

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia



Dissertação

**Efeitos da utilização de *Saccharomyces cerevisiae*  
sobre a modulação ruminal e saúde de ovinos  
confinados submetidos a mudanças de dieta**

**Larissa Alt Tavares**

Pelotas, 2020

**Larissa Alt Tavares**

**Efeitos da utilização de *Saccharomyces cerevisiae* sobre a modulação ruminal  
e saúde de ovinos confinados submetidos a mudanças de dieta**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Área do Conhecimento: Reprodução Animal e Transtornos Metabólicos).

**Orientador:** Marcio Nunes Corrêa

**Coorientador(es):** Cássio Cassal Brauner

Eduardo Schmitt

Viviane Rohrig Rabassa

Francisco Augusto Burkert Del Pino

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

T231e Tavares, Larissa Alt

Efeitos da utilização de *Saccharomyces cerevisiae* sobre a modulação ruminal e saúde de ovinos confinados submetidos a mudanças de dieta / Larissa Alt Tavares ; Marcio Nunes Corrêa, orientador ; Cássio Cassal Brauner, coorientador. — Pelotas, 2020.

58 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Cultura de levedura . 2. Levedura hidrolisada . 3. Ambiente ruminal . 4. Performance. I. Corrêa, Marcio Nunes, orient. II. Brauner, Cássio Cassal, coorient. III. Título.

CDD : ,

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Giovani Fiorentini (UFPel, Departamento de Zootecnia)

Prof. Drª. Elizabeth Schwegler (IFC, Faculdade de Veterinária)

Dr. Antônio Amaral Barbosa (UFPel, Faculdade de Veterinária)

Prof. Dr. Marcio Nunes Corrêa (Orientador, UFPel, Faculdade de Veterinária)

## **Agradecimentos**

A Deus, sempre e antes de tudo, pela vida, amparo e força em todos os momentos, me guiando e mostrando o quanto sou capaz.

Aos meus pais, Jaqueline e Rogério, que possibilitaram a realização deste mestrado, me apoiando incondicionalmente incentivando a sempre ir mais longe: devo tudo a vocês. À toda minha família, fonte de amor, carinho e compreensão, em especial a minha avó Neda (*in memoriam*), pelo amor por mim dedicado durante tantos anos.

À Universidade Federal de Pelotas e, especialmente, à família NUPEEC, pelos anos de troca de conhecimento e aprendizado, em especial aos professores Marcio Nunes Corrêa e Cássio Cassal Brauner, pelas oportunidades de crescimento, confiança, exemplo e auxílio para que este experimento se tornasse possível; e ao Dr. Antônio Amaral Barbosa, pelas considerações e ajuda durante a etapa final deste trabalho.

Ao meu namorado, Rodrigo, pela compreensão, carinho e cuidado, por ser meu parceiro e companheiro de vida, dividindo momentos de alegrias e angústias: és o meu Porto Seguro.

Aos meus amigos, com toda a verdade da palavra, pelo amor e amizade. Não me atrevo a citar nomes, pois fui abençoada por ter tantos anjos em minha vida.

Às minhas amigas Andreza, Maria Carolina, Adriane, Bruna e Guta, que de companheiras de trabalho se tornaram meu alicerce, tornando essa jornada mais leve e feliz.

Ao grupo Mariá, por serem o meu elo com Deus.

Aos animais, àqueles que me motivam e inspiram, o meu mais puro agradecimento; por demonstrarem, dia após dia, que estou no caminho certo. Por eles eu cheguei até aqui e por eles sigo em frente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos vocês, obrigada, de coração.

## Resumo

TAVARES, Larissa Alt. **Efeitos da utilização de *Saccharomyces cerevisiae* sobre a modulação ruminal e saúde de ovinos confinados submetidos a mudanças de dieta.** 2020. 58f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A intensificação no modelo produtivo de ruminantes está intimamente ligada a um incremento na utilização de alimentos com alto teor de energia. Entretanto, o uso dessa ferramenta desencadeia alterações importantes no ambiente ruminal, tornando o animal suscetível a desordens metabólicas. Nesse sentido, a utilização de aditivos na dieta de ruminantes é uma estratégia alimentar eficaz, uma vez que atuam diretamente na modulação ruminal com otimização do desempenho. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da utilização de produtos à base de *Saccharomyces cerevisiae* durante mudanças na concentração de amido da dieta sobre a manutenção do pH ruminal, desempenho e metabolismo de ovinos confinados. Para tanto, foram utilizadas 20 fêmeas ovinas adultas com peso médio de  $44,7 \pm 6,97$ , as quais foram mantidas em sistema confinado e divididas em três grupos: Controle (sem suplementação; n=6), Cultron X (cultura de levedura; n=7) e Cultron Pro (levedura hidrolisada; n=7), administrados na dose de 5g/ovelha/dia. A dieta fornecida era composta por silagem de milho e farelo de trigo, calculada a fim de manter as exigências de 3% do peso vivo. O experimento teve duração de 20 dias divididos em quatro períodos (1, 2, 3 e 4), alternando entre 40 e 60% de concentrado a cada troca de dieta. O primeiro período foi caracterizado por uma dieta altamente energética (60% concentrado), seguido pelo período 2 com uma dieta com menor teor de energia (40% concentrado) e os dois períodos subsequentes seguindo o mesmo formato. Foram realizadas coletas de sangue e líquido ruminal ao final de cada período, bem como mensuração do peso corporal a fim de determinar o ganho médio diário dos animais e avaliação da ingestão de matéria seca diariamente. As análises sanguíneas incluíram hemograma e parâmetros bioquímicos como glicose, ureia, PPT, enzimas hepáticas, proteínas de fase aguda e minerais. Houve aumento no GMD no grupo Cultron X em relação ao controle, exceto no segundo período. Apesar do pH ruminal não diferir entre grupos, a motilidade de protozoários foi melhor nos animais suplementados. O grupo Cultron Pro apresentou aumento de PPT nos períodos 3 e 4 e AST nos períodos 2 e 3 em comparação ao grupo controle. Não houve diferença nos demais metabólitos. A suplementação com levedura apresentou-se como uma potencial ferramenta em momentos de desafio alimentar, sendo a cultura de levedura mais eficaz na melhora da performance de ovinos confinados.

**Palavras-chave:** cultura de levedura, levedura hidrolisada, ambiente ruminal, performance.

## Abstract

TAVARES, Larissa Alt. **Effects of *Saccharomyces cerevisiae* use on ruminal modulation and health of feedlot sheep undergoing dietary changes**. 2020. 58f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The intensification in the ruminant production model is closely linked to an increase in the use of high energy foods. However, the use of this tool triggers important changes in the rumen environment, making the animal susceptible to metabolic disorders. In this sense, the use of additives in the ruminant diet is an effective food strategy, as they act directly on ruminal modulation with performance optimization. The aim of this study was to evaluate the effects of using *Saccharomyces cerevisiae*-based products during changes in dietary starch concentration on ruminal pH maintenance, performance and metabolism of confined sheep. Twenty adult female sheep weighing  $44,7 \pm 6,97$  were kept in a confined system and divided into three groups: Control (without supplementation; n=6), Cultron X (yeast culture; n=7) and Cultron Pro (hydrolyzed yeast; n=7) administered at a dose of 5g/sheep/day. The diet provided consisted of corn silage and wheat bran, calculated to maintain the requirements of 3% of live weight. The experiment lasted 20 days divided into four periods (1, 2, 3 and 4), alternating between 40 and 60% concentrate with each diet change. The first period was characterized by a highly energetic diet (60% concentrate), followed by second period with a lower energy diet (40% concentrate) and the two subsequent periods following the same format. Blood and ruminal fluid collections were performed at the end of each period, as well as body weight measurements to determine the animals' daily average gain and daily dry matter intake. Blood tests included hematological analysis and biochemical parameters such as glucose, urea, PPT, liver enzymes, acute phase proteins and minerals. There was an increase in GMD in the Cultron X group compared to control, except in the second period. Although ruminal pH did not differ between groups, protozoan motility was better in supplemented animals. The Cultron Pro group showed an increase in PPT in periods 3 and 4 and AST in periods 2 and 3 compared to the control group. There was no difference in the other metabolites. Yeast supplementation was a potential tool in times of food challenge, being the most effective yeast culture in improving performance of confined sheep.

**Keywords:** yeast culture, hydrolyzed yeast, ruminal environment, performance.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL .....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3 HIPÓTESE E OBJETIVOS.....	15
3.1 Hipótese .....	15
3.2 Objetivo Geral.....	15
3.3 Objetivos Específicos.....	15
4 CAPÍTULOS.....	16
4.1 Artigo 1 – Utilização de produtos à base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> e seus efeitos sobre o ambiente ruminal e desempenho de ovinos submetidos a trocas bruscas de dieta .....	16
4.1.1 Introdução.....	18
4.1.2 Metodologia .....	21
4.1.3 Resultados e discussão .....	25
4.1.4 Conclusão.....	33
6 CONCLUSÃO GERAL .....	53
7 REFERÊNCIAS .....	54
8 ANEXOS.....	58

## 1 1 INTRODUÇÃO GERAL

2

3 A intensificação da produção animal na busca por desempenhos superiores  
4 requer um incremento na dieta a fim de satisfazer o requerimento energético desses  
5 animais (Giger-Reverdin, 2018). Entretanto, uma alimentação com dietas altamente  
6 concentradas favorece o aparecimento de transtornos digestivos importantes  
7 associados a alterações no padrão de fermentação ruminal (AlZahal *et al.*, 2014).  
8 (Mathieu *et al.*, 1996; AlZahal *et al.*, 2014). Sendo assim, as modificações no  
9 ecossistema ruminal afetam diretamente a ingestão de matéria seca e a produtividade  
10 desses animais.

