

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PAULO MARSIAJ OLIVEIRA NETO

Engenheiro Agrônomo - ULBRA

Dissertação apresentada como um dos requisitos para a obtenção do grau de  
Mestre em Zootecnia  
Área de Concentração em Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil  
Março de 2019.

## CIP - Catalogação na Publicação

Oliveira Neto, Paulo Marsiaj  
Impacto dos diferentes arranjos de sistemas  
integrados de produção agropecuária na emergência das  
forrageiras de inverno em ambiente de Terras Baixas /  
Paulo Marsiaj Oliveira Neto. -- 2019.  
63 f.  
Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho.

Coorientadora: Carolina Bremm.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Sistemas integrados de produção agropecuária .  
2. Integração lavoura-pecuária . 3. Arroz. 4.  
Ressemeadura natural. 5. Plantas daninhas. I.  
Carvalho, Paulo César de Faccio, orient. II. Bremm,  
Carolina, coorient. III. Título.

Paulo Marsiaj Oliveira Neto  
Engenheiro Agrônomo

## DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

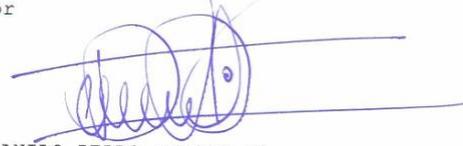
### MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

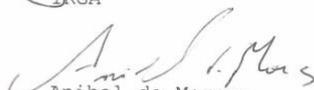
Aprovada em: 29/03/2019  
Pela Banca Examinadora

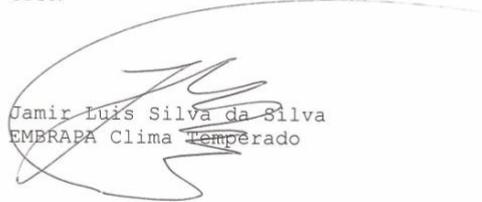
  
PAULO CÉSAR DE FACCIO CARVALHO  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

Homologado em: 22/05/2019  
Por

  
DANILO PEDRO STREIT JR.  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
Júlio Kuhn da Trindade  
JRGA

  
Anibal de Moraes  
UFPR

  
Jamir Luis Silva da Silva  
EMBRAPA Clima Temperado

  
CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Impacto dos diferentes arranjos de sistemas integrados de produção  
agropecuária na emergência das forrageiras de inverno em ambiente de  
Terras Baixas**

por

**Paulo Marsiaj Oliveira Neto**

Engenheiro Agrônomo (ULBRA/RS)

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação  
em Zootecnia, da  
Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul (UFRGS),  
como requisito parcial para  
obtenção do grau de Mestre  
em Zootecnia.

Orientador:

**Paulo César de Faccio Carvalho (UFRGS)**

Porto Alegre, RS, Brasil 2019

## AGRADECIMENTOS

O meu primeiro agradecimento vai aos meus pais, pela educação, incentivo e dedicação para formar a pessoa que sou hoje. Ao meu irmão, que mesmo estando do outro lado do mundo nesta trajetória de mestrado, me ajuda de forma indireta.

Aos meus bons e velhos amigos do colégio, por estarem comigo até hoje, não me deixando nunca estar sozinho.

A UFRGS, que me acolheu, proporcionando uma pós graduação de excelência para minha vida profissional.

A fazenda corticeiras, onde aprendi muito em cada dia que estive no protocolo. Ao proprietário, José Luiz Agostini, ao Gerente José Luiz, e a todos os funcionários da pecuária (Homério, Moacir, Bruno, Patrick e Murilo), muito obrigado pela assistência e dedicação, nunca deixando de atender meus pedidos.

Ao meu orientador, Paulo César de Faccio Carvalho, que estendeu a mão me dando responsabilidade de conduzir de um grande experimento.

Ao grupo de pesquisa em ecologia do pastejo, GPEP, por abrir as portas me trazendo a sensação de estar em casa, acolhendo e fazendo pensar fora da caixa.

Ao Grupo de pesquisa em Sistemas integrados de produção agropecuária (GPSIPA), pela assistência e condução das culturas de verão do protocolo.

Ao IRGA, pelo trabalho de extensão e pesquisa que é desenvolvido no estado do Rio Grande do Sul e especialmente no protocolo SIPAtb.

A Débora Rubin, que me auxiliou tanto a campo quanto na escrita e formatação da dissertação.

Aos bolsistas de iniciação científica, Leonardo Nunes, Ricardo Lisboa, Raíssa Furlan, César Romero, Giovana Mandicajú e Rebeca Scotta, que nunca me deixaram na mão nas diversas atividades desenvolvidas no meu trabalho e manutenção do experimento.

Ao Pós doutorando William Filho, que na reta final me incentivou e ajudou na escrita. A Mestranda Ana Luíza Velásquez, que mesmo não me auxiliando em nada, sempre foi ótima parceira pra tudo.

## **IMPACTO DOS DIFERENTES ARRANJOS DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NA EMERGÊNCIA DAS FORRAGEIRAS DE INVERNO EM AMBIENTE DE TERRAS BAIXAS**

Autor: Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Paulo Marsiaj Oliveira Neto

Orientador: Prof. Paulo César de Faccio Carvalho

### **Resumo**

Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) propõem diversificação pelas rotações de cultivos de grãos e pastagens com a inserção do animal no sistema. Esses sistemas geram inúmeras variações em todos os compartimentos envolvidos no sistema. Assim, os SIPA se tornam alternativa sustentável para garantir competitividade das terras baixas arroseiras, pois a monocultura acarreta diversos prejuízos, que no decorrer do tempo a torna insustentável. O objetivo do estudo foi avaliar a capacidade de ressemeadura natural das espécies hibernais de interesse de cada um dos diferentes arranjos de SIPA, e poder compreender sua dinâmica de estabelecimento. O estudo foi efetuado na fazenda Corticeiras, no município de Cristal/RS em Planossolo Háplico Eutrófico e clima caracterizado como subtropical úmido e quente (Cfa). Os diferentes sistemas têm a cultura do arroz como lavoura de base: S1- monocultivo de arroz em sistema de plantio convencional; S2- monocultivo de arroz com azevém pastejado no inverno; S3- rotação soja/arroz e azevém pastejado no inverno; S4- rotação entre capim Sudão/soja/milho/arroz e no inverno consórcio de azevém e trevo persa; S5- rotação de campo de sucessão/arroz e no inverno pastejo de azevém, trevo persa e cornichão. Os sistemas foram distribuídos em um delineamento de blocos casualizados com 3 repetições. A ressemeadura foi avaliada nos anos 2017 e 2018. Os resultados se referem a coletas realizadas antes e após lavoura de verão. Apenas o sistema 3 não apresentou diferença significativa (2925 kg.MS.ha<sup>-1</sup> e 3212 kg.MS.ha<sup>-1</sup>, para local não semeado e semeado, respectivamente). Os resultados apontam que a rotação rápida de soja com arroz favorece a ressemeadura natural das espécies de interesse. Assim, trazendo a possibilidade de semeadura com menor densidade, ou ausência da necessidade de semeadura no ano em questão. Tanto de espécies de interesse quanto espécies indesejadas do período pré-verão para o pós-verão, dando a entender que o sistema de monocultivo acarreta maior aparecimento de espécies daninhas. O S3 no período pré-verão apresentou as maiores médias, tanto para espécies de interesse quanto para daninhas. Porém, no período pós-verão se tornou o de menor presença de daninhas, mostrando que a rotação favorece este sistema. Conclui-se que o monocultivo favorece o aparecimento das daninhas, e os SIPA aumentam a presença das espécies desejáveis ao mesmo tempo que diminuem a de indesejáveis no banco de sementes do solo.

**Palavras-chave:** integração lavoura-pecuária, arroz, soja, ressemeadura natural, planta daninha.

## **IMPACT OF THE DIFERRENT ARRANGEMENTS IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS ON THE EMERGENCE OF WINTER FORAGE ON LOW LANDS.**

Author: Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Paulo Marsiaj Oliveira Neto

Adviser: Prof. Ph.D. Paulo César de Faccio Carvalho

### **Abstract:**

Integrated Crop-Livestock Systems (SIPA) propose diversification with rotations of grains and grazing crops with the insertion of the animal into the system. These systems generate numerous variations in all compartments involved in the system. Thus, SIPA become a sustainable alternative to guarantee the competitiveness of lowland rice, since monoculture causes several losses, confirming that over time it will become unsustainable. The objective of the study was to evaluate the natural resorption capacity of the winter species of interest in each of the different SIPA arrangements and to be able to recommend a possible non - need to sow winter fodder. The study was carried out in the Corticeiras farm, presenting a Planossolo Haplic soil and a climate characterized as subtropical humid and hot (Cfa), in the city of Cristal / RS. The different systems always bring the rice culture as a base. S2: monoculture of rice with ryegrass grazed in the winter; S3: rotation soybean / rice and ryegrass grazed in winter; S4 rotation between Sudan grass / soybean / maize / rice, winter ryegrass and Persian clover consortium; S5 rotation of succession / rice field, and in the winter ryegrass grazing, Persian clover and cornichão. All the treatments in the initial evaluation did not have the minimum required. However in the final evaluation, only system 3 presented no significant difference (2925 kg.MS.ha<sup>-1</sup> and 3212 kg.MS.ha<sup>-1</sup>, site not seeded and seeded respectively) and absolute means higher than the minimum required. The results show that the rapid rotation of soybean with rice favors the natural recovery of the species of interest, thus bringing the possibility of sowing with a lower density or even the absence of sowing need in the present year. The results showed that only S2 had an increase in the appearance of both species of interest and undesired species from the pre-summer to the post-summer period, suggesting that the monoculture system has a greater tendency for weed species to appear. The S3 in the pre-summer period presented the highest averages for both species of interest and for weeds, but in the post-summer period, it became the one of smaller means of weeds, showing that the rotation favors this system. It is also observed that S3 is the highest absolute average of species of interest in the post-summer period, but not statistically different from the others. Thus, it is concluded that monoculture favors the appearance of weeds, since rotation causes a considerable degradation of them.

**Key-words:** SIPA, rice, soybean, seelfseeding, weed.

## Sumário

SUMÁRIO	8
CAPÍTULO I	12
1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
2.1. Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas .....	14
2.2. Azevém anual na entressafra .....	16
2.3. Cultivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul .....	16
2.4. Soja em ambientes de terras baixas .....	18
2.5. Pastagens anuais de verão .....	18
2.6. Campo de sucessão .....	19
2.7. Ressemeadura natural e o banco de sementes do solo .....	20
2.8. Dormência de sementes .....	21
2.8.1. Fatores ambientais que afetam a dormência .....	22
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS.....	24
CAPÍTULO II	25
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
2.1. LOCAL E SISTEMAS.....	30
2.2. ESTABELECIMENTO DO PASTO.....	32
2.3. AVALIAÇÕES NA PASTAGEM E ANIMAIS.....	33
2.4. BANCO DE SEMENTES.....	34
2.5. AVALIAÇÃO DA RESSEMEADURA NATURAL.....	36
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	39
3. RESULTADOS.....	40

4. DISCUSSÕES.....	48
5. CONCLUSÃO.....	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56

## Lista de Tabelas

### Capítulo II

Tabela 1 - Diferentes arranjos de lavouras e pastagem no protocolo experimental de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária em terras baixas. ....	32
Tabela 2 - Análise de solo do protocolo experimental Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas da condição inicial do experimento e de dezembro de 2017. ....	38
Tabela 3 - Análise de solo do protocolo experimental Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas da condição inicial do experimento e de maio de 2018. ....	39
Tabela 4 - Variáveis primárias e secundárias do protocolo experimental de Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas no segundo ciclo (adubação de sistemas - 2017 e 2018) .....	41
Tabela 5 - Efeito de período nos diferentes sistemas produtivos do protocolo experimental de Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. .	42
Tabela 6 - Interação entre sistemas e período das variáveis analisadas por bandejas dos diferentes sistemas s do protocolo experimental Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. ....	43
Tabela 7 - Efeito avaliação nas diferentes variáveis coletadas no protocolo experimental Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. ....	45
Tabela 8 - Efeito local nas diferentes variáveis coletadas no protocolo experimental Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. ....	45
Tabela 9 - Interação entre sistemas e local na avaliação inicial das diferentes variáveis coletadas no protocolo experimental Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. ....	46
Tabela 10 - Interação entre sistemas e local na avaliação final nas diferentes variáveis coletadas no protocolo experimental Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. ....	47
Tabela 11 - Efeito de sistemas da variável resíduo nas coletas do protocolo experimental Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. ....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AG - Ácido giberélico  
ABA - Ácido abscísico  
BSS – Banco de semente do solo  
C – Carbono  
CA – Carga animal  
K – Potássio  
FAO – Food and Agriculture Organization  
GMD – Ganho médio diário individual  
GPA – Ganho por área  
HA – Hectare  
IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz  
MF – Massa de forragem  
MFha – Massa de forragem por hectare  
MO – Matéria orgânica  
MS – Matéria seca  
N – Nitrogênio  
NPT – Número total de plântulas  
P – Fósforo  
PTMS - Produção total de forragem  
RS - Rio Grande do Sul  
SIPA – Sistemas integrados de produção agropecuária

