

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO DA CINÉTICA
DIGESTIVA DA PLANTA INTEIRA E DA SILAGEM DE ARROZ EM DIFERENTES
DIAS APÓS EMERGÊNCIA**

GIULIANO ORLANDI SUZIN

Pelotas, 2018

Composição química-bromatológica e avaliação da cinética digestiva da planta inteira e da silagem de arroz em diferentes dias após emergência

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Área do conhecimento: Produção animal e nutrição de ruminantes).

Orientador: Dr. Jorge Schafhauser Junior
Co-orientadores: Dr. Jamir Silva da Silva
Dr. Helenice Gonzalez de Lima

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S968c Suzin, Giuliano Orlandi

Composição química-bromatológica e avaliação da cinética digestiva da planta inteira e da silagem de arroz em diferentes dias após emergência / Giuliano Orlandi Suzin ; Jorge Schafhauser Junior, orientador ; Jamir Silva da Silva, Helenice Gonzalez de Lima, coorientadores. — Pelotas, 2018.

63 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Bovinocultura. 2. Conservação de forragem. 3. Digestibilidade in vitro. 4. Oryza sativa L.. I. Schafhauser Junior, Jorge, orient. II. Silva, Jamir Silva da, coorient. III. Lima, Helenice Gonzalez de, coorient. IV. Título.

CDD : 633.18

Giuliano Orlandi Suzin

Composição química-bromatológica e avaliação da cinética digestiva da planta inteira e da silagem de arroz em diferentes dias após emergência

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 20 de fevereiro de 2018

Prof. Dr. Jorge Schafhauser Junior (Orientador)

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Rogério Fôlha Bermudes

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Carlos Pedroso

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Otoniel Ferreira

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Dr. Rogério Morcelles Dereti

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a minha família, principalmente meus pais e meus irmãos, que sempre me apoiaram, sempre acreditando em mim.

Um agradecimento especial a minha namorada Juliana Carolina Siebel, pela convivência, confiança e principalmente por ser essa pessoa incrível.

Ao Jorge Schafhauser Junior por ter me acolhido e creditado sua confiança no meu trabalho.

A toda a equipe LABNUTRI, Leco, Alemãozinho, Fábio, Scheffler, Lívia, Panamenha, Gringo. Todos me ajudaram na execução do trabalho, mas principalmente me ensinaram a ser uma pessoa melhor, a convivência diária vai ser algo que vou sentir muita falta.

A EMBRAPA pela disponibilidade de toda sua estrutura.

Ao programa de pós-graduação em zootecnia UFPel.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Muito Obrigado!

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem a vitória, nem a derrota.”

Theodore Roosevelt

RESUMO

SUZIN. Giuliano Orlandi. **Composição química-bromatológica e avaliação da cinética digestiva da planta inteira e da silagem de arroz em diferentes dias após emergência.** 2018. 63f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O consumo brasileiro de arroz é suprido em sua maior parte pela região sul do país (76,6%), sendo o estado do Rio Grande do Sul responsável por 68,70% da produção, apesar da diminuição da área plantada, o arroz vem apresentando elevações no total produzido, que, aliado a um histórico de importações e a diminuição gradativa do consumo per capita, predispõe à ocorrência de maior disponibilidade do produto no mercado. Essas conjecturas aliadas às intempéries que prejudiquem a qualidade do produto promovem a necessidade de diversificação do uso do arroz e seus coprodutos, a fim de manter a receita dos produtores. A produção de silagem de planta inteira de arroz (SPIA) é uma das opções que surge para aproveitar o potencial produtivo desta cultura. O objetivo então deste trabalho foi definir o momento ideal de corte da planta inteira de arroz para a silagem, para utilização na alimentação animal. Foram testados quatro diferentes estágios fenológicos do cultivar BRS QUERENCIA, com 85(R4), 91(R6), 99(R7) e 105(8)R dias pós-emergência e ensilados em micro silos durante 45 dias. Foram realizadas as digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS), as características nutricionais e o perfil fermentativo da silagem. Foi observado um aumento do teor de matéria seca (MS), no teor de carboidratos não fibrosos, de amido mais pectina e de nutrientes digestíveis totais (NDT) da SPIA ($<0,05$). Também ocorreu uma diminuição, ao longo do envelhecimento da planta, dos teores de fibra insolúvel em detergente neutro corrigido pra cinzas (FDNc) e proteína bruta (PB) ($<0,05$). Ocorreu uma melhora da DIVMS à medida que os estágios da planta foram avançando. Pode-se concluir que com o aumento da maturação da planta de arroz ocorre uma melhora na sua qualidade, tanto no perfil fermentativo, nas características nutricionais como na DIVMS, isso deve-se ao aumento da participação de grãos na planta.

Palavras chave: bovinocultura, conservação de forragem; digestibilidade *in vitro*; *Oryza sativa* L.

ABSTRACT

SUZIN. Giuliano Orlandi. **Chemical-bromatological composition and evaluation of digestive kinetics of whole plant and rice silage on different days after emergence.** 2018. 63f. Thesis (Master). Graduate Program in Animal Sciences. Federal University of Pelotas, Brazil.

Brazilian rice consumption is mostly supplied by the southern region of the country (76.6%), with the state of Rio Grande do Sul responsible for 68.70% of production, despite the reduction of planted area, rice showing increases in the total produced, which, combined with a history of imports and the gradual decrease in consumption per capita, predisposes to the occurrence of greater availability of the product in the market. These weather-related conjectures that impair the quality of the product promote the need for diversification of the use of rice and its co-products in order to maintain producers' incomes. The production of whole crop rice silage (WCRS) is one of the options that arises to take advantage of the productive potential of this crop. The objective of this work was to define the ideal moment of cutting the entire rice plant for silage, for use in animal feed. Four different phenological stages of the cultivar BRS QUERENCIA were tested with 85 (R4), 91 (R6), 99 (R7) and 105 (8) R days after emergence and ensiled in micro silos for 45 days. The *in vitro* dry matter digestibilities (IVDMD), the nutritional characteristics and the fermentation profile of the silage were carried out. An increase in WCRS (<0.05) was observed for dry matter (DM), non-fibrous carbohydrate content, starch plus pectin and total digestible nutrients (TDN). During plant aging, the values of neutral detergent insoluble fiber corrected for ash (NDFc) and crude protein (CP) (<0.05) were also decreased. There was an improvement in IVDMD as the plant stages progressed. It can be concluded that with the maturation increase of the rice plant an improvement in its quality, both in the fermentative profile, in the nutritional characteristics as in the IVDMD, is due to the increase of the participation of grains in the plant.

Key-Words: cattle breeding; forage conservation; digestibility *in vitro*; *Oryza sativa* L.

Lista de Figuras

Figura 1 Fases de uma fermentação normal da silagem.....14

Lista de Tabelas

Tabela 1 descrição da fase reprodutiva da planta de arroz.....11

Tabela 2 Médias do efeito das cultivares e dos estádios de maturação na digestibilidade in situ da matéria seca na silagem de planta inteira de arroz.....20

Tabela 3 Comparação da composição química de silagens de planta inteira de arroz, frente a resultados médios da literatura para silagens de milho e sorgo.....22

Tabela 4 Comparação da composição química da silagem de planta inteira de arroz e silagem de milho22

Tabela 5 Características da planta e do grão da cultivar de arroz irrigado BRS Querência..... 23

Lista de Abreviaturas e Siglas

BAL	Bactérias ácido lácticas
cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
g	Grama
h	Hora
H ₂ O	Água
ha	Hectare
IRGA	Instituto Rio Grandense de Arroz
Kg	Quilograma
m	Metro
MJ	Megajoule
mm	Milímetro
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais

NH ₃	Amônia
NRC	National Research Council
O ₂	Oxigênio
pH	Potencial de hidrogênio
SOSBAI	Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado
SPIA	Silagem de planta inteira de arroz

Sumário

1. Introdução	9
2. Revisão de literatura.....	12
2.1 A ensilagem	12
2.1.1. Fases da fermentação da silagem	12
2.2. Silagem de planta inteira de arroz	15
2.2.1 Teor de matéria seca	16
2.2.2 Estádios de maturação da planta de arroz	17
2.2.3 Causas de deterioração da silagem de arroz	18
2.2.6 Cultivares	20
2.2.7 Composição química e bromatológica	21
3. Projeto de pesquisa.....	29
Composição química-bromatológica e avaliação da cinética digestiva de diferentes estágios	
fenológicos da ensilagem de planta inteira de arroz	30
3.1 Caracterização do Problema.....	32
3.2 Objetivos e Metas.....	34
3.3 Metodologia.....	34
3.4 Resultados e impactos esperados	36
3.5 Participantes do projeto	37
4. Cronograma do Projeto	39
5.Referências Bibliográficas	40
4. Relatório de trabalho de campo	42
4.1 Local.....	42
4.2 Animais, dieta e manejo	42
4.3 Manejo da lavoura.....	42
5. ARTIGO	44
Local.....	48
Animais, dieta e manejo	48
Manejo da lavoura.....	48
Atividades laboratoriais	49

1. Introdução

Tradicionalmente, os maiores produtores e consumidores de arroz se localizam na Ásia, no entanto, sua utilização e cultivo são bem difundidos pelo mundo, reflexo tanto da importância quanto da adaptabilidade desta cultura. O Brasil ganha destaque neste cenário, por ser o maior produtor e maior consumidor não asiático deste cereal (12 milhões de toneladas), sendo autossuficiente na sua produção (CONAB, 2013).

O consumo brasileiro de arroz é suprido em sua maior parte pela região sul do país (76,6%), sendo o estado do Rio Grande do Sul responsável por 68,70% da produção nacional (CONAB, 2013). Apesar de algumas tendências de redução da área plantada, o arroz vem apresentando elevações no total produzido, que, aliado a um histórico de importações e a diminuição gradativa do consumo per capita, predispõe à ocorrência de maior disponibilidade do produto no mercado, que colaboram com um cenário de incertezas mercadológicas para os rizicultores, pressionando negativamente os preços praticados pelo produto. Um dos exemplos mais clássicos deste fenômeno ocorreu na safra 2011, onde houve uma superprodução de arroz, somada a entradas de produto oriundo de países do MERCOSUL provocando uma grave crise no setor (IRGA, 2012).

Essas conjecturas aliadas às intempéries que prejudiquem a qualidade do produto promovem a necessidade de diversificação do uso do arroz e seus coprodutos, a fim de manter a receita dos produtores (KI et al., 2009).

Uma das soluções propostas pelas entidades ligadas à cadeia orizícola é a utilização do arroz em setores como a indústria cosmética, indústria de bebidas, geração de energia alternativa, síntese de novos produtos alimentícios e mais recentemente a sua utilização na alimentação animal (PLANETA ARROZ, 2013).

No que tange a alimentação animal, alguns coprodutos da industrialização do arroz já são utilizados como ingredientes da formulação de dietas (como o farelo de arroz e a quirera), no entanto, as propostas atuais são o fornecimento do grão de arroz integral e de silagem de arroz para animais de produção, especialmente os bovinos (EMBRAPA, 2012). Essa proposta abrange, sobretudo, a utilização de produtos de qualidade inferior que, por serem preteridos pelo mercado alimentício humano, consolidariam um emprego alternativo, abrandando a contribuição negativa que estes itens imprimem sobre a estabilidade do setor (SOSBAI, 2012).

A produção de silagem de planta inteira de arroz (SPIA) é uma das opções que surge para aproveitar o potencial produtivo desta cultura e ainda pelas maiores demandas alimentares apresentadas por parte da pecuária, especialmente, devido à intensificação desta atividade. A utilização de silagem de arroz pode contemplar algumas regiões particulares, como o sul do estado do Rio Grande do Sul, que é tradicional tanto na atividade orizícola quanto a atividade pecuária. Além destes aspectos, esta alternativa alimentar pode ser interessante em locais sem zoneamento agroclimático para produção de milho, por exemplo. O que na prática significa que não existe recomendações técnicas, variedades, cultivares ou mesmo segurança financeira para o cultivo deste cereal nas referidas regiões (SOSBAI, 2012).

Em países asiáticos o cultivo de arroz com finalidade forrageira tem crescido em importância, especialmente em zonas de produção pecuária. Segundo Nakano et al., (2010) a utilização do arroz como planta forrageira, seja em sistema de duplo propósito ou não, se apresenta como uma alternativa competitiva em termos de produção de matéria seca e NDT (nutrientes digestíveis totais).

No oriente, utilizando variedades do tipo japônicas, já existem estudos tentando viabilizar sua utilização para a ensilagem (KAWAMOTO et al., 2007). No entanto, no ocidente, não há pesquisas que contemplem a utilização das variedades indicadas (cultivadas principalmente na América latina) para tal finalidade.

