, H+Al, S, Zn, Cu, B e Mn, segundo a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Em seguida, foram calculadas a CTC $_{(pH\ 7,0)}$, saturação da CTC $_{(pH\ 7,0)}$ por bases e a saturação por alumínio (CQFS – RS/SC, 2016).

4.4. Determinação da taxa de lotação

Para determinar a taxa de lotação foi elaborada uma planilha de campo com espaços destinados a anotar as seguintes informações para o PRVCA e o PRVSA: data e horário da entrada e saída dos animais dos piquetes, quantidade de cabeças de animais de acordo com o sexo (machos e fêmeas) e idade (0-1; 1-2; 2-3 e acima de 3 anos). Para o tratamento PLC foi anotado mensalmente a quantidade de animais, separados por sexo e idade. A taxa de lotação foi calculada em UA (unidade animal, sendo cada UA com 450 kg de peso vivo). Para a transformação da quantidade de cabeças em UA foram utilizados os índices de conversão, constantes na Tabela 2.

Tabela 2 - Índices de conversão de bovinos em UA para raças bovinas de porte médio.

Categoria	Índice
Fêmeas	
Acima de 3 anos	0,97
2 a 3 anos	0,76
1 a 2 anos	0,53
0 a 1 ano	0,23
Machos	
Acima de 3 anos	1,67
2 a 3 anos	0,97
1 a 2 anos	0,68
0 a 1 ano	0,28

Fonte: Lopes e Vieira (1998)

Para calcular a taxa de lotação para o PRVCA e o PRVSA utilizou-se a fórmula:

$$UA/ha = \frac{(m\u00e9dia \text{ UAs/dia} \times Tu) \times (1 \div Au)}{Tt}$$

onde:

UA/ha = Unidade animal por hectare;

M\u00e9dia UAs/dia = Unidade animal por dia, obtida pela divis\u00e3o entre a soma da m\u00e9dia de UAs por per\u00edodo de ocupa\u00e7\u00e3o e a soma do Tu;

Tu = Tempo utilizado pelos animais nas parcelas pesquisadas (em dias);

Tt = Tempo total utilizado pelos animais nas parcelas pesquisadas durante o per\u00edodo calculado;

Au = \u00e1rea utilizada (0,105 ha no PRVCA e 0,175 ha no PRVSA).

Para o PLC foi utilizada a seguinte f\u00f3rmula:

$$UA/ha = \frac{Mm/UAs}{\u00c1rea}$$

onde:

UA/ha = Unidade animal por hectare;

\u00c1rea = \u00e1rea total da pastagem (em ha);

Mm/UAs = M\u00e9dia das unidades animais, obtida a partir da quantidade mensal de Unidades Animais.

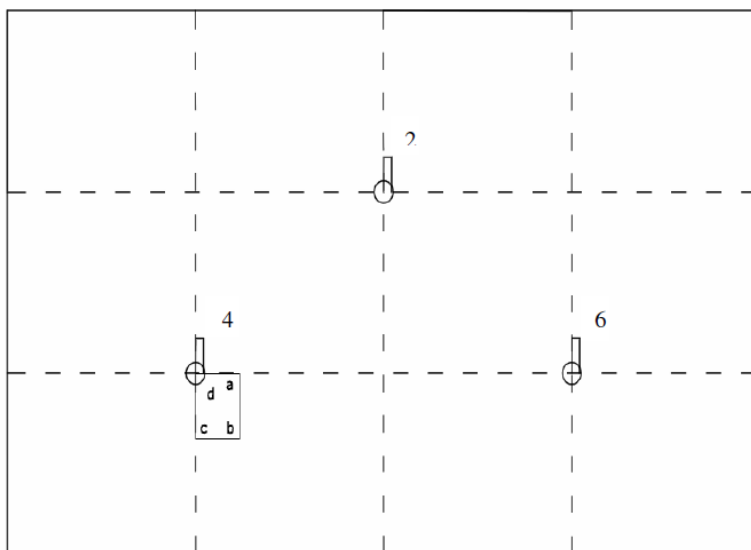
Para cada tratamento foram calculadas as taxas de lota\u00e7\u00e3o anuais (compreendendo os meses de outubro de 2016 a setembro de 2017) e quadrimestrais (outubro a janeiro; fevereiro a maio; junho a setembro).

4.5. Determina\u00e7\u00e3o da massa seca das ra\u00edzes das forrageiras da pastagem

Para definir os pontos de coleta de solo nas parcelas dos tratamentos PRVCA e PRVSA, montou-se uma malha com 2 linhas e 3 colunas, por meio da divis\u00e3o da largura do piquete por tr\u00eas e do comprimento por quatro. Do cruzamento das linhas e colunas resultaram 6 pontos, dos quais 3 foram escolhidos para a coleta do solo com ra\u00edzes. Cada ponto foi delimitado por um quadrado de 50 x 50 cm. Ao longo da pesquisa foram realizadas 4 coletas, cada uma em um canto deste quadrado. No caso do tratamento PLC foi definido o ponto central de cada parcela em que foi delimitado o quadrado para a retirada do solo durante a pesquisa. A metodologia utilizada para a defini\u00e7\u00e3o dos pontos de coleta

e retirada do solo foi adaptada de Berton (2010), conforme visualizado na Figura 5.

Figura 5 - Localização dos pontos de coleta de massa de raízes



a = local da 1ª coleta
b = local da 2ª coleta
c = local da 3ª coleta
d = local da 4ª coleta

Fonte: Berton (2010)

O solo foi coletado com um cano de metal de 8 cm de diâmetro interno, com um recorte na lateral para facilitar a retirada do solo com raízes e dois furos na parte superior onde dispôs-se uma barra de ferro para a realização de movimentos no sentido horário e anti-horário para facilitar a retirada do cano de metal após o mesmo atingir a profundidade de 20 cm no interior do solo. As amostras foram divididas em três camadas: 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm de profundidade, sendo coletadas 4 amostras por camada e por tratamento. O cano de metal utilizado na coleta de raízes está visualizado na Figura 6.

Figura 6 - Cano metálico utilizado para a retirada de solo com raízes



Fonte: O autor.

Em seguida as amostras foram lavadas em água corrente sob duas peneiras sobrepostas com malha de 2,00 mm e 1, 00 mm, respectivamente, para separar o solo das raízes. Após a separação das raízes do solo, as amostras foram secadas em forno micro-ondas, com 750 W de potência, com a adaptação da metodologia descrita por Souza; Nogueira; Rassini (2002); Vinholis et al. (2008) e Lacerda et al. (2009). As amostras de raízes foram submetidas a 2 ciclos de 5 minutos, 3 ciclos de 3 minutos, 3 ciclos de 2 minutos e 4 ciclos de 1 minuto. Para definir o tempo e quantidade de ciclos de secagem foi realizado um teste prévio em que foi calculada a perda de peso após cada ciclo de secagem até atingir a estabilidade da massa seca. Utilizou-se uma balança eletrônica com 0,01

g de precisão para pesar as amostras de raízes, que foram determinadas em gramas.

As amostras foram colhidas, peneiradas e secadas em quatro períodos: Dezembro de 2016, Maio, Julho e Outubro de 2017, levando em consideração a disponibilidade de água no solo. Realizou-se a primeira coleta no auge do período chuvoso (Dezembro/2016), a segunda no final do período chuvoso (Maio/2017), a terceira em meados do período seco (Julho/2017) e a quarta coleta no final do período seco do ano (Outubro/2017). Para estimar a massa seca do sistema radicular em hectares, calculou-se o volume do cilindro metálico utilizado para retirar o solo, por meio da seguinte fórmula:

$$\text{vol} = \pi \times r^2 \times h, \text{ onde:}$$

vol = volume do cilindro (em m³);

$\pi = 3,1416$;

r = raio do cilindro (em m);

h = altura do cilindro (em m).

Foi determinado em seguida o valor da massa por volume de cada parcela. Estes valores foram convertidos para Mg ha⁻¹ por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Mg ha}^{-1} = (\text{m/parcela} \times \text{vol/ha}) \div \text{vol/parcela}, \text{ onde:}$$

Mg ha⁻¹ = Megagrama por hectare;

m/parcela = massa da parcela (em Mg);

vol/ha = Volume do hectare do tratamento (100 m × 100 m × 0,05 m) para as profundidades de 5 e 10 cm e (100 m × 100 m × 0,1 m) para a profundidade de 10 cm (em m³);

vol/parcela = volume da parcela (em m³).

4.6. Análises estatísticas

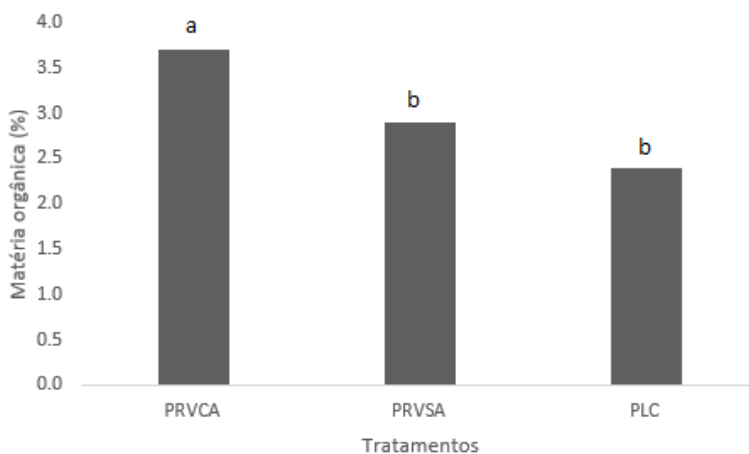
Os valores de atributos químicos, taxa de lotação e massa seca de raízes foram submetidos à análise de variância e à aplicação do teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o Programa GENES (CRUZ, 2001), desenvolvido pelo Setor de Genética do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Atributos químicos do solo

No tocante aos valores médios de MO no solo, verificaram-se diferenças entre os três tratamentos. Os maiores valores foram encontrados no PRVCA e os menores no PLC. O teor de MO no PRVCA foi 35% e 53% maior do que os teores encontrados no PRVSA e no PLC, respectivamente. Destaca-se também que, independente do uso da adubação, o PRV apresenta maiores teores de MO em comparação ao PLC.