## CAPÍTULO I

## 1. INTRODUÇÃO

Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) têm como princípio básico a diversidade de culturas agrícolas com a introdução de animais em pastejo (MORAES et al., 2014). Sendo assim, acaba-se criando um sinergismo que acarreta benefícios para todas as fases do sistema produtivo. Nesse sentido, surge o termo intensificação sustentável que busca atingir as metas de produtividade sem comprometer os aspectos sociais e ambientais do sistema (GODFRAY et al. 2010; TILMANN et al., 2011; GARNETT e GODFRAY 2012)

Uma qualidade importante dos SIPA para a redução de custos e, conseqüente, maior eficiência produtiva, é a capacidade de ressemeadura natural de algumas plantas forrageiras de ciclo hibernal. Porém, esta capacidade de ressemeadura em terras baixas do Sul do Brasil não tem manejo tão simples como naqueles SIPA conduzidos em terras altas. O primeiro motivo é que parte dessas áreas são cultivadas com arroz irrigado por inundação durante cerca de 100 dias do período de cultivo, podendo causar danos à capacidade de ressemeadura das sementes forrageiras depositadas no solo. Outro ponto importante é a dificuldade mecânica para o estabelecimento das pastagens, pelo fato da grande quantidade e lenta degradação da palha formada pelos resíduos culturais do arroz irrigado.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi estudar a capacidade de ressemeadura natural do azevém anual em protocolo denominado SIPA terras baixas (SIPAtb), que envolve as variáveis diversidade e intensidade de rotação em modelos de produção sob diferentes arranjos espaço-temporais (arroz irrigado, soja e/ou milho) e pecuária (bovinos de corte).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas

Em 2010, a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) reconheceu que Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) estão entre aqueles capazes de produzir alimentos de forma sustentável, permitindo produções suficientes para alimentar a crescente população mundial (RYSCHAWY et al., 2012). Sob a ótica da sustentabilidade, o SIPA está alicerçado sobre a manutenção da biodiversidade, o uso mais eficiente dos recursos externos, redução da degradação, adaptação a mudanças climáticas e ao controle da poluição (MORAES et al., 2014).

SIPA tem como princípio básico a diversificação de culturas agrícolas com a introdução de animais em pastejo (MORAES et al., 2014). Portanto, acaba-se criando sinergismos que acarretam benefícios para ambas as fases do sistema produtivo. A diversidade vegetal, assim como a de seres heterotróficos, tendem a mimetizar os processos e funções dos ecossistemas naturais, conferindo resiliência a estes ambientes e obtendo sistemas de maior sustentabilidade produtiva, social e econômica (Moraes et al., 2014). Com o aumento da diversidade, em maior escala de tempo e menor espaço físico, tornam-se maiores as interações e sinergismos (ANGHINONI et al., 2013).

A intensificação sustentável, segundo TILMAN et al. (2011), é a obtenção de altos rendimentos em terras já cultivadas, para que a demanda global de alimentos seja atingida com impactos ambientais mínimos. Segundo VAN KEULEN & SCHIERE(2004), apenas 10% das áreas produtivas do mundo são arranjos produtivos em SIPA, mostrando que ainda pode-se avançar em larga escala a produção de alimentos com caráter sustentável. O principal caminho para atingir esse objetivo seria a intensificação na produtividade das áreas já existentes, sem a necessidade de abertura de novas áreas para garantir a alimentação mundial, considerando a previsão de que no ano de 2050 tenhamos uma população total de 9 bilhões de pessoas no planeta.

Os SIPA têm como base a adoção de métodos de produção que permitam que propriedades emergentes surjam, mesmo que sejam propriedades que desconhecemos exatamente como atuam e como fundamentam processos sinérgicos resultado das interações entre os compartimentos solo-planta-animal-atmosfera onde se integram atividades agrícolas e pecuárias continuadas no tempo (ANGHINONI et al., 2013). A sustentabilidade desses sistemas são superiores, comparadas a sistemas em monocultivo, por apresentarem diversidade vegetal e animal (seres heterotróficos, como herbívoros e decompositores), sendo que esses sistemas tendem a mimetizar os processos dos ecossistemas naturais. Escolhendo criteriosamente as rotações de culturas e pecuária, é possível garantir mais resiliência ao sistema (MORAES et al., 2014).

Em relação aos componentes do sistema, os animais atuam como “catalisadores” dos processos que ocorrem no ecossistema, pois inserem novas vias e variabilidade nos fluxos de água, gases e nutrientes, sendo o solo o compartimento mediador desses processos (ANGHINONI et al., 2013). Estudos já demonstraram que 70 a 95% dos nutrientes ingeridos pelos animais são retornados para o ecossistema através dos dejetos, pois a quantidade de nutrientes que são depositados na carcaça e exportados dos sistemas produtivos via produto animal é irrisória (RUSSELLE, 1997; WHITEHEAD, 2000)..

O conceito de sistema de semeadura direto, que na sua essência é uma sucessão de práticas agrícolas correlacionadas, possui como preceito básico o não revolvimento ou revolvimento mínimo do solo e rotação de culturas, mas também o uso de culturas para cobertura ou pastejo bem manejados. Tem-se por objetivo construir um ambiente de solo mais saudável, principalmente com resíduos para aumentar os teores de matéria orgânica do solo (MOS). Em sistemas integrados em áreas de Terras Baixas, os princípios da plantio direto são raramente alcançados. O insucesso pode estar relacionado a colheita das culturas com o solo ainda úmido, que dificulta a adesão pelos produtores devido a alta dependência das condições meteorológicas. Em anos de El Niño, as constantes precipitações coincidem com a fase de maturidade dos grãos, e obrigam o produtor a iniciar a colheita, mesmo com o solo ainda encharcado.

Esse cenário se repete ao longo dos anos e culmina na formação de rastros e deformações no solo, impedindo a eficiência da semeadura e o estabelecimento do próximo cultivo com semeadura na linha. Assim, o plantio direto em terras baixas é realizado com o preparo do solo no verão buscando o mínimo revolvimento; e no inverno, utiliza-se plantas de cobertura ou pasto. Na primavera, é realizada a semeadura do arroz no resíduo da vegetação anterior dessecada (PAULETTO et al., 1996).

O pousio no outono-inverno, prática realizada em muitas áreas de terras baixas arroteiras no RS, acarreta baixa ciclagem de nutrientes pela vegetação espontânea e, conseqüentemente, o aporte pela mineralização da MOS do solo é também baixo, pois o seu teor, em 75% das áreas em cultivo de arroz, é inferior a  $25 \text{ g kg}^{-1}$  (BOENI et al., 2010). A sucessão de arroz irrigado com pastagens no outono-inverno apresenta excelentes benefícios produtivos, como relatado por SAIBRO & SILVA (1999), que citam ganhos de 18% na produção de arroz após poucos anos de adesão a este sistema produtivo.

O consórcio de gramíneas e leguminosas na fase pastagem aumenta as chances de sucesso do sistema pelo aumento no valor nutritivo da forragem, que será expresso no ganho de peso dos animais e na interação solo-planta, pois as leguminosas têm a capacidade de fixar o nitrogênio da atmosfera, o que pode ocasionar decréscimo na demanda da adubação para o cultivo seguinte (GOMES et al., 1993). Essas constatações comprovam a necessidade de diversificação de culturas nos ambientes de terras baixas, através da rotação com cultivos de grãos, como a soja, ou ainda com a introdução dos animais em

pastagens, atribuindo maior sustentabilidade ao ambiente orizícola (DENARDIN, 2017)

## 2.2. Azevém anual na entressafra

O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) é uma espécie forrageira de inverno pertencente à família *Poaceae*, sendo a mais utilizada no Estado do RS. Possui uma excelente adaptação aos diferentes tipos de solo, climas e apresenta boa qualidade nutricional. Além disso, tem bom rebrote, resistência a alta umidade e permite elevado desempenho animal, quando bem manejado. O azevém é a principal planta em sucessão às lavouras de verão no Sul do Brasil, tais como o arroz e a soja, e tem se tornado opção estratégica para o *design* de sistemas integrados.

O azevém é uma gramínea resistente ao frio e desenvolve-se bem na região subtropical. Tem crescimento cespitoso, com formação de vários perfilhos (MORAES, 1999). Com relação à época de semeadura, os meses indicados são março e abril, e seu pico de produção se dá no final do inverno e início de primavera. Sua maturidade fisiológica é atingida ao final da primavera, quando há radiação solar suficiente para a produção de sementes. Havendo bom manejo durante a fase pastagem é elevada a possibilidade de ressemeadura natural, um importante processo para reduzir custos de implantação nos anos seguintes (CARVALHO et al., 2010).

Esta forrageira não tem papel apenas para produção de carne; ela também auxilia na recuperação do solo, por meio de acúmulo de matéria orgânica, por seus restos culturais e dejetos provenientes do pastejo de animais (DONIDA et al., 2007). O azevém tem fácil estabelecimento, podendo ser conduzido como pastagem ou mesmo como cobertura natural para o plantio direto (BALBINOT JR et al., 2009).

A entrada dos animais é um momento importante do manejo da pastagem, pois se ela ocorrer antes que se acumule cerca de 1500 kg de MS ha<sup>-1</sup>, é grande a possibilidade de prejuízos como compactação do solo pela falta de cobertura vegetal e arranque de plantas, levando a diminuição da população de plantas e da área foliar. Caso tenha que entrar com animais antes do tempo correto, o recomendado é aplicar baixas intensidades de pastejo para não comprometer a pastagem ao longo do ciclo (BRISKE & RICHARDS, 1993). O azevém tem largo uso porque apresenta fácil estabelecimento, boa ressemeadura natural, boa resistência à doenças e aceita a associação com vários outros tipos de forrageiras (SANTOS, 2002).

## 2.3. Cultivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul

As terras baixas apresentam características de relevo, solo e recursos hídricos que formam um ambiente favorável para produção do arroz (*Oryza sativa*) irrigado. Esse método de cultivo, onde o arroz fica praticamente todo o seu ciclo produtivo sob uma lâmina de água, é considerado de maior capacidade produtiva, tendo alcançado média de 7,95 Mg ha<sup>-1</sup> na safra 2017/18 (IRGA, 2018).

Desde a safra de 2001/02, as produtividades do arroz irrigado no Rio Grande do Sul aumentaram significativamente devido ao *Projeto 10*, desenvolvido pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). Ele teve por objetivo fomentar estratégias para o aumento da produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz, e possui como guarda-chuva a adequação de época de semeadura, melhoria da nutrição das plantas, fertilidade do solo, manejo eficiente da água de irrigação, melhor controle de plantas daninhas, escolha correta de cultivares, uso de sementes de qualidade, densidade de semente correta e maior eficiência no manejo de pragas e doenças (MENEZES et al., 2012).

Segundo (SILVA & SCHOENFELD, 2013), após oito safras sucessivas de arroz irrigado, com adição total de 1.200, 480 e 800 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, os teores no solo de P e K diminuíram, enquanto os de MO mantiveram-se iguais, mostrando que o empobrecimento do solo não está na falta de aporte de nutrientes, e sim na falta de rotação de culturas e práticas de manejo adequadas.

De acordo com OLIVEIRA & STULP (2010), as grandes oscilações de preço, a falta de diversificação de produtos e o uso indiscriminado de insumos, fazem com que haja o comprometimento da renda nas propriedades, que buscam alternativas para continuarem ativas e produtivas. Cerca de 90% dos produtores de arroz aplicam o sistema tradicional de plantio, com revolvimento anual do solo, o que resulta na dificuldade de controle do arroz vermelho e rápida degradação do solo.

As práticas de manejo de solo que a maioria dos agricultores utilizam não é caráter sustentável, criando-se a frequente dependência de insumos externos. Conforme SILVA & SCHOENFELD (2013), mesmo com adubações seguindo a recomendação de nutrientes para alta expectativa de resposta, os sistemas tradicionais de cultivo no RS geram decréscimo na quantidade de nutrientes do solo.

Dados do IRGA indicaram o custo de produção da safra 2018/19 em 153 sacos por hectares, levando em consideração apenas custos variáveis, não contando custos de depreciação e amortização. Tomando por base a produtividade média da mesma safra, de 159 sacos por hectare, constata-se que a atividade arroseira apresenta baixa lucratividade. Isso demonstra que os sistemas tradicionais de produção de arroz precisam ser melhorados para garantir maior sustentabilidade do sistema produtivo, menor dependência do uso de insumos (sobretudo fertilizantes) e manutenção do principal bem produtivo, o solo. Portanto, a lavoura de arroz passa por um momento de mudança, buscando a adaptação a uma demanda maior de práticas conservacionistas e incremento da eficiência no aporte dos insumos, além da procura por alternativas que viabilizem e incrementem sua rentabilidade.

Apesar do aumento considerável das áreas com sistematização em nível, as quais dispensam a necessidade de construção de taipas, elas representam apenas 13% da área total de arroz no Estado (Farsul, 2016). Portanto, a adoção de um sistema com total ausência de mobilização do solo é algo distante, fazendo com que o conceito de plantio direto tenha que ser adaptado, aceitando-se o mínimo revolvimento do solo. A resistência a implantação ocorre também pelos produtores acharem que o pastejo animal inviabiliza a semeadura do arroz na época recomendada, bem como seu

estabelecimento, por problemas de drenagem do solo, especialmente do funcionamento da micro drenagem. Por isso a importância do preparo antecipado, logo após a colheita da safra de verão e antes da implantação das pastagens.