11 Quadros de acidose ruminal são caracterizados por distúrbios fermentativos  
12 que surgem em decorrência de uma redução no pH associada à ingestão de  
13 carboidratos altamente fermentáveis, os quais favorecem o acúmulo de ácidos  
14 graxos voláteis e ácido lático no ambiente ruminal (Shen *et al.*, 2018). Esse transtorno  
15 digestivo ocorre quando a quantidade de ácidos de fermentação excede a capacidade  
16 de absorção e tampão no rúmen (Kleen *et al.*, 2003; Stone, 2004), sendo que a  
17 diminuição do pH ruminal por longos períodos pode provocar a inibição da ingestão  
18 (Owens *et al.*, 1998) e redução na digestão da fibra, alterando o valor energético do  
19 alimento.

20 Mudanças na dieta de ruminantes sem adequada adaptação prévia são o  
21 principal fator que determina o grau de alteração da fermentação ruminal e potenciais  
22 transtornos digestivos (Van Soest, 1994). Aliado a isso, a crescente preocupação em  
23 produzir animais de forma menos desafiadora despertou o interesse na utilização de  
24 estratégias nutricionais como os aditivos microbianos, principalmente aqueles que  
25 atuam controlando ou modificando o padrão de fermentação no rúmen (Enjalbert *et*  
26 *al.*, 1999), com efeitos positivos na eficiência e captação de energia a nível ruminal  
27 (Yuan *et al.*, 2015).

28 Dentre os aditivos, destacam-se os produtos derivados da levedura  
29 *Saccharomyces cerevisiae*, os quais são adicionados à dieta com o intuito de  
30 melhorar a fermentação ruminal e consequentemente a eficiência digestiva e o  
31 comportamento ingestivo, atuando como promotores de saúde (Desnoyers *et al.*,  
32 2009; Yuan *et al.*, 2015). Os mecanismos propostos para explicar o modo de ação

33 destes aditivos no rúmen são focados principalmente na otimização da digestão da  
34 fibra (Chaucheyras-Durand, Walker & Bach, 2008), sendo associados à redução de  
35 distúrbios digestivos em animais sob manejo intensivo (Wallace & Newbold, 1992).

36 Estudos recentes com novilhas de corte encontraram resultados positivos com  
37 a suplementação de *Saccharomyces cerevisiae* em uma dieta com elevada  
38 concentração de carboidratos na elevação do pH ruminal e redução no tempo em que  
39 os animais permaneceram com valores de pH abaixo do fisiológico, com  
40 consequências diretas no aumento da digestibilidade da fibra, sugerindo que os  
41 efeitos deletérios de dietas altamente energéticas podem ser atenuados pela  
42 suplementação deste aditivo (Shen *et al.*, 2018). Bach, Iglesias & Devant, 2007  
43 também propuseram que vacas recebendo uma alimentação rica em energia  
44 apresentaram aumento no pH ruminal quando suplementadas com a levedura.

45 Tais benefícios foram atribuídos a mudanças no comportamento alimentar e  
46 aumento na frequência de ingestão, o que culminaria com uma redução o acúmulo de  
47 ácido no rúmen. Todavia, as alterações no padrão de fermentação ruminal são  
48 atribuídas como um dos fatores responsáveis pelo desempenho aprimorado em  
49 ruminantes, devido, principalmente a otimização na degradação de fibras da dieta  
50 (Chaucheyras-Durand, Walker & Bach, 2008). Tal fato pode ser explicado pela  
51 influência da levedura nas populações microbianas, favorecendo o crescimento de  
52 bactérias fibrolíticas e aquelas utilizadoras de lactato (Callaway & Martin, 1997).

53 Vale ressaltar que os benefícios da suplementação no pH ruminal são  
54 exacerbados pelo aumento na ingestão de matéria seca ou por uma alimentação rica  
55 em concentrado (Desnoyers *et al.*, 2009), demonstrando que o grau de fermentação  
56 da dieta compõe um dos fatores que influenciam diretamente na resposta à  
57 suplementação (Poppy *et al.*, 2012). Ademais, a mudança nos componentes da dieta  
58 e consequentemente no padrão de fermentação ruminal é uma prática comumente  
59 observada, principalmente em sistemas intensivos, demonstrando a importância de  
60 estudos que permitam elucidar os mecanismos pelos quais a levedura atua no  
61 ambiente ruminal e promove a melhora na eficiência digestiva e na performance  
62 desses ruminantes.

## 63 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

64

65 As leveduras são fungos unicelulares utilizados há alguns anos na fermentação  
66 de açúcar em etanol (Entian & Barnett, 1992; Robinson & Erasmus et al., 2009; Morais  
67 & Berchielli, 2011), sendo seu primeiro uso na nutrição de ruminantes em 1924 como  
68 fonte de proteína da dieta (Eckles et al., 1924). A aplicação de levedura aumentou  
69 durante a década de 1950, quando Beeson & Perry, 1952 identificaram um acréscimo  
70 no ganho diário de novilhos, seguidos de Renz, 1954 que relatou aumento na  
71 produção de leite com adição de levedura à dieta. De acordo com a *Food and Drug*  
72 *Administration* (FDA; 2014), as leveduras estão incluídas no grupo dos *Direct Fed*  
73 *Microbial* (DFM), classificados como produtos que contêm microrganismos viáveis em  
74 sua composição, sejam bactérias, fungos ou leveduras, os quais atualmente  
75 substituem a nomenclatura dos probióticos.

76 Segundo Chaucheyras-Durand, Walker & Bach, 2008, a utilização de leveduras  
77 vivas, especialmente do gênero *Saccharomyces cerevisiae*, é amplamente difundida  
78 em estudos *in vitro* e *in vivo*, buscando compreender os mecanismos de ação destes  
79 microorganismos no ambiente ruminal e as consequências no metabolismo de  
80 ruminantes (de Ondarza et al., 2010). Apesar de alguns efeitos do uso de aditivos à  
81 base de levedura serem bem caracterizados, os mecanismos exatos pelos quais a  
82 sua inclusão na dieta de ruminantes melhora o desempenho ainda não são totalmente  
83 elucidados. Três efeitos principais são citados como responsáveis pela modulação  
84 ruminal: estabelecimento da microbiota através de uma melhor maturação ruminal,  
85 interação no metabolismo do lactato com estabilização do pH e aumento na  
86 degradação da fibra da dieta (Chaucheyras-Durand, Walker & Bach, 2008).

87 Os aditivos à base da levedura *Saccharomyces cerevisiae* atualmente  
88 disponíveis englobam três formulações distintas: compostos por células vivas, os  
89 quais somente desempenham sua função no organismo se estiverem em sua forma  
90 ativa (viáveis); leveduras hidrolisadas ou ainda aqueles que contêm células vivas e  
91 mortas na presença de um meio de cultivo, o qual chamamos de cultura de levedura  
92 por ser rico em carboidratos e fatores de crescimento, sendo o mais utilizado na  
93 nutrição de ruminantes (Nocek, Holt & Oppy, 2011).

94 As leveduras possuem em sua parede celular mananos e glucanos, compostos  
95 responsáveis pela ação imunomodulatória destes microorganismos. Os

96 mananoligossacarídeos (MOS) podem atuar como ligantes de alta afinidade,  
97 competindo pelo sítio de ligação de bactérias gram negativas e consequentemente  
98 inibir a colonização do trato gastrintestinal (Okef, 1977; Nocek, Holt & Oppy, 2011).  
99 Tal fato pode desencadear respostas antigênicas significativas no hospedeiro através  
100 da apresentação de抗ígenos atenuados às células imunes e desenvolvendo a  
101 melhora da imunidade humoral (Ferket, 2003).

102 Outro componente que tem demonstrado efeito imunomodulador são os  $\beta$ -  
103 glucanos, os quais estão relacionados à ativação de células imunes como  
104 macrófagos, neutrófilos, células natural killers e linfócitos B e T, aumentando a taxa  
105 de fagocitose e a resposta a patógenos (Jensen, Patterson & Yoon, 2008; Boudreux  
106 et al., 2009).

107 Uma série de efeitos benéficos são atribuídos às culturas de leveduras que não  
108 contém microorganismos viáveis, uma vez que trata-se de um produto de fermentação  
109 natural composto por vitaminas do complexo B, aminoácidos, ácidos orgânicos e  
110 demais produtos finais de fermentação que atuam como fatores de crescimento de  
111 bactérias, atuando diretamente na melhor digestão da fibra e melhor aproveitamento  
112 de nutrientes (Miller-Webster et al., 2002; Moallem et al., 2009; Robinson & Erasmus,  
113 2009; Nocek, Holt & Oppy, 2011). De forma semelhante, produtos que contém  
114 unicamente leveduras hidrolisadas são uma fonte de substratos provenientes da  
115 parede celular, os quais atuam diretamente na imunidade do hospedeiro, além de  
116 fornecer nutrientes e favorecer a fermentação ruminal (Oeztuerk, 2009; Opsi et al.,  
117 2012).

118 Estudos relatam que a proporção de bactérias ruminais e eficiência alimentar  
119 estão altamente correlacionados, demonstrando a importância de uma fermentação  
120 adequada na regulação dos parâmetros fisiológicos do hospedeiro (Jami, White &  
121 Mizrahi, 2014). Nesse contexto, a adição de leveduras à dieta está associada ao  
122 aumento no número de bactérias fibrolíticas (Callaway & Martin, 1997; Mosoni et al.,  
123 2007; Jiang et al., 2017) e aquelas que utilizam lactato (Rossi et al., 2004), o que  
124 explica o aumento na degradação da fibra (Ferraretto, Shaver & Bertics, 2012). Tal  
125 fato se confirma pelo aumento no número das principais bactérias celulolíticas, como  
126 *Fibrobacter Succinogenes* e *Ruminococcus spp.* com levedura viva (Callaway &  
127 Martin, 1997; Pinloche et al., 2013; Jiang et al., 2017) e hidrolisada (Vyas et al., 2014).  
128 Ainda, autores sugerem que os efeitos positivos da levedura no organismo podem ser

129 acentuados quando estão na presença de um ambiente ácido em decorrência de  
130 dietas mais concentradas (Desnoyers *et al.*, 2009). Nessa mesma linha, Bach, Iglesias  
131 & Devant, 2007 propuseram que a suplementação com levedura pode ser mais eficaz  
132 na modulação do pH ruminal quando os animais são submetidos a uma dieta mais  
133 acidogênica.