Figura 7 - Teores médios de matéria orgânica (%) nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.



Médias seguidas da mesma letra em cada barra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. PRVCA = pastoreio racional voisin com adubação; PRVSA = pastoreio racional voisin sem adubação; PLC = pastagem sob lotação contínua.

As diferenças entre os teores de MO dos tratamentos avaliados (Figura 4) no PRV em comparação ao PLC deve-se à sobra de material orgânico oriundo das folhas e talos não consumidos pelos animais no PRV. Lenzi (2003) verificou que o PRV produz 25% a mais de matéria seca do que o PLC. Conclui-se, desta forma, que o maior aporte no PRV

de matéria seca da parte aérea da forragem contribui para o aumento do teor de matéria orgânica.

Entre os tratamentos sob PRV, os maiores teores de MO no PRVCA decorrem da correção do solo somada ao uso da adubação orgânica. No PRVCA cresceu-se 10,10 Mg ha⁻¹ de MO oriundo do adubo orgânico que foi aplicado no solo (Tabela 1). Com a correção do solo e o uso da adubação orgânica têm-se melhores condições físicas, químicas e biológicas no solo, o que favorece o desenvolvimento radicular da forrageira na pastagem. Sendo assim, têm-se maiores aportes de massa seca decorrentes do sistema radicular do tipo fascicular e morte das hastes da parte aérea das gramíneas, o que contribui para o aporte de C, principalmente nos primeiros centímetros do solo (LOSS et al., 2014). Seó (2015) concluiu que a biomassa de raízes de pastagens sob manejo do PRV foi sete e quatro vezes superior aos valores encontrados para o sistema radicular do milho cultivado no verão e para a aveia, respectivamente. Isto evidencia a contribuição do PRV para o incremento do teor de MO em comparação à agricultura destinada à produção de grãos.

O manejo do pasto no PRV comparado ao PLC favorece a renovação do sistema radicular, o que contribui para o incremento de MO no solo. Portanto, o solo do pasto com manejo à base do PRV proporciona o aumento da MO do solo em relação ao PLC, devido ao maior desenvolvimento das raízes. Estes resultados corroboram com valores de massa seca de raízes na profundidade de 0-20 cm encontrados no PRVCA, que foram superiores, seguidos do PRVSA e, por último, o PLC (Figura 7). Segundo Rasse et al. (2005), a rizodeposição de C é 2,4 vezes maior que a derivada da parte aérea das plantas. Além disso, o C derivado das raízes é mais estável fisicamente (SOUSSANA et al., 2010). Seó (2015) apontou que o estoque total de C sob PRV foi de 121,1 Mg ha⁻¹ na profundidade de 0-40 cm. Deste total, a parte aérea das forrageiras da pastagem contribuiu com 1,4 Mg ha⁻¹ e o sistema radicular com 4,4 Mg ha⁻¹ de C, o que significa uma porcentagem de 214% acima do valor atribuído à parte aérea. Este dado aponta a grande contribuição do sistema radicular para o incremento da MO no solo. Erpen (2004) apontou que o teor de matéria orgânica de um solo com pastagens sob o manejo do PRV foi 13% superior ao solo do PLC, enquanto Silva (2015) concluiu que no PRV a MO do solo apresentou uma diferença de 27% superior em comparação ao PLC. Soldá et al. (2014a) verificaram que os solos de duas pastagens apresentaram um acréscimo de 59% e 15% do teor de MO após um período de 27,5 e 26,8 meses, respectivamente, sob manejo do PRV.

Em relação ao pH e os teores de Ca, Mg e Al+H verificaram-se diferenças entre todos os tratamentos para esses atributos (Tabela 3). Os maiores valores de pH foram encontrados no PRVCA, seguido do PRVSA e os menores valores no PLC. O uso da calagem no PRVCA favoreceu os maiores valores de pH nesta área em comparação ao PRVSA. Porém, nas áreas de PRVCA e PRVSA, os maiores valores de pH em comparação ao PLC também podem estar associados ao aporte de excrementos dos bovinos. Segundo Whalen et al. (2000), o esterco bovino contém teores acima de 0,5% de CaO, e quando distribuído uniformemente no solo, por meio do uso alternado das parcelas no PRV (KLAPP, 1971), proporciona o aumento do pH em água, devido ao consumo de H⁺, após ser dissolvido no solo. Isto provoca o aumento dos valores de pH em água, o que reduz os valores de Al+H (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios de pH (em água), Al, Ca, Mg, Al + H e CTC nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.

Tratamen tos	pH	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC
	----- cmol _c dm ⁻³ -----					
PRVCA	6,2 a	0,10 b	5,30 a	2,83 a	2,00 c	10,50 a
PRVSA	5,2 b	0,23 b	1,93 b	1,20 b	4,55 b	7,96 b
PLC	4,5 c	1,68 a	0,48 c	0,25 c	6,73 a	7,54 b
CV (%)	3,23	18,2	9,39	15,02	3,78	5,74

Fonte: Autoral.

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. PRVCA = pastoreio racional voisin com adubação; PRVSA = pastoreio racional sem adubação; PLC = pastagem sob lotação contínua; CV = Coeficiente de variação

Os valores médios de Ca do PRVCA foram 175% e 1004% superiores ao PRVSA e PLC, respectivamente. No caso do Mg, o PRVCA foi 136% e 1032% superior ao PRVSA e PLC, respectivamente. Estes resultados comprovam a contribuição dos excrementos bovinos no incremento destes elementos químicos no solo, devido à adoção de altas cargas instantâneas, que promovem a concentração dos animais em parcelas de tamanho reduzido, o que leva ao aumento de dejeções no solo (SILVA, 2015; SEÓ, 2015), aumentando a disponibilidade de Ca e Mg no solo. Em um estudo sobre o efeito da aplicação contínua de esterco bovino em diferentes sistemas de uso do solo por 6, 15 e 40 anos, Galvão et al. (2008) observaram incremento maior de Ca do que de Mg no solo,

considerando o resultado médio de 22 propriedades. Além disso, encontraram uma concentração maior de Ca do que de Mg no esterco bovino. Foi aplicada a dose de 16 Mg ha⁻¹, com 15% de umidade, na média dos tratamentos. No caso do PRVCA, a contribuição da calagem aplicada em superfície explica os maiores teores de Ca e Mg em comparação com o PRVSA.

Em relação ao H e Al, o tratamento PLC apresentou valores superiores aos demais tratamentos. Isto é decorrente da ausência de calagem (em relação ao PRVCA) e da baixa deposição de excrementos bovinos, que contêm Ca e Mg. No PRVSA, o manejo da pastagem com o PRV, baseado no tempo de repouso adequado, curtos períodos de ocupação e em altas cargas instantâneas, o valor de Al e H + Al foi menor do que no PLC, mesmo sem a prática da calagem. Cabe destacar que a disponibilidade do Al aumenta com pH abaixo de 5,5 (MIGUEL et al., 2010), o que explica os maiores valores de Al disponíveis nos tratamentos com PRVSA e PLC. Os maiores valores de Al e H + Al refletem-se no valor da CTC, podendo-se observar que o valor da CTC no PLC igualou-se ao valor da CTC do PRVSA. A participação do H+Al na CTC é de 19%, 58% e 89%, respectivamente para o PRVCA, PRVSA e PLC. Os maiores valores de CTC no PRVCA estão diretamente relacionados aos maiores valores de matéria orgânica (Figura 7).

A MO interfere na CTC, pois fornece sítios de ligação para as bases do solo. Esta função é extremamente importante em solos altamente intemperizados (como o Latossolo deste estudo), que apresentam baixa CTC e argilas de baixa atividade, o que ocasiona a baixa capacidade de retenção de cátions (COSTA et al., 2013), pois favorece a adsorção de cátions trocáveis, por meio de trocas com o H⁺ presente em grupos funcionais orgânicos, o que aumenta a saturação por bases no complexo coloidal (MUZZILI, 2002). A MO forma complexos estáveis com elementos minerais tóxicos às plantas, como o Al, e apresenta a capacidade de reter nutrientes, como o K, Ca e Mg (CHIODINI et al., 2013), o que diminui a lixiviação destes nutrientes no perfil do solo. Ciotta et al. (2003) concluíram que o acréscimo do teor de MO no solo promove o aumento da CTC em solos com argila de baixa atividade, o que foi corroborado por Oliveira et al. (2008), que verificaram o aumento relativo de 35% na CTC com o acréscimo de 10 g kg⁻¹ de C ao solo, com destaque para a contribuição do sistema radicular das gramíneas para o aumento do C no solo, por causa da sua grande capacidade de produção de massa radicular, o que revela a importante contribuição da pastagem para o aumento do teor de MO no solo.

Em relação aos elementos químicos P, K e S, os resultados apontaram diferença apenas para os parâmetros P e K. O PRVCA apresentou maiores teores de P, sendo 270% e 971% superiores ao PRVSA e PLC, respectivamente. Quanto ao K, também foram verificados maiores teores no PRVCA, sendo 29% e 316% superior ao PRVSA e PLC, respectivamente. (Tabela 4).

Tabela 4 - Teores médios disponíveis de P, K e S nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.

Tratamentos	P	K	S
	----- mg dm ⁻³ -----		
PRVCA	36,75 a	146 a	7,55 a
PRVSA	9,93 b	113 b	6,25 a
PLC	3,43 b	35 c	7,65 a
CV (%)	25,76	9,94	13,77

Fonte: Autoral.

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. PRVCA = pastoreio racional voisin com adubação; PRVCA = pastoreio racional sem adubação; PLC = pastagem sob lotação contínua; CV = Coeficiente de variação.