#### **2.4. Soja em ambientes de terras baixas**

O principal motivo da não adoção de rotações de culturas se deve às características inerentes dos ambientes de terras baixas, como a maior susceptibilidade à saturação do solo por água, ocasionando limitações ao cultivo de plantas de sequeiro (FLOSS, 2008). Aliado a isso, o sistema de cultivo predominante do arroz irrigado no RS, por sistematização em desnível, conta com a necessidade de construção de taipas, a fim de manter a altura de lâmina de água ideal sobre o solo (SOSBAI, 2016). Porém, este cenário vem mudando. O primeiro motivo é a necessidade de desenvolver cultivares com maior resistência ao excesso hídrico, para melhor adaptação ao ambiente de terras baixas no subtropicais brasileiro; o segundo é o maior cuidado e melhor eficiência da drenagem nestas áreas de suscetível alagamento.

Pelos motivos citados, a soja vem se constituindo como ótima opção para a rotação de culturas, e vem crescendo pelo preço bastante atrativo desta oleaginosa. Além de trazer lucro de sua própria lavoura, ela beneficia a lavoura sucessora de arroz, quebrando ciclo de doenças, alternando princípios ativos de defensivos químicos e controlando de maneira considerável a infestação de arroz vermelho, principal planta daninha da cultura do arroz (VEDELAGO et al., 2012; THOMAS & LANGE, 2014).

O cultivo de soja em terras baixas pondera, entre outros objetivos, melhorar o sistema de produção da cultura de arroz irrigado e não substituir a mesma. A produção neste ambiente depende de duas tecnologias: insumos e processos. A primeira, constituída por cultivares adaptadas à nova condição de solo sujeito a períodos de encharcamento e fertilizantes; e outra baseada na drenagem do solo.

Uma drenagem eficiente do solo permite o cultivo de soja em rotação à cultura de arroz em Terras Baixas e requer inovações nos processos de sistematização do terreno com o objetivo de elevar o potencial gravitacional do solo, ou seja, elevar a taxa de drenagem. A estas inovações associa-se a melhoria da estrutura do solo, mediante redução ou abandono das mobilizações, objetivando elevar a relação entre macro e microporos, assim, reduzindo o potencial matricial do solo (EMBRAPA, 2014).

#### **2.5. Pastagens anuais de verão**

Uma alternativa para rotações de culturas no verão são as pastagens anuais cultivadas, por apresentarem excelente produção de biomassa e qualidade, quando bem manejadas. O sorgo (*Sorghum bicolor*) juntamente com o Capim Sudão (*Sorghum sudanense*) estão entre as espécies implantadas no verão mais utilizadas na alimentação animal no RS. São plantas típicas de clima quente, xerófilas, com grande capacidade de tolerar estresses abióticos, por

exemplo: salinidade e excesso ou déficit hídrico, se encaixando perfeitamente neste ambiente de grande susceptibilidade ao encharcamento.

Alta velocidade de crescimento, boa capacidade de perfilhamento, resistência à seca, pouca exigência quanto à qualidade do solo e bom valor nutricional encontram-se como características desejáveis às plantas forrageiras (BOGDAN, 1977). O sorgo, em específico, além das características mencionadas, possui maior eficiência no uso da água em relação a outras gramíneas tropicais (TABOSA et al., 1987).

O sorgo e o capim Sudão podem gerar grande quantidade de resíduos de elevada relação C:N, dependendo do manejo. Como consequência se degradando de forma lenta após o período produtivo, o que pode prejudicar o estabelecimento da cultura sucessora. A decomposição da matéria seca ocorre com velocidades diferentes conforme a composição do resíduo (SOONG et al., 2015).

Outra dificuldade imposta pelos resíduos destas forrageiras é uma alegada alelopatia, Segundo RICE (1984), “definida como qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de microrganismos sobre outra planta, mediante produção de compostos químicos que são liberados no ambiente”. ALMEIDA (1991) afirma se tratar de “ácidos aromáticos, aldeídos e fenóis, como derivados do ácido cinâmico e benzoico, e têm sido isolados com frequência em diversas espécies vegetais, nos seus resíduos e no solo circunvizinho às raízes”.

## **2.6. Campo de sucessão**

O Bioma Pampa é um ecossistema natural com predomínio de vegetação herbácea, graminóide, e sua utilização com pecuária representa a melhor opção de uso sustentável para fins de produção de alimentos (CARVALHO et al., 2010). A vegetação nativa precede todo e qualquer uso agrícola, denominando-se campo de sucessão a área que revegeta naturalmente após ser perturbada. A sucessão ecológica é a revegetação que responde a algum distúrbio, seja ele natural ou antrópico (MIRANDA, 2009). O processo de sucessão não resulta necessariamente em comunidades idênticas ao seu estado anterior ou estáveis. Se as condições de distúrbio alterarem a dinâmica específica da comunidade, acabam por formar uma nova estrutura de comunidade (PILLAR, 2009).

No decorrer da sucessão e com o avançar do tempo, a área a ser colonizada vai estabilizando em seu patamar ecológico, enquanto a biomassa total da comunidade aumenta, acontecendo substituição de plantas de maior porte por de menor, como as plantas invasoras, espécies tipicamente adaptadas a distúrbios. Em campos perenes e comunidades herbáceas, o acúmulo da biomassa normalmente é abaixo do solo e em estruturas de armazenamento de energia (MIRANDA, 2009).

Juntamente com o acúmulo de biomassa, os nutrientes são translocados das profundidades do solo pelas plantas e se acumulam na superfície ou nas camadas superiores do solo após senescência e/ou morte das plantas. Comunidades de sucessão mais jovens relativamente têm menor quantidade e

capacidade de retenção de nutrientes, em comparação a comunidades estabelecidas a mais tempo. Outra particularidade dos campos de sucessão é que o número de espécies é proporcional ao tempo. Com o passar do tempo, a diversidade de espécies vai aumentando e tendendo a se estabilizar (MIRANDA, 2009).

As sementes destas comunidades também têm suas dinâmicas influenciadas pelo tempo. Por exemplo, espécies de sementes pequenas que dão lugar a espécies de sementes maiores, que apresentam maior capacidade de estabelecimento na sombra sob dossel fechado. Sementes menores normalmente têm maior dependência de mecanismos abióticos para sua disseminação, enquanto as espécies de sementes maiores dependem mais de mamíferos e aves. Portanto, com o passar do tempo, maior é a dependência dos seres heterótrofos para sua perpetuação (PITELLI & DURIGAN, 2001).

Sabe-se que a agricultura demanda elevadas quantidades de nutrientes para alcançar altos níveis de produtividade, e que na maioria das vezes os nutrientes são adicionados apenas visando o sistema agrícola e sua produção, e não para que o solo mantenha o seu estado natural de fertilidade. Com a alteração da fertilidade original, as velocidades de recuperação das comunidades naturais são modificadas. Exemplo disso são culturas anuais que rapidamente são suprimidas por espécies perenes. Porém, se a fertilidade for mantida em níveis maiores do que o original, pela fertilização externa, as espécies anuais podem perseverar ou até mesmo prevalecer por anos.

Os distúrbios causados pelas práticas agrícolas normalmente vêm acompanhados do aparecimento de plantas daninhas que se adaptam mais facilmente às condições do ambiente de produção. Atividades agrícolas aumentam a abundância de espécies daninhas dentro da paisagem. Enquanto nos primeiros habitats sucessionais a quantidade de espécies exóticas é elevada, ela normalmente tende a diminuir durante a sucessão (PITELLI & DURIGAN, 2001). As primeiras comunidades sucessionais normalmente não causam grandes problemas, pois tendem a ser substituídas pelas espécies tardias no processo da sucessão. No entanto, qualquer espécie que iniba uma transição sucessional de uma fase para outra pode atrasar, ou até mesmo interromper, a sucessão por longo tempo.

## **2.7. Ressemeadura natural e o banco de sementes do solo**

Características como o tamanho e a forma das sementes podem ter efeito sobre a dinâmica do banco de sementes do solo (BSS). Tais características estão relacionadas à facilidade de enterrio das sementes. Os mecanismos comuns do enterrio, como a penetração por fissuras no solo, o transporte das sementes pela água para fora do sistema e a ingestão pelas minhocas, operam mais eficientemente com sementes pequenas e compactas. As minhocas também podem ingerir sementes do BSS e trazê-las para a superfície onde possam germinar (THOMPSON et al., 1997). Requisitos de germinação, mecanismos de dormência e resistência a patógenos também contribuem para a persistência do BSS (THOMPSON et al., 1997).

THOMPSON & GRIME(1979) classificaram o BSS em transitório e persistente. Transitório se caracteriza pela germinação dentro de um ano a partir da dispersão, já o persistente germina do ano seguinte em diante. O azevém

anual forma BSS transitórios do tipo I, que permite que uma espécie aproveite as brechas sazonais na cobertura vegetal (THOMPSON & GRIME, 1979).

É provável que a duração da dormência possa variar amplamente entre e dentro de cultivares, e mesmo entre plantas individuais da mesma cultivar, devido a fatores genéticos e ambientais. O ambiente no qual as sementes se desenvolvem determina o status de dormência. A temperatura, o suprimento de água, o sombreamento, a duração do dia e o suprimento de nutrientes são os principais fatores atribuídos à modificação da proporção de sementes que exibem dormência em várias espécies de plantas. Por exemplo, as sementes de azevém se tornam maiores e mais adormecidas à medida que a temperatura é reduzida de 27°C para 15°C (STEADMAN et al., 2004).

Estudos mostram em pastos de festuca e azevém perene, após 14 meses da produção de sementes, que o BSS continha 14% de azevém e 10% de festuca. Aos 26 meses, nenhuma das espécies estavam presentes no BSS (LODGE, 2004). A semente de azevém perene persiste no solo por menos de 5 anos (THOMPSON et al., 1997).

Azevém anual, perene e festuca germinam rapidamente sem pré-tratamento, uma vez que não têm dormência fisiológica (HILL & PEARSON, 1985; LODGE, 2004). Um mês após a colheita, a germinação média das sementes de azevém perene (cv. Vale do Canguru) e de festuca (cv. Demeter) foi de 70,5% e 62,5%, respectivamente (LODGE, 2004). Em duas cultivares de azevém (Tribune e Lemtal), 50% das sementes germinaram em três semanas após a colheita (HIDES et al., 1993). Em comparação com outras gramíneas, o azevém perene (cv. Derby) é relativamente rápido para germinar. LUSH & BIRKENHEAD, (1987), mostraram em um estudo na Austrália que leva 2,8 dias (na primavera) a 6 dias (no inverno) para 50% das sementes germinarem no campo.

Segundo SIMPSON & WEINER (1989) o BSS é formado por sementes vivas ou aderidas a restos culturais existente no solo. ROBERTS (1981), conceituou o BSS como reservas de sementes viáveis no solo em diferentes profundidades. A forma, tamanho e a composição botânica das espécies que constituem uma população de sementes do solo é fruto da relação entre entradas e saídas de sementes, seja ela por qualquer via (CARMONA, 1992). As maneiras de aumentar este banco são: produção de novas sementes por plantas remanescentes e pela dispersão de sementes pelos maquinários, animais, vento, água e o homem. A diminuição de sementes no BSS, na sua maior parte, é por meio da germinação, mas também se dá por predadores, microrganismos, condições ambientais, dormência e por diferenças fisiológicas de espécies. No sistema de plantio direto, onde não há revolvimento do solo, as sementes ficam em maior quantidade na camada superior do solo, acontecendo diminuição do BSS pela germinação.

## **2.8. Dormência de sementes**

Para sua perpetuação, as espécies vegetais emitem sementes por meio de suas estruturas reprodutivas. Além de abrigar as características genéticas dos ascendentes, as sementes recebem estímulos do ambiente no decorrer ou após a sua formação, que modificam seu comportamento a partir da liberação

da planta-mãe. Dentre os mecanismos de persistência, a dormência de sementes é uma forma de garantir sobrevivência e perpetuação, estando relacionada com a duração do ciclo e rusticidade da espécie (MCIVOR & HOWDEN, 2000).

Segundo VILLIERS (1972), consideram-se dormentes as sementes cujas características morfológicas e bioquímicas não permitem a germinação, mesmo sob condições ambientais ótimas. Dormência tem como característica a ausência de germinação devido a um ou mais fatores internos (subentendido como dormência endógena) que atuam no processo germinativo sob condições hídricas, térmicas e gasosas adequadas, como elucidada (BENECH-ARNOLD et al., 2000). A quebra de dormência é comprovada quando a semente obtém a capacidade de embeber água, propagar a raiz primária, e assim ocorrendo a germinação.

A definição de dormência muitas vezes é expressa como o processo em que o crescimento é interrompido quando haja alguma condição adversa. Porém, segundo LABOURIAU (1983) existe síntese de proteínas e de ácidos nucléicos em várias sementes dormentes, contrariando que a dormência seja um estado com suspensão total das atividades metabólicas. Não obstante, os pesquisadores concordam que a dormência venha de dois mecanismos: o primeiro ligado a eventos internos das sementes (embrião), e o segundo associado a características externas (tegumento, endosperma ou as barreiras impostas pelo fruto), denominadas dormência endógena e exógena, respectivamente (NIKOLAEVA, 1977).