Um dos poucos trabalhos encontrados na literatura que utiliza arroz do tipo índico (cultivar BRS Querência) para confecção de silagem de planta inteira, foi realizado por Lourenço et al. (2012), os autores propuseram que a colheita das plantas deve ser efetuada no estágio em que o grão esteja passando de leitoso a farináceo.

Tabela 1: descrição da fase reprodutiva da planta de arroz.

Fase reprodutiva	Marcador fisiológico	Eventos concomitantes
R4	Antese	Polinização
R5	Expansão do grão	Crescimento cariopse
R6	Expansão do grão	Estádio leitoso
R7	Grãos com casca amarela	Estádio ceroso
R8	Maturação do grão	Maturidade fisiológica
R9	Maturação de toda a panícula	Mudanças pós-colheita

Adaptada de Counce et al. (2000).

Tais considerações foram feitas pelos autores com base em recomendações para outras gramíneas forrageiras, esperando-se nesta fase, grande acúmulo de energia no grão na forma de amido, e ainda com a parte aérea da planta verde, mantendo dessa forma um bom valor nutritivo e de digestibilidade, aliado a um rendimento de produção de biomassa superior a 30 toneladas/ha.

Determinando-se o momento ideal para ensilar a planta inteira de arroz, relacionada com uma boa digestibilidade do material, a opção da utilização dessa alternativa na nutrição de ruminantes será determinada tanto pela relação de preços com as culturas tradicionais (silagem de milho e sorgo) como pela característica do relevo e do solo da propriedade.

Com isso objetivou-se avaliar a composição química-bromatológica da planta inteira de arroz em diferentes estágios fenológicos e suas respectivas silagens, definindo o momento ideal para ensilagem e para uma melhor digestibilidade.

2. Revisão de literatura

2.1A ensilagem

O objetivo da ensilagem é conservar a máxima quantidade de matéria seca, de nutrientes e de energia da cultura utilizada, para que se forneça aos animais em algum momento posterior (Kung, 2013).

Segundo Van Soest (1994), o processo de ensilagem não melhora a qualidade do alimento, porém torna-se um método que mantém a qualidade do material ensilado.

A silagem é o produto da conservação através da fermentação de açúcares da forragem em ácidos orgânicos em um ambiente anaeróbio (Allen et al., 2003). Devido a esse processo a ensilagem limita o desenvolvimento microbiano, inibindo o desenvolvimento de outros microrganismos anaeróbios indesejados (Jobim et al., 2007).

Uma silagem de alta qualidade é dependente de vários fatores, dentre eles: manejo da lavoura, escolha do híbrido, adubação da lavoura, controle de pragas e plantas daninhas, entre outros. No processo de ensilagem também possui diversos processos, que afetam sua qualidade, como: teor de matéria seca, tamanho de partículas, densidade, tipos de silo, uso de aditivos, vedação, forma de retirada, formulação de dieta e manejo de cocho (Allen et al., 2003).

A resposta do animal a silagem depende do padrão de fermentação, o qual afeta a forma e a concentração de nutrientes, além da ingestão. Assim, avaliar a qualidade da silagem para formular de forma adequada a dieta dos animais, se torna imprescindível (Jobim et al., 2007).

A silagem pode ser a principal fonte de energia e fibra na dieta de vacas leiteiras em sistemas intensivos ou durante parte do ano nos sistemas a pasto, mostrando a importância deste processo na pecuária brasileira.

2.1.1. Fases da fermentação da silagem

O processo de fermentação da silagem foi dividido em quatro fases que não podem ser precisamente separadas uma das outras, as quais possuem diferentes durações (Barnett, 1954).

Fase 1: fase de respiração da planta

Também conhecida como fase aeróbica, porque ocorre somente quando há presença de oxigênio. Esta fase dura poucas horas (3 a 5), sendo caracterizada pela rápida redução de oxigênio (O_2) do ambiente. As células da planta continuam respirando porque mesmo a forragem estando picada, muitas células da parede celular continuam intactas, e as enzimas das plantas que quebram as proteases mantêm a sua função. Esse processo consome rapidamente os carboidratos solúveis produzindo dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e calor.

Açúcares + Oxigênio $\longrightarrow$ Dióxido de carbono + água + calor

O calor produzido pelas bactérias aeróbicas causa um aumento inicial na temperatura da silagem. De um ponto de vista do manejo desse silo, primeiramente deve-se eliminar o oxigênio o mais rápido possível, e evitar qualquer contato do material já ensilado com o oxigênio.

Fase 2: fase de fermentação

O tempo médio de duração desta fase é de três semanas. Após o consumo de oxigênio do ambiente, a respiração das plantas para, assim como o desenvolvimento das bactérias aeróbicas. Inicia-se então o desenvolvimento das enterobactérias e bactérias ácido lácticas (BAL), entretanto, uma vez que o pH é reduzido abaixo de 5, a população de enterobactérias declina rapidamente, tornando-se as BAL os principais microrganismos da silagem (Muck, 1991). Esses grupos de bactérias fermentam principalmente açúcares, sendo que as enterobactérias produzem ácido acético e as BAL produzem principalmente ácido láctico (McDonald, 1991). O crescimento ativo das BAL varia de 1 a 4 semanas, decrescendo o pH para valores entre 3,8 a 5,0, sendo dependente do conteúdo de umidade, poder tampão e conteúdo de açúcares solúveis. Uma vez que a queda do pH seja suficiente para inibir o crescimento microbiano ou ocorra à exaustão de substratos, as BAL tornam-se inativas, e sua população decresce (Muck, 1991). Portanto, pH 3,8 a 4,2 inibe a ação das bactérias, interrompendo os processos de fermentação.

Os fatores que afetam o processo fermentativo são: o teor de matéria seca da forrageira, o tamanho da partícula, a exclusão do ar, o conteúdo de carboidratos fermentáveis e a população bacteriana natural ou suplementar (Jones et al., 2004).

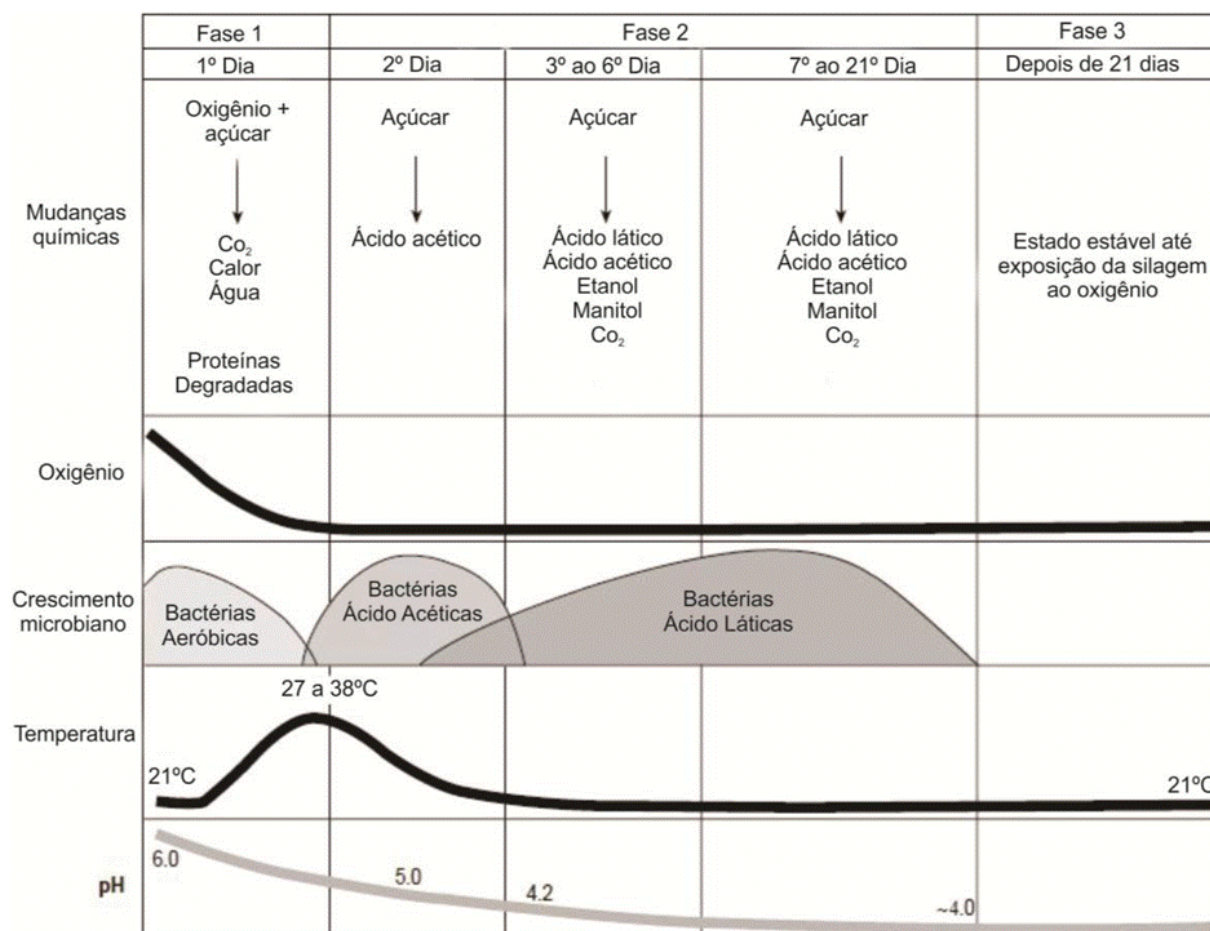


Figura 1: Fases de uma fermentação normal da silagem (Jones et al., 2004).

Fase 3: fase estável

Nesta fase, poucas reações ocorrem caso o silo esteja bem vedado ao oxigênio. As enzimas ácido tolerantes continuam ativas, o que leva a uma pequena hidrólise de carboidratos estruturais. A população bacteriana láctica diminui devido a diminuição no pH entre 3 e 4. Leveduras sobrevivem em estado de dormência, enquanto enterobactérias e clostrídeos sobrevivem da formação de esporos, em concentrações de 10^2 a 10^7 ufc/g (Drouin & Lafrenière, 2012).

Fase 4: fase de retirada (desensilagem)

A principal característica desta fase se torna a presença novamente do O₂ ao material ensilado, o qual penetra em até 1m no painel do silo (Honig, 1991), especialmente quando a lona de vedação é pesada apenas com pneus, sugerindo que, nestas situações, as taxas de remoção diária devem ser superiores a 30 cm / dia

para evitar a deterioração aeróbia prolongada, portanto, a demanda de alimentação e o tamanho do silo devem ser bem planejados.

A entrada de oxigênio permite que microrganismos indesejáveis, como leveduras, bactérias acéticas e fungos se proliferem, consumindo nutrientes da silagem, principalmente açúcares residuais e lactato, elevando o pH, reduzindo o valor nutricional, quebrando a estabilidade aeróbia da silagem (Borreani & Tabacco, 2010).

A perda da estabilidade aeróbia envolve geração de calor, perda de açúcares e liberação de CO₂ e NH₃, resultando em deterioração da silagem (Muck et al., 2003). As leveduras, juntamente com bactérias aeróbias, são os microrganismos que iniciam o processo de degradação, elas permanecem vivas, porém com uma baixa atividade durante a fermentação e, ao entrar novamente em contato com o oxigênio, multiplicam-se consumindo o ácido láctico produzido na fermentação (McDonald et al., 1991).

2.2. Silagem de planta inteira de arroz

A produção de silagem de planta inteira de arroz (SPIA) é uma das opções que surge para aproveitar o potencial produtivo desta cultura e ainda vêm de encontro as maiores demandas alimentares apresentadas por parte da pecuária, especialmente, devido à intensificação desta atividade. Essa proposta abrange sobre tudo a utilização de produtos de qualidade inferior que, por serem preteridos pelo mercado alimentício humano, consolidariam um emprego alternativo, abrandando a contribuição negativa que estes itens imprimem sobre a estabilidade do setor (SOSBAI, 2012). A utilização de SPIA pode contemplar algumas regiões particulares, como o sul do estado do Rio Grande do Sul, que é tradicional tanto na atividade orizícola, quanto na atividade da pecuária. Além destes aspectos, esta alternativa alimentar pode ser interessante em locais sem zoneamento agroclimático para produção de milho. O que na prática significa que não existem recomendações técnicas ou mesmo segurança financeira para o cultivo deste cereal nas referidas regiões (SOSBAI, 2012).

No Japão está ocorrendo um aumento no consumo de carne e leite, em contrapartida o consumo de arroz vem diminuindo (KATO, 2006). Outros países da

Ásia, incluindo Coreia, China e Taiwan, relatam problemas similares aos japoneses em relação ao aumento do consumo de leite e carne e com superprodução de arroz (TSUTAYA, 2006), desde os anos 2000, há subsídios para a produção da SPIA para a alimentação animal, além do desenvolvimento de enfardadeiras de rolos de corte para a SPIA (URAKAWA, 2006).