134 Pinloche *et al.* (2013) observaram efeitos que ocorrem no ecossistema ruminal  
135 com a utilização de leveduras vivas que poderiam explicar o crescimento de  
136 populações microbianas celulolíticas e metabolizadoras de lactato, os quais podem  
137 ser atribuídos ao aumento na concentração de AGV, elevação do pH ruminal e  
138 redução nos níveis de lactato.

139 Chaucheyras-Durand, Masséglia & Fonty, 2005 comentam que houve  
140 diminuição aparente o número de células *in vitro* de *Streptococcus bovis*, bactéria  
141 produtora de ácido láctico, quando na presença de levedura viva, possivelmente devido  
142 à competição pela captação de glicose em condições anaeróbicas. Ainda, organismos  
143 que utilizam lactato, como *Megasphaera* e *Selenomonas*, foram estimulados por esta  
144 cepa de levedura viva (Chaucheyras *et al.*, 1996). É provável que os efeitos positivos  
145 na manutenção do pH ruminal ocorram pela inibição do crescimento de bactérias  
146 produtoras de lactato e estimulação do crescimento de bactérias metabolizadoras  
147 (Lynch & Martin, 2002), reduzindo o acúmulo de lactato no ecossistema ruminal.

148 Sabe-se que o consumo de carboidratos prontamente fermentáveis  
149 desencadeia acentuada diminuição no pH ruminal pós-prandial (Nocek, 1997), em  
150 decorrência de um acúmulo na concentração de ácidos graxos voláteis (Ferraretto *et*  
151 *al.*, 2012). Com esta redução a nível ruminal, espécies bacterianas produtoras de  
152 lactato podem superar espécies que utilizam este ácido, que, por apresentar maior  
153 potencial acidificante em relação aos demais AGV, desempenha um papel importante  
154 na queda do pH (Chaucheyras-Durand, Walker & Bach, 2008). A adição de cultura de  
155 leveduras à dieta pode aumentar a concentração de AGV totais e a proporção de  
156 propionato (Harrison *et al.*, 1988; Mutsvangwa *et al.*, 1992) e diminui a concentração  
157 de lactato no líquido ruminal (Erasmus, Botha & Kistner, 1992), levando a uma  
158 redução nas variações pós-prandiais de pH ruminal (Mathieu *et al.*, 1996). Ainda, a  
159 suplementação com levedura viva diminui o tempo em que o pH ruminal permanece  
160 abaixo dos limites críticos entre 5,6 e 6,0 (Bach, Iglesias & Devant, 2007). A redução  
161 nas concentrações de lactato no ambiente ruminal quando na presença de cepas de

162 levedura comprova a interação entre células de levedura e bactérias que metabolizam  
163 lactato (Lila *et al.*, 2004; Lynch & Martin, 2002)

164 Os microrganismos do rúmen são sensíveis à presença de oxigênio e  
165 considerados estritamente anaeróbios, entretanto, até 16 litros de oxigênio podem  
166 chegar ao rúmen diariamente durante a ingestão de alimentos, água, ruminação ou  
167 salivação (Newbold *et al.*, 1995). Essa sensitividade das bactérias à presença deste  
168 gás se dá em função da formação de espécies reativas de oxigênio e à incapacidade  
169 das bactérias anaeróbicas em neutralizar os peróxidos. Desse modo, um dos efeitos  
170 propostos pela levedura no rúmen é a utilização de traços de oxigênio dissolvido no  
171 conteúdo ruminal, os quais estão diretamente envolvidos na digestão da fibra,  
172 tornando o ambiente anaeróbico ideal para as bactérias (Newbold, Wallace &  
173 McIntosh, 1996; AlZahal *et al.*, 2014). Além de interferir na sobrevivência destas  
174 espécies bacterianas, o oxigênio é prejudicial à aderência das bactérias ao substrato  
175 (Rogers *et al.*, 1997), reduzindo significativamente a digestibilidade. Assim, através da  
176 remoção de quantidades vestigiais de oxigênio ruminal, a levedura viva diminui o  
177 potencial redox deste conteúdo e consequentemente o crescimento da microbiota  
178 anaeróbica e a maior produção de AGV no rúmen (Fonty & Chaucheyras-Durand,  
179 2006; Jouany, 2006; Marden *et al.*, 2008).

180 Brossard *et al.*, 2006 constaram efeitos benéficos de uma cepa de *S. cerevisiae*  
181 na estabilização do pH ruminal de ovinos através da estimulação de uma população  
182 de protozoários ciliados responsáveis por englobar grânulos de amido e competir  
183 efetivamente com bactérias amilolíticas por substrato (Mendoza, Britton & Stock,  
184 1993; Williams & Coleman, 1997). Esses microorganismos têm um efeito estabilizador  
185 no rúmen por retardar a fermentação (Williams & Coleman, 1997), uma vez que o  
186 amido é fermentado mais lentamente quando comparado a digestão bacteriana,  
187 produzindo AGV ao invés de lactato. Além disso, essa classe de protozoários é capaz  
188 de absorver parte do lactato presente no rúmen, impedindo seu acúmulo. Autores  
189 observaram que uma cepa fúngica presente no rúmen foi estimulada *in vitro* por *S.*  
190 *cerevisiae* em razão do seu potencial efeito sobre o crescimento e atividade desses  
191 microorganismos (Chaucheyras *et al.*, 1995), sugerindo que as leveduras poderiam  
192 aumentar a colonização fúngica na parede celular das plantas, facilitando a adesão  
193 das bactérias ao substrato (Fonty & Joblin, 1991).

194 À medida que a população bacteriana aumenta, uma maior demanda de  
195 nitrogênio também é requerida. Sendo assim, com uma maior disponibilidade de  
196 nitrogênio no conteúdo ruminal é provável que a proporção de esqueletos carbônicos  
197 disponíveis seja desviada para a síntese de proteínas microbianas ao invés de sofrer  
198 fermentação e produzir AGV como produtos finais (Chaucheyras-Durand, Walker &  
199 Bach, 2008).

200 Como resposta aos efeitos positivos diretos na fermentação ruminal, a  
201 suplementação com levedura pode aumentar de 2 a 5% na ingestão de matéria seca,  
202 o que é atribuído ao aumento na digestibilidade (Dann *et al.*, 2000; Miller-Webster *et*  
203 *al.*, 2002; Ramsing *et al.*, 2009). Nessa linha, Desnoyers *et al.*, 2009 relataram que a  
204 suplementação com leveduras vivas aumentou a ingestão de matéria seca em 0,44/Kg  
205 de peso corporal, porém sem efeito quando foram adicionadas culturas de levedura  
206 na dieta (Poppy *et al.*, 2012). Todavia, de Ondarza *et al.*, 2016 observaram aumento  
207 na produção de leite em vacas leiteiras sem efeito na ingestão de matéria seca, o que  
208 remete a uma maior eficiência alimentar nesses animais. Em bovinos de corte e  
209 ruminantes jovens, os parâmetros de crescimento foram melhorados pela  
210 suplementação diária de leveduras vivas em vários estudos (Lesmeister, Heinrichs &  
211 Gabler, 2004; Galvão *et al.*, 2005).

212 Apesar de alguns mecanismos pelos quais a adição de leveduras à dieta  
213 influencia na modulação do ambiente ruminal estarem bem caracterizados, o efeito  
214 direto sobre o desempenho e performance de ruminantes, particularmente em  
215 momentos de desafio alimentar, ainda não são totalmente compreendidos. Dessa  
216 forma, estudos que demonstrem a associação do uso de leveduras vivas e  
217 hidrolisadas e seus efeitos no metabolismo desses animais são essenciais, a fim de  
218 definir ferramentas que otimizem os índices produtivos e promovam a saúde dos  
219 animais.

220 **3 HIPÓTESE E OBJETIVOS**

221

222 **3.1 Hipótese**

223

224 Animais suplementados com produtos à base de levedura apresentam  
225 estabilização do pH e consequente modulação do ambiente ruminal em momentos de  
226 desafio alimentar, com reflexos positivos no desempenho e metabolismo.

227

228 **3.2 Objetivo Geral**

229

230 Avaliar os efeitos da utilização de dois produtos à base de *Saccharomyces*  
231 *cerevisiae* durante períodos de mudanças bruscas na concentração de amido da dieta  
232 sobre a manutenção do pH ruminal, desempenho e metabolismo de ovinos  
233 confinados.

234

235 **3.3 Objetivos Específicos**

236

- 237 • Avaliar o efeito da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na manutenção do pH  
238 ruminal em situações de trocas bruscas de dieta;
- 239 • Avaliar os parâmetros ruminais (aspectos físicos, químicos e biológicos) e  
240 índices zootécnicos de ovinos que passam por trocas bruscas de dieta  
241 recebendo ou não aditivos de *Saccharomyces cerevisiae*;
- 242 • Investigar possíveis alterações nos parâmetros bioquímicos relacionados com  
243 o sistema imune, hepático e energético (hemograma completo, ureia, albumina,  
244 proteínas totais, gama glutamil transferase, aspartato aminotransferase,  
245 glicose, potássio, cálcio, magnésio e sódio) em animais suplementados ou não  
246 com aditivos à base de *Saccharomyces cerevisiae* que passaram por trocas  
247 bruscas de dieta.