### **2.8.1. Fatores ambientais que afetam a dormência**

Os fatores que influenciam a dormência são divididos em principais e secundários. Temperatura e disponibilidade de água são tidas como principais, e as secundárias seriam luz, níveis de nitrato e outros compostos do solo.

A temperatura é o fator ambiental de maior influência para o rompimento da dormência de sementes. Já outras espécies necessitam de períodos com aumento ou diminuição de temperatura de forma lenta. Para outras, o resfriamento ou a amplitude na temperatura diária são mais essenciais para superação da dormência (BASKIN & BASKIN, 1998).

GUMMERSON (1986), sugeriu o potencial hídrico base como conceito para se obter a taxa de germinação de sementes. Segundo ele, potencial hídrico base “consiste na determinação do potencial hídrico ( $\theta_w$ ) onde a taxa de germinação de uma fração da população é igual a zero, ou seja, o limiar de  $\theta_w$  que impede a germinação das sementes”. Bradford (1995), após conceito anterior, concluiu “que a indução da quebra de dormência em sementes é decorrente do decréscimo do potencial hídrico do solo ( $\theta_s$ )”.

A luz é um fator secundário para a germinação, e está estreitamente ligada aos fitocromos. Sua atuação é um dos únicos mecanismos amplamente conhecidos por pesquisadores da área. O espectro vermelho (660 nm) e vermelho distante (730 nm), quando atinge os fitocromos, provoca mudança na forma isométrica entre a forma ativa (Fvd) e inativa (Fv). Quando se obtém a relação Fvd/Fv alta, acontece um estímulo de maior intensidade, provocando a

germinação. Sendo a relação menor, a possibilidade de quebra da dormência diminui. A radiação solar que chega ao solo, abaixo do dossel, serve como filtro, diminuindo drasticamente a incidência do espectro vermelho em relação ao vermelho distante, inibindo a germinação pela baixa relação  $F_{vd}/F_v$  (HOLT, 1995). Não só o espectro da luz é importante para a germinação, a duração e o tempo de exposição também têm grande relevância.

Dentre os muitos compostos inorgânicos no solo, apenas o nitrato e nitrito conseguem influenciar a quebra de dormência em sementes. Conforme HILHORST et al. (1986), quando se combina a luz de espectro vermelho com o nitrato, a germinação de espécies sensíveis é incrementada.

### **3. HIPÓTESE E OBJETIVOS**

Hipótese: A diversidade e a intensidade de rotações de culturas em SIPA afetam a ressemeadura natural em pastagens hibernais em terras baixas.

Objetivos:

1. Avaliar a ressemeadura natural no estabelecimento das pastagens em SIPA;
2. Quantificar e classificar as espécies indesejadas;
3. Avaliar o banco de sementes do solo sob diferentes arranjos de sucessão lavoura-pastagem em ambiente de Terras Baixas.

## CAPÍTULO II

### **IMPACT OF THE DIFERRENT ARRANGEMENTS IN INTEGRATED CROP-LIVERSTOCK SYSTEMS ON THE EMERGENCE OF WINTER FORAGE ON LOW LANDS.**

## **IMPACT OF THE DIFERRENT ARRANGEMENTS IN INTEGRATED CROP-LIVERSTOCK SYSTEMS ON THE EMERGENCE OF WINTER FORAGE ON LOW LANDS.**

### 1. Introdução

Nosso planeta apresenta 1,87 bilhão de hectares destinados a produção de alimentos para 7,6 bilhões de pessoas. Porém, apenas 10% dessas áreas são arranjos de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), demonstrando que se pode aumentar em larga escala a produção de alimentos sob os preceitos da sustentabilidade. O principal caminho para atingir esse objetivo seria a intensificação da eficiência produtiva das áreas já cultivadas, sem necessidade de abertura de novas fronteiras agrícolas tendo em vista a projeção de, no ano de 2050, atingirmos 9,7 bilhões de pessoas no mundo, o que aumenta em 60% a demanda por alimentos (FAO 2017).

Os resultados negativos de longo prazo decorrentes do modelo produtivista estão registrados por vários autores, em várias regiões do planeta

em vários sistemas de produção (FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2007; MORAINÉ et al., 2017). No Sul do Brasil, um exemplo contundente é o atual modelo de produção orizícola, o qual apresenta significativo impacto socioeconômico. A prática da monocultura vem sendo agravada, especialmente após o advento da tecnologia *Clearfield*<sup>®</sup> (variedades de arroz resistentes ao grupo químico das imidazolinonas), que tem por objetivo o controle do arroz vermelho. Uma alternativa para reversão desse quadro é o estímulo à adoção de sistemas integrados, com vistas à diminuição de riscos, minimização dos impactos ambientais e maior eficiência produtiva no uso de insumos e área de produção.

Os SIPA têm como filosofia a intensificação sustentável, criando sinergismos resultado das interações entre os compartimentos solo-planta-animal-atmosfera de áreas que integram atividades de produção agrícola e pecuária continuadas no tempo (ANGHINONI; CARVALHO; COSTA, 2013). A sustentabilidade destes sistemas é maior do que sistemas de monocultivo, porque apresentam diversidade vegetal e animal (seres heterotróficos, como herbívoros e decompositores), e esses sistemas tendem a mimetizar os processos dos ecossistemas naturais. Através da escolha correta entre as rotações de culturas e os animais, é possível garantir maior resiliência ao sistema, trazendo sustentabilidade em todo processo (MORAES et al., 2014).

Dentre as espécies de pastagens cultivadas no Sul do Brasil, encontra-se o azevém anual. É uma gramínea anual de ciclo hiberno-primaveril, de rota metabólica C3, que apresenta boa produção de forragem e capacidade de rebrote. Além disso, a forrageira apresenta a característica de se restabelecer

por ressemeadura natural sem perdas em produtividade (EVERS & NELSON, 2000).

O êxito do estabelecimento da pastagem por ressemeadura natural está ligado a quantidade satisfatória de plântulas vigorosas originárias do banco de sementes do solo, na fase de emergência desejável. EVERS & NELSON (2000) salientam que para um estabelecimento satisfatório da pastagem de azevém anual, o banco de sementes do solo deve gerar uma população mínima de 500 plântulas m<sup>-2</sup>. A manutenção do banco de sementes do solo de uma espécie é atrelada a quantidade e frequência em que as sementes são adicionadas ao solo, menos as perdas por predação, envelhecimento, morte, decomposição e germinação (HARPER, 1977). O sistema plantio direto é baseado no cultivo sem revolvimento do solo, no alto aporte de resíduos e na rotação de culturas. Pelas suas práticas de manejo conservacionistas, os SIPA também estão sendo vislumbrados para as terras baixas (CARVALHO et al., 2010), pois as pastagens apresentam alto aporte de carbono ao solo, tanto em superfície como em profundidade. Esses sistemas visam alcançar a sustentabilidade na produção de alimentos e fibras em um solo que seja capaz de cumprir suas funções, segundo um processo produtivo ambientalmente seguro, economicamente viável e socialmente aceito (MIELNICZUK et al., 2003). Experimentos com SIPA sob plantio direto sugerem que os os componentes isolados muitas vezes não alcançam o mesmo nível de sucesso quando esses mesmos componentes são arranjados de forma sinérgica no tempo e no espaço (CARVALHO & MORAES, 2011)

Para garantir sua existência, as espécies vegetais utilizam-se de sementes, estruturas reprodutivas, para se perenizar, simbolizando a sua continuidade e diversidade. A dormência de sementes simboliza uma das aptidões das espécies vegetais para garantir a sua sobrevivência e perpetuação, atrelada com a duração do ciclo e rusticidade da espécie (MCIVOR; HOWDEN, 2000).

Em espécies anuais, a dormência de semente é quebrada na estação anterior, quando se apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento e crescimento das plantas. Já com condições ambientais inadequadas, a dormência é induzida em um período anterior à estação, pois nessas condições a sobrevivência das plantas é complicada (KARSSEN, 1982).

Dentre as espécies de pastagens cultivadas no Sul do Brasil, o azevém anual é uma gramínea de ciclo hiberno-primaveril que tem por característica tolerar o ambiente de terras baixas e se restabelecer por ressemeadura natural (EVERS & NELSON, 2000). O êxito do estabelecimento da pastagem por ressemeadura natural está ligado à quantidade satisfatória de plântulas vigorosas originárias do banco de sementes do solo. Evers e Nelson (2000) salientam que para o estabelecimento satisfatório do azevém anual, o banco de sementes do solo deve gerar uma população mínima de 500 plântulas m<sup>-2</sup>. A manutenção do banco de sementes do solo é associada à quantidade e frequência com que as sementes são adicionadas ao *pool* do solo, subtraindo-se as perdas por predação, envelhecimento, morte, decomposição e germinação (HARPER, 1977).

Sendo o azevém anual uma espécie da maior importância para as rotações no ambiente de terras baixas, é imperativo que se conheça o impacto de diferentes arranjos do SIPA no seu banco de sementes do solo, e no de outras espécies de potencial para uso nesses ambientes. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade de ressemeadura natural do azevém, segundo diferentes arranjos de sucessão com lavouras de grão em terras baixas.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Local e sistemas

O estudo foi desenvolvido no protocolo experimental de longa duração SIPA Terras Baixas, que vem sendo conduzido desde 2013. A área experimental está localizada na Fazenda Corticeiras, município de Cristal-RS, Brasil (latitude 30°97'26''S, longitude 51°95'04''O).

O clima da região é caracterizado como subtropical úmido e quente (Cfa), segundo a classificação de Köppen (Kottek et al., 2006), com temperatura média anual de 18,3°C e precipitação média anual de 1.522 mm (CEMETRS, 2017). A área experimental possui 18 hectares, localizada a 28 metros acima do nível do mar com declividade máxima de 0,04m m<sup>-1</sup>. O solo é classificado como Planossolo Háplico eutrófico típico (Streck et al., 2008), e possui textura areno-argilosa com 240, 230 e 530g.kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente, na camada 0-20 cm de profundidade.

A área vem sendo cultivada com arroz desde 1960. Primeiramente em preparo convencional, até 2009, quando área entrou em pousio até 2013. O

início do protocolo ocorreu no inverno de 2013, com preparo convencional (revolvimento do solo com uma aração e duas intervenções com grade niveladora) e correção da acidez do solo pela incorporação de 4,5 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 70%) para elevar o pH até 6,0 (CQFS RS/SC, 2004).

A partir de então, diferentes combinações de produção de grãos e pastagens foram estabelecidas para constituir cinco sistemas de produção, cujos arranjos consideram características de diversidade espaço-temporal entre culturas, intensidade e frequência das rotações, e o manejo espaço-temporal do solo. Os sistemas foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Simultaneamente, os sistemas representam modelos de produção para diferentes cenários no RS, tendo o arroz como cultura de referência e o Sistema 1 como modelo testemunha de lavoura convencional (Tabela 1).

**TABELA 1 - DIFERENTES ARRANJOS DE LAVOURAS E PASTAGEM NO PROTOCOLO EXPERIMENTAL DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS.**

Sistemas	Ano / Estação							
	2017/18		2018/19		2019/20		2020/21	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
1	Pousio	Arroz	Pousio	Arroz	Pousio	Arroz	Pousio	Arroz
2	Azevém	Arroz	Azevém	Arroz	Azevém	Arroz	Azevém	Arroz
3	Azevém	Soja	Azevém	Arroz	Azevém	Soja	Azevém	Arroz
4	Azevém + Trevo Persa	Capim Sudão	Azevém + Trevo Persa	Soja	Azevém + Trevo Persa	Milho	Azevém + Trevo Persa	Arroz
5	Azevém + Trevo Persa + Cornichão	Campo de Sucessão	Azevém + Trevo Persa + Cornichão	Campo de Sucessão	Azevém + Trevo Persa + Cornichão	Campo de Sucessão	Azevém + Trevo Persa + Cornichão	Arroz

Para os fins deste trabalho, o Sistema 1 não foi avaliado por não envolver rotações com pastagens.

## 2.2. Estabelecimento do pasto

No ano I, a semeadura dos pastos ocorreu no dia 05 de maio de 2017, com densidade de semeadura de 30, 7,5 e 8,1 kg de sementes por hectare de azevém anual (*Lolium multiflorum*), trevo persa (*Trifolium resupinatum*) e cornichão (*Lotus corniculatus*), respectivamente. A adubação ocorreu em dois momentos, no dia 20/06 com 75, 115 e 90 kg por hectare de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, e no dia 01/09 foi feita a segunda aplicação, mas apenas nitrogenada, com 75 kg de N por hectare.