No caso do PRVCA a adubação orgânica acrescentou uma quantidade de 938,07 kg ha⁻¹ de P no solo (Tabela 1). Mesmo considerando que parte do P contido no adubo orgânico sofre o fenômeno denominado sorção, que diminui a disponibilidade de P às plantas, a contribuição do adubo orgânico para elevar o nível do P no solo foi determinante. Lima et al. (2007) apontam que a adubação orgânica de uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com 20 Mg ha⁻¹ de cama de frango promoveu o aumento de 125% de K e 356% de P em relação à testemunha.

Valores de pH próximos a 6,5 permitem a disponibilidade máxima de P (MALAVOLTA, 1980). Coringa (2007) ressalta que ocorre o aumento da repulsão eletrostática de ânions à medida em que aumenta o pH da solução do solo, o que reduz a adsorção de P. De acordo com Malavolta (1980), valores baixos de pH favorecem a formação de fosfatos de Fe e Al. Este fator explica, em parte, a diferença nos níveis disponíveis de P verificados nos tratamentos. Erpen (2004) aponta o teor de P disponível no solo em 1,8 e 1,1 mg dm⁻³ para uma área de pastagem sob manejo do PRV e a outra área com PLC, respectivamente. Estes valores

são muito inferiores aos verificados neste trabalho, mas apontam a maior disponibilidade do P em solos de pastagens sob o PRV em comparação ao PLC. Silva (2015) encontrou o valor de $3,98 \text{ mg dm}^{-3}$ e $6,02 \text{ mg dm}^{-3}$ para o P em PLC e PRV, respectivamente. Soldá et al. (2014a) verificaram um aumento de 59% do teor disponível de P em um período de 27,5 meses após o início do manejo das pastagens sob o PRV.

Em relação ao K, Soldá et al. (2014b) verificaram que duas pastagens sob PLC apresentaram 74 mg dm^{-3} e $93,1 \text{ mg dm}^{-3}$ de K disponível, enquanto que em duas pastagens sob PRV os valores de K disponível foram de $242,7 \text{ mg dm}^{-3}$ e $232,3 \text{ mg dm}^{-3}$. Silva (2015) verificou que o PLC apresentou o valor de $120,58 \text{ mg dm}^{-3}$ e o PRV $214,50 \text{ mg dm}^{-3}$ de K disponível.

Um bovino adulto excreta $5,11 \text{ m}^3$ de urina por ano (SNAPP, 1952). Considerando o teor de K na urina bovina em 2.666 mg dm^{-3} (OLIVEIRA, 2007) e a taxa de lotação animal do PRVCA, PRVSA e PLC para o período de um ano (Tabela 8), foi adicionado ao solo a quantidade de $50,27 \text{ kg ha}^{-1}$, $27,66 \text{ kg ha}^{-1}$ e $8,99 \text{ kg ha}^{-1}$ de K para o PRVCA, PRVSA e PLC, respectivamente. Silva (2015) destaca que a maior parte do K excretado pelos bovinos em forma de urina encontra-se na forma iônica, prontamente disponível às plantas.

Em relação aos micronutrientes, os valores de Zn e Cu apresentaram diferenças entre os tratamentos, o que não foi observado para o B. Maiores valores de Cu e Zn foram encontrados no PRVCA e menores no PLC. Em relação ao Mn, o PLC e o PRVSA apresentam valores semelhantes, que são superiores ao PRVCA (Tabela 5).

Tabela 5 - Teores médios disponíveis de micronutrientes nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.

Tratamentos	Zn	Cu	B	Mn
	mg dm ⁻³			
PRVCA	8,33 a	2,20 a	0,30 a	1,25 b
PRVSA	4,30 b	1,20 b	0,30 a	7,25 a
PLC	0,95 c	0,45 c	0,25 a	6,75 a
CV (%)	17,19	13,50	11,79	21,75

Fonte: Autoral.

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. PRVCA = pastoreio racional voisin com adubação; PRVSA = pastoreio racional sem adubação; PLC = pastagem sob lotação contínua; CV = Coeficiente de variação.

O aumento da disponibilidade do P, somado ao aumento do teor de MO e do pH no solo provoca a diminuição da disponibilidade de Zn e Cu (PEREIRA et al., 2007; VENDRAME et al., 2007; CONSOLINI & COUTINHO, 2004; FUJIMURA et al., 2007; SILVEIRA et al., 1975). O aumento dos valores de pH e MO provocam o aumento das cargas negativas do solo, o que aumenta a adsorção de Zn e Cu na MO do solo (FUJIMURA et al., 2007). Por outro lado, o aumento de Mn disponível no solo aumenta a adsorção do Zn (VENDRAME et al., 2007). O K pode favorecer a absorção de P e Zn, provocando a diminuição da intensidade da interação entre estes elementos (SILVA & TREVIZAM, 2015). Por outro lado, o aumento do P não afeta a disponibilidade de Zn no solo (LOPEZ G. & MALAVOLTA, 1974), mas provoca a diminuição de Zn nos tecidos das plantas por causa da diminuição da absorção e da translocação de Zn da raiz para a parte aérea (SILVA & TREVIZAM, 2015; FERNANDES et al., 2003; OLIVEIRA et al., 1988).

Parte do Zn e o Cu presentes no suplemento mineral podem não ser absorvidos por completo pelos bovinos, sendo eliminados nos excrementos (GONÇALVES et al., 2013). Quando a necessidade de Zn para o metabolismo dos bovinos é atendida, o animal aciona o seu mecanismo de controle homeostático, que regula a absorção de Zn pelo organismo e excreta o excesso de Zn ingerido pelas fezes. Em um experimento com um lote de bovinos de corte alimentados com alimentos volumosos e concentrados em sistema de confinamento que ingeriram 10,30 kg de matéria seca por dia com uma concentração de 30 mg kg⁻¹ de Zn, Fonseca (2005) encontrou na excreção pelas fezes a quantidade de 40,83% do Zn ingerido na dieta. Considerando a possibilidade de ocorrência de fornecimento em demasia de Zn presente no suplemento mineral, pode-se afirmar que a excreção deste excesso enriquecerá o solo com este micronutriente, sendo maior o efeito deste fenômeno nos tratamentos com maior taxa de lotação animal (PRVCA e PRVSA).

Outra possível causa para explicar os valores de Cu e Zn presentes nos tratamentos é a deposição dos excrementos bovinos na superfície do solo das pastagens. Prestes (2007) aponta que o esterco bovino contém 13,19 mg kg⁻¹ e 63,07 mg kg⁻¹ de Cu e Zn, respectivamente. Cada bovino adulto excreta 25 kg diários de fezes (SNAPP, 1952). A quantidade de Cu e Zn presente na urina bovina é de 2,00 mg L⁻¹ e 8,00 mg L⁻¹, respectivamente (PRESTES, 2007). Considerando o teor de Cu e Zn presentes nas fezes e na urina bovina e a taxa de lotação animal para o período de 12 meses (Tabela 8), os excrementos contribuíram com 0,48 kg ha⁻¹, 0,27 kg ha⁻¹ e 0,09 kg ha⁻¹ de Cu e 2,39 kg ha⁻¹, 1,32 kg ha⁻¹ e 0,43 kg ha⁻¹ de Zn para os tratamentos

PRVCA, PRVSA e PLC, respectivamente. No caso do PRVCA, a adubação orgânica adicionou $0,66 \text{ kg ha}^{-1}$ e $4,39 \text{ kg ha}^{-1}$ de Cu e Zn no solo, respectivamente (Tabela 1). De acordo com Vendrame et al. (2007), o percentual de Cu e Zn disponível em relação ao valor total presente no solo é de 3,33% e 2,30%, respectivamente. Mesmo considerando que a maior parte do Cu e do Zn aplicados no solo foram fixados, conclui-se que a aplicação do adubo orgânico contribuiu para os maiores valores destes micronutrientes no PRVCA em comparação ao PRVSA e PLC. Cabe destacar que a CQFS - RS/SC (2016) considera os valores acima de $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$ e $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$ como muito altos para Cu e Zn, respectivamente. Silva J. et al. (2011) alertam para a necessidade de monitorar o teor de micronutrientes na parte aérea das forrageiras adubadas com doses elevadas de adubos orgânicos devido ao risco de ocorrência de níveis tóxicos. Neste sentido, Kabata-Pendias & Pendias (2001) advertem que níveis elevados de Cu podem prejudicar a saúde dos animais, mesmo antes de surgirem sintomas de toxidez nas plantas.

No caso do manganês, o teor disponível no solo para o tratamento PRVCA é muito inferior aos valores encontrados nos demais tratamentos. Este fato provavelmente está relacionado à aplicação superficial de calcário, que provoca aumento acentuado do pH na camada superficial do solo, o que afeta a disponibilidade de Mn, que diminui com o aumento do pH (SOUZA e LOBATO, 2004).

A saturação por bases (V%) apresentou diferenças entre todos os tratamentos. Para a saturação por Al (m%), o PRVCA e o PRVSA foram bem inferiores aos valores encontrados no PLC (Tabela 6).

Tabela 6 - Saturação por bases e por Al nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS

Tratamentos	V	m%
	-----%-----	
PRVCA	80,75 a	1,15 b
PRVSA	42,75 b	6,68 b
PLC	10,50 c	67,23 a
CV (%)	7,30	16,16

Fonte: Autoral.

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. PRVCA = pastoreio racional voisin com adubação; PRVSA = pastoreio racional sem adubação; PLC = pastagem sob lotação contínua; CV = Coeficiente de variação.

A saturação por bases foi classificada como alta, baixa e muito baixa para PRVCA, PRVSA e PLC, respectivamente, conforme Souza e Lobato (2004). Por outro lado, a saturação por alumínio é de 1,15% no tratamento PRVCA, 6,68% para o tratamento PRVSA e de 67,23% no tratamento PLC (Tabela 6). Cabe destacar que Souza e Lobato (2004) classificam a saturação por alumínio como baixa, alta e muito alta com o percentual de até 20%, 20 a 60% e acima de 60%, respectivamente.