248 4 CAPÍTULOS

249

250 4.1 Artigo 1 – Utilização de produtos à base de *Saccharomyces cerevisiae* e seus  
251 efeitos sobre o ambiente ruminal e desempenho de ovinos submetidos a  
252 mudanças de dieta

253 Artigo formatado e submetido à revista *Ciência Rural*

254 Larissa Alt Tavares<sup>1</sup>; Maria Carolina Narval de Araújo<sup>II</sup>; Antônio Amaral Barbosa<sup>II</sup>; Cássio  
255 Cassal Brauner<sup>III</sup>; Marcio Nunes Corrêa<sup>IV</sup>; Eduardo Schmitt<sup>IV</sup>; Viviane Rohrig Rabassa<sup>IV</sup>;  
256 Francisco Augusto Burkert Del Pino<sup>V</sup>

257

258 RESUMO

259 A utilização de aditivos naturais na dieta de ruminantes é uma prática que otimiza o  
260 desempenho, controlando ou modificando o padrão de fermentação ruminal. O objetivo do  
261 estudo buscou avaliar os efeitos da utilização de produtos à base de *Saccharomyces cerevisiae*  
262 durante mudanças na concentração de amido da dieta sobre a manutenção do pH ruminal,  
263 desempenho e metabolismo de ovinos confinados. Dessa forma, 20 fêmeas ovinas adultas  
264 mesticas das racas Texel e Corriedale ( $44,7 \pm 6,97$  PV) foram divididas em três grupos: Controle

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Biotecnologia - Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 96160-000, Pelotas-RS, Brasil. E-mail: larissatav.21@gmail.com. Autor para correspondência.

<sup>12</sup> Programa de Pós-graduação em Veterinária - Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil. E-mail: karissa.21@gmail.com. Acre para correspondência.

<sup>III</sup> Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

<sup>IV</sup> Departamento de Clínicas Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

<sup>v</sup> Departamento de Bioquímica, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

265 (n=6), Cultron X (cultura de levedura; n=7) e Cultron Pro (levedura hidrolisada; n=7),  
266 administrados na dose de 5g/ovelha/dia ( $10 \times 10^{10}$  ufc/g de MS). O experimento teve duração de  
267 20 dias divididos em quatro períodos, alternando entre 40 e 60% de concentrado. Foram  
268 realizadas coletas de sangue e líquido ruminal ao final de cada período e mensuração da  
269 ingestão de matéria seca diariamente, a fim de determinar o ganho médio diário (GMD).  
270 As análises sanguíneas incluíram hemograma e parâmetros bioquímicos como glicose, ureia,  
271 proteínas plasmáticas totais (PPT), enzimas hepáticas, proteínas de fase aguda e minerais.  
272 Houve tendência de aumento no GMD no grupo Cultron X em relação ao controle no período  
273 3. Apesar do pH ruminal não diferir entre grupos, a motilidade de protozoários foi melhor nos  
274 animais suplementados com levedura hidrolisada. O grupo Cultron Pro apresentou aumento de  
275 PPT nos períodos 3 e 4 e aumento nos níveis da enzima hepática AST nos períodos 2 e 3 em  
276 comparação ao grupo controle. Não houve diferença nos demais metabólitos. A suplementação  
277 com levedura apresentou-se como potencial ferramenta em momentos de desafio alimentar,  
278 sendo a cultura de levedura mais eficaz na melhora da performance de ovinos confinados.  
279 **Palavras-chave:** cultura de levedura, levedura hidrolisada, modulação ruminal, performance.  
280

## 281 ABSTRACT

282 The use of natural additives in the ruminant diet is a practice that optimizes  
283 performance by controlling or modifying the rumen fermentation pattern. The aim of  
284 this study was to evaluate the effects of using *Saccharomyces cerevisiae* products  
285 during abrupt changes in dietary starch concentration on ruminal pH maintenance,  
286 performance and metabolism of confined sheep. Twenty adult female sheep  
287 crossbreeds of the Texel and Corriedale breeds ( $44,7 \pm 6,97$  BW) were used and  
288 divided into three groups: Control (n=6), Cultron X (yeast culture; n=7) and Cultron Pro  
289 (hydrolysed yeast; n=7), administered at a dose of 5g/sheep/day ( $10 \times 10^{10}$  ufc/g on DM

290 basis). The experiment lasted 20 days divided into four periods, alternating between  
291 40 and 60% concentrate. Blood and ruminal fluid were collected at the end of each  
292 period and daily dry matter intake was measured to determine the average daily gain  
293 (ADG). Blood tests included blood count and biochemical parameters such as glucose,  
294 urea, total proteins (TP), liver enzymes, acute phase proteins and minerals. There was  
295 an upward trend in ADG in the Cultron X group compared to control in period 3.  
296 Although ruminal pH did not differ between groups, protozoan motility was better in  
297 supplemented animals. The Cultron Pro group showed an increase in TP in periods 3  
298 and 4 and AST in periods 2 and 3 compared to the control group. There was no  
299 difference in the other metabolites. Yeast supplementation is a potential tool in times  
300 of food challenge, being the most effective yeast culture in improving performance of  
301 confined sheep.

302 **Keywords:** yeast culture, hydrolyzed yeast, ruminal modulation, animal performance.

303

## 304 1. INTRODUÇÃO

305 A intensificação no modelo produtivo buscando maximizar o desempenho de  
306 ruminantes está intimamente ligada ao incremento na utilização de alimentos com alto teor de  
307 energia na dieta desses animais (ALVES et al., 2003; YANG et al., 2012). Entretanto, o uso  
308 desta ferramenta pode desenvolver alterações no ambiente ruminal, tornando o animal mais  
309 suscetível ao desenvolvimento de desordens metabólicas (RUSSEL & RYCHLIK, 2001;  
310 MCCANN et al., 2016).

311 Devido à importância da população microbiana na eficiência alimentar de ruminantes,  
312 a utilização de aditivos naturais na dieta é uma prática que otimiza o desempenho dos animais,  
313 principalmente aqueles que atuam no rúmen, controlando ou modificando o padrão de

314 fermentação ruminal (WALLACE & NEWBOLD, 1993; ENJALBERT et al., 1999). Dentre  
315 os aditivos utilizados, a suplementação com cepas de *Saccharomyces cerevisiae* tem se  
316 destacado na modulação do ambiente ruminal e melhora na saúde e desempenho dos animais  
317 (OZTURK et al., 2015; CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2008).

318 Existem apresentações distintas de levedura para uso na nutrição de ruminantes e, dentre  
319 elas, aditivos em sua forma hidrolisada. Este é composto por  $\beta$ -glucanos e  
320 mananoligossacarídeos (MOS), componentes principais da parede celular das células de  
321 levedura (NOCEK et al., 2011), os quais atuam como imunomoduladores (FRANKLIN et al.,  
322 2005). Os glucanos são estimuladores de macrófagos, aumentando a resposta a patógenos  
323 (MORAN et al., 2004), enquanto os MOS atuam como ligantes de alta afinidade de bactérias  
324 patogênicas que afetam o trato gastrintestinal de ruminantes, inibindo a colonização local  
325 (BOUDERGUE et al., 2009; OFEK et al., 1977). As leveduras ativas, por sua vez, são  
326 caracterizadas por possuir uma alta concentração de células viáveis (acima de 10 bilhões ufc/g),  
327 enquanto que a cultura de levedura consiste em um produto de fermentação contendo parede  
328 celular, células vivas, dentre uma série de compostos, como vitaminas e aminoácidos, os quais  
329 fornecem um meio de crescimento ideal para as leveduras (NOCEK et al., 2011).

330 Até o presente momento, são poucos os estudos que investigam estratégias de  
331 modulação ruminal em momentos de mudanças abruptas na dieta, bem como a utilização da  
332 suplementação com a finalidade de reduzir potenciais impactos negativos dessas mudanças.  
333 Nesse sentido, a hipótese do trabalho é que animais suplementados com levedura apresentam  
334 estabilização do pH e consequente modulação do ambiente ruminal em momentos de trocas de  
335 dieta, com reflexos positivos no desempenho e metabolismo. Assim, o objetivo do estudo  
336 consiste em avaliar os efeitos da utilização de dois produtos à base de *Saccharomyces cerevisiae*

337 em períodos de mudança na quantidade de concentrado da dieta sobre a manutenção do pH  
338 ruminal, desempenho e metabolismo de ovinos confinados.

339

340 **2. METODOLOGIA**

341 *Animais e grupos experimentais*

342 O experimento foi realizado nas dependências do Núcleo de Pesquisa, Ensino e  
343 Extensão em Pecuária (NUPEEC) da Universidade Federal de Pelotas, localizada no município  
344 de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

345 Foram utilizadas 20 fêmeas ovinas mestiças das raças Texel e Corriedale, não lactantes,  
346 com idade entre 24 e 36 meses e peso médio de  $44,7 \pm 6,97$ , mantidas em sistema confinado  
347 durante todo o período experimental e alocadas em baias de dois e três animais, sendo três baias  
348 por cada tratamento. Os animais foram divididos em três grupos de acordo com o peso corporal:  
349 Grupo Controle (sem suplementação; n=6), Grupo Cultron X® (Aleris, São Paulo, Brasil),  
350 suplementado com produtos de fermentação de *Saccharomyces cerevisiae* contendo a levedura  
351 viva em sua formulação ( $2 \times 10^{10}$  ufc/g de MS) (n=7) e Grupo Cultron Pro® (Aleris, São Paulo,  
352 Brasil), suplementado com um produto à base de levedura hidrolisada enzimaticamente (n=7).  
353 As ovelhas pertencentes aos grupos tratamento receberam 5g dos produtos diariamente,  
354 fornecidos nos comedouros anteriormente ao trato da manhã.