O cultivo de arroz com finalidade forrageira tem crescido em importância, especialmente em zonas de produção pecuária. Segundo Nakano et al. (2010) a utilização do arroz como planta forrageira, seja em sistema de duplo propósito ou não, se apresenta como uma alternativa competitiva em termos de produção de matéria seca e NDT (nutrientes digestíveis totais).

Uma boa fermentação, abaixamento e manutenção do baixo pH do material ensilado são cruciais para a conservação da forragem. Neste âmbito, os dados literários da maioria das pesquisas são favoráveis à silagem de arroz, demonstrando que os materiais testados cumprem com tais requisitos, sendo, portanto, passíveis de armazenagem nessas condições (KAWAMOTO et al., 2007; MARUYAMA et al., 2005; NISHINO et al., 2007; CULAU et al., 2011).

Já existem estudos tentando viabilizar sua utilização para a ensilagem das variedades japônicas (KAWAMOTO et al., 2007). No ocidente, não há pesquisas que contemplem a utilização das variedades indicas (cultivadas principalmente na América latina) para tal finalidade.

2.2.1 Teor de matéria seca

Para explorar a máxima produtividade de nutrientes por área deve-se ensilar no momento correto, onde se consiga conciliar produtividade com qualidade nutricional, minimizando as perdas no campo, assegurando um alto consumo pelos animais.

Segundo Jobim et al., (2007) o teor de matéria seca é um dos fatores mais importantes na colheita da forragem, pois afeta direta e indiretamente toda a física, biologia e processos químicos que ocorrem no silo. O desenvolvimento dos microrganismos, benéficos ou prejudiciais à preservação da silagem, possui uma

relação direta com o teor de matéria seca do material ensilado, mais propriamente à atividade de água ou potencial osmótico.

O teor adequado de matéria seca favorece a compactação e transição para um ambiente anaeróbio. Silagens muito úmidas favorecem a fermentação clostrídica e a produção de efluentes, reduzindo o valor nutricional e a digestibilidade da silagem. Já silagens muito secas são mais porosas e mais susceptíveis a deterioração aeróbia, desenvolvimento de fungos e leveduras e à reação de Maillard (Muck et al., 2003). Segundo Valadares Filho et al., (2006) o teor médio de matéria seca de silagem de milho é 31,15%, silagem de sorgo 29,71%, silagem de soja 25,83%. Já para silagem de planta inteira de arroz foi encontrado um teor de matéria seca de 29,3% (Wanapt et al., 2013; Islam et al., 2004).

Em um estudo realizado em Saitama no Japão, com diferentes estádios de maturação da planta, encontraram uma variação no teor de MS de 22,2% que corresponde à colheita realizada 10 dias após o florescimento, a 38,1% na colheita realizada 45 dias após o florescimento (Islam et al., 2004).

Pouco se sabe ainda, sobre as condições para colheita, emurhecimento, moagem, fermentação e fornecimento aos animais, da planta de arroz na forma de silagem. Alguns trabalhos realizados, principalmente na Coreia, buscam evidenciar tais características para este produto. Kawamoto et al., (2007); Islam et al., (2004); e Ki et al., (2009) testaram diferentes tempos de murcha para a planta de arroz antes da moagem e ensilagem. Foram testados os tempos de 0 h, 12 h, 24h e 48 h combinados ou não com variação nos estágios de colheita. Os melhores resultados foram obtidos nos tempos entre 0 h e 24 h, não sendo recomendada a prática de emurhecimento por 48h. Além disso, os tempos de murcha podem variar conforme o estágio de colheita das plantas em razão de seu teor de umidade, sendo recomendando tempos de até 12 h para estágios mais avançados e 24 h para estágios vegetativos.

2.2.2 Estádios de maturação da planta de arroz

O estágio de maturação em que são colhidas as forrageiras e submetidas ao processo de ensilagem, tem sido um dos fatores que mais alteram a qualidade e o valor nutritivo da silagem. A principal característica à medida que avançam o estágio de maturação tem-se alterações na composição bromatológica das silagens, frequentemente com aumento dos teores de matéria seca e reduções nos teores de proteína bruta (Bishnoi et al., 1993; Ruggieri et al., 1995; Rodrigues et al., 1996). Por esses motivos a importância de se determinar qual a fase o arroz concentra as melhores condições para produção de uma silagem de boa qualidade.

Estudos anteriores sugerem que a fermentabilidade da SPIA não é boa, principalmente nos estágios iniciais da maturidade, quando o teor de umidade é alto, e, com a ensilagem em estágios mais maduros, o material se torna menos digestível (Harley, 1981).

Em geral a literatura preconiza a realização do corte da planta de arroz para ensilagem por volta de 30 dias pós-florescimento, porém estes dados referem-se a cultivares ou variedades do tipo japonico (NAKANO et al., 2010), não havendo recomendações consolidadas a respeito dos tipos índicos, em razão da planta não ser pesquisada e utilizada com este propósito.

Islam et al., (2001) avaliando os estágios de maturidade na concentração de fósforo em silagens de planta inteira de arroz concluiu que com o aumento da maturação da planta ocorre uma diminuição no teor de fósforo, esse estudo foi realizado devido ao teor alto de fósforo no grão de arroz (Van der Klis and Versteegh, 1996), e também devido ao alto percentual de grão presente na planta dependendo do estágio de maturação que ocorrerá a ensilagem.

2.2.3 Causas de deterioração da silagem de arroz

A colheita realizada no estágio do grão maduro (cera dura) possui alguns problemas como, por exemplo, a contaminação com o solo no momento da colheita devido ao acamamento das plantas. A cultivar Tachisuzuka desenvolvida no Japão tem uma boa resistência ao acamamento no estágio de maturação cera dura, o qual se mostra um ótimo estágio para colheita, assim como um mês após esta fase.

O teor de açúcar da cultura é um fator importante para a qualidade de fermentação da silagem (Nonaka 2006, Smith 1973). Este teor nas plantas de arroz é baixo (menor que no milho) e é insuficiente para uma fermentação satisfatória (Cai et al., 2002, Horiguchi et al., 1992, Yamada and Murata 2010), segundo Nonaka (2003) é necessário mais de 2% de teor de açúcar no peso de material fresco, para que ocorra uma fermentação adequada. Um estudo comparativo de três cultivares de arroz utilizados para silagem no Japão, encontrou diferentes teores de açúcares. As quantidades de açúcar nos cultivares Tachisuzuka, Kusanohoshi e Leaf Star, no estágio de amadurecimento amarelo foram de 11,5%, 1,7% e 5,3% na MS, respectivamente (Matsushita et al., 2011).

2.2.4 Percentual de grãos

A proporção de grãos em cereais integrais é homóloga tanto ao rendimento quanto o estágio de maturidade, ou seja, com o avanço da maturidade da planta ocorre um aumento na proporção dos grãos e um aumento no rendimento (Yoshida et al., 1987a, b; Nakui et al., 1988). Adamson e Reeve (1992) relataram que um aumento na proporção de grãos em relação a palha, nos cereais integrais, de 50:50 a 60:40 representa um aumento na energia metabolizável de 0,8 MJ kg⁻¹ de matéria seca (MS). Portanto, proporção de grãos em cereais integrais pode ser considerado um indicador para o rendimento e valor nutritivo. As variedades do tipo forrageiro são mais altas do que as utilizadas para grãos, presume-se que o primeiro pode ter menor proporção de grãos, produzindo mais massa, porém com menor valor nutricional. e consequentemente e valor nutritivo. Em contrapartida, existem visões opostas que o valor nutritivo das variedades do tipo forrageiro pode ser maior do que as variedades para grãos, uma vez que esse alto teor de grãos pode passar pelas fezes, o que diminui o valor nutricional. No entanto, não há dados sobre esse aspecto, o que merece de mais pesquisas.

2.2.5 Digestibilidade

Takahashi et al., (2005) alimentando ovelhas castradas com uma dieta na proporção de 60% (base na matéria seca) de silagem de planta inteira de arroz e 40% de concentrado, obteve os resultados da digestibilidade aparente de MS de 72,7%, de MO de 75,8% e de FDN de 54,5%, com NDT de 73,4%. Dann et al., (2008) alimentando vacas leiteiras com silagem de sorgo, encontrou digestibilidade aparente de MS de 71,4%, de MO de 73,2%, de FDN de 60,9%, já utilizando silagem de milho observou uma digestibilidade de MS de 76,5%, de MO de 77,7% e de FDN de 58,5%, dados que apresentam a SPIA como uma alternativa potencial quanto a sua qualidade nutricional.

Islam et al., 2004 avaliando diferentes cultivares com diferentes estágios de maturação da planta de arroz e seu efeito na digestibilidade *in situ* da MS nas 48 horas utilizando novilhos holandeses, encontrou os resultados presentes na tabela 2.

Tabela 2: Médias do efeito das cultivares e dos estádios de maturação na digestibilidade *in situ* da matéria seca na silagem de planta inteira de arroz.

Cultivar	Digestibilidade <i>in situ</i> 48 horas
Yumetoiro	64,7 ^a
Hamasari	58,2 ^c
Kusanami	57,5 ^c
Estágios de maturação	
MS1(10 dias após o florescimento)	58,3 ^c
MS2(22 dias após o florescimento)	62,3 ^a
MS3(34 dias após o florescimento)	60,8 ^b
MS4(45 dias após o florescimento)	60,6 ^b

^{a,b,c} valores com sobrescritos diferentes na mesma coluna variam estatisticamente entre si (P<0,001 a 0,01). Fonte: Adaptado Islam et al., (2004).

2.2.6 Cultivares

Um dos poucos trabalhos encontrados na literatura que utiliza arroz do tipo índico (cultivar BRS Querência) para confecção de silagem de planta inteira foi realizado por Lourenço et al., (2012), os autores propuseram que a colheita das

plantas deve ser efetuada no estágio em que o grão esteja passando de leitoso a farináceo.

Na safra 2010/11, houve demanda na Embrapa por um padrão de arroz diferenciado, pois a cadeia produtiva do arroz enfrentava um excedente de produção, reduzindo o preço pago pelo produto e tornando a atividade orizícola economicamente inviável, não cobrindo os custos de produção. Alguns produtores destinaram sua lavoura à alimentação animal, fazendo silagem de arroz ou misturando os grãos na ração. Isso provocou uma série de iniciativas em busca de uma cultivar que se apresentasse como alternativa de uso, fosse como matéria-prima para alimentação animal ou para produção de etanol, retirando parte do grão longo fino de oferta ao mercado consumidor. Surgindo o cultivar BRS AG, cujas dimensões do grão são maiores que as do arroz convencional sendo apelidada de “gigante”. Essa cultivar possui peso médio de 52 g para mil sementes, enquanto outros cultivares possuem em média 25 g., a altura também é diferenciada, com cerca de 110 cm. A espessura do colmo é de 5,5 mm, o que lhe confere colmos fortes e resistentes ao acamamento, apesar da elevada estatura. Essa cultivar apresenta grãos muito grande e extremamente farináceos. Ainda precisa de mais pesquisas referentes às suas características químicas e bromatológicas após a ensilagem. (MAGALHÃES et al., 2015).

Nos países asiáticos existe uma variedade de cultivares que podem ser utilizadas para a produção de silagem, algumas inclusive com um duplo propósito.

No Japão, uma cultivar “Tachisuzuka” foi desenvolvida e lançada como a primeira cultivar de arroz para a produção de SPIA, com maior valor nutritivo e proporção de açúcar, devido a uma radical diminuição no rendimento dos grãos (Kouno 2011; Matsushita et al., 2011, 2012), isso ocorre devido a uma mutação espontânea nos ramos primários na parte basal do eixo da panícula (Li et al., 2009).

2.2.7 Composição química e bromatológica

Comparando a composição química da SPIA com a silagem de milho e sorgo forrageiro conforme a tabela 1, segundo Lourenço et al., (2011), pode-se inferir que a SPIA se torna uma alternativa para a alimentação de ruminantes.

Tabela 2: Comparação da composição química de silagens de planta inteira de arroz, frente a resultados médios da literatura para silagens de milho e sorgo.