Mesmo em solos ácidos e com alto teor de Al, o gênero *Brachiaria* pode se estabelecer, pois são plantas tolerantes a solos ácidos, com alto teor de Al (PAULINO et al., 2011; RAO et al., 2016). O mecanismo de tolerância da *Brachiaria* ao Al é conhecido por sequestro interno, no qual a planta ativa ânions de ácidos orgânicos (especialmente o citrato) que atuam como quelantes do Al. Este complexo químico fica armazenado no vacúolo. Desta forma, o Al não causa toxidez às plantas. Este processo é realizado nas extremidades das raízes. O sequestro interno do Al permite à *Brachiaria* metabolizar o P, evitando o aumento da concentração de Al nos tecidos, o que provoca a precipitação de fosfato de Al, o que torna o P indisponível às plantas (CONSALTER et al., 2013).

Os maiores valores de Saturação por bases e menores por Al verificadas no tratamento PRVCA têm, como consequência, menores valores de Al e H + Al e maiores de Ca, Mg (Tabela 4) e K (Tabela 5). O aumento da CTC e da saturação por bases é decorrente da concentração de excrementos no solo da pastagem sob manejo do PRV e à calagem que promoveu o aumento do pH do solo, diminuindo a solubilidade de Al e, ao mesmo tempo, aumentando a concentração de P na solução do solo. Este fato ocorre devido ao aumento da concentração hidroxila e à concorrência entre este íon e o fosfato para a adsorção com compostos de Al (SANDIM, 1988; CAMARGO, 1997).

5.2. Taxa de lotação animal nas pastagens

No tocante à taxa de lotação animal, verificaram-se diferenças entre os tratamentos, porém, em relação aos quadrimestres foram verificadas diferenças entre si apenas para PRVCA e PLC (Tabela 7).

Tabela 7 - Taxa de lotação animal nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS em um período de um ano e em três quadrimestres.

Tratamentos	Período			CV (%)	
	12 meses	out-jan	fev-mai		jun-set
----- UA/ha -----					
PRVCA	3,69 a A	3,51 a A	4,07 a A	3,82 a A	8,36
PRVSA	2,03 b B	1,75 b B	1,81 b B	2,77 b A	14,37
PLC	0,66 c C	0,91 c A	0,78 c B	0,30 c D	0,00
CV (%)	12,54	14,94	19,14	4,39	

Fonte: Autoral.

Médias com letras diferentes, minúsculas para os tratamentos e maiúsculas para os períodos (meses), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PRVCA = pastoreio racional voisin com adubação; PRVSA = pastoreio racional voisin sem adubação; PLC = pastagem sob lotação contínua; CV = Coeficiente de variação.

O PRVCA apresentou uma taxa de lotação animal superior aos demais tratamentos em todos os períodos avaliados, sendo no período de Outubro de 2016 a Setembro de 2017, 3 vezes superior ao tratamento PLC, o que coincide com valores encontrados por Voisin (1981), Romero (1994) e Machado (2010). No PRVCA, a taxa de lotação no período de 12 meses foi 82% superior à do PRVSA. Por outro lado, o PLC apresentou uma taxa de lotação 459% menor que o PRVCA (Tabela 7). Lenzi (2003) verificou que no PRV produz-se uma quantidade de matéria seca 25,3% maior do que o PLC. O autor conclui que a maior produção de matéria seca no PRV proporciona o aumento da taxa de lotação animal, o que significa maior produção de carne e aumento da eficiência do uso da terra. Seó (2015) constatou que a taxa de lotação de uma pastagem sob manejo com PRV é de 3,4 UA há⁻¹, valor próximo ao encontrado neste trabalho. Bauer (2009) verificou que, em uma propriedade com o PRV instalado após oito anos, o aumento do número de vacas foi de 217%, o que proporcionou o aumento da produção de leite em 310%. Por outro lado, Erpen (2004) concluiu que a taxa de lotação em uma fazenda localizada no município de Deodópolis, MS, apresentou uma taxa de lotação de 2,18 e 1,16 UA há⁻¹ para o período chuvoso e seco, respectivamente. Uma propriedade vizinha, com pastagem sob lotação contínua, apresentou 1,22 para a época das chuvas e 0,93 UA há⁻¹ para o período seco do ano.

No caso da comparação entre a taxa de lotação do PRVCA e PLC verificou-se que a maior diferença percentual ocorreu no quadrimestre jun-set (1,173%), enquanto os valores dos quadrimestres out-jan e fev-mai foram de 286% e 422%, respectivamente. Na comparação entre PRVSA e PLC, as diferenças foram de 92%, 132% e 823%, para os quadrimestres out-jan, fev-mai e jun-set, respectivamente. A maior diferença encontrada entre os tratamentos no quadrimestre jun-set mostra que, no PLC, os impactos das adversidades climáticas (diminuição do teor de umidade do solo, diminuição da temperatura e da radiação líquida), somados ao manejo das pastagens, foram muito severos sobre a disponibilidade de forragem, o que refletiu-se no valor da taxa de lotação.

Tomando por base a variação entre os valores da taxa de lotação quadrimestral encontrados nos tratamentos, constatou-se que a diferença percentual entre o maior e o menor valor foi de 15,95%, 58,29% e 203,33% para o PRVCA, PRVSA e PLC, respectivamente. A menor variação encontrada no PRVCA tem, provavelmente, como causa, a irrigação, que permite manter níveis adequados de umidade no solo em períodos de veranicos⁵ e secas, o que permite o maior desenvolvimento do sistema radicular, o melhor aproveitamento dos nutrientes disponíveis no solo e o maior crescimento da parte aérea da pastagem.

A adubação orgânica contribui para o aumento da massa de forragem da pastagem, o que permitiu aumentar a taxa de lotação animal. Araujo et al. (2009) apontaram um aumento de 65% da massa seca da parte aérea da pastagem de um solo que foi adubado com 20 Mg há⁻¹ de composto orgânico semicurado, produzido com palha de semente de *Brachiaria* e esterco de galinha poedeira, na proporção de 3:1, em comparação ao tratamento testemunha. Lima et al. (2007) concluíram que a aplicação de 20 Mg há⁻¹ de cama de frango proporcionou o aumento de 354% de matéria seca da parte aérea de *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, em comparação à área sem adubação.

Em relação aos períodos quadrimestrais, observou-se que no quadrimestre jun-set a taxa de lotação do PRVCA foi 38% superior ao PRVSA, percentual inferior ao verificado nos quadrimestres out-jan e fev-mai, cujos valores foram de 101% e 125%, respectivamente. Houve um aumento das taxas de lotação animal do quadrimestre junho-setembro

⁵ Veranico é definido como os períodos superiores a 10 dias em que não ocorrem chuvas durante a estação chuvosa (no caso da região onde localiza-se o Assentamento Teijin compreende os meses de outubro a abril) (URCHEI et al., 2002).

do PRVSA em relação aos quadrimestres anteriores. Isto se explica devido ao fato das parcelas deste tratamento serem ocupadas, em alguns momentos, com o lote composto por vacas secas, novilhas e machos, com maior quantidade de UAs do que o lote das vacas em lactação, e com períodos de ocupação mais longos (um dia). O lote composto por vacas em lactação é trocado de parcela duas vezes ao dia, após cada ordenha (Tabela 8).

Tabela 8 - Média dos valores quadrimestrais dos períodos de ocupação e UAs/dia do tratamento PRVSA

Média	Período		
	out-jan	fev-mai	jun-set
Períodos de ocupação (dia)	0,44	0,41	0,58
UAs/dia (UA)	20,52	22,03	26,52

Fonte: Autoral.

O desenvolvimento das pastagens é influenciado pelos fatores climáticos: precipitação pluviométrica, luminosidade e temperatura (LOPES et al., 2003; SANTOS et al., 2008; DANTAS, 2015). Temperaturas abaixo de 15 °C comprometem o crescimento da pastagem de *Brachiaria* (LOPES et al., 2003; ALENCAR, 2009; DANTAS, 2015). Os autores afirmam que a radiação solar tem a função de excitar as moléculas de clorofila das plantas, dando início ao fluxo de energia necessária para a fotossíntese. Dantas (2015) conclui que, nas regiões tropicais, a boa oferta de luminosidade durante a maior parte do ano favorece o desenvolvimento das gramíneas. A ocorrência de veranicos é um fator limitante para o desenvolvimento das pastagens (SANTOS et al., 2008; MAHLMEISTER, 2014).

Em relação à precipitação pluviométrica, foram encontrados o total de 668,5 mm; 914,5 mm e 236,5 mm para os quadrimestres outubro-janeiro, fevereiro-maio e junho-setembro, respectivamente. Foram verificados dois veranicos; um na primeira quinzena de outubro e outro na segunda quinzena de novembro. O quadrimestre maio-setembro apresentou dois períodos secos, intercalados por 4 dias chuvosos, em meados de agosto, os quais totalizaram 151 mm de precipitação acumulada. O primeiro contou com um total de 64 dias sem chuvas, iniciando-se em 12 de junho, estendendo-se até o dia 14 de agosto de 2017. O segundo período seco iniciou-se em 19 de agosto e durou até o dia 28 de setembro, com um total de 41 dias sem chover. Os dados apontam que o quadrimestre fevereiro-maio apresentou um quadro de boa

distribuição de chuva, enquanto o quadrimestre junho-setembro apresentou um quadro de déficit hídrico no solo (Figura 3).

No tocante aos dias com temperatura mínima inferior a 15 °C, o mês de abril apresentou 4 dias, o mês de junho 9 dias, enquanto que no mês de julho em 3 dias somente a temperatura mínima foi superior a 15 °C. O mês de agosto apresentou 8 dias com temperatura mínima inferior a 15 °C (Figura 3). Cabe ressaltar que nos dias 12 e 13 de junho de 2017 ocorreram geadas que afetaram parcialmente a pastagem, queimando a vegetação da pastagem em algumas reboleiras.