No ano II foi feita a semeadura dos sistemas no dia 10 de maio de 2018, com densidades de 20 e 7,5 kg de sementes por hectare de azevém e trevo

persa, respectivamente. O cornichão não foi semeado, pois como esta leguminosa já apresentava estande de plantas adequado, tendo sido descartada a necessidade de semeadura. A adubação foi feita a lanço no dia 30 de maio, com 150, 120 e 75 kg por hectare de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

### 2.3. Avaliações na pastagem e animais

Nos sistemas que apresentam pastejo no inverno (sistemas 2 ao 5), o método de pastoreio adotado foi o contínuo com taxa de lotação variável. A entrada dos animais na pastagem acontece quando a altura média do dossel atinge 20 cm (aproximadamente 1.500 kg MS. ha<sup>-1</sup>) e a manutenção é realizada a uma altura média de 15 cm (PONTES et al., 2004; DA SILVA, 2013). As alturas são medidas com auxílio de um bastão graduado em centímetros (*Sward stick*) (BIRCHAM, 1981; BARTHAM, 1986). Esta medição foi repetida 150 vezes por unidade experimental, em caminhamento aleatório, uma vez por semana, para obter a altura média do pasto no potreiro e tomar decisões de colocar ou retirar animais para se manter o pasto em 15 cm.

Para caracterizar o pasto foram feitas avaliações da massa de forragem (MF), produção total de forragem (PTMS), e taxa de acúmulo diário, todas expressas em kg de matéria seca por hectare (kg MS ha<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>). Para se obter a MF foi efetuado, a cada 28 dias, cinco cortes aleatórios do pasto em um quadro de 0,5 X 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>), juntamente com a medição de cinco pontos de altura dentro do quadro, com o *sward stick*, para estimar a MF em função da altura por meio de uma regressão linear ( $y = ax+b$ ).

A taxa de acúmulo também foi determinada a cada 28 dias, com auxílio de gaiolas de exclusão ao pastejo (KLINGMAN et al., 1943), pela metodologia de dupla amostragem, totalizando três gaiolas por unidade experimental. A taxa é calculada pela diferença entre da massa de forragem dentro e fora da gaiola, dividida pelo número de dias. Todas as amostras foram levadas a estufa de circulação forçada a ar a 55°C até peso constante por cerca de 72 horas, e então pesadas. A PTMS é o somatório da MF no início do ciclo de pastejo, mais a taxa de acúmulo dos subperíodos.

As avaliações do componente animal foram realizadas em três animais *testers*, em cada unidade experimental (potreiro). Para ajuste de carga, foram adicionados ou removidos animais reguladores, segundo a metodologia *put-and-take* de MOTT & LUCAS (1952). Os animais foram machos castrados com 10 meses de idade e aproximadamente 170 kg de peso vivo das raças europeias Devon ou Aberdeen Angus. As variáveis animais mensuradas no protocolo foram o ganho médio diário individual (GMD), calculado pela diferença do peso final em relação ao peso inicial dividido pelo número de dias de pastejo ( $\text{kg animal}^{-1}$ ); a carga animal (CA) foi obtida pela soma do peso dos animais (*testers* + reguladores utilizados em cada período experimental, potreiros) ( $\text{kg de PV ha}^{-1}$ ); e o ganho de peso por área (GPA) que se obtém pela soma dos GMD dos *testers* e eventuais reguladores multiplicado pelo número de dias de permanência em pastejo dividido pela área de cada unidade experimental (potreiros) ( $\text{kg de PV ha}^{-1}$ ).

#### 2.4. Banco de sementes

Foram coletadas 30 amostras de solo da camada superior de 0 a 5 cm de cada unidade experimental, com auxílio de trado calador com volume de 393 cm<sup>3</sup>, para que todas as amostras apresentassem o mesmo volume de solo. As coletas foram efetuadas em duas épocas: ao final do pastejo dos animais na primavera do ano de 2017 (pré-verão); e depois da colheita da safra de verão 2017/18 (pós-verão). O motivo para a repetição das coletas foi avaliar o impacto das diferentes lavouras de verão dentro de cada sistema.

As amostras de solo foram manipuladas para que não houvesse fragmentos de pedras e raízes, e depois alocados em bandejas de 38x26 cm. Após homogeneização, iniciou-se o processo de quebra de dormência partindo do método menos para o mais invasivo. O primeiro procedimento foi provocar estresse hídrico, cessando o suprimento de água por duas semanas. Posteriormente, foi utilizado o procedimento com o auxílio de incubadoras BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) ajustadas à temperatura de 2° C por uma semana e, na semana seguinte, com alternância de temperatura de 12/12 horas de 2 graus para 15 graus, para simular a temperatura diurna e noturna. Concluindo a etapa de quebra de dormência, toda amostra foi irrigada duas a três vezes por dia para provocar a germinação por aproximadamente 100 dias.

O método de emergência de plântulas (THOMPSON; BAKKER; BEKKER, 1997) foi utilizado para quantificar as sementes prontamente germináveis (sem considerar sementes mortas ou em dormência) no banco de sementes do solo (MA et al., 2012). A identificação das sementes foi realizada conforme descrito por KISSMANN & GROTH (1997) e LORENZI et al. (2014).

As variáveis avaliadas foram, frequência de azevém, frequência de daninhas (todas as espécies que não foram azevém, trevo persa ou cornichão) e frequência total, somatório das duas frequências acima.

## 2.5. Avaliação da ressemeadura natural

Para analisar a capacidade de ressemeadura natural das espécies hibernais de interesse, foram realizadas coletas de plântulas aleatórias em dois locais por unidade experimental. As espécies hibernais foram semeadas com área de exclusão para que nenhuma semente introduzida (item 2.2) tivesse contato com o solo e se pudesse avaliar a ressemeadura natural. A área de exclusão foi feita com auxílio de uma lona plástica de 4x7 metros totalizando 28 m<sup>2</sup>, em cada parcela experimental.

As coletas das plântulas foram feitas com auxílio de quadros de 0,2x0,2 m (0,04 m<sup>2</sup>), com 5 medidas de altura dentro deste quadro. Em seguida, todas as plântulas de azevém trevo persa e cornichão foram removidas e quantificadas. Foram coletados e quantificados os resíduos de material vivo e senescente restante nos quadros. Esse procedimento foi repetido cinco vezes dentro e fora da área de exclusão, totalizando 20 amostras por parcela.

A avaliação inicial foi feita no dia 7 de junho de 2018 em todos os sistemas avaliados. A avaliação final foi realizada no momento em que a altura do pasto atingisse 20 cm de altura (aprox. 1500 kgMS ha<sup>-1</sup>). Portanto, as datas das avaliações finais variaram de acordo com os sistemas. No dia 02 de agosto

os sistemas 5 já tinha altura e massa de forragem suficiente para o início do pastejo. No dia 21 de agosto de 2018 verificou-se que os sistemas 3 e 4 apresentavam condições de pastejo, quando então foram avaliados. Apenas no dia 4 de setembro, do mesmo ano, os sistemas 2 apresentou condições para a entrada dos animais. No bloco 1, os sistemas 3 e 5 não foram coletados, pois no verão 2017/18 foi semeado por equívoco soja onde seria campo de sucessão, perdendo uma das três repetições nestes sistemas.

Após a coleta, as amostras foram levadas à estufa de circulação de ar forçada a 55° C por no mínimo 72 horas, para garantir peso constante e, então, pesadas. As variáveis analisadas foram número total de plântulas por m<sup>2</sup> (NTP), altura do pasto (cm), resíduo e MF (kg MS há<sup>-1</sup>).

## 2.6. Análises de solo

As análises deste estudo foram efetuadas pelo grupo de pesquisa IGERB-UFRGS (*Interdisciplinary Research Group on Environmental Biogeochemistry*) e analisadas no laboratório de Solos e Água do IRGA. Foram coletadas amostras de solo em 90 pontos, georeferenciados em uma grade amostral de 45 metros. A camada amostrada foi de 0-10 cm. Todas as amostras de solo foram submetidas a análises de pH em água (relação 1:1); MO (Walkey-Black), cálcio, magnésio e Al trocáveis (KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>), e K disponível (Mehlich-1), conforme metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

As amostragens foram realizadas em dezembro de 2017 e maio de 2018, e confrontadas com a análise realizada no início do experimento. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

**TABELA 2 - ANÁLISE DE SOLO DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS DA CONDIÇÃO INICIAL DO EXPERIMENTO E DE DEZEMBRO DE 2017.**

Sistemas de produção	MO <sup>(1)</sup>	pH <sup>(2)</sup>	P <sup>(3)</sup>	K <sup>(3)</sup>	Al <sup>(4)</sup>	Ca <sup>(4)</sup>	Mg <sup>(4)</sup>	CTC <sub>pH7</sub> <sup>(5)</sup>
	-- % --		---- mg kg <sup>-1</sup> ----			----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----		
Condição inicial (2013)	1,8	5,5	9,1	71,1	0,1	3,2	2,2	10,3
Sistema 1 (Dezembro 2017)	2,0	5,65	21,55	110,5	0,25	4,95	0,25	8,65
Sistema 2 (Dezembro 2017)	2,5	5,4	35,20	115,5	0,25	4,45	0,2	8,45
Sistema 3 (Dezembro 2017)	2,3	5,55	53,65	153,5	0,25	4,95	0,2	9,35
Sistema 4 (Dezembro 2017)	2,0	5,8	32,4	100,5	0,15	5,35	0,3	9,55
Sistema 5 (Dezembro 2017)	3,1	5,7	39,36	175,6	0,23	5,46	0,26	9,46

<sup>(1)</sup> Teor de matéria orgânica (método Walkley-Black); <sup>(2)</sup> pH em água, relação 1:1; <sup>(3)</sup> Fósforo (P) e Potássio (K) disponíveis (método Mehlich 1; <sup>(4)</sup> Alumínio (Al), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) trocáveis (método KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); <sup>(5)</sup> Capacidade de troca de cátions a pH 7,0;

**TABELA 3 - ANÁLISE DE SOLO DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS DA CONDIÇÃO INICIAL DO EXPERIMENTO E DE MAIO DE 2018.**

Sistemas de produção	MO <sup>(1)</sup>	pH <sup>(2)</sup>	P <sup>(3)</sup>	K <sup>(3)</sup>	Al <sup>(4)</sup>	Ca <sup>(4)</sup>	Mg <sup>(4)</sup>	CTC <sub>pH7</sub> <sup>(5)</sup>
	-- % --		---- mg kg <sup>-1</sup> ----		----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----			
Condição inicial (2013)	1,8	5,5	9,1	71,1	0,1	3,2	2,2	10,3
Sistema 1 (Maio 2018)	1,63	5,63	4,63	49,7	0,2	3,83	2,13	8,7
Sistema 2 (Maio 2018)	1,8	5,9	4,1	64,4	0,83	4,63	7,07	10
Sistema 3 (Maio 2018)	3,0	5,8	19,7	118,0	0,1	5,5	2,8	11,4
Sistema 4 (Maio 2018)	2,4	5,5	21,9	122,7	0,1	5,4	2,7	11
Sistema 5 (Maio 2018)	2,4	5,8	18,3	70,0	0,2	5,5	3,3	12,13

<sup>(1)</sup> Teor de matéria orgânica (método Walkley-Black); <sup>(2)</sup> pH em água, relação 1:1; <sup>(3)</sup> Fósforo (P) e Potássio (K) disponíveis (método Mehlich 1; <sup>(4)</sup> Alumínio (Al), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) trocáveis (método KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); <sup>(5)</sup> Capacidade de troca de cátions a pH 7,0;

## 2.6 Análise estatística

A análise de variância dos parâmetros vegetais e animais foi realizada por meio de modelos mistos onde foram considerados os efeitos de bloco e sistemas, tendo o ano como efeito aleatório. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando observado efeito significativo em nível de 5% ( $P < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey no software estatístico JMP (versão 12, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Para avaliar o banco de sementes, a análise estatística foi efetuada através do aplicativo computacional SAS versão 9.4 para Windows. Os dados não apresentaram normalidade, sendo necessária a log transformação dos valores. As variáveis frequência de azevém, plantas daninhas e a soma total das duas foram transformados por log mais uma variável. Após transformação foi executado o Proc mixed com teste de Tukey para as médias. O modelo foi

simplificado, segundo (PINHEIRO & BATES 2000). Quando houve diferenças entre os sistemas, foi realizado teste de Tukey *pos-hoc* para as médias ( $\alpha$  0,05).

Para as variáveis relacionadas a ressemeadura natural, considerou-se o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas com fator aninhado. Os dados não apresentaram normalidade, sendo necessária a transformação de valores. As variáveis NPT, MS e altura foram transformados pela soma dos quadrados, sendo então executado o Proc mixed. Quando houve diferenças entre sistemas, foi realizado teste de Tukey *post-hoc* para as médias ( $\alpha$  0,05). A variável resíduo não apresentou distribuição normal para as transformações de valores realizadas, e portanto utilizou-se o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis de comparação de médias. Por ter sido analisado por modelo não paramétrico, não foi possível testar interação. O modelo foi simplificado, segundo PINHEIRO & BATES (2000)

### 3. Resultados

Os resultados apresentados na Tabela 4 são médias de dois anos experimentais (2017 e 2018), e representam o início do segundo ciclo experimental (Anos VI-X), quando se adotou a adubação de sistemas (i.e. adubação na fase pastagem hiberna) para os sistemas 2 ao 5.