	MS%	PB%	FDN%	FDA%	LIG%	MM%	PH%
Silagem de planta inteira de arroz	36,9	8,49	56,92	38,7	4,76	12,19	3,83
Silagem de milho	33,01	8,03	50,2	29,36	3,78	4,54	3,76
Silagem de sorgo	29,81	7,89	61,05	37,23	6,4	6,47	3,94

*MS(%PI) = Matéria Seca em % do produto integral; PB = Proteína Bruta ; FDA = Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; FDN= Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; MM = Matéria Mineral; Lig = Lignina; pH = Potencial de Hidrogênio Iônico. **Coeficiente de variação

***Média dos dados do NRC (2001) e Valadares Filho et al. (2006).

Ki et. al., 2009 utilizou SPIA em substituição a silagem de milho na dieta de vacas holandesas no meio para o final de lactação sem nenhum efeito deletério no consumo, na produção de leite e na sua composição, na tabela 3 estão presentes a composição química das silagens utilizadas nesse estudo.

Tabela 3: Comparação da composição química da silagem de planta inteira de arroz e silagem de milho.

Parâmetros (MS%)	Silagem de milho	Silagem de arroz
Matéria seca	28,7+-3,14	34,80+-2,42
Proteína bruta	7,35+-0,81	8,02+-0,68
FDN	65,77+-3,63	67,60+-2,98
FDA	38,94+-2,92	39,27+-3,23
Extrato etéreo	1,98+-0,16	2,64+-0,16
Cinzas	5,98+-0,55	8,48+-0,15
pH	3,98+-0,28	4,49+-0,21
Cálcio	0,14+-0,05	0,22+-0,06
Fósforo	0,26+-0,04	0,30+-0,08

Fonte: adaptado Ki et al., (2009).

2.2.8 BRS Querência

Lançado em 2004, de ciclo precoce, ao redor de 110 dias, da emergência das plântulas a maturação completa dos grãos, é constituída por plantas do tipo “moderno americano”, de folhas e grão lisos com boa tolerância a doenças. Alta capacidade de perfilhamento, colmos fortes e destaca-se pela panícula longa. Seus grãos são longos e finos (“agulhinha”). No campo, essa cultivar é facilmente distinguível por apresentar a folha bandeira com inclinação intermediária (ângulo entre 31° e 60°).

No manejo destaca-se pela densidade de semeadura com um estande de 200 a 300 plantas por m², para que isso ocorra, considerando-se um espaço entre linhas de 17,5 cm e 26,9 gramas por 1000, são necessários de 100 a 120 kg de sementes aptas por hectare.

Tabela 4: características da planta e do grão da cultivar de arroz irrigado BRS Querência.

Característica	Cultivar
Planta	BRS Querência
Ciclo (dias)	85
Maturação (dias)	110 (106 a 115)
Estatuta da planta (cm)	87,2
Comprimento do colmo (cm)	62,1
Comprimento da panícula (cm)	25,1 (24 a 27)
Cor da folha	Verde
Pilosidade	Ausente
Degrane	Intermediário
Acamamento	Resistente
Perfilhamento	Alto
Grão	
Classe	Longo fino
Pilosidade	Ausente
Peso de mil sementes (g)	26,9
Rendimento total (%)	72

Fonte: adaptado Fagundes et. al., (2005).

2.2.9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adamson, A. H. & A. Reeve. Nutritional evaluation of whole crop wheat. **Chalcombe Publications**, Canturbury, UK.1992.

AGUIAR, GABRIEL ALMEIDA. Potencial produtivo e agrônômico de linhagens elite de arroz irrigado em ensaio de vcu, safra 2015/16. In: **Embrapa Clima Temperado- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 10., 2017, Gramado. Intensificação sustentável: anais. Gramado: Sosbai, 2017.

ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. Corn Silage. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: n. silagesciencean, p. 547-608, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Washington, USDA, 1975. 1015 p.

AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.

BARNETT, A.J.G. Silage fermentation. **New York**: Academy Press, 1954.

BISHNOI, U.R., OKA, G.M., FEARON, A.L.. Quantity and quality of forage and silage of pearl millet in comparison to sudax, grain, and forage sorghums harvested at different growth stages. **Tropical Agriculture-London then trinidad**, V. 70(2):98-102. 1993

BORREANI, G.; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.6, p.2620-2629, 2010.

BORREANI, G.; TABACCO, E. Effect of silo management factors on aerobic stability and extent of spoilage in farm maize silages. In **Proc. XVI Int. Silage Conf. K. Kuoppala, M. Rinne, and A. Vanhatalo, ed. MTT Agrifood Research Finland, University of Helsinki, Helsinki, Finland**. p. 71-72. 2012.

Cai,Y., Y.Fujita, C.Xu, N.Yoshida and M.Ogawa Preparation of rice role bale silage using lactic acid bacteria 'Chikuso 1'. Japan. **Journal Grassland Science**. 48(ex): 190–191. 2002.

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos – safra 2012/2013 – sexto levantamento**. 2013. Disponível em:

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_03_07_10_39_19_levantamento_safras_graos_6.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2016.

CULAU, G.; SCHAFHÄUSER Jr., J.; MATTOS, G. S.; TAVARES, A. B.; WIEBUSCH, A. T. Composição química e valor nutritivo de silagem de grão úmido de arroz. In: **Embrapa Clima Temperado-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20.; MOSTRA CIENTÍFICA, 3., 2011, Pelotas.[Anais.]. Pelotas: UFPel, 2011. 1 CD-ROM.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objectives, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436–443, 2000.

DANN, H. M., R. J. GRANT, K. W. COTANCH, E. D. THOMAS, C. S. BALLARD, AND R. RICE.. Comparison of brown midrib sorghum-sudangrass with corn silage on lactational performance and nutrient digestibility in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**. V. 91:663. 2008

DROUIN, P.; LAFRENIERE, C. Clostridial spores in animal feeds and milk. In: **Milk Production-An up-to-date overview of animal nutrition, management and health**. InTech, 2012.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Notícias: Pesquisa desenvolve arroz para silagem e etanol. 2012. Disponível em: < <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2012/fevereiro/4a-semana/pesquisa-desenvolve-arroz-para-silagem-e-etanol/>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

FAGUNDES, P.R.R.; FRANCO, D.; ANDRES, A.; NUNES, C.D.; PETRINI, J.A.; MARTINS, J. F.; MORAES, O. P.; NETO, F. M.: BRS QUERÊNCIA: Precocidade, produtividade e qualidade para a orizicultura gaúcha. Pelotas, RS: **Embrapa Clima Temperado.. 4p. (Boletim Técnico, 372)**. 2005.

HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of animal science**, v. 81, n. 12, p. 3226-3232, 2003.

HONIG, H. Reducing losses during storage and unloading of silage. **Landbauforschung Voelkenrode. Sonderheft (Germany, FR)**, p. 116-128, 1991.

HORIGUCHI, K. et al. Comparison of nutritive value among whole crop silage of rice plant with V-type leaves and other forages. **Japanese Society of Grassland Science**, v. 38, p. 242-245, 1992.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. XXIX **REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO**. Disponível em: http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140724143610boletim_arroz_irrigado_2012.pdf. Acesso em: 27 agosto de 2016.

ISLAM, M. R.; ISHIDA, M.; ANDO, S.; NISHIDA, T.; YOSHIDA, N.; & ARAKAWA, M. Effect of variety and stage of maturity on nutritive value of whole crop rice, yield, botanical fractions, silage fermentability and chemical composition. **Asian Australasian Journal Of Animal Sciences**, v. 17, n. 2, p. 183-192, 2004a.

ISLAM, M. R.; ISHIDA, M.; ANDO, S.; NISHIDA, T.; & YOSHIDA, N. Estimation of nutritive value of whole crop rice silage and its effect on milk production performance by dairy cows. **Asian Australasian Journal Of Animal Sciences**, v. 17, n. 10, p. 1383-1389, 2004b.

ISLAM, M. R.; ISHIDA, M., ANDO, S., NISHIDA, T., YOSHIDA, N., & ARAKAWA, M. Effect of variety and stage of maturity on nutritive value of whole crop rice silage for ruminants: in situ dry matter and nitrogen degradability and estimation of metabolizable energy and metabolizable protein. **Asian Australasian Journal Of Animal Sciences**, v. 17, n. 11, p. 1541-1552, 2004c.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl. spe., p.101-119, 2007.

KAWAMOTO, H.; OTANI, R.; OSHIBE, A.; HIROMICHI, Y.; DEGUCHI, S.; TANAKA, O.; UOZUMI, S.; WATANABE, H. Ensilage of wilted whole crop rice (*Oryza sativa* L.) using a roll baler for chopped material: Silage quality in long-term storage. **Grassland Science**, n. 53, p. 85 – 90. 2007.

KI, K. S.; KHAN, M. A.; LEE, W. S.; LEE, H. J.; KIM, S. B.; YANG, S. H.; BAEK, K. S.; KIM, J. G.; KIM, H. S. Effect of replacing corn silage with whole crop rice silage in total mixed ration on intake, milk yield and its composition in Holsteins. **Asian-Australian Journal Animal Science**, n. 4, p. 516 – 519. 2009.

KOMAREK, A. R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, supl.(1), p.250, 1993.

KOUNO, S. Feeding value and supply for lactating cattle of the high sugar content forage rice 'Tachisuzuka'. In: **The Meeting on Research and Spreading of Forage Rice**. 2011. p. 13-18.

KUNG, L. The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability of silages. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION**, 3., 2013, Campinas. Proceedings... Piracicaba: FEALQ, 2013. p.7-19.

LOURENÇO, L. A.; SCHAFFHÄUSER Jr., J.; RIZZO, F. A.; SCHEIBLER, R. B.; LOUZADA, R. M. Valor nutritivo da silagem de arroz para alimentação de ruminantes. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 21., 2012, Pelotas, Anais... Pelotas: UFPel, 2012.

MARUYAMA, S.; YOKOYAMA, I.; ASAI, H.; SAKAGUCHI, S.; OHTANI, T.; YOKOTA, H. KITA, K. Influence of ripening stages on the quality of whole crop silage and grain silage of fodder rice. **Asian-Australian Journal Animal Science**, n. 18, p. 340 – 344. 2005.

MATSUSHITA K, IIDA S, IDETA O et al. 'Tachisuzuka', a new rice cultivar with high straw yield and high sugar content for whole-crop silage use. **Breed Sci** 61: 86–92. (2011)

MATSUSHITA K, IIDA S, IDETA O, SUNOHARA Y, MAEDA H, TAMURA Y) Tachisuzuka, a new rice cultivar with high straw yield, high digestibility and high sugar content for whole-crop silage use. In: Bulletin 11, **NARO Western Region Agricultural Research Center**, Fukuyama, Hiroshima, Japan, 1–14. (In Japanese with English abstract.) (2012)

MAURÍCIO, R.M., MOULD, F.L., DHANOA, M.S. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.321-330,1999.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.

MUCK, R.E., BOLSEN, K.K. Silage preservation and additive products. Field Guide and Silage **Management in North America**, p.105-126, 1991.

MUCK, R.E.; MOSER, L.E.; PITT, R.E. Postharvest factors affecting ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISSON, J.H. (Eds.) Silage science and technology. Madison: American Society of Agronomy; **Crop Science Society of America**; Soil Science Society of America, p.251-304. 2003

NAKANO, H., I. HATTORI, K. SATO, S. MORITA, H. KITAGAWA, AND M. TAKAHASHI. Effects of Cutting Height of the First Crop on Estimated Total Digestible Nutrient Concentration and Yield in Double-Harvested Rice. **Agronomy. Journal. V.** 102:972-980. 2010.

NAKUI, T., S. MASAKI, T. AIHARA, N. YAHARA AND S. TAKAI.. The making of rice whole crop silage and an evaluation of its value as forage for ruminants. **Bull. Tohoku Natl. Agric. Exp. Stn.** 78:161-174. 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.

NISHINO, N.; HATTORI, H. KISHIDA, Y. Alcoholic fermentation and its prevention by *Lactobacillus buchneri* in whole crop rice silage. **Letters in Applied Microbiology**, n. 44, p. 538 – 543, 2007.

NONAKA, Ikujiro; TOYAMA, Ryoko. The knowledge-creating theory revisited: knowledge creation as a synthesizing process. **Knowledge management research & practice**, v. 1, n. 1, p. 2-10, 2003.

NONAKA, Ikujiro; VON KROGH, Georg; VOELPEL, Sven. Organizational knowledge creation theory: Evolutionary paths and future advances. **Organization studies**, v. 27, n. 8, p. 1179-1208, 2006.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal Agricultural Science**, v. 92, n. 1, p. 499-503, 1979.

PLANETA ARROZ. **Porto Alegre: Casa Brasil Editores Ltda, 2000-**. Trimestral. Mercado do arroz ainda em valorização, mas com cenário futuro mais instável. Disponível em: [Http://www.planetaarroz.com.br/site/noticias_detalhe.php?idNoticia=11918](http://www.planetaarroz.com.br/site/noticias_detalhe.php?idNoticia=11918)>. Acesso em: 14 mai. 2016.

JONES, C. M – PENN STATE. From harvest to feed: understanding silage management. State College: **Pennsylvania State University**, 2004. 40p.