A radiação líquida apresentou valores crescentes nos meses de outubro de 2016 a fevereiro de 2017 (com o máximo de 14,7 MJ m² dia⁻¹), com uma ligeira queda no mês de dezembro (12,3 MJ m² dia⁻¹). A partir de março os valores decresceram até atingir o mínimo no mês de junho (5,3 MJ m² dia⁻¹), voltando a subir até atingir o valor de 10,3 MJ m² dia⁻¹ no mês de setembro de 2017 (Figura 3). A redução da radiação líquida influi no desenvolvimento da pastagem, provocando a produção de matéria seca. No entanto, outros fatores interferem no desenvolvimento das gramíneas, como a umidade do solo e a disponibilidade de nutrientes (COSTA et al., 2011). No caso deste trabalho, o quadrimestre junho-setembro apresentou redução dos índices pluviométricos e da temperatura.

Entretanto, as parcelas do PRVCA e do PRVSA são destinadas à produção de leite, o que significa que há pouca variação na quantidade de UAs existentes na propriedade. Por este motivo, a taxa de lotação no quadrimestre junho-setembro não apresentou valores mais baixos do que os outros quadrimestres, ao contrário do verificado no PLC, ocupado com gado de corte, o que apresenta maior flexibilidade para o aumento e diminuição da carga animal na pastagem.

5.3. Massa seca das raízes

Na profundidade de 0-5 cm, entre os tratamentos, os menores valores de massa seca foram encontrados no PLC, exceto para o período de maio, no qual o PLC não diferiu de PRVSA. Entre PRVCA e PRVSA, maiores valores de massa seca foram encontrados para PRVCA nos meses de maio e outubro. No tocante às diferenças observadas entre os períodos de avaliação, notaram-se maiores valores de massa seca no mês de Dezembro de 2016 em relação aos demais meses para os três tratamentos avaliados. Para as profundidades de 5-10 cm e 10-20 cm, de maneira geral entre os tratamentos, o PRVCA foi superior ao PLC, com exceção para o mês de Maio de 2016 para 5-10 cm. Em relação à comparação entre os

meses, em todos os tratamentos os maiores valores de massa seca foram encontrados no mês de Dezembro de 2016 (Tabela 9).

Tabela 9 - Massa seca estimada do sistema radicular de pastagens nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 0-20 cm nos tratamentos PRVCA, PRVSA e PLC no Assentamento Teijin, MS.

Tratamentos	Período				CV%
	DEZ	MAI	JUL	OUT	
----- Mg ha ⁻¹ -----					
--					
0-5 cm					
PRVCA	20,20 a A	6,65 a B	8,52 a B	8,84 a B	16,70
PRVSA	20,31 a A	3,00 b D	8,47 a B	5,07 b C	8,92
PLC	13,99 b A	2,60 b B	3,87 b B	2,86 c B	17,25
CV%	10,15	14,43	15,32	17,71	
5-10 cm					
PRVCA	8,02 a A	3,98 a B	3,04 a B	3,58 a B	24,96
PRVSA	5,81 b A	1,08 b D	2,23 ab B	1,67 b C	9,86
PLC	4,48 b A	2,72 ab	0,88 b C	0,94 b C	19,11
CV%	14,16	36,19	37,62	17,91	
10-20 cm					
PRVCA	10,45 a A	9,73 a A	5,54 a B	6,02 a B	20,44
PRVSA	4,32 b A	2,86 b	1,21 b C	2,67 b	25,43
PLC	3,47 b A	3,28 b A	0,30 b B	1,09 c B	31,80
CV%	22,22	22,63	32,88	10,90	
0-20 cm					
PRVCA	38,67 a A	20,36 a	17,10 a B	18,44 a B	9,74
PRVSA	30,44 b A	6,94 b C	11,91 b B	9,41 b B	11,21
PLC	21,94 c A	8,60 b B	5,05 c B	4,89 c C	7,77
CV%	6,02	19,87	10,97	10,45	

Fonte: Autoral.

Médias com letras diferentes, minúsculas na coluna para os tratamentos e maiúsculas na linha para os períodos (meses), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PRVCA = pastoreio racional voisin com adubação; PRVSA = pastoreio racional voisin sem adubação; PLC = pastagem sob lotação contínua.

Na camada de 0-5 cm, o percentual de massa seca estimada da média dos quatro períodos de coleta de raízes sobre a profundidade de 0 a 20 cm é de 47%, 63% e 58% para o PRVCA, PRVSA e PLC, respectivamente. Estes resultados são inferiores aos encontrados por Klapp (1971) que verificou uma concentração de 89% da massa de raízes nos primeiros 5 cm do solo, considerando a camada de 0-50 cm, valor próximo ao determinado por Silveira et al. (2015), que encontrou o valor de 79,45% de raízes na camada de 0-5 cm, levando em conta a camada de 0-30 cm do solo. Voisin (1975) aponta que, quanto mais frequente e intensa for a utilização das pastagens, maior será a concentração das raízes na camada superficial do solo. O autor calculou em 95,23 e 84,83% o percentual das raízes na camada de 0-5 cm de solo para a quantidade de 20 e de 5 pastoreios anuais, respectivamente. Kerber (2005) verificou que na distribuição das raízes até 20 cm de profundidade, 70,53%, 65,03% e 53,12% estavam concentradas na camada de 0-5 cm com o tempo de ocupação médio anual de 20,2 dias, 14,8 dias e 1,9 dias, o que significa que à medida que aumenta a frequência da utilização da pastagem também aumenta a concentração das raízes na camada superior do solo, o que é corroborado por Voisin (1975), Muller et al. (2001), Machado (2010) e Sório Júnior (2015). Uma das causas para a concentração das raízes das gramíneas na camada superior do solo é a concentração de nutrientes e de atividades biológicas nesta faixa do solo (KERBER, 2005).

Quanto mais intensa e mais frequente for a desfolha, maior prazo será necessário para a retomada do crescimento das raízes, pois a planta forrageira prioriza a recuperação da sua parte aérea para acelerar o processo da fotossíntese (PAGOTTO, 2001). Martuscello et al. (2005) confirmaram este fenômeno e sugerem que a desfolha promove a mobilização de reservas de nutrientes presentes no sistema radicular para a recuperação da parte aérea das plantas forrageiras. Berton (2010) afirma que a raiz depende da importação de substâncias assimiladas produzidas pela parte aérea. Pagotto (2001) verificou que a emissão de novas raízes até aos 12 dias após o pastejo foi muito baixa. No período compreendido entre o 12º e o 21º dia após o pastejo houve um aumento de 5,5 e 4,3 vezes no valor de novas raízes, coletados do solo em fevereiro de 2000 e dezembro de 1999, respectivamente. Estes valores foram duplicados aos 30 dias após o pastejo. Isto significa que o PLC provoca a diminuição da massa seca do sistema radicular, em comparação ao PRV, devido à permanência dos animais em toda a área da pastagem, que leva a corte frequentes das forrageiras.

Tempos de repouso adequados propiciam o melhor desenvolvimento do sistema radicular das pastagens, por permitirem às raízes reabastecerem o seu sistema de reservas e desenvolverem-se até a planta passar por um novo corte (VOISIN, 1975; MACHADO, 2010; SÓRIO JUNIOR, 2015). Os resultados da massa seca estimada do sistema radicular na camada de 0-20 cm obtidos na pesquisa confirmam a maior produção de massa seca de raízes no PRV em comparação ao PLC. Kerber (2005) afirma que o manejo correto da pastagem em PRV, proporciona o aumento da massa seca radicular, o que aumenta o volume de solo explorado pelas plantas, que leva ao aumento da absorção de nutrientes, maior armazenamento de substâncias de reserva nas raízes e o aumento da MO no solo.

No mês de Dezembro, as condições climáticas (temperatura, umidade do solo e radiação líquida) foram mais favoráveis ao desenvolvimento da *Brachiaria* (Figuras 3). Destaca-se que a faixa ótima ideal para o desenvolvimento das espécies de *Brachiaria* situa-se na faixa de 25 °C a 35 °C (LARA, 2007). As condições ambientais explicam a maior quantidade de massa seca de raízes no mês de Dezembro, em relação aos demais períodos de coleta de raízes.

A massa seca de raízes em todas as profundidades e em todos os períodos foi superior no PRVCA em relação ao PRVSA, o que comprova a contribuição do adubo orgânico para o incremento do desenvolvimento do sistema radicular de pastagens sob PRV.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo da pastagem influencia na fertilidade do solo e no desenvolvimento radicular das plantas. O PRV, somado com a adubação orgânica e a calagem, promove o incremento de Ca e Mg no solo, o que diminui a presença do Al, que promove a fixação do P. Além disto, com a adoção de tempos de repouso adequados, promove-se a recuperação das substâncias de reserva e o maior crescimento do sistema radicular em comparação com a pastagem sob lotação contínua.

Há relação entre a disponibilidade de elementos químicos no solo e a taxa de lotação da pastagem. Verifica-se que os tratamentos com maiores teores de nutrientes disponíveis apresentam as maiores taxas de lotação.

O PRV promove o aumento da quantidade de nutrientes disponíveis no solo, o maior desenvolvimento do sistema radicular e maiores taxas de lotação. A adubação orgânica contribui para o aumento destes índices.

A adoção do PRV promove o aumento da oferta de forragens, o que permite o aumento da quantidade de animais, o que leva, por consequência, ao aumento da produção de leite e carne nas unidades de produção.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. A. B. de et al. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **R. Bras. Zootec.**, v. 38, p. 98-108, 2009. (supl. especial)

ARAUJO, F. F. de; TIRITAN, C. S.; OLIVEIRA, T. R. de. Compostos orgânicos semicurados na adubação de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p. 1-6, jan.-mar., 2009.

BARCELOS, A. F. et al. Adubação de capim do gênero *Brachiaria*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 84 p.

BARROS, F. M. et al. Mineralização de nitrogênio em dejetos de suínos. **Enc. Biosf. Centro Científico Conhecer**, v. 7, n. 12, p. 1, 2011.

BAUER, E. **Produção de Leite na Grande Florianópolis: Percepção dos Agricultores Familiares sobre a Transição do Semi-confinamento Tradicional para o Pastoreio Voisin**. 2009. 60 f. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BERTON, C. T. **Efeito de diferentes tempos de repouso sobre a parte aérea, sistema radicular e comportamento de pastoreio de vacas leiteiras em uma pastagem polifítica**. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola.. Valor bruto da produção: Lavouras e Pecuária – Brasil (novembro/2016). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/valor-bruto-da-producao-de-2016-e-de-r-523-6-bilhoes/2016-11-valor-bruto-da-producao-principais-produtos-agropecuarios.pdf>> Acesso em: 26 set 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Diagnóstico Territorial: Contextualização do Território da Cidadania Vale do Ivinhema. Disponível em:

<http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs_qua_territorio127.pdf> Acesso em: 29 ago. 2016.