**TABELA 4 - VARIÁVEIS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS NO SEGUNDO CICLO (ADUBAÇÃO DE SISTEMAS - 2017 E 2018)**

Sistemas	Dias de pastejo	Carga animal <sup>(1)</sup>	GPA <sup>(2)</sup>	GMD <sup>(3)</sup>	Massa de forragem <sup>(4)</sup>	Taxa de acúmulo <sup>(5)</sup>
2	55,8 B	995,36	262,4 B	0,93	1283,12 B	53,62 B
3	69,4 AB	1115,2	304,6 AB	0,88	2105,9 A	86,43 A
4	79,8 AB	1097,2	382,5 AB	0,96	1896,68 AB	78,30 A
5	97 A	1072,7	448,3 A	0,97	1782,51 AB	81,54 A

<sup>(1)</sup>Carga animal kg.ha<sup>-1</sup>; <sup>(2)</sup>Ganho por área em kgPV.HA-1; <sup>(3)</sup>Ganho médio diário em kgPV.ha.dia<sup>-1</sup>; <sup>(4)</sup> Massa de forragem em kg MS ha-1; <sup>(5)</sup> taxa de acúmulo em kgMS.ha.dia<sup>-1</sup>; Letras diferentes se diferenciam estatisticamente na coluna; Teste de Tukey (P<0.05);

Em relação ao banco de sementes, foram encontradas 13 espécies (*Lolium multiflorum*, *Eleusine indica*, *Poa annua*, *Oxalis corniculata*, *Bidens pilosa*, *Stellaria media*, *Coronupurus didymus*, *Stachys arvensis*, *Uruchloa plantaginea*, *Trifolium resupinatum*, *Sisyrinchium platense*, *Amaranthus sp*, *Oriza sativa*) diferentes entre todos os sistemas e períodos. A espécie *Poa annua* foi a de maior presença, em todos os sistemas e períodos.

O período pré-verão (coleta realizada no final do ciclo de pastejo) apresentou maior aparecimento de espécies (P<0.05), tanto para o azevém quanto para daninhas e frequência total, comparado ao período pós-verão conforme demonstrado na Tabela 5.

**TABELA 5 - EFEITO DE PERÍODO NOS DIFERENTES SISTEMAS PRODUTIVOS DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS.**

<b>Período</b>	<b>Frequência azevém <sup>(1)</sup></b>	<b>Frequência daninha <sup>(1)</sup></b>	<b>Frequência total <sup>(1)</sup></b>
Pré-verão	32 A	332 A	365 A
Pós-verão	4 B	91 B	94 B

<sup>(1)</sup> número de plântulas por m<sup>2</sup>; Letras diferentes se diferenciam estatisticamente nas colunas.

Ao comparar dentro de cada sistema o efeito do período da coleta na frequência de azevém (comparação nas linhas da Tabela 6), verificou-se que, exceto o Sistema 2, onde a frequência se manteve constante, nos outros sistemas a frequência de plântulas de azevém diminuiu do período pré-verão em relação ao período pós-verão ( $P < 0.05$ ). Fato esse que se repetiu para as demais frequências (plantas daninhas e frequência total).

No Sistema 2, no período pré-verão, registrou-se o menor valor para a frequência de azevém, comparado aos sistemas 3 e 4 (Tabela 6).

**TABELA 6 - INTERAÇÃO ENTRE SISTEMAS E PERÍODO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS POR BANDEJAS DOS DIFERENTES SISTEMAS S DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS.**

<b>Sistemas</b>	<b>Pré-verão</b>	<b>Pós-Verão</b>	<b>Média</b>
Frequência Azevém <sup>(1)</sup>			
<b>2</b>	2 Ba	6 Aa	4
<b>3</b>	57 Aa	9 Ab	33
<b>4</b>	43 Aa	1 Ab	22
<b>5</b>	29 ABa	0 Ab	14
<b>Média</b>	33	4	
Frequência Daninha <sup>(1)</sup>			
<b>2</b>	154 Aa	229 Aa	192
<b>3</b>	609 Aa	14 Bb	312
<b>4</b>	252 Aa	89 ABa	170
<b>5</b>	312 Aa	31 ABb	172
<b>Média</b>	332	91	
Frequência Total <sup>(1)</sup>			
<b>2</b>	157 Aa	235 Aa	196
<b>3</b>	664 Aa	20 Bb	342
<b>4</b>	292 Aa	92 ABa	192
<b>5</b>	346 Aa	31 ABb	189
<b>Média</b>	365	94	

<sup>(1)</sup> Número de plântulas por m<sup>2</sup>; Letras maiúsculas diferentes se diferenciam estatisticamente nas colunas. Letras minúsculas diferentes se diferenciam estatisticamente nas linhas; Teste de Tukey (P<0.05).

O sistema 2 no período pós-verão apresentou maior frequência de

plantas daninhas e totais comparado ao sistema 3 ( $P < 0.05$ ). Ordem de grandeza, o sistema arroz sobre arroz, teria grande dificuldade em se estabelecer pelo elevado número de daninhas, totalizando 229 plantas por  $m^2$ .

O sistema 2 no período pré-verão apresentou além do azevém, outras três espécies (*Poa annua*, *Bidens pilosa* e *Stellaria media*). Já no período pós-verão, além destas espécies, houve o aparecimento de *Oriza sativa*.

O sistemas 5, por ser um campo de sucessão, foi o que apresentou maior número de espécies (*Lolium multiflorum*, *Eleusine indica*, *Poa annua*, *Oxalis corniculata*, *Bidens pilosa*, *Stellaria media*, *Stachys arvensis*, *Trifolium resupinatum*, *Sisyrinchium platense* e *Amaranthus* sp) no pré-verão, e apenas três espécies no pós-verão (*Eleusine indica*, *Poa annua*, *Oxalis corniculata*).

O sistema 4 no período pré-verão apresentou oito espécies diferentes (*Lolium multiflorum*, *Eleusine indica*, *Poa annua*, *Oxalis corniculata*, *Stellaria media*, *Coronupurus didymus*, *Stachys arvensis* e *Uruchloa plantaginea*) e no pós-verão apenas 5 (*Lolium multiflorum*, *Eleusine indica*, *Poa annua*, *Oxalis corniculata* e *Uruchloa plantaginea*). O sistema 3 acompanhou a tendência dos sistemas 4 e 5, com queda na diversidade de plantas, com sete espécies no pré-verão (*Lolium multiflorum*, *Eleusine indica*, *Poa annua*, *Oxalis corniculata*, *Stellaria media*, *Coronupurus didymus* e *Sisyrinchium platense*) e no pós-verão apenas quatro (*Lolium multiflorum*, *Eleusine indica*, *Poa Annua* e *Uruchloa plantaginea*).

Em relação ao ensaio de ressemeadura natural do azevém, houve interação tripla entre sistemas, local e avaliação com nível de significância ( $P \leq$

0,05) para as variáveis NPT, MS e altura. O resíduo apresentou efeito apenas de local.

Ao bloquear os efeitos dos sistemas, houve diferença estatística para avaliação e local. As variáveis se comportaram da mesma maneira em ambos os efeitos, com médias absolutas maiores na avaliação final no local semeado (Tabelas 7 e 8).

**TABELA 7 - EFEITO AVALIAÇÃO NAS DIFERENTES VARIÁVEIS COLETADAS NO PROTOCOLO EXPERIMENTAL SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS.**

<b>Avaliação</b>	<b>NTP<sup>(1)</sup></b>	<b>MFha<sup>(2)</sup></b>	<b>Altura<sup>(3)</sup></b>
Inicial	288 B	258.6 B	2.8 B
Final	917 A	1685 A	12.9 A

<sup>(1)</sup>Número total de plântulas por m<sup>2</sup> (azevém, trevo persa e cornichão); <sup>(2)</sup> Massa de forragem por hectare em kg MS ha-1; <sup>(3)</sup> Altura em centímetros; Teste de Tukey (P<0.05)

**TABELA 8 - EFEITO LOCAL NAS DIFERENTES VARIÁVEIS COLETADAS NO PROTOCOLO EXPERIMENTAL SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS.**

<b>Local</b>	<b>NTP<sup>(1)</sup></b>	<b>MFha<sup>(2)</sup></b>	<b>Altura<sup>(3)</sup></b>
Não Semeado	515 B	716.3 B	6 B
Semeado	760 A	1227.5 A	9.7 A

<sup>(1)</sup>Número total de plântulas por m<sup>2</sup> (azevém, trevo persa e cornichão); <sup>(2)</sup> Massa de forragem por hectare em kg MS ha-1; <sup>(3)</sup> Altura em centímetros; Teste de Tukey (P<0.05)

Ao analisar as avaliações separadamente (Tabela 9 e 10), percebe-se que elas apresentam comportamentos diferentes. Na avaliação inicial, em relação a NPT, o sistema 2 foi inferior ao sistema 5; e os sistemas 3 e 4 não apresentaram diferenças tanto para os sistemas 2 quanto para o sistema 5 (P ≤ 0,05). Na avaliação final, o NPT é alterado, com os sistemas 3 e 4 sendo superiores ao sistema 2 e o sistema 5 ocupando posição intermediária, sem diferir dos sistemas 3 e 4 e do sistema 2.

Ao comparar a MF dos diferentes sistemas na avaliação inicial, não houve diferença. No entanto, ao analisar os sistemas na avaliação final, houve diferença na MF. A MF foi maior para o sistema 3, independentemente de ter sido semeado ou não, e para o sistema 2, 4 e 5 semeado em relação ao sistema 2 quando não houve semeadura. O sistema 4 e 5 não semeado não apresentou diferença em relação aos demais sistemas.

A altura do pasto na avaliação inicial foi menor no sistema 2 (semeado e não semeado) comparado ao sistema 3, sendo o sistema 5 não semeado igual aos demais sistemas.

**TABELA 9 - INTERAÇÃO ENTRE SISTEMAS E LOCAL NA AVALIAÇÃO INICIAL DAS DIFERENTES VARIÁVEIS COLETADAS NO PROTOCOLO EXPERIMENTAL SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS.**

Sistemas	Avaliação	Local	NTP <sup>(1)</sup>	MFha <sup>(2)</sup>	Altura <sup>(3)</sup>
2	Inicial	Não Semeado	0 B	0A	0 D
2	Inicial	Semeado	0 B	0A	0 D
3	Inicial	Não Semeado	713 AB	750 A	4.8 AB
3	Inicial	Semeado	358 AB	462A	4.1 ABC
4	Inicial	Não Semeado	105 AB	67 A	1.1 CD
4	Inicial	Semeado	408 AB	167A	2.6 BCD
5	Inicial	Não Semeado	930 A	462 A	5.6 AB
5	Inicial	Semeado	745 A	562 A	7.9 A

<sup>(1)</sup>Número total de plântulas por m<sup>2</sup> (azevém, trevo persa e cornichão); <sup>(2)</sup> Massa de forragem por hectare em kg MS ha<sup>-1</sup>; <sup>(3)</sup> Altura em centímetros; Teste de Tukey (P<0.05)

Segundo a Tabela 10, ao analisar apenas a última avaliação, as variáveis NTP e MF foram superiores para os sistemas 3 e sistemas 2,4 e 5 semeados, em relação ao sistema 2 não semeado. A variável altura no sistema 2 no local não semeado foi inferior aos demais sistemas, inclusive ao próprio sistemas 2 no local semeado.

**TABELA 10 - INTERAÇÃO ENTRE SISTEMAS E LOCAL NA AVALIAÇÃO FINAL NAS DIFERENTES VARIÁVEIS COLETADAS NO PROTOCOLO EXPERIMENTAL SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS.**

Sistemas	Avaliação	Local	NTP <sup>(1)</sup>	MFha <sup>(2)</sup>	Altura <sup>(3)</sup>
2	Final	Não Semeado	23 B	142 B	0 D
2	Final	Semeado	833 A	1958 A	12.1 BC
3	Final	Não Semeado	1608 A	2925 A	21.6 A
3	Final	Semeado	1955 A	3212 A	21.5 A
4	Final	Não Semeado	680 A	1075 AB	8.5 C
4	Final	Semeado	1445 A	2133 A	16.3 AB
5	Final	Não Semeado	670 AB	1100 AB	13.3 ABC
5	Final	Semeado	445 AB	1650 A	16.8 AB

<sup>(1)</sup> Número total de plântulas por m<sup>2</sup> (azevém, trevo persa e cornichão); <sup>(2)</sup> Massa de forragem por hectare em kg MS. ha<sup>-1</sup>; <sup>(3)</sup> Altura em centímetros; Teste de Tukey (P<0.05)

O NTP variou entre 23 e 1955 nos diferentes sistemas, enquanto que a MF variou entre 142 e 3212 kg MS. ha<sup>-1</sup> e altura de 0 a 21,6 cm.

O resíduo apresentou efeito de sistema e avaliação. O sistema 4 foi o único que diferiu estatisticamente dos demais sistemas, em média 65% superior aos demais sistemas (Tabela 11).

**TABELA 11 - EFEITO DE SISTEMAS DA VARIÁVEL RESÍDUO NAS COLETAS DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS.**

Sistemas	Resíduo <sup>(1)</sup>
2	370.8 B
3	178.1 B
4	1141.7 A
5	662.5 B

<sup>(1)</sup> Resíduo kg MS ha<sup>-1</sup>; Teste de médias Kruskal-Wallis (P<0.05).

A avaliação final apresentou 851 kg MS. ha<sup>-1</sup> sendo diferente estatisticamente da inicial com 392 kg MS ha<sup>-1</sup>.