RODRIGUES, J. A. S., SILVA, F. E., GONÇALVES, L. C. Silagem de diferentes cultivares de sorgo forrageiro colhidos em diversos estágios de desenvolvimento. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996, Londrina. Resumos... Londrina: IAPAR, 1996. p. 269., 1996.

RUGGIERI, A.C., TONANI, F., GUIM, A. et al. Efeito do estágio de maturação sobre a composição bromatológica da planta e da silagem de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.). In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 32, Brasília. Anais... Brasília: SBZ, 1995. p.107-108. 1995.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012. 179p.

TAKAHASHI, M. GONÇALO, S. A cultura da mandioca. Paranavaí: Olimpíada. 116 p. 2005.

Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal British Grassland Society* 18, 104-111

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JUNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 329p. 2006.

VAN DER KLIS, J. D., H. A. J. VERSTEEGH, and P. C. M. SIMONS.. Effectiveness of Natuphos phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients for layers. In: M. C. Coelho and E. T. Kornegay (eds.). **Phytase in Animal Nutrition and Waste Management** - A BASF Reference Manual. Mount Olive, New Jersey, USA. p. 295. 1996

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. v. 74, n. 10, p. 3583–3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

WANAPAT, M.; KANG, S.; KHEJORNART, P.; PILAJUN, R.; WANAPAT. S. Performance of tropical dairy cows fed whole crop rice silage with varying levels of concentrate. **Tropical Animal Health and Production**, n. 7, p. 1 – 7. 2013.

URAKAWA, S. Development of harvesting machine for making whole crop rice silage. In: **XIIth AAAP Animal Science Congress**. 2006. p. 93-98.

YAMADA, H., TANAKA, R., SULAIMAN, O., HASHIM, R., HAMID, ZAA, YAHYA, MKA, et al. (2010). Old oil palm trunk: a promising source of sugars for bioethanol production. **Biomass Bioenergy** 34:1608-1613.

YOSHIDA, N., M. TOMITA, Y. TAKEMASA & T. TAKAHASHI. Forage paddy rice for whole crop utilization. 1. The storability affected by different conservation method. **Journal of Japanese Society of Grassland Science**. 1987a.

YOSHIDA, N., M. TOMITA, Y. TAKEMASA & T. TAKAHASHI. Studies on the utilization of whole crop rice silage. III. Feed value of rice plants breeding for forage at different growth stages. **Bull. Saitama Prefec. Livestock. Exp. Stn**. v. 25, p. 32-37, 1987b.

3. Projeto de pesquisa

Universidade Federal de Pelotas
Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Composição química-bromatológica e avaliação da cinética digestiva de diferentes estágios fenológicos da ensilagem de planta inteira de arroz

Equipe:

Pesquisadores colaboradores:

Jorge Schafhäuser Junior

Helenice Gonzalez de Lima

Jamir Luiz Silva da Silva

Alunos Pós-Graduação:

Rudolf Brand Scheibler (Doutorando em Zootecnia)

Fabio Antunes Rizzo (Doutorando em Zootecnia)

Katherine Montes Castillo (Mestranda em Zootecnia)

Guilherme Henrique Scheffler (Mestrando em Zootecnia)

Lívia Argoud Lourenço (Doutoranda em Zootecnia)

Pelotas, fevereiro de 2018.

3.1 Caracterização do Problema

Ao avaliarmos a produção de grãos no Brasil podemos notar que em determinadas regiões já ocorre o fenômeno da concentração da produção. Na cultura do arroz essa concentração é muito evidente. Aspectos como exigências edafoclimáticas são determinantes na seleção dos locais de produção. O Rio Grande do Sul é um caso típico dessa concentração, respondendo por 66,9% da produção nacional desse cereal (CONAB, 2014). Essas características apresentam pontos positivos em relação à qualificação da mão de obra, desenvolvimento tecnológico dos processos produtivos, além de, uma grande estrutura logística de comercialização e armazenagem. Entretanto um dos principais gargalos criados por essa concentração, é que mesmo que haja um escalonamento do plantio, há uma grande disponibilidade de produto na safra, pressionando o preço no mercado. Diante dessa complexidade de fatores, torna-se relevante a busca por eficiência, utilizando racionalmente os fatores de produção, como terra, trabalho e capital, independentemente do sistema produtivo adotado.

Para que se consiga manter a receita dos produtores há a necessidade de diversificar o uso do arroz e seus coprodutos (KI et. al., 2009).

O processo de tomada de decisão, aliado ao gerenciamento da atividade, ainda é deficiente de ferramentas que possibilitem análises e quantifiquem os pontos de estrangulamento do sistema.

Novas alternativas para o uso do arroz surgem como demanda de produtores para minimizar os efeitos da alta disponibilidade de produto no mercado. Algumas pesquisas estão sendo desenvolvidas nesse sentido por entidades como IRGA e EMBRAPA, utilizando o arroz como matéria prima para produção de etanol e principalmente na alimentação animal.

Uma das alternativas para que se aproveite o potencial produtivo da cultura é a produção da silagem de planta inteira de arroz (SPIA), em países asiáticos o cultivo de arroz com a finalidade forrageira tem crescido principalmente em zonas de produção pecuária, utilizando variedades japônicas já existem estudos para viabilizar a utilização para a ensilagem (KAWAMOTO et. al., 2007).

A boa qualidade nutricional da silagem produzida a partir da planta inteira de arroz pode ser um fator favorável, se pensarmos que a partir de lavouras com baixa qualidade de grãos, que traria uma menor rentabilidade, o produtor tem a possibilidade de transformá-la em proteína animal (carne, leite). Segundo Lourenço et. al., (2012), os valores encontrados de proteína bruta, teor de matéria seca, fibra insolúvel em detergente neutro, se mostram bem competitivos com os valores das silagens mais utilizadas no Brasil, milho e sorgo.

3.2 Objetivos e Metas

Definir o momento ideal de corte da planta inteira de arroz para a silagem, para utilização na alimentação animal visando melhor composição química-bromatológica, cinética digestiva e produção. Com isso cria-se um novo nicho no mercado orizícola para que a produção não venha a ser apenas de grãos para a alimentação humana, mas também visando a produção animal, de carne e leite, utilizando-se uma técnica conhecida dos produtores rurais.

Em sistemas integrados de pecuária e agricultura, pode se tornar uma alternativa as culturas mais tradicionais como milho e sorgo, visando maior sustentabilidade da propriedade.

3.3 Metodologia

Serão testados quatro diferentes estágios fenológicos do cultivar BRS QUERENCIA, vegetativo, pré-florescimento, florescimento pleno e pré-colheita da planta inteira de arroz. Serão utilizados micro silos experimentais confeccionados em tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 500 mm de comprimento, os quais contém o cultivar in natura, sendo realizadas em duplicata no laboratório e utilizadas cinco repetições de campo. O material será compactado, sendo as extremidades dos micro silos vedadas com tampa hermética, sendo uma das tampas equipada com válvula de Bünsen. Os micro silos serão mantidos na posição vertical até a data de abertura para avaliação, que ocorrerá 45 dias após a confecção. No momento de abertura será realizada a avaliação da matéria parcialmente seca (MPS) e posteriormente a composição química e bromatológica.

Serão analisados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA), sílica, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) segundo técnicas descritas em Silva & Queiroz (2002), e também os carboidratos não fibrosos (CNF) serão determinados segundo metodologia proposta por Hall (2003),

ainda será analisado as frações das proteínas A, B1, B2, B3 e C conforme SNIFFEN et al., (1982) no laboratório de nutrição animal (LABNUTRI) da EMBRAPA Clima Temperado, assim como o pH e o nitrogênio amoniacal, segundo AOAC (1990) da silagem de planta inteira de arroz e demais ingredientes que irão compor a dieta.

Para realização da digestibilidade in vitro as amostras serão analisadas em quadruplicata, sendo previamente moídas a 1 mm e colocadas em sacos de poliéster com tamanho de 5x5 cm e porosidade de 50µm, os quais serão selados e incubados em frascos de vidro com capacidade de 2 litros em incubadora do tipo Daisy II (ANKOM Technology Corporation, Fairport, New York, USA) a 39°C por 48 horas, conforme modificação de Komarek (1993). O inóculo ruminal será obtido de quatro bovinos fistulados ruminalmente, adaptados previamente ao consumo de silagem de arroz como parte da dieta total.

No fim desse procedimento o teor de fibra insolúvel em detergente neutro (Van Soest et al., 1991) será mensurada em cada resíduo indigestível, para poder estimar a digestibilidade in vitro do FDN.

A cinética de degradação ruminal foi avaliada pela técnica in vitro de produção de gases.

Aproximadamente 1g de cada um dos nove substratos dietéticos e uma amostra sem substrato (branco) foram incubados em quarenta e cinco garrafas de vidro de 250 mL, contendo 20 mL de líquido ruminal e 80 mL de tampão (MARTEN; BARNES, 1980) cada, ou seja, em uma relação inóculo: meio de cultura (v/v) de 1:4. Os jarros foram vedados com quarenta e cinco módulos de Digestão Ankom RF Gas Production System (Ankom Technology, Macedon - NY, USA), em sistema acoplado a um computador equipado com aplicativo Gas Pressure Monitor (Ankom Technology, Macedon- NY, USA) e dispositivo de medição automatizada dos gases metabólicos por sinal de radiofrequência sem fio (wireless), e mantidos em banho-maria a $39 \pm 1^\circ\text{C}$, com agitação durante 48 horas. Cada incubação contendo todos os tratamentos foi repetida por três vezes em momentos distintos.

As pressões de gases foram mensuradas em intervalos de 15 minutos durante 48 h de incubação, totalizando n = 197 por curva. As leituras de pressão (psi) foram

convertidas para moles de gases usando a lei do gás 'ideal', e então para mililitros (mL) de gases através da Lei de Avogadro. Posteriormente, os resultados foram expressos em mL de gases produzidos por grama de matéria orgânica degradada (mL g⁻¹ MO degradada) e matéria seca degradada (mL g⁻¹ MS degradada).

Decorrida as 48 h de incubação, as amostras de cada unidade experimental foram centrifugadas a $10.000 \times g$ por 20 minutos à temperatura de 5°C. O sobrenadante foi coletado para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Os pellets foram ressuspensos em solução salina (0,8% NaCl), homogeneizados e recentrifugados. O sobrenadante foi desprezado e os pellets novamente ressuspensos em solução salina e congelados a -10 °C para posterior análise de proteína microbiana. O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado imediatamente após a amostragem com potenciômetro digital.

As curvas de produção acumulativa de gases observadas *in vitro* foram ajustadas pelo modelo logístico bicompartimental (SCHOFIELD; PITT; PELL, 1994).

Na digestibilidade *in situ* as amostras serão previamente moídas em peneiras de 2 mm, sendo que cinco gramas de amostra serão pesados em sacos de poliéster (10 x 16 cm e porosidade de 50µm), proporcionando uma relação de 15 mg de amostra/cm² de saco, os quais serão selados e incubados no rúmen em duplicata. Serão utilizadas 4 vacas fistuladas, sendo previamente adaptadas a silagem de arroz. Os animais serão alimentados duas vezes por dia (8:30 e às 17:30 h), durante dois dias (Ørskov and McDonald, 1979).

Todas as variáveis estudadas serão submetidas à análise de regressão polinomial linear e quadrática. Alternativamente, poderá ser realizada análise de variância e teste Tukey de comparação de médias, no nível de significância de 5%, através do pacote estatístico SAS.

3.4 Resultados e impactos esperados

Estabelecimento de parâmetros para o uso da silagem de planta inteira de arroz na alimentação de bovinos, tendo como base as características químicas-bromatológicas e sua cinética digestiva.

Gerar alternativas tanto para a cadeia produtiva do leite e da carne, assim como para o setor orizícola quanto à comercialização e também utilização deste material.

3.5 Participantes do projeto

1. Coordenador: DSc. Ricardo Zambarda Vaz, Dr. Produção Animal, Professor do Departamento de Pós-Graduação em Zootecnia; CPF: 566.455.030-91, SIAPE 1972376, E-mail: rzvaz@terra.com.br

2. Orientador: Jorge Schafhäuser Junior, Zootecnista, Dr. Nutrição de Ruminantes, pesquisador A do CPACT/EMBRAPA. CPF: 566.228.729-53, 01/04/1967.

3. Executor: Giuliano Orlandi Suzin, Médico Veterinário, UFPel, Mestrando do PPGZ da UFPel, Bolsista CAPES. CPF: 018.415.630-05, 24/02/1988.

4. Co-orientador: Jamir Luís Silva da Silva, Engenheiro Agrônomo, Dr. Zootecnia, Pesquisador A CPACT/EMBRAPA. CPF: 354.031.020-53, 13/05/1963.