CAMARGO, O. A. de et al. Alteração de atributos químicos do horizonte superficial de um latossolo e um podzólico com a calagem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54 n. 1-2, jan.-ago., p. 12, 1997.

CANELLAS, L. P. et al. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no estado do Rio de Janeiro. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v. 35, n. 1, p. 133-143, jan., 2000.

CARNEVALI, N. H. de S. et al. Desenvolvimento do manjeriço sob utilização do resíduo orgânico Organosuper®. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, nov., p. 8, 2014.

CHIODINI, B.M. et al. Matéria orgânica e a sua influência na nutrição de plantas. **Cultivando o sabor**. Cascavel, v.6, n.1, p.181-190, 2013.

CIOTTA, M. N. et al. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1161-1164, nov.-dez., 2003.

CONSALTER, R. et al. Efeito de doses de alumínio no crescimento e nutrição de *Brachiaria decumbens* cultivada em solução nutritiva. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 3, p. 98-112, 2013.

CONSOLINI, F.; COUTINHO, E. L. M. Efeito da aplicação de Zn e do pH do solo na disponibilidade do nutriente. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 7-12, 2004.

CORINGA, J. do E. S. **Adsorção de fósforo em solos do Cerrado mato-grossense**. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

COSTA, E. M. da; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. de A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1842-1860, 2013.

COSTA, N. de L. et al. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização da radiação em pastagens de *Axonopus aureus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 2, p.143-147, mai.-ago., 2011

COUTO, J. P. C. **Fluxo de calor no solo e radiação líquida em pastagem de capim braquiária com grau de cobertura variável**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade do Estadual do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11 ed. [s. l.]: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 648 p.

DAHMER, A. M. **Avaliação da Gestão da Qualidade na Indústria de leite do MS**. Campo Grande: 2006. 218 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Multiinstitucional em Agronegócios, Departamento de Economia e Administração, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

DANTAS, G. de F. **Produtividade e qualidade da brachiaria irrigada no outono/inverno**. 2015. 43 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

DETTMER, C. A.; SILVA, N. L. S. da. Agricultura Familiar: estudo de caso no assentamento Teijin, município de Nova Andradina, MS. **REVISTA NERA**, ano 18, n. 29, p. 18, jul.-dez., 2015.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém, 2014. Embrapa Amazônia Oriental. 36 p. (documentos, 402)

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. Guia Clima. Disponível em: <<http://www.cpa.embrapa.br/clima/?lc=site/estatisticas/estatisticas-verdadas>> Acesso em: 20 jan. 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília, 2013. 353 p.

ERPEN, J. G. **A construção de um sistema agroecológico para a bovinocultura: o PRV e a Fazenda Quero-quero**. 2004. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G. de; MELO, P. C. Efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum Schum.*). **Cerne**, Lavras, V. 9, n. 2, p. 221-230, jul/dez., 2003.

FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. 2010. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

FERREIRA, L. R. dos S. **Análise da eficiência econômico-financeira em um sistema de produção de leite**. 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O clima da região de Dourados, MS**. 2 ed. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 32 p. (Documentos, 92)

FONSECA, C. A. **Fontes e níveis de zinco no desempenho de bovinos terminados em confinamento e relativa biodisponibilidade**. 2005. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência

Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

FUJIMURA, A. M. et al. Carbono orgânico, pH do solo e teores foliares de cobre e zinco na planta de milho, em resposta a doses de resíduos orgânicos. In: **XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**. Conquistas e desafios da Ciência do Solo brasileira. Gramado, 2007. 5 f.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; PEREIRA, A. B. Balanço de radiação e fluxo de calor no solo em ambiente natural e protegido cultivado com pepineiro. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, 139-147, 2001.

GALVÃO, S. R. da S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. de. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n.1, p.99-105, jan. 2008.

GONÇALVES, M. S. et al. Efeito da matéria orgânica dissolvida proveniente de esterco bovino na lixiviação de cobre e zinco no solo. **III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management**. São Pedro, mar., 2013. 4 f.

HUNGRIA, M. **Inoculação com Azospirillum brasiliense: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (documentos, 325)

KERBER, R. L. **Avaliação da implantação de um sistema de Pastoreio Racional Voisin no Colégio Agrícola de Camboriú**. 2005. 133 f. - Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

KABATA-PENDIAS, A.; Pendias, H. **Trace elements in soils and plants**. 3. ed., Boca Raton: CRC Press, 2001. 403 p.

KIELH, Edmar José. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KLAPP, Ernst. **Prados e Pastagens**. (Tradução J. Marques de Almeida), 4. ed., Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. 872 p.

LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA, J. W. da. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 185-190, mai.-jun., 2009.

LEITE, L. F. C. Matéria orgânica do solo. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 31 p. (Documentos, 97)

LENZI, A. A vida ativa do solo. **Rev. Bras. de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 7, n.1, p.187-195, 2012a.

LENZI, A. Fundamentos do pastoreio racional voisin. **Rev. Bras. de Agroecologia**. v. 7, n.1, p. 82-94, 2012b.

LENZI, A. **Desempenho animal e produção de forragem em dois sistemas de uso da pastagem: Pastejo contínuo & pastoreio racional Voisin**. 2003. 122 f – Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LIMA, J. J. de et al. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 8, p. 715-719, 2007.

LOPES, M. A. & Vieira, P. F. Proposta de novos valores de equivalência entre as categorias animais para dimensionar rebanhos bovinos e ajustar a lotação das pastagens. **Arq. Med. Vet. Zootec.**, Universidade Federal de Lavras, Lavras, v. 50, n. 6, p. 759-763, 1998.

LOPES, R dos S. et al. Disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante irrigadas. **Ciênc. agrotec.**[online], v. 27, n. 6, p.1388-1394, 2003.

LOPEZ G.; O. E. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre as relações entre zinco e fósforo na nutrição da planta. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 31, p. 467-483, 1974.

LOSS, A. et al. Fertilidade do solo e matéria orgânica em Vertissolo e Argissolo sob cobertura vegetal e pastagem. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n.1, p. 1-10, 2014.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte.** 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 4 p. (Comunicado técnico, 62).

MACHADO, L. C. P. **Pastoreio racional Voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio.** 3. ed., São Paulo: Expressão Popular, 2010. 376 p.

MAHLMEISTER K. et al. **Efeito do veranico da safra 2013/2014 sobre produção de forragem e lotação animal em sistemas agropecuários integrados.** São Carlos: Embrapa São Carlos, Embrapa Instrumentação e Embrapa Pecuária Sudeste. Anais da VI Jornada Científica, 05-06 jun., 2014. 1 p.

MAIA, G. B. da S. et al. Produção leiteira no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 37, p. 371-398, 2013.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de plantas.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARIN, A. M. P. **Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo.** Viçosa, 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Departamento de Ciências do Solo e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Características morfogênicas e estruturais do Capim-Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 6, p. 1475-1482, 2005.

MATO GROSSO DO SUL. SEMADE. **Diagnóstico Socioeconomico de Mato Grosso do Sul**. 2015. 134 p.

MATO GROSSO DO SUL. SEMAGRO. CEMTEC. **Banco de dados**. Disponível em: <http://www.cemtec.ms.gov.br/?page_id=15> Acesso em: 18 dez. 2017.

MELADO, J. **Pastoreio Voisin: Informações x contrainformações**. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2015/06/04/pastoreio-voisin-informacoes-x-contrainformacoes-artigo-de-jurandir-melado/>> Acesso em: 12 fev. 2017.

MELADO, J. Pastagem Ecológica e serviços ambientais da pecuária sustentável. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1777-1783, out., 2007.

MELADO, J. **Manejo de pastagem ecológica: um conceito para o Terceiro Milênio**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2.000. 224 p.

MESQUITA, A. A. **A dinâmica da radiação solar e os principais aspectos do balanço energético global**. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/a-dinamica-da-radiacao-solar-e-os-principais-aspectos-do-balanco-energetico-global/53898>> Acesso em: 20 jan. 2018.

MIGUEL, P. S. B. et al. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista** v. 24, Juiz de Fora, p. 11-30, 2010.

MIRANDA. C.H.B. Ciclagem de nutrientes com vistas à sustentabilidade do sistema. **Pasturas Tropicales**, CIAT, Cali, Co, v. 64, p. 113-128, 2000.

MORE: **Mecanismo online para referências, versão 2.0**. Florianópolis: UFSC, Rexlab, 2013. Disponível em: <<http://www.more.ufsc.br/>> Acesso em: 18 jan. 2018.

MULLER, M. M. L. et al. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418, nov. 2001.

MUZZILI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações Agronômicas**, n. 100, p. 5, dez., 2002.

OLIVEIRA, J. T. de et al. Características físicas e carbono orgânico de solos sob diferentes tipos de uso da terra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.2821-2829, dez., 2008.

OLIVEIRA, N. L. C. de. **Utilização de Urina de vaca na produção orgânica de alface**. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

OLIVEIRA, S. S. de; BRITTO, I. C.; SANTANA, C. J. L. de. Efeito da interação fósforo, zinco e ferro, no crescimento e produção do cacauero. *Sitientibus*, Feira de Santana, v. 5, n. 8, p. 5-23, 1988.

PAGOTTO, D. S. **Comportamento do sistema radicular do capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) sob irrigação e submetido a diferentes intensidades de pastejo**. 2001. 51 p. -Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PAULINO, V. T. et al. **Tolerância ao alumínio em seis cultivares de *Brachiaria* spp.** XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, p. 3, 23-27 mai, 2011.