355 *Delineamento experimental e dietas*

356 O período experimental compreendeu um período de 20 dias, caracterizado por  
357 mudanças na proporção dos componentes da dieta a cada 5 dias, alternando entre a quantidade  
358 de volumoso e concentrado, sem adaptação prévia. O estudo foi dividido em quatro períodos  
359 experimentais sem adaptação entre eles, sendo estes: P1, referente a 60% de volumoso; P2,  
360 referente a 60% de concentrado; P3, referente a 60% de volumoso e P4, referente a 60% de

361 concentrado. Os animais dos grupos suplementados passaram por uma adaptação prévia durante  
362 20 dias, ingerindo a dose adequada de cada produto. Os ovinos possuíam comedouros  
363 individuais, sendo a dieta total homogeneizada manualmente e ofertada duas vezes ao dia, pela  
364 manhã às 08:30h e à tarde às 16:30h, composta por silagem de milho e farelo de trigo com água  
365 *ad libitum*. A dieta foi calculada em uma proporção de 3% do peso vivo de MS. A composição  
366 nutricional dos ingredientes está descrita na Tabela 1.

367 *Coletas de sangue e análises hematológicas e bioquímicas*

368 As coletas de sangue foram realizadas a cada cinco dias (dias 5, 10, 15 e 20) através de  
369 punção da veia jugular em sistema *vacutainer*, anteriormente à oferta do trato da manhã ao final  
370 de cada um dos períodos experimentais, totalizando cinco coletas por animal. O sangue foi  
371 coletado em três tubos distintos, um contendo EDTA 10% para realização de hemograma  
372 completo, um com fluoreto de sódio para análise de glicose sérica e um terceiro com ativador  
373 de coágulo utilizado para a realização das análises bioquímicas. Após a coleta, as amostras  
374 contendo EDTA 10% foram devidamente homogeneizadas e analisadas em analisador  
375 hematológico (BC Vet 2800 Mindray), aonde foram realizados eritrograma e leucograma, bem  
376 como confeccionadas lâminas de esfregaços sanguíneos para diferenciação leucocitária.

377 As amostras de sangue para análises bioquímicas foram centrifugadas a 3000 rpm  
378 durante 15 minutos e as alíquotas de soro repassadas para tubos *eppendorf* posteriormente  
379 congelados. Foram mensurados os níveis de glicose, ureia e proteínas plasmáticas totais (PPT)  
380 a fim de avaliar o metabolismo energético-protéico; enzimas gama glutamil transferase (GGT)  
381 e aspartato amino transferase (AST) como parâmetros de funcionalidade hepática; proteínas de  
382 fase aguda albumina, fibrinogênio e paraoxonase (PON1), além dos minerais cálcio, magnésio,  
383 sódio e potássio. As análises foram realizadas através de analisador automático Labmax  
384 Plenno® (Labtest, Minas Gerais, Brasil) e a atividade de PON1 foi analisada através da técnica

385 de quantificação pela taxa de extinção de fenol a 270 nm em amostras de soro, conforme  
386 descrito por Pradiee et al. (2017).

387 *Coletas de fluido ruminal*

388 Anteriormente ao período experimental, foi realizado um experimento piloto, no qual  
389 optou-se por realizar as coletas de líquido ruminal duas horas após a alimentação, levando em  
390 consideração os resultados populacionais obtidos. Dessa forma, o fluido foi coletado nos dias  
391 referentes às coletas de sangue, sendo realizado duas horas após a alimentação, através de  
392 sondagem orogástrica. O líquido coletado foi filtrado utilizando uma gaze dobrada 4 vezes,  
393 evitando a contaminação da amostra por saliva, como descrito por DEHORITY (1984).  
394 Imediatamente à coleta foi realizada a análise do pH ruminal através de pHmetro digital portátil  
395 (Hanna®, Brasil), em seguida foram avaliados os aspectos físicos do fluido, como cor, odor e  
396 consistência. A coloração do líquido foi classificada como verde oliva (1), verde puro (2),  
397 castanho amarelado (3), cinza leitoso (4) e verde enegrecido (5), enquanto os graus para  
398 avaliação do odor foram considerados aromático (1), ácido (2), pútrido (3), amoniacal (4) e  
399 inodoro (5). A consistência do fluido foi classificada em diferentes graus de viscosidade,  
400 incluindo aquosa, levemente viscosa e viscosa (graus 1, 2 e 3, respectivamente). As avaliações  
401 organolépticas realizadas foram adaptadas de DIRKSEN (1993). Após, foram realizadas as  
402 análises químicas, iniciando com a visualização da motilidade de protozoários ruminais em  
403 microscópio ótico de acordo com DIRKSEN (1993). A avaliação da atividade bacteriana  
404 através da prova de redução do azul de metíleno e a análise de sedimentação e flutuação foram  
405 realizadas segundo metodologia descrita por ROSENBERGER (1993).

406 *Análises de desempenho*

407 Foi realizada a pesagem de todos os animais nos dias referentes às coletas, a cada cinco  
408 dias, através de balança digital (Tru-Test®, Brasil), anteriormente à oferta da alimentação da

409 manhã. Assim, foi possível determinar o ganho médio diário (GMD) dos animais em cada um  
410 dos períodos experimentais. A dieta total e as sobras de alimento foram pesadas duas vezes ao  
411 dia, a fim de mensurar a ingestão de matéria seca (IMS) em cada período.

412 *Análises bromatológicas*

413 Foram coletadas amostras do TMR (*Total Mix Ration*), bem como as sobras de alimento  
414 nos cochos. As amostras foram analisadas para mensuração de matéria seca (MS), proteína  
415 bruta (PB), FDN (fibra detergente neutro), FDA (fibra detergente ácido) e cinzas, de acordo  
416 com metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002). Os parâmetros de digestibilidade  
417 da matéria seca (DMS) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados de acordo com  
418 as seguintes equações: DMS= 88,9 - (0,7779X% FDA) e NDT = 87,84 - (0,7X% FDA),  
419 respectivamente, descritos em TEIXEIRA & TEIXEIRA (1998).

420

421 *Análise estatística*

422 O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, sendo as baias  
423 as unidades experimentais. As análises estatísticas foram realizadas através do programa  
424 estatístico SAS (SAS Institute Inc., Cary, EUA, 2016). As médias foram analisadas através do  
425 método MIXED MODELS, considerando os efeitos fixos de grupo (Controle, Cultron Pro e  
426 Cultron X), o momento da coleta e suas interações e efeito aleatório do animal. Os dados foram  
427 analisados de acordo com o seguinte modelo:

428 
$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + S_k + TP_{ij} + e_{ijk}$$

429 onde  $Y_{ijk}$  é a variável dependente,  $\mu$  é a média geral,  $T_i$  efeito fixo de tratamento ( $i =$ Controle,  
430 Cultron Pro e Cultron X),  $P_j$  efeito fixo de período ( $j = 1; 2; 3; 4$ ),  $S_k$  efeito aleatório do animal  
431 ( $k = 1$  a 20),  $TP_{ij}$  interação entre tratamento e período e  $e_{ijk}$  erro experimental. A comparação de  
432 médias foi feita através do teste de Tukey-Kramer. Foram considerados significativos efeitos

433 de tratamento com valores de  $P<0.05$  e as tendências foram discutidas com  $0.05<P<0.10$ . Os  
434 resultados estão apresentados como médias  $\pm$  erro padrão da média.

435

436 **3. RESULTADOS**

437 Os valores de pH ruminal não diferiram entre os grupos e períodos experimentais, como  
438 observado na Figura 1. Todos os animais apresentaram valores de pH entre 6,0 e 7,0,  
439 considerado fisiológico para a espécie (FEITOSA, 2008). Foi possível observar tendência de  
440 aumento nos valores de pH ruminal no período 4 em relação ao período 3 (6,28 x 6,13,  
441 respectivamente) ( $P=0.06$ ) em todos os grupos experimentais.

442 Foram observadas duas colorações distintas no fluido ruminal, incluindo verde oliva e  
443 amarelo acastanhado. A diferença foi observada apenas no grupo Cultron X no período 1, com  
444 85,71% dos animais apresentando fluido de coloração verde oliva e 14,29% amarelo  
445 acastanhado. O odor aromático observado em todos os grupos durante o experimento,  
446 demonstra que os animais do estudo apresentavam condições compatíveis com os parâmetros  
447 fisiológicos normais (GONZÁLEZ et al., 2000). Com relação à consistência do fluido, os  
448 resultados do estudo demonstram que, durante todo o período experimental, 42,8% dos animais  
449 do grupo Cultron Pro apresentaram viscosidade ideal, comparado a 39,3% no grupo Cultron X  
450 e 33,3% no grupo controle. No período 2, observou-se um número elevado de animais  
451 apresentando líquido ruminal de consistência aquosa nos três tratamentos, sendo que os animais  
452 do grupo controle apresentaram 100% de consistência anormal, seguido de 85% no Cultron X  
453 e 71% no grupo Cultron Pro.

454 Com relação à motilidade de protozoários ruminais houve diferença significativa entre  
455 os grupos ( $P<0.001$ ). Os animais do grupo controle apresentaram maiores casos de motilidade  
456 reduzida (20,8%) em comparação aos grupos Cultron X (3,57%) e Cultron Pro (0%). O grupo  
457 Cultron Pro obteve resultados superiores ( $P<0,05$ ) em comparação aos demais, com 64,3% dos

458 animais com motilidade de infusórios ótima, comparado a 39,3% e 20,8% nos grupos Cultron  
459 X e controle, respectivamente.

460 No presente trabalho, não houve efeito da suplementação sobre a atividade fermentativa  
461 das bactérias através, sendo todos os grupos dentro da normalidade. Os resultados de pH,  
462 PRAM e TSF estão descritos nas tabelas 2 e 3.

463 Quanto aos parâmetros zootécnicos analisados, a suplementação não influenciou na IMS  
464 dos animais, com diferença significativa apenas entre os grupos Cultron Pro e Cultron X  
465 ( $P=0.04$ ).