5. Executor: Fábio Antunes Rizzo, Médico Veterinário UFPel, Pós-graduado em produção de leite UTP, Doutorando do PPGZ da UFPel, Bolsista CAPES/EMBRAPA. CPF: 754.973.520-49, 15/03/1974.

6. Executor: Rudolf Brand Scheibler, Zootecnista UFSM, Doutorando do PPGZ da UFPel, Bolsista CAPES/EMBRAPA. CPF: 835.949.730-34, 19/05/1987.

7. Executor: Livia Argoud Lourenzo, Doutoranda em Zootecnia UFPel. CPF: 023.230.740-75, 29/05/1990.

8. Colaborador: Léster Amorim Pinheiro, Químico de Alimentos, Mestrando em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da UFPel. CPF: 983.894.320-72, 30/06/1982.

9. Colaborador: Guilherme Henrique Scheffler, Zootecnista Unipampa, Mestrando PPGZ da UFPel, Bolsista CAPES. CPF: 020.174.860-60, 11/04/1989.

10. Colaborador: Katherine Lissette Montes Castillo, Engenheira Agrônoma Zootecnista pela Universidade do Panamá, Mestranda PPGZ UFPel. CPF: 600.607.690-09, 19/11/1991.

4. Cronograma do Projeto

Tabela 1 – Lista de atividades a serem desenvolvidas durante a execução do projeto.

ATIVIDADES	ANO	1º ano bimestre						2º ano bimestre					
	BIMESTRE	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Revisão bibliográfica		#	#	#	#				#	#	#	#	#
Revisão, manutenção dos animais				#	#			#	#	#	#	#	
Análise bromatológica dos alimentos						#	#	#	#	#			
Incubações <i>in situ</i> , <i>in vitro</i>							#	#	#	#	#		
Análise estatística dos dados										#	#	#	
Relatório final									#	#	#	#	#

5.Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1996. **Official Methods of Analysis**, 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA.
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos – safra 2013/2014 – nono levantamento. 2014.** Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_06_10_12_12_37_bol_etim_graos_junho_2014.pdf. Acesso em: 25 outubro de 2016.
- HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of animal science**, v. 81, n. 12, p. 3226-3232, 2003.
- KAWAMOTO, H.; OTANI, R.; OSHIBE, A.; HIROMICHI, Y.; DEGUCHI, S.; TANAKA, O.; UOZUMI, S.; WATANABE, H. Ensilage of wilted whole crop rice (*Oryza sativa* L.) using a roll baler for chopped material: Silage quality in long-term storage. **Grassland Science**, n. 53, p. 85 – 90. 2007.
- KI, K. S.; KHAN, M. A.; LEE, W. S.; LEE, H. J.; KIM, S. B.; YANG, S. H.; BAEK, K. S.; KIM, J. G.; KIM, H. S. Effect of replacing corn silage with whole crop rice silage in total mixed ration on intake, milk yield and its composition in Holsteins. **Asian-Australian Journal Animal Science**, n. 4, p. 516 – 519. 2009.
- KOMAREK, A. R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, supl.(1), p.250, 1993.
- LOURENÇO, L. A.; SCHAFHÄUSER Jr., J.; RIZZO, F. A.; SCHEIBLER, R. B.; LOUZADA, R. M. Valor nutritivo da silagem de arroz para alimentação de ruminantes. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21., 2012**, Pelotas, Anais... Pelotas: UFPel, 2012.
- MARTEN, G.C., BARNES, R.F. 1980. Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzymes systems. In: PIGDEN, W.J., BALCH, C.C., GRAHAM, M. (Eds.) **Standardization of analytical methodology for feeds**. Ottawa: International Development Research. Center, p.61-128.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v. 92, n. 1, p. 499-503, 1979.

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gás production. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2980-2991, 1994.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74, 3583–3597.

4. Relatório de trabalho de campo

4.1 Local

O experimento de campo foi conduzido no sistema de pecuária de leite-SISPEL, localizado na estação experimental de terras baixas (ETB) da EMBRAPA Clima Temperado, situada no município do Capão do Leão-RS.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABNUTRI) da EMBRAPA Clima Temperado.

4.2 Animais, dieta e manejo

Foram utilizadas quatro vacas Jersey fistuladas, não lactantes, para utilização das incubações *in situ* e *in vitro*. Mantidas consumindo forragem nativa, suplementadas com 0,5% do PV em concentrado e sal mineral ad libitum.

4.3 Manejo da lavoura

Foi utilizado 100 kg/ha de sementes selecionadas da cultivar BRS Querência, com uma adubação de base de 300kg/ha de adubo na fórmula 02-20-20. O Plantio foi realizado no dia 22/12/2011 em sistema de plantio convencional, utilizou-se o Herbicida *Gamit* 0,5L/ha no dia 26/12/2011.

A emergência de 80% das plântulas ocorreu 12 dias após a data do plantio. Foi utilizado ainda herbicida pós-emergência *Ricer* 200ml/ha, com dois litros de *Clincher* por hectare junto com óleo mineral, um mês após a data de plantio.

A primeira aplicação de ureia como fonte de nitrogênio foi utilizada na dose de 130Kg/ha um mês e cinco dias após a data do plantio. Neste mesmo dia ocorreu a primeira entrada da água.

A segunda adubação nitrogenada na dose de 70Kg/ha de ureia ocorreu dois meses e 5 dias após o plantio.

O primeiro corte ocorreu 85 dias após a emergência das plântulas, no dia 16/03/2012, o segundo corte ocorreu no dia 23/03/2012, o terceiro corte ocorreu no dia 30/03/2012 e o quarto corte ocorreu no dia 05/04/2012, utilizando-se um quadrado com área de 0,25m².

5. ARTIGO

Composição química-bromatológica e avaliação da cinética digestiva da planta inteira e da silagem de arroz em diferentes dias após emergência

Artigo formatado conforme as normas da revista Asian-Australasian
Journal of Animal Sciences (ISSN: 1976-5517)

Composição química-bromatológica e avaliação da cinética digestiva da planta inteira e da silagem de arroz em diferentes dias após emergência

Giuliano Orlandi *Suzin*^{1*}, Rudolf Brand *Scheibler*¹, Fabio Antunes *Rizzo*¹, Livia Argoud *Lourenço*¹, Léster Amorim *Pinheiro*², Katherine Montes *Castillo*¹, Jorge *Schafhäuser*³

*Autor para correspondência: Giuliano Orlandi Suzin Tel: +55 (51) 996575053, E-mail: suzingiuliano@gmail.com

¹Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas, RS Brasil

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Clima Temperado) / Universidade Federal de Pelotas – Capão do Leão/ RS - Brasil - Campus Universitário s/nº CEP: 96160-000

RESUMO

Avaliar a composição química-bromatológica do cultivar tipo *indico* BRS Querência, da planta inteira de arroz em diferentes dias após sua emergência e suas respectivas silagens, definindo o momento ideal para ensilagem, além de avaliar a degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Foram testados 85, 91, 99 e 105 dias pós-emergência da planta de arroz do cultivar BRS QUERENCIA, e ensilados em micro silos durante 45 dias. Foram determinadas as características nutricionais, o perfil fermentativo da silagem e do material original, e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Foi observado um aumento do teor de matéria seca (MS), no teor de carboidratos não fibrosos, de amido mais pectina e de nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem de planta inteira de arroz (SPIA) ($<0,05$). Também ocorreu uma diminuição, ao longo do envelhecimento da planta, dos teores de fibra insolúvel em detergente neutro corrigido pra cinzas (FDNc) e proteína bruta (PB) ($<0,05$). Ocorreu uma melhora da DIVMS à medida que os dias após sua emergência foram avançando. Pode-se concluir que com o aumento da maturação da planta de arroz ocorre uma melhora na sua qualidade, tanto no perfil fermentativo, nas características nutricionais como na DIVMS, isso se deve ao aumento da participação de grãos na planta.

Palavras-chave: Bovinocultura; Conservação de forragem; Digestibilidade *in vitro*; *Oryza sativa* L..

Introdução

Ao avaliarmos a produção de grãos no Brasil podemos notar que em determinadas regiões já ocorre o fenômeno da concentração da produção. Na cultura do arroz essa concentração é muito evidente. Aspectos como exigências edafoclimáticas são determinantes na seleção dos locais de produção. O Rio Grande do Sul é um caso típico dessa concentração, respondendo por 66,9% da produção nacional desse cereal [1].

Apesar de algumas tendências de redução da área plantada, o arroz vem apresentando elevações no total produzido, que, aliado a um histórico de importações e a diminuição gradativa do consumo per capita, predispõe à ocorrência de maior disponibilidade do produto no mercado, que colaboram com um cenário de incertezas mercadológicas para os rizicultores, pressionando negativamente os preços praticados pelo produto. Um dos exemplos mais clássicos deste fenômeno ocorreu na safra 2011, onde houve uma superprodução de arroz, somada a entradas de produto oriundo de países do MERCOSUL provocando uma grave crise no setor [2].

Essas conjecturas aliadas às intempéries que prejudiquem a qualidade do produto promovem a necessidade de diversificação do uso do arroz e seus coprodutos, a fim de manter a receita dos produtores [3].

O cultivo de arroz com finalidade forrageira tem crescido em importância, especialmente em zonas de produção pecuária. Segundo Nakano [4] a utilização do arroz como planta forrageira, seja em sistema de duplo propósito ou não, se apresenta como uma alternativa competitiva em termos de produção de matéria seca e NDT (nutrientes digestíveis totais).

A boa qualidade nutricional da silagem produzida a partir da planta inteira de arroz pode ser um fator favorável, se pensarmos que a partir de lavouras com baixa qualidade de grãos, que traria uma menor rentabilidade, o produtor tem a possibilidade de transformá-la em proteína animal (carne, leite). Segundo Lourenço [5], testando uma cultivar do tipo *indico*, encontrou valores de proteína bruta, matéria seca, fibra insolúvel em detergente neutro, competitivos com os valores das silagens mais utilizadas no Brasil, como por exemplo, o milho e o sorgo.

Lançado em 2004, o cultivar do tipo *indico* BRS Querência, possui um ciclo precoce, ao redor de 110 dias à emergência das plântulas e à maturação completa dos grãos, é constituída por plantas do tipo “moderno americano”, de folhas e grão lisos com boa tolerância a doenças [6].

Com isso objetivou-se avaliar o cultivar BRS Querência frente à composição química-bromatológica da planta inteira em diferentes idades (dias pós-emergência) e suas respectivas silagens, definindo o momento ideal para ensilagem, assim como avaliar a degradabilidade *in vitro* da matéria seca.

Materiais e Métodos

Local

O experimento de campo foi conduzido no sistema de pecuária de leite-SISPEL, localizado na estação experimental de terras baixas (ETB) da EMBRAPA Clima Temperado, situada no município do Capão do Leão-RS, as condições climáticas durante o experimento podem ser visualizadas na Tabela 1.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABNUTRI) da EMBRAPA Clima Temperado.

Tabela 1: Condições climáticas durante o período experimental.

Mês	Temperatura (°C)			Umidade ^a (%)	Precipitação ^b (mm)	Radiação Solar (cal/cm ² / dia)
	Média	Mínima	Máxima			
Dez/11	20,6	10,6	30,6	79,0	53,7	494,2
Jan/12	22,7	13,5	35,1	78,3	73,6	549,5
Fev/12	24,2	14,2	37,6	82,2	171,9	435,2
Mar/12	21,5	6,2	36,8	80,9	49,0	416,8
Abr/12	17,4	3,1	31,4	81,9	52,4	300,8

a-Umidade relativa do ar média; b-Precipitação pluviométrica média;

Animais, dieta e manejo

Foram utilizadas quatro vacas Jersey fistuladas, não lactantes, para utilização das incubações *in vitro*. Mantidas consumindo forragem nativa, suplementadas com 0,5% do PV em concentrado e sal mineral *ad libitum*.

Manejo da lavoura

Foram utilizados 100 kg/ha de sementes selecionadas da cultivar BRS Querência, com uma adubação de base de 300kg/ha na fórmula 02-20-20 de N, P₂O₅ e K₂O. O Plantio foi realizado no dia 22/12/2011 em sistema de plantio convencional, utilizou-se o Herbicida Gamit (Fmc Química Do Brasil Ltda.) 0,5L/ha no dia 26/12/2011.

A emergência de 80% das plântulas ocorreu 12 dias após a data do plantio. Foi utilizado ainda herbicida pós-emergência *Ricer* (Dow AgroSciences Industrial Ltda.) 200ml/ha, com dois litros de *Clincher* (Dow AgroSciences Industrial Ltda.) por hectare junto com óleo mineral, 30 dias após a data de plantio.