PEREIRA, N. M. Z.; ERNANI, P. R.; SANGOI, L. Disponibilidade de zinco para o milho afetado pela adição de Zn e pelo pH do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n.3, p. 273-284, 2007.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, maio.-jun., 2004.

PRESTES, M. T. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas de Angico (*Anadenathera macrocarpa*)**. 2007. 51 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

PRIMAVESI, A. M. Manejo ecológico de pastagens em regiões tropicais e subtropicais. 2. ed., São Paulo: Nobel, 1992. 184 p.

PRIMAVESI, A. & PRIMAVESI, A. M. **Correção do pH através de métodos biológicos.** In: PRIMAVESI, A. (Coord.) Progressos em biodinâmica e produtividade do solo. Santa Maria: UFSM, p. 245-251, 1968.

QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; FERNANDES, L. de O. Recuperação de pastagens degradadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 244, p. 55-65, mai.-jun., 2008.

QUINTÃO, C. M. P. G. **Efeitos da degradação de pastagens sobre a produção de leite no estado de Goiás.** 2001. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

RAO, I. M.; MILES, S. E.; HORST, W. J. Root adaptations to soils with low fertility and aluminium toxicity. **Annals of Botany**, v. 118, n. 4, p. 593-605, jan., 2016.

RASSE, D.; RUMPEL, C.; DIGNAC, M. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilization. **Plant and soil**, n. 269, p. 341-356, 2005.

ROCHA JUNIOR, P. R.; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. P. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17, p. 17, 2013.

ROMERO, N. F. **Alimente seus pastos com seus animais.** Guaíba: Agropecuária, 1994. 105 p.

RUGGIERI, A. C. **Manejo de pastagens.** Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/ANACLAU/DIARUGGIERI/manejo_de_pastagem.pdf> Acesso em: 21 nov. 2017.

SALTON, J. C. & TOMAZI, M. **Sistema radicular de Plantas e Qualidade do Solo.** Embrapa Agropecuária Oeste: Dourados, 2014. 6 f. (Comunicado Técnico, 198)

SANDIM, A. da S. **Disponibilidade de fósforo em função da aplicação de calcário e silicatos em solos oxidicos.** 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

SANTOS, C. B. O. **Planilha com anotações da precipitação pluviométrica no período compreendido entre os meses de outubro de 2016 a setembro de 2017.** 2017 (informação pessoal)

SANTOS, I. R. dos. **EIXO I – ATER e desenvolvimento sustentável - A. Sistemas sustentáveis de produção de base agroecológica.** Campo Grande: Crescer, 2015. 28 p.

SANTOS, J. J. das N. et al. **Interrelações entre matéria orgânica, pH, Teor de água em solo de cobertura de aterro experimental.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Fortaleza, 15 a 18 de setembro, 2015. 4 p.

SANTOS, N. L.; SILVA, M. W. R. da; CHAVES, M. A. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins tifton 85, tanzânia e marandu no período de verão no sudoeste baiano. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 911-922, out.-dez., 2008.

SEÓ, H. L. S. **Avaliação do Ciclo de Vida e Estoque de Carbono da Produção Leiteira em Pastoreio Racional Voisin.** 2015. 134 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SILVA, A. A. et al. Absorção de micronutrientes em pastagem de *Brachiaria decumbens*, após aplicação de cama de peru e fontes minerais na fertilização. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 41-48, jan./feb., 2011.

SILVA, D. J. S. da. **Indicadores de qualidade do solo na região da campanha do Rio Grande do Sul, sob sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin.** 2015. 117 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

SILVA J.A. et. Al. Avaliação de pH e do teor de matéria orgânica do solo após a colheita do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Hortic. Bras.**, v. 29, n. 2, p. 7, jul., 2011. (Suplemento – CD ROOM)

SILVA, R. L. da. **Dinâmica da matéria orgânica e as relações com as propriedades químicas de um Latossolo Amarelo sob diferentes usos da terra na Amazônia Oriental**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

SILVA, M. L. de S. & TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. *Informações agronômicas*, n. 149, p. 10-16, mar., 2015.

SILVEIRA, F. P. da M. Massa seca do sistema radicular cespitoso e decumbente de Braquiárias em diferentes condições. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, o solo e suas múltiplas funções. Natal, 02-07 ago., 2015. 4 p.

SILVEIRA, M. C. A. C. **O efeito de altas cargas instantâneas em Pastoreio Racional Voisin no comportamento de pastoreio, pastagem e solo e da massagem do úbere ao final da ordenha na incidência de mastite**. 2002. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SILVEIRA, R. I. et al. **Influência do pH e dos teores de fosfato solúvel e matéria orgânica sobre a fixação de zinco pelo solo**. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v. 32, p. 285-295, 1975.

SNAPP, R. R. **Beef cattle**. 4. ed. John Willey, New York: 1952. 641 p.

SORIO JUNIOR, H. **Pastoreio Voisin: teorias-práticas-vivências**. 3 ed., Passo Fundo: Méritos, 2015. 448 p.

SOLDÁ, C.C.; BORTOLINI, A. S.; WESCHENFELDER, C.J. Propriedades Rurais em transição ao Pastoreio Racional Voisin. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 3, 2014a.

SOLDÁ, C. C. et al. Avaliação da Sustentabilidade em Pastagens. **Rev. Bras. de Agroecologia**. v. 9, n. 1, p. 86-101, 2014b.

SOUSSANA, J. F.; TALLEC, T.; BLANFORT, V. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. **Animal**, v. 4, n. 3, p. 334-350, 2010.

SOUZA, D. M. G. de & LOBATO, E. (org). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SOUZA, G. B. de; NOGUEIRA, A. R. de A.; RASSINI, J. B. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. 9 p. (Circular Técnica, 33)

SOUZA, O. R. Ga. de et al. **Agricultura familiar no MS: entre resultados expressivos e decisões políticas deficientes**. 50 Congresso da SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Vitória, 22-25 de jul., 2012. 11 p. (apresentação oral)

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS/Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5)

URCHEI, M. A. et al. **Caracterização edafoclimática do Assentamento Itamarati, MS, e análise socioeconômica regional**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 47 p. (documentos, 53).

VENDRAME, P. R. S. et al. Disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco em solos sob pastagens na Região do Cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 859-864, jun., 2007.

VILELA, L. et al. **Calagem e adubação para adubação de pastagens na região do cerrado**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 16 p. (circular técnica, 37)

VINHOLIS, M. de M. B. et al. O uso do micro-ondas doméstico para determinação de matéria seca e do teor de água em solos e plantas:

avaliação econômica, social e ambiental. **Custos e @gronegocio on line**, v. 4, n. 2, p. 80–97, 2008.

VOISIN, A. **Dinâmica das pastagens: deveremos lavrar nossas pastagens para melhorá-las?** Mestre Jou: São Paulo, 1975. 407 p.

VOISIN, A. **Produtividade do pasto**. 2 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981. 520 p.

WENDLING, A. V. PRV aumenta a fertilidade do solo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n.1, p. 1, 2011.

WHALEN, J. K. et al. Cattle Manure Amendments Can Increase the pH of Acid Soils. **SOIL SCI. SOC. AM. J.**, v. 64, may–june, 2000. 5 f.

ZIMMER, A. H. et al. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012. 42 p. (Documentos, 189)

APÊNDICE B – REGISTRO DA OCUPAÇÃO DAS PARCELAS DO TRATAMENTO PRVCA

FICHA DE CONTROLE DE PASTOREIO

UNIDADE DE PRODUÇÃO:

SÍTIO KARL MARX

TRATAMENTO:

PRVCA

PERÍODO:

ANO INTEIRO

N. PIQ	ENTRADA		QTDE Animais							SAÍDA		
			FEMEAS				MACHOS					
	DATA	Horas	Acima 3	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano	Acima 3	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano	DATA	Horas
18	09/10/2016	18:30	19				1				10/10/2016	6:00
10	22/10/2016	18:30	19				1				23/10/2016	6:00
7-A	26/10/2016	18:30	19				1				27/10/2016	6:00
16	30/10/2016	18:30	20				1				31/10/2016	6:00
16	31/10/2016	18:30	20				1				01/11/2016	6:00
7-A	02/11/2016	18:30	20				1				03/11/2016	6:00
18	09/11/2016	18:30	20				1				10/11/2016	6:00
10	11/11/2016	18:30	20				1				12/11/2016	6:00
7-A	15/11/2016	18:30	20				1				16/11/2016	6:00
10	23/11/2016	18:30	20				1				24/11/2016	6:00
16	30/11/2016	18:30	18				1				01/12/2016	6:00
7-A	10/12/2016	18:30	18				1				11/12/2016	6:00

10	11/12/ 2016	7:30	18					1				11/12/ 2016	16:30
18	19/12/ 2016	18:30	18					1				20/12/ 2016	6:00
10	04/01/ 2017	18:30	21					1				05/01/ 2017	6:00
7-A	06/01/ 2017	19:00	21					1				07/01/ 2017	6:00
18	30/01/ 2017	18:30	21					1				31/01/ 2017	6:00
16	02/02/ 2017	18:30	20					1				03/02/ 2017	6:00
7-A	10/02/ 2017	18:30	20					1				11/02/ 2017	6:00
10	19/02/ 2017	7:45	20					1				19/02/ 2017	16:30
18	25/02/ 2017	19:00	20					1				26/02/ 2017	6:00
16	28/02/ 2017	18:30	20	2				1				01/03/ 2017	6:00
10	11/03/ 2017	18:30	20	2				1				12/03/ 2017	6:00
7-A	13/03/ 2017	18:30	20	2				1				14/03/ 2017	6:00
10	15/03/ 2017	18:15	20	2				1				16/03/ 2017	6:00
18	27/03/ 2017	18:15	20	2				1				28/03/ 2017	6:00
10	30/03/ 2017	18:15	20	2				1				31/03/ 2017	6:00
7-A	07/04/ 2017	18:15	20					1	1			08/04/ 2017	6:00
16	10/04/ 2017	18:15	20					1	1			11/04/ 2017	6:00
7-A	14/04/ 2017	18:00	20					1	1			15/04/ 2017	6:00
10	22/04/ 2017	18:00	20					1	1			23/04/ 2017	6:00
18	26/04/ 2017	18:00	20					1	1			27/04/ 2017	6:00