#### 4. Discussões

Os dias de pastejo dos sistemas são consequência dos diferentes arranjos que são utilizados no protocolo SIPAtb. O sistema 2, por ser monocultivo de arroz, e a época ótima de semeadura vir antes em relação aos demais cultivos, ocasiona sempre o menor período com os animais no sistema, sendo que a partir do início de outubro o arroz já é semeado (Tabela 4).

A soja, que está presente nos sistemas 3 e 4, tem sua janela de plantio adequada em meados de novembro, conseguindo estender a presença de animais em no mínimo 20 dias, comparado ao sistema 2. O sistema 5, que apresenta cultivo de arroz apenas no último ano de cada ciclo (a cada 4 anos) e com pastejo em campo de sucessão durante o verão na rotação, permite o maior número de dias de pastejo na entressafra (Tabela 4).

O sistema 2 apresentou a menor diversidade de espécies emergidas (Tabela 6), podendo estar relacionado ao fato de que não há rotação de culturas, e em todos os anos se trabalhe praticamente com os mesmos princípios ativos de defensivos (VEDELAGO et al., 2012). O monocultivo de espécies impõe forte seleção natural, permanecendo apenas as realmente adaptadas ao ambiente, normalmente daninhas.

Segundo INSAUSTI et al. (1995), o alagamento pode causar a morte de espécies exóticas, como o azevém, abrindo brechas na vegetação, favorecendo o estabelecimento de espécies daninhas. A rápida velocidade da rotação soja-arroz que acontece no sistema 3 beneficia o sistema, quebrando ciclo de

doenças e controlando de maneira satisfatória a infestação de daninhas em todo o sistema (THOMAS & LANGE, 2014).

Segundo BEARD et al. (1978) e HEIDE (2001), a *Poa Annua* (espécie de maior frequência na avaliação do banco de semente) apresenta grande capacidade de tolerar perturbações edafoclimáticas, como altas variações na fertilidade do solo e estresse hídrico, além de ser altamente tolerante ao pastoreio por herbívoros (BERGSTROM & SMITH, 1990; COPSON, 1984; HAUSSMANN et al., 2013; SCOTT & KIRKPATRICK, 1994, 2013).

A rápida variação na MO no solo do sistema 2 (Tabelas 2 e 3) pode favorecer o aumento de *Poa Annua*. Em aproximadamente 6 meses houve um decréscimo de 0,7%, caracterizando um “empobrecimento” do solo, que dificulta o desenvolvimento de espécies de interesse (WHINAM et al., 2014). No sistema 3 observou-se o inverso. Houve acréscimo de 0,7% de MO, refletindo diretamente no sistema de maior aparecimento (Tabela 6) de espécies desejadas e maior MS (Tabela 10). Outra característica que a *Poa annua* apresenta é ser colonizadora de solos descobertos e assoreamento (FRENOT et al., 1998; FRENOT & GLOAGUEN; TRÉHEN, 1997). A espécie chega a produzir 210.000 sementes m<sup>2</sup> (LUSH, 1988) e tem enorme persistência, podendo muitas vezes competir com espécies nativas.

No período pré-verão, a frequência de azevém nos sistemas 3 e 4 apresentou diferença com o sistema 2. A possível explicação para este acontecimento está no número de dias dos animais em pastejo durante o ano,

que é menor no sistema 2. Esses dias a menos comprometem o ciclo do azevém, podem afetar o número de sementes no início da primavera.

Os maiores valores das variáveis NTP e altura apresentados no sistema 5 comparado ao sistema 2 estão relacionados a ausência de intervenção antrópica e pastejo do bovinos de corte sobre o campo de sucessão (Tabela 9). Segundo SHARIFF et al.,(1994), o processo de pastejo pode acelerar ou retardar a ciclagem de nutrientes, porque altera as condições abióticas e bióticas da decomposição do solo.

MCNAUGHTON (1985) também elucida que a urina e dejetos dos animais em pastejo apresenta grande influência na população microbiana e concentração de nutrientes, ocasionando aumento da disponibilidade de nitrogênio e na velocidade de decomposição da matéria orgânica.

Em relação a variável MF (Tabela 8), não houve diferença entre os sistemas. Esse resultado pode estar relacionado a data da coleta, que foi realizada 30 dias após a semeadura do pasto e não foi possível detectar, nesse espaço de tempo, as diferenças provenientes do sistema.

O sistema 2, na avaliação inicial, retrata de forma muito parecida os estudos de ALTUVE et al. (1999), mostrando a lenta recuperação da Flora nativa e das espécies semeadas e de ressemeadura em áreas de resteva de arroz. Evidência grandes áreas de solo descoberto no primeiro ano, independente do sistema produtivo (monocultivo ou SIPA), além do aparecimento de espécies de baixa qualidade. Isso comprova a importância da alternância de cultivos agrícolas e forrageiros, buscando sistemas mais sustentáveis para produção de

alimentos.

O sistema 2 na área não semeada, no dia 4 de setembro de 2018 (avaliação final, Tabela 10), apresentou o pior resultado (142 kg MS ha<sup>-1</sup>), sendo diferente de todos os sistemas no local semeado, e do sistema 3 no local não semeado. A taxa diária de acúmulo média dos anos de estudo é de 53 kg MS ha<sup>-1</sup>. Com isso, só haveria possibilidade de pastejo no dia 30 de setembro, adentrando na época de semeadura do arroz (IRGA, 2018). Como este sistema repete a lavoura orizícola todo o ano, se torna inviável manter o sistema sem ressemeiar anualmente a pastagem.

No dia 21 de agosto de 2018, o sistema 4 no local não semeado apresentou MF de 1075 kg MS. ha<sup>-1</sup>, demonstrando ressemeadura natural considerável. Porém, não atingindo a meta de 1500 kg MS ha<sup>-1</sup>, e acarretando atraso na entrada dos animais e prejuízo no ganho de peso vivo por hectare. Este atraso está relacionado ao alto nível de resíduo (1141.7 kg MS ha<sup>-1</sup>, Tabela 11) presente neste sistema. O resíduo do capim Sudão, cultura presente neste sistema no verão 2017/18, além de ter alta relação C/N, ocasionado degradação muito lenta pelos microrganismos e barreira mecânica para estímulos de água e luz, apresenta compostos alelopáticos (RICE, 1984). Outro fator importante para a maior quantidade de resíduo no sistema 4 foi a coleta do resíduo em menos de 30 dias após o término da fase de pastejo no verão, que ocorreu em 11/05/2018.

O sistema 5 também não apresentou capacidade de ressemeadura natural, pois na avaliação final tinha apenas 1100 kg MS ha<sup>-1</sup>. No entanto, ao avaliar as médias de taxa diária de acúmulo de 81,54 kg MS ha<sup>-1</sup> (Tabela 4),

esse atraso seria de apenas 1 semana.

É importante salientar a ciclagem de nutrientes relacionada à cultura anterior. No sistema 3, antes da colheita, as folhas da soja começam a senescer e cair, e mesmo sendo em torno de 25% do total do resíduo da cultura, é o local onde apresenta concentração de N de quase 83% (BORIN, 2018). A colheita da soja, ao contrário, é feita rente ao solo, e quase a totalidade da parte aérea da planta é de alguma forma processada pela máquina, fazendo com que aumente a área de contato dos restos culturais por terem sido fracionados. Este fracionamento ajuda a decomposição, e conseqüentemente, a liberação dos nutrientes presentes (BORIN, 2018) que serão aproveitados pela pastagem em sucessão.

O sistema 3 foi o único sistema que nos dois períodos não apresentou diferença estatística, e valores de MF inicial (antes da entrada dos animais) acima de 1500 kg MS ha<sup>-1</sup>, comprovando a importância da cultura antecessora e da rotação, no caso com a soja, no estabelecimento da pastagem (Tabela 10).

Segundo BORIN (2018), o sistema 2 apresentou produtividade e resíduo médio (safras 2014/15 e 2015/16) de 10,8 e 8,17 toneladas, respectivamente. A degradação do resíduo do arroz, num primeiro momento, ocorre apenas em um compartimento, diminuindo drasticamente com a queda de temperatura do período de outono. Para o sistema 3, a produtividade foi de 3.9 toneladas de soja (safra 2015/16) e o resíduo de 4.1 toneladas (folha+pedicelo+haste+vagem). No sistema 5, sendo campo de sucessão, não foi mensurada a produtividade vegetal, porém, apresentou resíduo médio (verão 2014/15 e 2015/16) de 3,0 toneladas.

LARCHER (2000) afirma que a decomposição de matéria orgânica vegetal adicionada ao solo é afetada por suas características anatômicas, sendo que partes lenhosas e com abundância em taninos degradam com menor velocidade quando comparadas a materiais com maior concentração de celulose. Adicionalmente, BORIN (2018) concluíram que as características de maior importância para a decomposição dos resíduos em terras baixas são o teor de N e a relação C:N, não existindo relação de causa/efeito para os outros constituintes do tecido vegetal (lignina, hemicelulose e celulose) e seus índices (lignocelulósico, holocelulósico e relação lignina:N).

Comparando os sistemas avaliados, o teor % de N foi de 0,42, 1,52 e 1,08 e relação C:N 104, 50 e 37 para os sistemas 2, 3 e 5, respectivamente. O sistema 3 apresentou o maior teor de nitrogênio por ser uma leguminosa com capacidade de fixação de N, com o sistema 5 em sequência, por também apresentar leguminosas no inverno e ser o único sistema que, até então, não havia tido revolvimento de solo (BORIN 2018).

As características de resíduo do sistema 2 mostram que este sistema é o que tem a menor velocidade de decomposição de resíduo por ter baixo teor de N, e alto aporte de carbono, visto se tratar de uma gramínea, acarretando relação C:N alta. Em geral, alto aporte de resíduos reduzem e retardam a emergência, possivelmente pela diminuição da amplitude térmica do solo e impedindo a penetração da luz (DYER & REEVES, 1995).

Conforme BORIN (2018), o estoque de nitrogênio da MO particulada (N prontamente disponível) na profundidade de 0 a 5 cm é de 0,23, 0,18 e 0,26 mg

ha<sup>-1</sup>, nos sistemas 2, 3 e 5, respectivamente. O valor de acúmulo de N no sistema 2 é maior em comparação ao sistema 3, porém, isso se dá não pela qualidade do resíduo da cultura de verão e, sim, pela quantidade, que normalmente chega a ser duas vezes maior no resíduo de arroz, já que a relação C:N do arroz é 39 e a soja apenas 25 (ASSMANN et al., 2015).

Assim, quando o sistema produtivo não apresenta período de pousio, os nutrientes absorvidos ficam retidos na maioria do tempo no tecido vegetal, evitando que sejam perdidos por erosão e lixiviação. Adicionalmente, o manejo do solo e da lâmina de água em terras baixas modifica a dinâmica de decomposição e liberação dos nutrientes (GROHS et al., 2011). Finalmente, deve-se considerar que os resíduos em decomposição podem imobilizar grande quantidade de N; isso poderia resultar em baixo teor de nitrato do solo, o que pode impedir o término da dormência em algumas espécies.

Tendo em vista que o método de pastoreio adotado é o contínuo com lotação variável, PONTES et al. (2004) sugerem a entrada dos animais quando o pasto atingir 1.500 kg MS ha<sup>-1</sup> caracterizada pela altura de 20 cm. Para todos os sistemas (2 ao 5) e locais (não semeado e semeado) a avaliação inicial não apresentou condições de início de pastejo. Ao analisar a avaliação final (caracterizada por um dia antes do início do pastejo), todos os locais semeados apresentavam valores acima do mínimo suficiente, porém, o sistema 3 no local não semeado foi o único que obteve valor superior, 2.925 kg MS ha<sup>-1</sup>, mostrando que este sistema apresenta capacidade de ressemeadura natural.

## 5. Conclusão

O sistema que apresenta monocultivo, apresenta também maior

susceptibilidade ao aparecimento de espécies indesejadas no banco de sementes do solo.

A rotação anual de culturas entre soja e arroz com pastejo sobre pastos de azevém anual introduzido nestas áreas permite capacidade de ressemeadura natural da forrageira. Comprova-se também a necessidade de semear o sistema 2 (azevém pós arroz) para viabilizar o estabelecimento da pastagem após a lavoura, e não comprometer o ciclo do pastejo dos animais pelo atraso na data de início do pastejo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINOLA, J. O. et al. Seed treatment methods and duration effects on germination of wild sunflower. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 36, n. 1, p. 63–69, 2000.

ALTUVE, S. M.; ROYO PALLARES, O. Pasturas en areas de ex arroceras en el centro sur de corrientes. **Proyecto regional arroz tecnologia, gestion, organizacion-INTA EEA**, Corrientes (Argentina), v. 4, n. 10, p. 4–6, 1999.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, p. 325–380, 2013.

BALBINOT JR, A. A. et al. Crop-livestock system: intensified use of agricultural lands/Integracao lavoura-pecuaria: intensificacao de uso de areas agricolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1925–1934, 2009.

BARTHAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. **Biennial report**, Des Moines, v. 1985, p. 29–30, 1984.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination. Amsterdam : Elsevier, 1998.