A primeira aplicação de ureia como fonte de nitrogênio foi utilizada na dose de 130 Kg/ha 35 dias após a data do plantio. Neste mesmo dia ocorreu a primeira entrada da água.

A segunda adubação nitrogenada na dose de 70 kg/ha de ureia ocorreu 65 dias após o plantio.

O solo da área experimental é classificado como Planossolo Háplico eutrófico típico [7].

Foram avaliados quatro diferentes idades da planta inteira de arroz, cultivar BRS QUERENCIA, sendo eles: 85, 91, 99 e 105 dias pós-emergência de 80% das plântulas, utilizando-se um quadrado com área de 0,25m².

Atividades laboratoriais

Foram utilizados micro silos experimentais confeccionados em tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 300 mm de comprimento. O material foi compactado com densidade média de 632,887 kg/m³, sendo as extremidades dos micro silos vedadas com tampa hermética, sendo uma das tampas equipada com válvula de Bünsen, com cinco repetições para cada tratamento. Os micro silos foram mantidos na posição vertical até a data de abertura para avaliação, que ocorreu 45 dias após a confecção. No momento de abertura foi realizada pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 55°C até peso constante, posteriormente foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneira de 1mm para determinação da composição química e bromatológica.

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA), sílica, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados segundo técnicas descritas em Silva & Queiroz [8], os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo metodologia proposta por Hall [9]. O pH e o nitrogênio amoniacal das silagens seguiram metodologia da AOAC [10].

Equações recomendadas pelo NRC [11], que estima os teores de proteína bruta digestível (PBd), ácidos graxos digestíveis (EEd), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp) e carboidratos não fibrosos digestíveis (CNFd): (1) PBd (para alimentos volumosos) = $PB \times \text{Exp} (-1,2 \times (PIDA/PB))$; em que PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; (2) PBd (para alimentos concentrados) = $PB \times [1 - (0,4 \times PIDA/PB)]$; (3) EEd = $(EE - 1) \times 100$; (4) CNFd = $0,98 \times (100 - (FDNcp + PB + EE + \text{cinzas}))$. (5) FDNcp = FDNc – PIDN (proteína indigestível em detergente neutro = NIDN*6,25). Para o cálculo da porção de amido mais a pectina subtraiu-se os carboidratos solúveis dos carboidratos não fibrosos.

Para estimar os nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada a equação: $NDT = PBd + 2,25EE + FDNcp + CNFd - 7$; em que o valor 7 se refere ao NDT fecal metabólico [11].

Os elementos minerais foram determinados seguindo-se uma digestão nitro-perclórica da matéria orgânica, enquanto as leituras de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram obtidas por absorção atômica, fósforo (P) por espectrofotometria visível e potássio (K) por fotometria de chama, conforme recomendações de Tedesco [12].

Para a determinação das digestibilidades in vitro verdadeiras da matéria seca (DIVVMS) utilizou-se os princípios de Goering e Van Soest [13] com adaptação para a utilização do fermentador Daisy II Incubator (Ankom Technology, Macedon - NY, USA).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (dias pós-emergência) e cinco repetições (silos). As análises estatísticas foram realizadas no aplicativo SAS® - Statistical Analysis System versão 9.0 (SAS, 2002). Os dados foram testados quanto à normalidade residual pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homocedasticidade pelo teste de Levene. Posteriormente, foram

submetidos à análise de variância univariada (ANOVA) e regressão polinomial até segunda ordem pelo procedimento GLM. As médias foram ajustadas pelo método dos quadrados mínimos ordinários com o comando LSMEANS (Least Squares Means). Alternativamente, foram realizados teste Tukey de comparação de médias, no nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

No teor de matéria seca houve um aumento com o avançar da idade da planta inteira de arroz, tanto na forma fresca como na silagem (Tabela 2). O aumento dos teores de MS ocorre, segundo Lavezzo [14], devido à evolução do estágio fisiológico da planta, sendo responsável pela diminuição da concentração de carboidratos solúveis.

Tabela 2: Matéria seca (%) na forragem fresca e na silagem de planta inteira de arroz colhido aos 85, 91, 99 e 105 dias após emergência.

Matéria Seca (%MS)		
Idade	Natural	Silagem
85	25,03 ^e	23,98 ^e
91	27,59 ^d	28,85 ^{cd}
99	31,34 ^{abc}	30,19 ^{bc}
105	33,58 ^a	31,83 ^{ab}
Equação	$Y = -11,75628 + 0,43306X$	$Y = -4,50108 + 0,35032X$
	$R^2 = 0,8845 \quad p < 0,0001$	$R^2 = 0,7876 \quad p < 0,0001$

*Médias seguidas da mesma letra minúscula em cada variável de composição bromatológica comparam os tratamentos não diferindo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores de fibra em detergente ácido (% MS) na forragem fresca e na silagem de planta inteira de arroz colhido aos 85, 99, 91 e 105 dias após emergência.

Fibra insolúvel em detergente ácido corrigido para cinzas (%MS)		
Idade	Natural	Silagem
85	40,18 ^a	34,08 ^b
91	35,45 ^b	29,38 ^{cd}
99	35,54 ^b	26,91 ^{de}
105	31,44 ^{bc}	23,80 ^e
Equação	$Y=71,30930 - 0,37533X$	$Y= 73,94586 - 0,47836X$
	$R^2= 0,6469 \quad p=<0,0001$	$R^2= 0,7567 \quad p=<0,0001$

*Médias seguidas da mesma letra minúscula em cada variável de composição bromatológica comparam os tratamentos não diferindo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4: Proteína bruta (% MS) na forragem natural e na silagem de planta inteira de arroz colhido aos 85, 91, 99 e 105 dias após a emergência.

*Médias seguidas da mesma letra minúscula em cada variável de composição bromatológica comparam os

Proteína bruta (%MS)		
Idade	Natural	Silagem
85	8,06 ^a	8,11 ^a
91	7,52 ^a	7,92 ^a
99	6,52 ^b	6,70 ^b
105	6,58 ^b	6,47 ^b
Equação	$Y= 14,87151 - 0,08106X$	$Y= 16,12211 - 0,9281X$
	$R^2= 0,6953 \quad p=<0,0001$	$R^2= 0,7672 \quad p=<0,0001$

tratamentos não diferindo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A planta inteira de arroz apresentou segundo a tabela 1 características fermentativas e de composição adequadas para a produção de uma silagem de qualidade.

Na composição química e bromatológica da silagem (tabela 2), os nutrientes digestíveis totais, os carboidratos não fibrosos, os macro minerais e as características de fermentabilidade obtiveram diferenças significativas entre os tratamentos, com exceção das análises de NIDN, pH e extrato etéreo.

O teor de MS e o teor de PB (tabela 2 e 3 respectivamente) na silagem foram inversamente proporcionais à medida que avançou a idade das plantas, ou seja, enquanto na PB houve diminuição ao longo do período, na MS houve um aumento com o avançar da maturação da planta.

Pode-se observar a diferença entre os valores de pH do material original (tabela 1) em relação ao pH da silagem (tabela 5), mostrando eficiência no processo fermentativo.

Tabela 5: características fermentativas da silagem de planta inteira de arroz aos 85, 91, 99 e 105 dias após emergência.

VARIÁVEIS	†TRATAMENTOS				CV (%)	p-valor
	85 dias	91 dias	99 dias	105 dias		
pH	4,01	4,03	4,09	4,11	2,68	0,4707
N-NH³ (%NT)	2,88 ^c	4,40 ^a	3,44 ^b	4,67 ^a	6,21	<0,0001

*Médias seguidas da mesma letra minúscula em cada variável de composição bromatológica comparam os tratamentos não diferindo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O pH da silagem não apresentou diferença estatística entre os diferentes estádios de maturação. O nitrogênio amoniacal mesmo apresentando algumas variações, foram inferiores aos 12% descritos por McDonald [15] como limite, o que aliado aos valores de pH inferior a 4,2 caracterizam uma silagem de boa qualidade.

Em relação às características fermentativas da SPIA que incluem o pH e o nitrogênio amoniacal apresentaram-se com valores plenamente satisfatórios para se obter uma silagem de qualidade. Segundo Vilela [16], pH entre 3,8 e 4,2 é o desejável para silagem considerada bem conservada, valores presentes neste estudo. Em relação ao N-NH₃ da silagem Jobim [17], relatam ser um real indicador da magnitude da atividade proteolítica dos clostrídios, uma vez que é produzido em pequenas quantidades por outros microrganismos da silagem e das enzimas da planta. Segundo os parâmetros de classificação proposto pela AFRC [18] as silagens apresentando menos de 10% do nitrogênio total na forma de N-NH₃, indica uma condição adequada de fermentação.

Tabela 6: Comparação do teor de macro minerais na silagem de planta inteira de arroz em diferentes dias pós-emergência.

VARIÁVEIS	†TRATAMENTOS	CV (%)	p-valor
-----------	--------------	--------	---------

	Silagem 85	Silagem 91	Silagem 99	Silagem 105		
Ca (%MS)	3,79 ^a	3,14 ^{ab}	2,81 ^b	2,62 ^b	10,58	0,0033
Mg (%MS)	4,20 ^a	4,21 ^a	3,59 ^b	2,71 ^c	7,32	<0,0001
K (%MS)	2,41 ^a	2,12 ^{ab}	2,15 ^b	2,64 ^b	8,47	0,0248
P (%MS)	3,08 ^b	3,03 ^b	3,95 ^a	3,98 ^a	5,30	<0,0001

*Médias seguidas da mesma letra minúscula em cada variável de composição bromatológica comparam os tratamentos não diferindo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve uma relação inversamente proporcional nos teores de fósforo, que aumentou ao longo do envelhecimento da planta, e o magnésio, que diminuiu sua proporção ao longo do período estudado, o teor de cálcio também diminuiu ao longo da maturação da planta de arroz.

Poucos trabalhos trazem a informação sobre os teores de macro minerais na SPIA, Islam [19] avaliou a concentração de fósforo em diferentes estágios fenológicos evidenciando que a variedade para produção de grãos possuem maior teor de fósforo do que as variedades do tipo forrageiro.

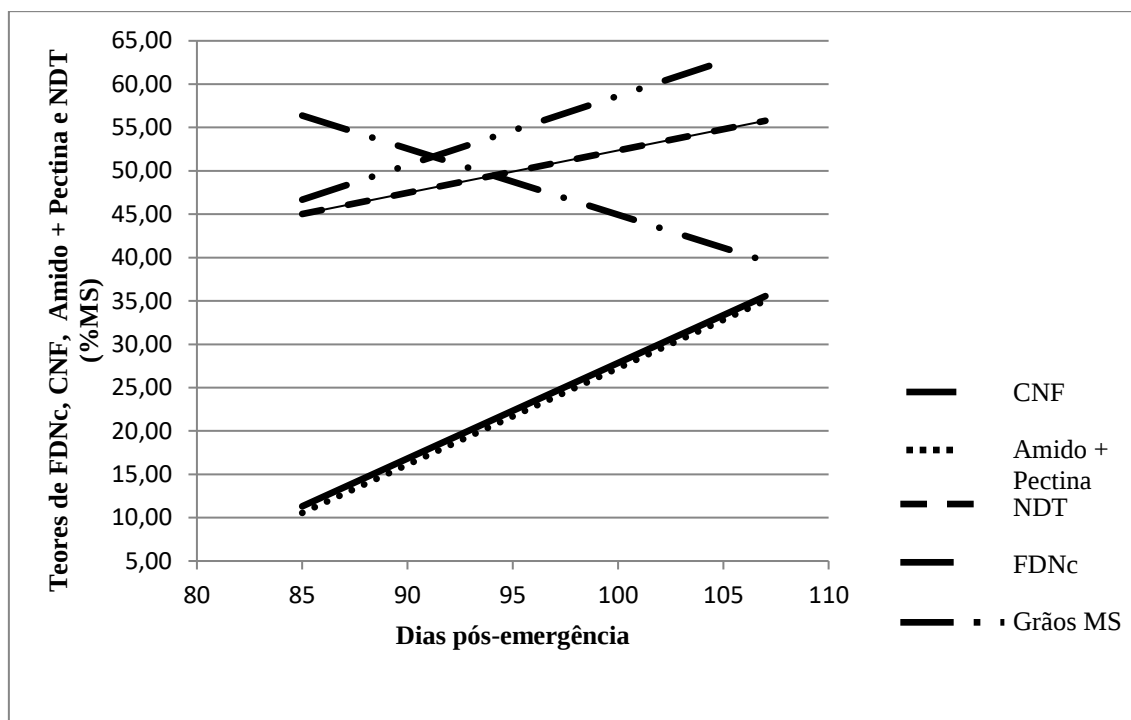
O teor de amido mais pectina aumentou três vezes comparando o estágio de 85 dias pós-emergência até o estágio de 105 dias pós-emergência.