466 Foi encontrada diferença no GMD entre períodos em todos os grupos ( $P<0.001$ ),  
467 principalmente no período 2 em relação aos demais. O grupo suplementado com Cultron X  
468 apresentou redução mais intensa neste segundo período, entretanto, observou-se um aumento  
469 notável neste grupo no período 4 em relação ao período 2 ( $-0,6 \times 0,4 \pm 0,09$  Kg,  
470 respectivamente) ( $P=0.003$ ), caracterizados pela mesma dieta. No período 3, houve tendência  
471 de aumento no grupo Cultron X em comparação ao controle ( $P=0,1$ ). As médias de IMS e GMD  
472 estão demonstradas nas tabelas 2 e 3.

473 Quanto à avaliação do metabolismo energético foi possível identificar diferença nos  
474 níveis séricos de glicose entre os grupo controle e Cultron X ( $53,7 \times 68,0 \pm 2,0$  mg/dL) e entre  
475 controle e Cultron Pro ( $56,7 \times 68,0 \pm 2,0$  mg/dL) no período 1 ( $P=0.02$ ) (Figura 2).

476 Quanto ao metabolismo proteico, houve diferença significativa na concentração das  
477 proteínas plasmáticas totais entre os tratamentos, com visível aumento do grupo Cultron Pro  
478 em comparação ao grupo controle no período 3 ( $6,64 \times 7,26 \pm 1,18$  g/dL;  $P=0,02$ ) e no período  
479 4 ( $7,07 \times 6,67 \pm 0,09$  g/dL;  $P=0,01$ ), demonstrando aumento das concentrações em animais  
480 suplementados com levedura hidrolisada.

481 As proteínas plasmáticas totais (PPT) são produzidas no fígado e sua síntese está  
482 relacionada com os níveis de proteína da dieta e estado nutricional do animal (GONZÁLEZ E

483 SCHEFFER, 2003). Neste estudo, verificou-se que as concentrações de PPT foram maiores no  
484 grupo Cultron Pro e esse aumento pode estar relacionado com o aumento dos níveis de proteínas  
485 na dieta, visto que este produto contém levedura hidrolisada o qual proporciona uma fonte  
486 proteica de ampla disponibilidade, além de favorecer fatores estimulatórios aos microrganismos  
487 do rúmen, aumentando a concentração destes no ambiente ruminal e assim incrementando a  
488 proteína microbiana (MAO et al., 2013).

489 Além disso, essas proteínas possuem papel importante na imunidade, atuando como  
490 indicadores de processos infecciosos (GONZÁLES E SILVA, 2006). Já a levedura hidrolisada,  
491 contém em sua parede celular  $\beta$ -glucanos e mananoligosacarídeos (MOS), que atuam  
492 basicamente no aumento de células fagocitárias, principalmente macrófagos, podendo estimular  
493 a resposta a抗ígenos (CZECH et al., 2018), mostrando que os resultados de PPT aliados aos  
494 componentes da levedura configuraram-se com grande potencial de incremento na qualidade e  
495 quantidade da resposta imune dos animais.

496 Houve diferença nos níveis séricos de ureia entre os períodos experimentais ( $P<0.001$ ),  
497 com aumento significativo no primeiro desafio com maior proporção de concentrado na dieta.  
498 Foi encontrada diferença entre o grupo Cultron X e grupo controle ( $P=0,03$ ), com valores  
499 superiores no grupo suplementado ( $36,39 \times 32,16 \pm 1,94 \text{ mg/dL}$ ).

500 O grupo Cultron Pro apresentou maiores valores da enzima AST comparado ao grupo  
501 controle nos períodos 2 e 3 ( $P=0.002$ ), porém as concentrações da enzima GGT não foram  
502 alteradas pela suplementação ( $P>0,05$ ).

503 Os demais marcadores metabólicos não apresentaram diferença significativa entre os  
504 grupos experimentais, como ilustram as Tabelas 2 e 3.

505

506

507 **4. DISCUSSÃO**

508 O pH do rúmen é uma das variáveis que interferem diretamente na população  
509 microbiana e na atividade de protozoários (DAYANI et al., 2007). O pH do fluido ruminal pode  
510 variar entre 5,5 e 6,2 em dietas com maior teor de concentrado, enquanto dietas com maior  
511 participação de volumosos os valores situam-se entre 6,2 e 7,0 (ODENYO et al., 1997). Neste  
512 caso, as oscilações de pH foram observadas em pequenas proporções, se mantendo dentro dos  
513 valores fisiológicos para a espécie, o que remete a manutenção do ambiente ruminal e um  
514 equilíbrio da atividade microbiana.

515 De acordo com FEITOSA (2008), a consistência do fluido deve ser levemente viscosa,  
516 indicando a presença de partículas de nutrientes sobrenadantes e microorganismos em  
517 quantidade adequada.

518 O número elevado de animais apresentando líquido ruminal de consistência anormal no  
519 grupo controle pode estar relacionado a um nível de inatividade microbiana, demonstrando que  
520 os animais suplementados com cultura de levedura ou levedura hidrolisada poderão vir a ter  
521 menos consequências negativas no ambiente ruminal quando desafiados a dietas com maior  
522 teor de amido.

523 Os protozoários desempenham papel importante no controle do pH do fluido ruminal,  
524 sendo capazes de engolhar facilmente grânulos de amido. Esses microorganismos são  
525 responsáveis por até 45% da atividade amilolítica no rúmen, aumentando significativamente  
526 sua população em animais suplementados com dietas concentradas (BORGES et al., 2002). No  
527 presente trabalho identificou-se maior número de casos com motilidade ativa de protozoários  
528 no primeiro período de desafio com uma dieta mais concentrada, corroborando com  
529 HUHTANEN (1992) que observou maior número de protozoários quando houve substituição  
530 de fibra por grão na dieta. Tal resultado pode ser explicado uma vez que estes microorganismos  
531 digerem o amido mais lentamente do que as bactérias, auxiliando indiretamente no controle do

532 pH e levando a diminuição do número de bactérias amilolíticas através da competição pelo  
533 substrato, participando também da fermentação de lactato presente no rúmen.

534 Ao comparar os grupos suplementados com o controle, é possível observar que ambos  
535 os grupos suplementados apresentaram maior número de animais com motilidade de  
536 protozoários boa à excelente, o que demonstra a eficácia da suplementação na modulação do  
537 padrão de fermentação, refletindo diretamente na atividade dos protozoários ruminais.

538 A prova de redução do azul de metileno (PRAM) reflete o metabolismo fermentativo  
539 anaeróbico da população microbiana (FEITOSA, 2008). Tal autor afirma que o tempo de  
540 redução de até 3 minutos é consequência de uma microbiota ativa, o qual pode reduzir-se em  
541 uma dieta altamente concentrada, o que não ocorreu no presente estudo, uma vez que,  
542 independente do teor energético da dieta, todos os grupos se mantiveram dentro dos valores  
543 fisiológicos.

544 Apesar da suplementação não ter influenciado na IMS, os animais suplementados com  
545 cultura de levedura apresentaram melhor eficiência alimentar quando comparados ao grupo  
546 controle no período 3. Tal fato sustenta o encontrado por DING et al. (2008), no qual ovinos  
547 suplementados com levedura viva na dose de  $10 \times 10^9$  UFC/dia apresentaram 7,3% de melhora na  
548 eficiência alimentar em relação ao grupo controle, porém sem influência na IMS. Em  
549 contrapartida, STELLA et al. (2007), avaliando uma dieta com 47% de MS de concentrado, e  
550 EL-GHANI (2004), com 60% de MS de concentrado, observaram aumento na IMS desses  
551 animais resultando em aumento da produção de leite em caprinos.

552 DING et al. (2008) avaliou a digestibilidade da hemicelulose, a qual apresentou aumento  
553 de 55,7% para 62,4% em dietas suplementadas com levedura viva, o que, segundo SALINAS-  
554 CHAVIRA et al., (2017) teria efeito benéfico na regulação da IMS dos animais como  
555 consequência de uma maior degradação da fibra e síntese de proteína microbiana no rúmen. Em  
556 um estudo realizado por DIAS et al. (2018), os valores de IMS se igualaram entre o grupo não

557 suplementado recebendo uma dieta com baixo teor de amido e o grupo suplementado com  
558 levedura recebendo uma dieta mais energética, o que possibilita constatar que a levedura tem  
559 efeito benéfico no ambiente ruminal, minimizando os efeitos decorrentes da oferta de  
560 concentrados.

561 Outro estudo conduzido por DIAS et al. (2018) comprova tal afirmação, demonstrando  
562 que a suplementação aumentou a digestibilidade da fibra em vacas leiteiras quando alimentadas  
563 com uma dieta de alto amido, o que poderia influenciar positivamente nas taxas de IMS. Tal  
564 fato não condiz com os resultados obtidos no presente trabalho, nos quais observou-se redução  
565 na IMS nos períodos com maior proporção de concentrado na dieta, corroborando com  
566 DESNOYERS et al. (2009), que afirmam que a suplementação com *S. cerevisiae* aumenta a  
567 digestibilidade da matéria orgânica com resultados benéficos em dietas mais fibrosas em  
568 comparação com dietas energéticas.

569 A diferença nos valores de GMD do grupo Cultron X nos períodos 2 e 4 pode ser  
570 explicada pela melhor adaptação a nível ruminal de animais suplementados com cultura de  
571 levedura, uma vez que a troca brusca na alimentação sem adaptação prévia não garante um  
572 padrão de digestão e fermentação ruminal adequados (FARENZENA et al., 2016),  
573 compreendendo que estes indivíduos passam por períodos de desafio alimentar de forma menos  
574 severa.