BEARD, J. B. et al. Annual bluegrass (*Poa annua* L.): description, adaptation, culture and control. East Lansing: Michigan State University, 1978. (Research Report-Michigan State University, 352)

BENECH-ARNOLD, R. L. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field crops research**, East Lansing, v. 67, n. 2, p. 105–122, 2000.

BERGSTROM, D. M.; SMITH, V. R. Alien vascular flora of Marion and Prince Edward Islands: new species, present distribution and status. **Antarctic Science**, Cambridge, v. 2, n. 4, p. 301–308, 1990.

BERJAK, P.; VILLIERS, T. A. Ageing in plant embryos II. Age-induced damage and its repair during early germination. **New Phytologist**, Lancaster, v. 71, n. 1, p. 135–144, 1972.

BLASER, R. E. Symposium on forage utilization: Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. **Journal of Animal Science**, Littlemore, v. 23, n. 1, p. 246–253, 1964.

BOENI, M. et al. **Evolução da fertilidade dos solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: Instituto Rio Grandense do Arroz,

Cachoeirinha, 2010.

BORIN, J. B. M. Tributos de qualidade do solo e ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. Porto Alegre, Gráfica e Editora RJR, 2018.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas, **Planta daninha**, Viçosa, v. 10, n. 1–2, p. 5–16, 1992.

CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, D. T.; NEVES, F. P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007, Porto Alegre, **Anais do ...** Porto Alegre: UFRGS, 2007. v. 2, p. 23–59

COPSON, G. R. **An annotated atlas of the vascular flora of Macquarie Island**. Kingston : Antarctic Division, Dept. of Science and Technology, 1984. ANARE research notes, v. 18)

CRANCIO, L. A. et al. Ganho de peso de novilhas em pastagem nativa da Serra do Sudeste do RS submetida ao controle de plantas indesejáveis e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria. Vol. 36, n. 4, p. 1265-1271, 2006.

DE ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221–236, 1991.

CARVALHO, P. C. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 88, n. 2, p. 259–273, 2010.

CARVALHO, P. C.; DE MORAES, A. Integration of Grasslands within Crop Systems in South America. In: GRASSLAND Productivity and Ecosystem Services. Cambridge: CABI, 2011. cap. 23 p. 219-228

DENARDIN, L. G. O. **Variabilidade espaço-temporal de atributos do solo e resposta do arroz irrigado à adubação em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2017. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

DYER, L.; REEVES, T. Human resource strategies and firm performance: what do we know and where do we need to go? **International Journal of human resource management**, London, v. 6, n. 3, p. 656–670, 1995.

EVERS, G. W.; NELSON, L. R. Grazing termination date influence on annual ryegrass seed production and reseeding in the southeastern USA. **Crop science**, Madison, v. 40, n. 6, p. 1724–1728, 2000.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: Ed. Univ. Passo

Fundo, 2008.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Crop and cattle responses to tillage systems for integrated crop-livestock production, USA. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Southern Piedmont, v. 22, n. 3, p. 168–180, 2007.

FRENOT, Y. et al. Primary succession on glacier forelands in the subantarctic Kerguelen Islands. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 9, n. 1, p. 75–84, 1998.

FRENOT, Y.; GLOAGUEN, J.-C.; TRÉHEN, P. Climate change in Kerguelen Islands and colonization of recently deglaciated areas by *Poa kerguelensis* and *P. annua*. In: **ANTARCTIC communities: species, structure and survival**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 358–366

GOMES, A. S.; SOUZA, R. O.; LERÍPIO, A. A. Produtividade do arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo. In: **REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO**, 20., 1993, Pelotas. **Anais da...** Pelotas, 1993. p. 135–137

GÓMEZ-CADENAS, A. et al. Gibberellin/abscisic acid antagonism in barley aleurone cells: site of action of the protein kinase PKABA1 in relation to gibberellin signaling molecules. **The Plant Cell**, Rockville, v. 13, n. 3, p. 667–679, 2001.

GROHS, M. et al. Resposta do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease em plantio direto e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 336–345, 2011.

GUMMERSON, R. J. The effect of constant temperatures and osmotic potentials on the germination of sugar beet. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 729–741, 1986.

HARPER, J. L. Population biology of plants. **Population biology of plants**, London, 1977.

HAUSSMANN, N. S. et al. Fur seal populations facilitate establishment of exotic vascular plants. **Biological Conservation**, Oxford, v. 162, p. 33–40, 2013.

HAYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in agronomy**, Amsterdam, v. 49, p. 119–199, 1993.

HEIDE, O. M. Flowering Responses of Contrasting Ecotypes of *Poa annua* and their Putative Ancestors *Poa infirma* and *Poa supina*. **Annals of Botany**, London, v. 87, n. 6, p. 795–804, 2001.

HIDES, D. H.; KUTE, C. A.; MARSHALL, A. H. Seed development and seed yield

potential of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) populations. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 48, n. 2, p. 181–188, 1993.

HILHORST, H. W. M.; SMITT, A. I.; KARSSSEN, C. M. Gibberellin-biosynthesis and-sensitivity mediated stimulation of seed germination of *Sisymbrium officinale* by red light and nitrate. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 67, n. 2, p. 285–290, 1986.

INSAUSTI, P.; SORIANO, A.; SANCHEZ, R. A. Effects of flood-influenced factors on seed germination of *Ambrosia tenuifolia*. **Oecologia**, Berlin, v. 103, n. 1, p. 127–132, 1995.

KARSSSEN, C. M. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. The physiology and Biochemistry of Dormancy and Germination of Seeds. Amsterdam,, 1982. p. 243–270.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1997.

KLINGMAN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G. O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of the American Society of Agronomy**, Amsterdam, v. 35, p. 739–746, 1943.

KOTTEK, M. et al. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, Vienna, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.

LACA, E. A. New approaches and tools for grazing management. **Rangeland Ecology & Management**, Denver, v. 62, n. 5, p. 407–417, 2009.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima, 2000.

LODGE, G. M. Seed dormancy, germination, seedling emergence, and survival of some temperate perennial pasture grasses in northern New South Wales. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 55, n. 3, p. 345–355, 2004.

LORENZI, H. et al. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.

LUPATINI, G. C. et al. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 11, p. 1939–1944, 1998.

LUSH, W. M. Biology of *Poa annua* in a temperate zone golf putting green (*Agrostis stolonifera*/*Poa annua*). II. The seed bank. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, p. 989–997, 1988.

LUSH, W. M.; BIRKENHEAD, J. A. Establishment of turf using advanced seeds.

**Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 27, n. 2, p. 323–327, 1987.

LYSHEDE, O. L. E. B. Studies on mature seeds of *Cuscuta pedicellata* and *C. campestris* by electron microscopy. **Annals of Botany**, London, v. 69, n. 4, p. 365–371, 1992.

MA, M. et al. Composition of the soil seed bank and vegetation changes after wetland drying and soil salinization on the Tibetan Plateau. **Ecological engineering**, Roseville, v. 44, p. 18–24, 2012.

ASSMANN, J. et al. Carbon and nitrogen cycling in an integrated soybean-beef cattle production system under different grazing intensities. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 50, n. 10, p. 967–978, 2015.

MCIVOR, J. G.; HOWDEN, S. M. Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. **Austral Ecology**, Adelaide, v. 25, n. 3, p. 213–222, 2000.

MCNAUGHTON, S. J. Ecology of a grazing ecosystem: the Serengeti. **Ecological Monographs**, Durham, v. 55, n. 3, p. 259–294, 1985.

MENEZES, V. G. et al. **Projeto 10**—estratégias de manejo para aumento da produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS: avanços e novos desafios. Cachoeirinha: IRGA/Estação Experimental do Arroz, 2012.

MIELNICZUK, J. et al. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. *Temas em Ciência do Solo*, Viçosa, v.3, p. 209–248, 2003.

MIRANDA, J. C. Sucessão ecológica: conceitos, modelos e perspectivas. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 4, n. 1, 2009.

MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 32, n. 1 (jan./fev. 2002), p. 127-132, 2002.

MORAES, A. et al. Research on integrated crop-livestock systems in Brazil. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.45, n.5, p.1024–1031, 2014.

MORAINE, M. et al. A participatory method for the design and integrated assessment of crop-livestock systems in farmers' groups. **Ecological Indicators**, Germany, v. 72, p. 340–351, 2017.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1952, Pennsylvania. **Anais...** Pennsylvania, 1952.

OLOFSSON, J.; DE MAZANCOURT, C.; CRAWLEY, M. J. Spatial heterogeneity and plant species richness at different spatial scales under rabbit grazing. **Oecologia**, Berlin, v. 156, n. 4, p. 825–834, 2008.

PAULETTO, E. A.; SOUZA, R. O.; GOMES, A. S. Caracterização e manejo de solos de várzea cultivados com arroz irrigado. In: PRODUÇÃO de arroz. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1996. p. 67–98

PILLAR, V. de P. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2009.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: ROSSELLO, R.D. (ed.). **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203–210.

PONTES, L. da S. et al. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 529-537, 2004.

RASKIN, I.; BEYER, E. M. Role of ethylene metabolism in *Amaranthus retroflexus*. **Plant physiology**, Minneapolis, v. 90, n. 1, p. 1–5, 1989.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic press, 1984.

ROBERTS, E. H. The interaction of environmental factors controlling loss of dormancy in seeds. **Annals of Applied Biology**, Warwickshire, v. 98, n. 3, p. 552–555, 1981.

RUSSELLE, M. P. Nutrient cycling in pasture. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, 1997. **Anais**. Viçosa: UFV, 1997.

RYSCHAWY, J. et al. Paths to last in mixed crop–livestock farming: lessons from an assessment of farm trajectories of change. **Animal**, Cambridge, v. 7, n. 4, p. 673–681, 2013.

SAIBRO, J. C.; SILVA, J. L. S. Integração sustentável do sistema arroz x pastagens utilizando misturas forrageiras de estação fria no litoral norte do Rio Grande do Sul. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 4, 1999, Canoas. **Anais**. Canoas, Ed. da ULBRA, 1999. p. 27–55.

SCOTT, J. J.; KIRKPATRICK, J. B. Effects of human trampling on the sub-Antarctic vegetation of Macquarie Island. **Polar Record**, Cambridge, v. 30, n. 174, p. 207–220, 1994.

SCOTT, J. J.; KIRKPATRICK, J. B. Changes in the cover of plant species associated with climate change and grazing pressure on the Macquarie Island

coastal slopes, 1980–2009. **Polar Biology**, Berlin, v. 36, n. 1, p. 127–136, 2013.

SHARIFF, A. R.; BIONDINI, M. E.; GRYGIEL, C. E. Grazing intensity effects on litter decomposition and soil nitrogen mineralization. **Journal of Range Management**, Denver, p. 444–449, 1994.

SILVA, P. R. F. Da; SCHOENFELD, R. Desafios e perspectivas da rotação com milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2013. p. 27–44

SIMPSON, J.; WEINER, E. S. Oxford English [dictionary online]. Oxford: Clarendon Press, 1989.

SOONG, J. L. et al. A new conceptual model on the fate and controls of fresh and pyrolyzed plant litter decomposition. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 124, n. 1–3, p. 27–44, 2015.

STEADMAN, K. J. et al. Maturation temperature and rainfall influence seed dormancy characteristics of annual ryegrass (*Lolium rigidum*). **Australian Journal of Agricultural Research**, Clayton South, v. 55, n. 10, p. 1047–1057, 2004.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : UFRGS, EMATER/RS-ASCAR, 2008.

TABOSA, J. N. et al. Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions. **Sorghum Newsletter**, Tucson, v. 30, p. 91–92, 1987.

THOMAS, A. L.; LANGE, C. E. **Soja em solos de várzea do Sul do Brasil**. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

THOMPSON, K.; BAKKER, J. P.; BEKKER, R. M. **The soil seed banks of North West Europe**: methodology, density and longevity. Cambridge : Cambridge University Press, 1997.

THOMPSON, K.; GRIME, J. P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **The Journal of Ecology**, Oxford, p. 893–921, 1979.

TILMAN, D. et al. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 108, n. 50, p. 20260–20264, 2011.

VAN KEULEN, H.; SCHIERE, J. B. Crop-livestock systems: old wine in new bottles. In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS, 4., Brisbane. **Proceedings**. Brisbane, 2004.

WERKER, E. Seed dormancy as explained by the anatomy of embryo envelopes.

**Israel Journal of Botany**, Jerusalém, v. 29, n. 1–4, p. 22–44, 1980.

WHINAM, J. et al. Thirty years of vegetation dynamics in response to a fluctuating rabbit population on sub-Antarctic Macquarie Island. **Ecological Management & Restoration**, Carlton, v. 15, n. 1, p. 41–51, 2014.

WHITEHEAD, D. C. Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships. Introduction. **Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships**. Wellingford: CABI, 2000. p. 1–14

## VITA

Paulo Marsiaj Oliveira Neto nasceu em 13 de janeiro de 1992 no município de Porto Alegre – RS, filho de Paulo Annibal Beck Oliveira e Maria Izabel Rosales Gonçalves. cursou o Ensino Fundamental e Médio no Colégio João Paulo I, no município de Porto Alegre – RS. Em 2010, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Campus de Canoas-RS. De 2017 a 2019, cursou o Mestrado Zootecnia no departamento de Plantas Forrageira no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).