No teor de Hemicelulose (Anexo 1) ocorreu uma diminuição em relação ao material original à silagem, com diferença estatística nos 99 dias pós-emergência e 105 dias pós-emergência (<0,0001) em relação aos outros dois períodos.

O menor valor de Hemicelulose presente nas silagens em comparação com o material original deve-se a ele ser o principal substrato para a fermentação após a utilização dos carboidratos solúveis, podendo haver degradação de até 50% do total presente no material original [20].

Assim como os teores de FDNc, os valores de FDA (tabela 1) foram diminuindo com o avançar dos dias pós-emergência.

Figura 1: Regressão linear dos teores de FDNc, CNF, NDT, amido + pectina e a proporção de grãos em matéria seca da silagem de planta inteira de arroz em diferentes dias após emergência.



$$Y_{\text{CNF}} = -82,37839 + 12,10220x; R^2 = 0,98; p = < 0,0001$$

$$Y_{\text{AMIDO+PECTINA}} = -84,06687 + 1,11310x; R^2 = 0,98; p = < 0,0001$$

$$Y_{\text{NDT}} = 3,460 + 0,48897x; R^2 = 0,90; p = < 0,0001$$

$$Y_{\text{FDNc}} = 121,22563 - 0,7688x; R^2 = 0,93; p = < 0,0001$$

$$Y_{\text{grãosMS}} = 21,1483 + 0,7979x; R^2 = 0,7353; p = < 0,0001$$

Os teores acima de NDT, CNF, Amido mais Pectina e Grãos obtiveram uma regressão linear seja positiva todos com um R^2 significativo, já o teor de FDNc obteve uma regressão linear negativa com alta relevância para o estudo pois evidencia uma melhoria na qualidade nutricional da silagem de planta inteira de arroz com o avançar da idade.

No que tange a fração fibra da SPIA, ocorreu uma regressão linear decrescente para o teor de FDNc na ensilagem da planta inteira de arroz, corroborando com Cabral [21], que relatou que a confecção de silagens com maior proporção de grãos permitiriam consumo mais elevado, pela redução linear dos teores de FDN. Islam [22] concluiu que para otimizar o valor nutritivo da SPIA é necessário aumentar a proporção de grãos visto que são mais nutritivos que a folha e o caule, uma das estratégias é utilizar cultivares especializadas para produção de grãos, ou seja, utilizar as cultivares graníferas e não as cultivares destinadas a forragem, o BRS Querência é uma cultivar granífera, e seu teor de carboidratos não fibrosos aumentaram ao longo da maturação da planta, comprovando uma incorporação na qualidade da silagem, assim como outros constituintes já citados anteriormente.

Ao contrario do que acontece com a silagem de gramíneas que com o passar da idade, ocorre aumento no teor do FDN, na silagem de arroz ocorre uma diminuição do FDN devido à incorporação dos grãos.

Kim [21] avaliando a ensilagem de seis diferentes estádios de maturação da planta inteira de arroz obteve resultados de FDA e FDN que diminuiram com o avançar da maturidade, diferente do teor de NDT

que aumentou com o avançar da maturidade, corroborando com o presente estudo, evidenciando que com o aumento da proporção de grãos, ocorre uma melhora da qualidade do material.

Os CNF representam os carboidratos solúveis em detergente neutro, ou seja, o conteúdo celular, composto de açúcares (glicose, frutose), ácidos orgânicos e outros carboidratos de reserva das plantas, tais como: amido, sacarose e frutanas [24, 25, 26, 11, 27].

O teor de NDT encontrado neste trabalho corrobora com Kato [28], que avaliou diferentes variedades de planta de arroz para utilizar como silagem, encontrando valores que variam de 61,2 até 55% com base na MS de nutrientes digestíveis totais.

Tabela 7: digestibilidade *in vitro* da matéria seca em 24 e 48 horas da silagem de planta inteira de arroz em diferentes dias pós-emergência.

Tempo de incubação (horas)	Tratamentos †			
	85 dias	91 dias	99 dias	105 dias
24	47,31bD	50,41bCD	54,39bBC	53,10bBC
48	55,83aB	60,85aA	61,56aA	63,44aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

A silagem realizada no período de 85 dias após emergência diferiu em relação as outras idades, porem as demais idades não diferiram estatisticamente entre eles na digestibilidade *in vitro* da matéria seca em 48 horas, já com 24 horas a silagem realizada com 85 dias após a emergência diferiu estatisticamente em relação aos períodos 99 e 105, não diferindo do período de 91 dias após a emergência.

O resultado da digestibilidade *in vitro* em 48 horas, a partir dos 99 dias após emergência, corroborou com o relatado por Islam [20], o qual obteve 63% (%MS) de digestibilidade *in situ* da MS em 48 horas, neste mesmo trabalho a digestibilidade da folha da silagem de arroz possui uma digestibilidade de 53,1% (%MS) contra 58,5% (%MS) dos grãos da planta. Caracterizando que, com o avançar da idade e com a incorporação de grãos, melhora a digestibilidade da silagem de arroz.

A silagem de planta inteira de arroz se mostrou de nutricionalmente capaz de substituir as silagens mais utilizadas no Brasil (milho e sorgo). Segundo Ki [3] num trabalho realizado substituindo a silagem de milho pela silagem de arroz para vacas leiteiras do meio para o terço final da lactação, não houve nenhum efeito deletério, tanto no consumo, como na produção e também na composição do leite.

Conclusão

Ao avançar a idade de maturação da planta de arroz, ocorre uma melhora na sua qualidade, tanto no material original como na silagem. Ocorre uma tendência de melhoria na digestibilidade da matéria seca em 48 horas, uma diminuição no teor de fibra insolúvel em detergente neutro, um aumento na energia, aumento de carboidratos não fibrosos, atribuindo-se a maior participação de grãos à planta.

Referências

1. CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos – safra 2013/2014 – nono levantamento. 2014.** Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_06_10_12_12_37_boletim_graos_junho_2014.pdf. Acesso em: 25 outubro de 2016.
2. INSTITUTO RIO GRANDESE DE ARROZ-IRGA- XXIX reunião técnica da cultura do arroz irrigado. Itajaí SC, Brasil, 2012.
3. KI, K. S.; KHAN, M. A.; LEE, W. S.; LEE, H. J.; KIM, S. B.; YANG, S. H.; BAEK, K. S.; KIM, J. G.; KIM, H. S. Effect of replacing corn silage with whole crop rice silage in total mixed ration on intake, milk yield and its composition in Holsteins. **Asian-Australian Journal Animal Science**, n. 4, p. 516 – 519. 2009.
4. NAKANO, H.; HATTORI, I.; SATO, K.; MORITA, S.; KITAGAWA, H.; TAKAHASHI, M.; Effects of cutting height of the first crop on estimates total digestible nutriente concentration and yield in double-harvested rice. **Agronomy Journal**. v. 102, n. 3, p. 972-982, 2010
5. LOURENÇO, L. A.; SCHAFHÄUSER Jr., J.; RIZZO, F. A.; SCHEIBLER, R. B.; LOUZADA, R. M. Valor nutritivo da silagem de arroz para alimentação de ruminantes. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21., 2012**, Pelotas, Anais... Pelotas: UFPel, 2012.
6. FAGUNDES, P.R.R.; FRANCO, D.; ANDRES, A.; NUNES, C.D.; PETRINI, J.A.; MARTINS, J. F.; MORAES, O. P.; NETO, F. M.: BRS QUERÊNCIA: Precocidade, produtividade e qualidade para a orizicultura gaúcha. Pelotas, RS: **Embrapa Clima Temperado.. 4p. (Boletim Técnico, 372)**. 2005.
7. SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, C. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
8. SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
9. HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of animal science**, v. 81, n. 12, p. 3226-3232, 2003.
10. AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990..
11. NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.
12. TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. **Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5) 1995.
13. GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC: USDA,. **(Agricultural Handbook, 379)**. 1970

14. LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O. E. N. M.; CAMPOS NETO, O. Estádio de desenvolvimento do milho. 1. Efeito sobre a produção, composição da planta e qualidade de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 4, p. 675-682, 1997.
15. McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
16. VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 35, 1998, Botucatu, SP. Anais... BOTUCATU:SBZ, 1998. P.73-108.
17. JOBIM, C. C.; PEREIRA, J. R. A.; SANTOS, G. T.; Sistemas de produção de leite com ênfase na utilização de volumosos conservados. **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 61-82, 2005.
18. AFRC., 1993. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Compiled by G. Alderman, in collaboration with **B.R. Cottrill**. CAB International, Wallingford, UK.
19. ISLAM, M.R., NISHIDA, T., ANDO, S. ISHIDA, M., YOSHIDA, N., ARAKAWA, M., Effect of variety, stages of maturity and botanical fraction on phosphorous concentration and in situ degradability characteristics of phosphorous of whole crop rice silage. **Animal Feed Science and Technology** V. 92p. 237-248. 2001.
20. HUNT, C.W., KEZAR, W., HINMAN, D.D. et al. Effects of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant corn. **Journal Animal Science**, v.71, p.38-43, 1993.
21. CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, D.; ZERVOUDAKS, J. T.; PEREIRA, E. G.; VELOSO, R. G. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 5, p. 1250-1258, 2003.
22. ISLAM, M. R.; ISHIDA, M., ANDO, S., NISHIDA, T., YOSHIDA, N., & ARAKAWA, M. Effect of variety and stage of maturity on nutritive value of whole crop rice silage for ruminants: in situ dry matter and nitrogen degradability and estimation of metabolizable energy and metabolizable protein. **Asian Australasian Journal Of Animal Sciences**, v. 17, n. 11, p. 1541-1552, 2004c.
23. KIM, JONG-GEUN; CHUNG, EUI-SOO; SEO, SUNG; KIM, MEING-JUNG; LEE, JOUNG-KYEONG; YOON, SEI-HYUNG; LIM, YOUNG-CHUL; CHO, YONG-MIN. Effect of Growth Stage and Variety on the Quality of Whole Crop Rice Silage. **Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science**. Volume 28, Issue 1, pp.29-34, 2008.
24. SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

25. FOX, D.G. et al. Application of the Cornell net carbohydrate and protein model for cattle consuming forages. **Journal of Animal Science**, v.73, p.267-277, 1995.
26. NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington D.C.: National Academy, 1996. 404p.
27. HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis, a laboratory manual**. Gainesville : University of Florida, 2000.
28. KATO, Hiroshi. Development of rice varieties for whole crop silage (WCS) in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ**, v. 42, n. 4, p. 231-236, 2008.

Anexo 1: Comparação da composição química-bromatológica do material natural e ensilado da planta inteira de arroz nos dias 85, 91, 99 e 105 pós-emergência.

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS								CV (%)	p-valor
	Natural 85	Natural 91	Natural 99	Natural 105	Silagem 85	Silagem 91	Silagem 95	Silagem 105		
pH	6,52 ^b	6,58 ^b	6,77 ^a	6,82 ^a	4,01 ^c	4,03 ^c	4,09 ^c	4,11 ^c	1,72	<0,0001
CHO Sol.	1,09 ^a	0,91 ^{bc}	1,05 ^{ab}	0,87 ^{cd}	0,75 ^{de}	0,65 ^e	0,75 ^{de}	0,46 ^f	8,51	<0,0001
Hemicelulose	24,12 ^a	21,73 ^{ab}	24,42 ^a	23,12 ^a	23,74 ^a	20,99 ^{ab}	18,31 ^b	18,09 ^b	8,84	<0,0001
Celulose	52,28 ^a	41,27 ^b	42,45 ^b	37,47 ^b	27,04 ^c	27,16 ^c	25,53 ^c	23,04 ^c	8,31	<0,0001
Lignina	11,18 ^a	11,71 ^a	11,28 ^a	10,40 ^a	7,44 ^b	8,46 ^b	7,63 ^b	7,00 ^b	9,75	<0,0001
Silica	4,55 ^a	4,55 ^a	4,78 ^a	4,84 ^a	3,25 ^b	2,94 ^b	3,05 ^b	2,68 ^b	11,38	<0,0001
NIDN (%NT)	1,41 ^{ab}	1,33 ^{abc}	1,22 ^{bc}	1,06 ^c	1,59 ^a	1,43 ^{ab}	1,38 ^{abc}	1,25 ^{bc}	10,03	0,0012
NIDA (%NT)	2,81 ^a	2,69 ^a	2,38 ^{ab}	1,95 ^b	1,38 ^c	1,25 ^c	1,15 ^c	1,09 ^c	10,30	<0,0001
Cinzas	13,46 ^{abc}	12,16 ^{bc}	12,63 ^{bc}	12,55 ^{bc}	15,04 ^a	14,15 ^{ab}	13,14 ^{abc}	11,97 ^c	7,79	0,0010

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05).