575 Segundo WALLACE & NEWBOLD (1992), os efeitos da levedura no rúmen  
576 desencadeiam uma modulação na população microbiana, contribuindo para a melhoria da  
577 eficiência alimentar em vacas leiteiras, o que se sustenta pelos relatos de ZHU et al. (2017), que  
578 identificaram aumento significativo no número de bactérias celulolíticas e redução de espécies  
579 produtoras de lactato como resposta à suplementação. HADDAD & GOUSSOUS (2005)  
580 afirmam que a suplementação com cultura de levedura tem efeito positivo na digestibilidade

581 dos nutrientes, resultando em maior GMD e melhor eficiência alimentar em ovinos recebendo  
582 uma dieta com 80% de concentrado.

583 O aumento nos níveis séricos de glicose era esperado devido ao maior aporte energético,  
584 como encontrado por DIAS et al. (2018). Segundo os autores, a alimentação com maior teor de  
585 concentrado estimulou as concentrações de propionato no rúmen, o que favorece a  
586 gliconeogênese e aumenta as concentrações de glicose.

587 De acordo com KHALID et al. (2011), a menor concentração de glicose plasmática em  
588 animais recebendo suplementação pode ser atribuída a maior digestão de fibras como  
589 consequência da modulação no ambiente ruminal proporcionada pela ação da levedura. Tal  
590 afirmação pode ser constatada no estudo de YUAN et al. (2015), os quais identificaram que a  
591 suplementação com duas doses distintas de levedura tendeu a reduzir os níveis de glicose  
592 sanguíneos em vacas. De encontro aos resultados obtidos, ABO EL-NOR & KHOLIF (1998)  
593 relataram maior concentração de glicose em vacas suplementadas. Entretanto, HRISTOV et al.  
594 (2010) e OLAGARAY et al. (2019) não encontraram efeito da suplementação nos níveis  
595 plasmáticos de glicose em vacas leiteiras. Outro fato a ser mencionado é de que o grupo controle  
596 já iniciou o período experimental com níveis elevados de glicose, se mantendo dessa forma em  
597 períodos com baixo aporte energético. Isto demonstra que, provavelmente, animais  
598 suplementados poderão ter uma eficiência na metabolização do amido melhorada em casos de  
599 maior aporte de energia, visto que nesses momentos os níveis de glicose entre grupos  
600 igualaram-se, mesmo com o grupo controle partindo de índices glicêmicos maiores.

601 As proteínas plasmáticas totais (PPT) são produzidas no fígado e sua síntese está  
602 relacionada com os níveis de proteína da dieta e estado nutricional do animal (GONZÁLEZ E  
603 SCHEFFER, 2003). Neste estudo, verificou-se que as concentrações de PPT foram maiores no  
604 grupo Cultron Pro e esse aumento pode estar relacionado com o aumento dos níveis de proteínas

605 na dieta, visto que este produto contém levedura hidrolisada o qual proporciona uma fonte  
606 proteica de ampla disponibilidade, além de favorecer fatores estimulatórios aos microrganismos  
607 do rúmen, aumentando a concentração destes no ambiente ruminal e assim incrementando a  
608 proteína microbiana (MAO et al., 2013).

609 Além disso, essas proteínas possuem papel importante na imunidade, atuando como  
610 indicadores de processos infecciosos (GONZÁLES E SILVA, 2006). Já a levedura hidrolisada,  
611 contém em sua parede celular  $\beta$ -glucanos e mananoligosacarídeos (MOS), que atuam  
612 basicamente no aumento de células fagocitárias, principalmente macrófagos, podendo estimular  
613 a resposta a antígenos (CZECH et al., 2018), mostrando que os resultados de PPT aliados aos  
614 componentes da levedura configuram-se com grande potencial de incremento na qualidade e  
615 quantidade da resposta imune dos animais.

616 A ureia é um metabólito produzido pelo fígado através da reciclagem da amônia ruminal  
617 que advém da fermentação do nitrogênio ingerido através da dieta, sendo que, parte desta é  
618 metabolizada no fígado e pode ser excretada via urina ou retornar ao rúmen via saliva ou  
619 corrente sanguínea (BERCHIELLI et al., 2011). No presente estudo, as concentrações deste  
620 metabólito no primeiro desafio foram maiores que os valores de referência estabelecidos por  
621 GONZÁLES (2006). Esse fato pode sugerir que os níveis elevados podem estar relacionados  
622 com o teor de proteína da dieta, uma vez que houve um acréscimo na porcentagem de proteína  
623 bruta na troca da dieta a base volumoso para maior proporção de concentrado.

624 Observou-se aumento na concentração da enzima AST após o período com maior oferta  
625 energética, que se manteve até o final do período seguinte. O aumento deste metabólito em  
626 animais submetidos a uma alimentação rica em energia foi encontrado também por  
627 SCHWEGLER et al. (2014), demonstrando que havia algum nível de sobrecarga hepática em  
628 ambos os períodos. Ainda, os autores observaram que o aumento nos níveis de AST se manteve  
629 mesmo após um período de recuperação de indução de acidose.

630 TABELEÃO et al. (2014) identificaram que a inclusão de aditivos à base de levedura  
631 em uma dieta balanceada promovem alterações na funcionalidade hepática que foram  
632 evidenciadas pelo aumento da atividade da enzima GGT no período de adaptação, o que não  
633 ocorreu no presente estudo, porém demonstra que a ação destes produtos pode estar relacionada  
634 com o aumento da atividade de hepatócitos. NASROLLAHI et al. (2019) e XU et al. (2016)  
635 encontraram aumento na atividade sérica da enzima AST em vacas com pH ruminal mais baixo,  
636 indicando que existe uma relação entre a redução no pH e a eficiência hepática desses animais,  
637 explicando em parte os resultados encontrados no presente estudo. Ainda, NASROLLAHI et  
638 al. (2019) sugerem que a atividade sérica da AST pode ser um possível indicador da  
639 suscetibilidade a baixos valores de pH ruminal.

640 Aditivos contendo células viáveis tendem a modular o ambiente ruminal de maneira  
641 mais direta (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2008), o que está intimamente relacionado à  
642 saúde e consequentemente à funcionalidade hepática. De tal forma, a utilização de leveduras  
643 hidrolisadas (ausência de células viáveis) pode não agir diretamente na manutenção ruminal,  
644 refletindo em alterações no metabolismo hepático em decorrência de mudanças no padrão  
645 fermentativo no rúmen, principalmente durante períodos de desafio alimentar, corroborando  
646 com os resultados encontrados a nível hepático e ruminal no atual trabalho.

647

## 648 5. CONCLUSÃO

649 Produtos à base de levedura *Saccharomyces cerevisiae* apresentam-se como potencial  
650 ferramenta em momentos de mudanças alimentares na dieta, com reflexos positivos diretos no  
651 desempenho e metabolismo animal, sendo que a cultura de levedura demonstrou maiores efeitos  
652 na performance de ovinos confinados.

653

654

**655 AGRADECIMENTOS**

656 Os autores agradecem à empresa Aleris Nutrition® pelo fornecimento dos produtos e  
657 auxílio financeiro para a realização do projeto; à Universidade Federal de Pelotas (UFPel), ao  
658 Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária (NUPEEC) e à Coordenação de  
659 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

660

**661 COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA**

662 Todos os procedimentos envolvendo os animais deste estudo foram de acordo com o  
663 estabelecido pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal de  
664 Pelotas, estando registrado e aprovado sob número 4100.

**665 DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES**

666 Não temos nenhum conflito de interesse a declarar.

**667 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

668 LT realizou os experimentos com os animais, análises laboratoriais, análise de dados e  
669 escrita do artigo científico. AB auxiliou nas análises estatísticas dos dados experimentais,  
670 escrita e revisão do manuscrito. CB coordenou e supervisionou todas as etapas do experimento,  
671 bem como revisou e auxiliou na redação do manuscrito. MC orientou todas as etapas do projeto.  
672 MC, ES, VR e FD possibilitaram todas as etapas do experimento e fornecerem a infraestrutura  
673 necessária para a realização do projeto. Todos os autores estão de acordo com a versão final  
674 deste manuscrito.

675

**676 REFERÊNCIAS**

677 ABD EL-GHANI, A.A. Influence of diet supplementation with yeast culture (*Saccharomyces*  
678 *cerevisiae*) on performance of Zaraibi goats. Small ruminant research, v.52, n.3, p.223-229,

- 679 2004. Available from:  
680 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448803002815>>. Acessed: Oct. 23,  
681 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.06.002>.
- 682
- 683 ABO EL-NOR, S. A. H.; KHOLIF, A. M. Effect of supplementation of live yeast culture in the  
684 diet on the productive performance of lactating buffaloes. **Milchwissenschaft**, v.53, n.12,  
685 p.663-666, 1998. Available from:  
686 <[https://www.researchgate.net/publication/259863735\\_Effect\\_of\\_supplementation\\_of\\_live\\_yeast\\_culture\\_in\\_the\\_diet\\_on\\_the\\_productive\\_performance\\_of\\_lactating\\_buffaloes](https://www.researchgate.net/publication/259863735_Effect_of_supplementation_of_live_yeast_culture_in_the_diet_on_the_productive_performance_of_lactating_buffaloes)>. Acessed:  
687 Oct. 23, 2019.
- 688 ALVES, K.S. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: digestibilidade aparente.  
689 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1962-1968, 2003. Available from:  
690 <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v32n6s2/20966.pdf>>. Acessed: Oct. 23, 2019.
- 691
- 692 BERCHIELLI, et al. **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011.
- 693
- 694 BORGES, N.C. et al. Avaliação do suco ruminal de bovinos “a fresco” e após 12 horas. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, n.2, p.57-63, 2002. Available from:  
695 <<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/handle/ri/12359>>. Acessed: Oct. 29, 2019.
- 696
- 697 BOUDERGUE, C. et al. Review of mycotoxin-detoxifying agents used as feed additives: mode  
698 of action, efficacy and feed/food safety. **EFSA Supporting Publication**, v.6, n.9, 192p., 2009.  
699 Available from: <<http://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/sp.efsa.2009.EN-22>>  
700 Acessed: Oct. 29, 2019. doi: [10.2903/sp.efsa.2009.EN-22](https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2009.EN-22).
- 701 CHAUCHEYRAS-DURAND, F. et al. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial  
ecosystem: past, present and future. **Anim. Feed sci. Technol.**, v.145, p.5-26, 2008. Available