7-A	04/05/ 2017	7:30:0 0	20					1	1			04/05/ 2017	16:00: 00
-----	----------------	-------------	----	--	--	--	--	---	---	--	--	----------------	--------------

Continuação

		ENTRADA		QTDE ANIMAIS								SAÍDA	
				FÊMEAS				MACHOS					
N. PIQ	DAT A	horas	Acima 3	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano	Acima 3	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano	DAT A	Horas	
10	13/05/ 2017	7:30	20				1	1			13/05/ 2017	6:00	
16	24/05/ 2017	17:40	19	3			1	1			25/05/ 2017	6:00	
18	03/06/ 2017	17:40	19	3			1	1			04/06/ 2017	6:15	
10	04/06/ 2017	8:00	19	3			1	1			04/06/ 2017	16:00	
7-A	05/06/ 2017	17:40	19	3			1	1			06/06/ 2017	6:15	
18	28/06/ 2017	17:40	19	3			1	1			29/06/ 2017	6:15	
7-A	14/07/ 2017	17:30	18	4			1	1			15/07/ 2017	6:15	
10	16/07/ 2017	8:00	18	4			1	1			16/07/ 2017	16:00	
18	25/07/ 2017	17:30	18	3			1	1			26/07/ 2017	6:15	
16	03/08/ 2017	17:30	18	3			1	1			04/08/ 2017	6:15	
7-A	07/08/ 2017	17:30	18	3			1	1			08/08/ 2017	6:15	
10	08/08/ 2017	17:30	18	3			1	1			09/08/ 2017	6:15	
10	26/08/ 2017	18:00	21	2			1	1			27/08/ 2017	6:15	
7-A	31/08/ 2017	17:30	21	2			1	1			01/09/ 2017	6:15	
16	02/09/ 2017	17:30	21	2			1	1			03/09/ 2017	6:15	

18	09/09/ 2017	17:30	21	2			1	1		10/09/ 2017	6:15
10	15/09/ 2017	8:00	21	2			1	1		15/09/ 2017	16:00

APÊNDICE C - REGISTRO DA OCUPAÇÃO DAS PARCELAS DO TRATAMENTO PRVSA

FICHA DE CONTROLE DE PASTOREIO UNIDADE DE PRODUÇÃO: SÍTIO KARL MARX
 TRATAMENTO: PRVSA - PERÍODO: ANO INTEIRO

N. PI Q	ENTRADA		QTDE Animais								SAÍDA	
			FEMEAS				MACHOS					
	DAT A	Hora	Acima 3	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano	Acima 3	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano	DATA	Hora
35	08/10/2016	18:30:00	19				1				08/10/2016	16:30:00
18	09/10/2016	18:30:00	19				1				10/10/2016	6:00:00
33	11/10/2016	18:30:00	19				1				11/10/2016	6:00:00
23-A	18/10/2016	18:30:00	19				1				18/10/2016	6:00:00
32	20/10/2016	18:30:00	19				1				20/10/2016	6:00:00
33	05/11/2016	18:30:00	20				1				06/11/2016	6:00:00
35	14/11/2016	18:30:00	20				1				14/11/2016	6:00:00
33	07/12/2016	18:30:00	18				1				08/12/2016	6:00:00
32	13/12/2016	18:30:00	18				1				13/12/2016	6:00:00
23-A	14/12/2016	18:30:00	18				1				15/12/2016	6:00:00
35	22/12/2016	18:30:00	18				1				22/12/2016	6:00:00
35	23/12/2016	18:30:00	18				1				23/12/2016	6:00:00
33	09/01/2017	18:30:00	21				1				10/01/2017	16:30:00

23-A	10/01/2017	18:30:00	21				1			11/01/2017	6:00:00
32	22/01/2017	18:30:00	21				1			22/01/2017	6:00:00
35	30/01/2017	19:00:00	21				1			30/01/2017	6:00:00
23-A	06/02/2017	18:30:00	20				1			07/02/2017	6:00:00
33	08/02/2017	18:30:00	20				1			09/02/2017	6:00:00
33	13/02/2017	7:45:00	20				1			13/02/2017	6:00:00
32	23/02/2017	7:45:00	20				1			23/02/2017	16:30:00
33	05/03/2017	18:30:00	20	2			1			06/03/2017	6:00:00
23-A	06/03/2017	18:30:00	20	2			1			07/03/2017	6:00:00
32	17/03/2017	7:45:00	20	2			1			17/03/2017	6:00:00
33	26/03/2017	18:30:00	20	2			1			27/03/2017	6:00:00
23-A	29/03/2017	18:15:00	20	2			1			30/03/2017	6:00:00
32	20/04/2017	18:15:00	20				1	1		20/04/2017	6:00:00
35	03/05/2017	18:15:00	20				1	1		03/05/2017	6:00:00
23-A	09/05/2017	18:15:00	20				1	1		10/05/2017	6:00:00
33	27/05/2017	18:15:00	19	3			1	1		27/05/2017	6:00:00
32	01/06/2017	8:00:00	19	3			1	1		01/06/2017	6:00:00
23-A	06/06/2017	18:00:00	19	3			1	1		07/06/2017	6:00:00
35	22/06/2017	8:00:00	19	3			1	1		22/06/2017	16:00:00

Continuação

N. PI Q	ENTRADA		QTDE ANIMAIS								SAÍDA		
			FÊMEAS				MACHOS						
			Acima 3	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano	Acima 3	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano			DATA
33	27/06 /2017	7:30:00	10	4	6			1	7	1		28/06/2 017	16:0 0:00
35	23/07 /2017	8:00:00	18					1	1			23/07/2 017	6:00 :00
33	02/08 /2017	17:40:00	10	5	6			1	7	0		03/08/2 017	6:00 :00
35	11/08 /2017	17:40:00	10	5	6			1	7	0		12/08/2 017	6:15 :00
23- A	12/08 /2017	8:00:00	18	3				1	1			12/08/2 017	16:0 0:00
32	28/08 /2017	17:40:00	19	2				1	1			28/08/2 017	6:15 :00
23- A	29/08 /2017	17:40:00	21	2				1	1			30/08/2 017	6:15 :00
23- A	10/09 /2017	17:30:00	21	2				1	1			11/09/2 017	6:15 :00
35	20/09 /2017	8:00:00	21	2				1	1			20/09/2 017	16:0 0:00
23- A	30/09 /2017	17:45:00	21	2				1	1			01/10/2 017	6:15 :00

APÊNDICE D - REGISTRO DA OCUPAÇÃO DAS PARCELAS DO TRATAMENTO PLC

FICHA DE CONTROLE DE UNIDADE DE PRODUÇÃO:
PASTOREIO LOTE 604
 TRATAMENTO: PLC - PERÍODO:
 ANO INTEIRO

ANO		QTDE Animais							
		FEMEAS				MACHOS			
		Acima 3 anos	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano	Acima 3 anos	2 a 3 anos	1 a 2 anos	0 a 1 ano
MÊS									
2016	Outubro	10	5			1	5		
2016	Novembro	11	7			1	5		
2016	Dezembro	13	6			1	6		
2017	Janeiro	14	6			1	4		
2017	Fevereiro	13	3			1	6		
2017	Março	10	3			1	6		
2017	Abril	11	5			1	4		
2017	Maiο	9	4			1	3		
2017	Junho								
2017	Julho								
2017	Agosto	7	3			1	3		
2017	Setembro	10				1	5		

APÊNDICE E – MASSA ESTIMADA DA MASSA SECA DO SISTEMA RADICULAR NOS TRÊS TRATAMENTOS NAS PROFUNDIDADES DE 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm

Tratamento	PARCELA	Profundidade	MESES			
			DEZ	MAI	JUL	OUT
			-----Mg ha ⁻¹ -----			
PRVCA	10	0-5	23,93	17,81	8,30	3,60
		5-10	6,72	5,70	2,61	2,96
		10-20	10,04	12,53	3,57	6,69
	7-A	0-5	18,36	6,87	10,74	6,88
		5-10	7,94	2,82	1,81	4,29
		10-20	12,41	9,53	6,55	5,62
	16	0-5	19,03	6,50	5,57	8,99
		5-10	4,83	1,37	2,04	3,20
		10-20	8,89	4,29	3,36	6,21
	18	0-5	19,50	6,59	6,53	10,65
		5-10	9,39	3,41	4,47	3,89
		10-20	5,96	7,14	6,50	5,58
PRVSA	23-A	0-5	18,77	2,51	7,52	5,64
		5-10	5,58	3,77	2,51	2,72
		10-20	5,54	3,69	1,11	2,51
	32	0-5	20,06	2,55	8,73	5,25
		5-10	5,92	0,86	1,58	1,73
		10-20	4,37	1,50	1,18	2,89
	33	0-5	22,10	3,93	9,16	7,36
		5-10	5,92	1,51	2,61	1,76
		10-20	4,37	7,23	4,30	2,63
	35	0-5	12,62	1,01	3,05	4,32
		5-10	2,79	0,86	0,88	1,51
		10-20	3,02	3,39	1,33	2,67
	Talhão 01	0-5	15,53	2,14	3,90	3,88

PLC	5-10	5,25	2,25	1,23	1,09
	10-20	2,35	4,04	0,71	2,12

Continuação

Tratament o	PARCEL A	Profundida de	MESES			
			DEZ	MAI	JUL	OUT
			-----Mg há ⁻¹ -----			
PLC	Talhão 02	0-5	9,13	1,66	6,06	4,45
		5-10	4,47	3,49	0,93	0,88
		10-20	3,28	3,13	0,28	1,10
	Talhão 03	0-5	13,50	3,99	2,77	2,05
		5-10	3,71	2,41	0,47	0,85
		10-20	5,15	1,90	0,38	1,11
	Talhão 04	0-5	12,94	5,39	4,93	2,65
		5-10	7,16	1,31	2,97	1,47
		10-20	4,79	2,67	0,23	1,05