- 702 from:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840107002787?via%3Dihub>>.
- 703 Accessed: Oct. 29, 2019. doi: [10.1016/j.anifeedsci.2007.04.019](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.019)
- 704 705 706 707 708 CZECH, A. et al. Effect of dietary supplementation with *Yarrowia lipolytica* or *Saccharomyces cerevisiae* yeast and probiotic additives on haematological parameters and the gut microbiota in piglets. *Res. Vet. Sci.* v.119, p.221–227, 2018. Available from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034528817306689>>. Accessed: Oct. 28, 2019. doi: [10.1016/j.rvsc.2018.06.007](https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.06.007).
- 709 710 711 712 713 DAYANI, O. et al. Effects of dietary whole cottonseed and crude protein level on rumen protozoal population and fermentation parameters. **Small Ruminant Research**, v. 69, n.1-3, p.36-45, 2007. Available from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448805005043>>. Accessed: Oct. 28, 2019. doi: [doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.12.007](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.12.007).
- 714 715 716 DEHORITY, B. A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 48, n. 1, p. 182–185, 1984. Available from: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC240360>> Accessed: Oct. 28, 2019.
- 717 718 719 720 721 DESNOYERS M. et al., Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. American Dairy Science Association, v.92, n.4, p. 1620–1632, 2009. Available from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030209704746>>. Accessed: Oct. 20, 2019. doi: [10.3168/jds.2008-1414](https://doi.org/10.3168/jds.2008-1414).
- 722 723 724 DIAS, A. L. G. et al. Effects of supplementing yeast culture to diets differing in starch content on performance and feeding behavior of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.1, p.186-200, 2018. Acessed: Oct. 20, 2019.

- 725 DING, J. et al. Effect of monensin and live yeast supplementation on growth performance,  
726 nutrient digestibility, carcass characteristics and ruminal fermentation parameters in lambs fed  
727 steam-flaked corn-based diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.21, n.4,  
728 p.547-554, 2008. Available from: <<https://www.ajas.info/journal/view.php?number=21814>>.  
729 Acessed: Oct. 20, 2019. doi: [10.5713/ajas.2008.70353](https://doi.org/10.5713/ajas.2008.70353).
- 730 DIRKSEN G., et al. Sistema digestivo. In: ROSEMBERGER, G. **Exame Clínico dos Bovinos**.  
731 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993, p.166-228.
- 732 ENJALBERT, F. et al. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal  
733 digestion in non-lactating dairy cows. **Anim. Feed**, v.76, n.3-4, p.195-206, 1999. Available  
734 from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840198002302>>. Accessed:  
735 Oct. 23, 2019. doi: [10.1016/S0377-8401\(98\)00230-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00230-2).
- 736 FARENZENA, R. et al. Minimum length of the adaptation and collection period in digestibility  
737 trials with sheep fed ad libitum only forage or forage plus concentrate. **Journal of Animal  
738 Physiology and Animal Nutrition**. Available from:  
739 <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jpn.12550>>. Accessed: Oct. 23, 2019. doi:  
740 [10.1111/jpn.12550](https://doi.org/10.1111/jpn.12550).
- 741 FEITOSA, F.L.F. **Semiologia Veterinária: A arte do diagnóstico**. São Paulo: Roca, 2004.
- 742 FRANÇA, R. A.; RIGO, E. J. Utilização de leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) na  
743 nutrição de ruminantes – Uma revisão. **FAZU em Revista**, n.8, p.187-195, 2012. Available  
744 from: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/viewArticle/391>>. Acessed:  
745 Oct. 28, 2019.
- 746 FRANKLIN, S. T. et al. Immune parameters of dry cows 404 fed mannan oligosaccharide and  
747 subsequent transfer of immunity to calves, **Journal of Dairy Science**, v.88, n.2, p.766–775,

- 748 2005. Available from:  
749 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205727405>>. Accessed: Oct. 25,  
750 2019. doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72740-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72740-5).
- 751 GALVÃO, K. N. et al. Effect of feeding live yeast products to calves with failure of passive  
752 transfer on performance and patterns of antibiotic resistance in fecal *Escherichia*  
753 *coli*. **Reproduction Nutrition Development**, v.45, n.4, p.427-440, 2005. Available from:  
754 <<https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/abs/2005/04/r5411/r5411.html>>. Accessed: Oct. 25,  
755 2019. doi: [10.1051/rnd:2005040](https://doi.org/10.1051/rnd:2005040)
- 756 GONZÁLEZ, F.H.D. et al. **Uso de provas de campo e de laboratório clínico em doenças**  
757 **metabólicas e ruminais dos bovinos**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio  
758 Grande do Sul, 2000. Available from:  
759 <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26658/000283211.pdf?se>>. Accessed:  
760 Oct. 25, 2019.
- 761 HADDAD, S. G.; GOUSSOUS, S. N. Effect of yeast culture supplementation on nutrient  
762 intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. **Animal Feed Science and**  
763 **Technology**, v.118, n.3-4, p.343-348, 2005. Available from:  
764 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840104002317>>. Accessed: Oct. 24,  
765 2019. doi: [10.1016/j.anifeedsci.2004.10.003](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.10.003)
- 766 HRISTOV, A.N. et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal  
767 fermentation and nutrient utilization in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.2, p.682-  
768 692, 2010. Available from:  
769 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030210715101>>. Accessed: Oct. 24,  
770 2019. doi: [10.3168/jds.2009-2379](https://doi.org/10.3168/jds.2009-2379).

- 771 KHALID, M. F. et al. Probiotics and lamb performance: A review. **African Journal of**  
772 **Agricultural Research**, v.6, n.23, p.5198-5203, 2011. Available from:  
773 <[http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1380900106\\_Khalid%20et%20al.pdf](http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1380900106_Khalid%20et%20al.pdf)>. Accessed: Oct. 16, 2019. doi: 10.5897/AJAR11.1134.
- 775 MAO, H.-L. et al. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on in vitro  
776 fermentation and microbial communities of low-quality forages and mixed diets. **J. Anim. Sci.**  
777 v.91, n.7, p.3291–3298, 2013. Available from: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/91/7/3291/4717164>>. Accessed: Sep. 23, 2019. doi: [10.2527/jas.2012-5851](https://doi.org/10.2527/jas.2012-5851).
- 779 MARDEN, J. P. et al. How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal  
780 pH in high-yielding dairy cows? **J. Dairy Sci.** v.91, n.9, p.3528–3535, 2008. Available from:  
781 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030208710671>>. Accessed: Sep. 21,  
782 2019. doi: [10.3168/jds.2007-0889](https://doi.org/10.3168/jds.2007-0889).
- 783 MCCANN, J. C. et al. Induction of subacute ruminal acidosis affects the ruminal microbiome  
784 and epithelium. **Front. Microbiol.**, v.7, p.701, 2016. Available from:  
785 <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.00701/full>>. Accessed: Oct. 23,  
786 2019. doi: [10.3389/fmicb.2016.00701](https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00701).
- 787 MORAN, C. A. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*:  
788 applications for yeast glucan and mannan. In: ANNUAL SYMPOSIUM OF NUTRITIONAL  
789 BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 2004, Nicholasville, USA.  
790 **Proceedings of Alltech's...** Nicholasville: Alltech Technical Publications, 2004. p.283-296.  
791 Available from: <<https://www.hilyses.com/wp-content/uploads/2016/11/heinrichs-and-Kehoe-2004-pp-194-203.pdf#page=271>>. Accessed: Sep. 12, 2019.

- 793 NASROLLAHI, S. M. et al. Blood metabolites, body reserves, and feed efficiency of high-  
794 producing dairy cows that varied in ruminal pH when fed a high-concentrate diet. **Journal of**  
795 **Dairy Science**, v.102, n.1, p.672-677, 2019. Available from:  
796 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218309822>>. Accessed: Sep. 9,  
797 2019. doi: [10.3168/jds.2018-15022](https://doi.org/10.3168/jds.2018-15022)
- 798 NOCEK, J.E.; HOLT, M.G.; OPPY, J. Effects of supplementation with yeast culture and  
799 enzymatically hydrolyzed yeast on performance of early lactation dairy cattle. **Journal of Dairy**  
800 **Science**, v. 94, n. 8, p. 4046-4056, 2011. Available from:  
801 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030211004085>>. Accessed: Sep. 10,  
802 2019. doi: [10.3168/jds.2011-4277](https://doi.org/10.3168/jds.2011-4277).
- 803 Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th rev.), Natl. Acad. Sci., Washington, 2001.
- 804 ODENYO, A.A. et al. Effect of multipurpose tree (MPT) supplements on ruminal ciliate  
805 protozoa. **Animal Feed Science Technology**, v.67, n.2-3, p.169-180, 1997. Available from:  
806 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840196011182>>. Accessed: Sep. 13,  
807 2019. doi: [10.1016/S0377-8401\(96\)01118-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01118-2).
- 808 OFEK, I. et al. Adherence of *Escherichia coli* to human mucosal cells mediated by mannose  
809 receptors. **Nature**, v.265, n.5595, p.623–625, 1977. Available from:  
810 <<https://www.nature.com/articles/265623a0>>. Accessed: Sep. 15, 2019. doi:  
811 [10.1038/265623a0](https://doi.org/10.1038/265623a0).
- 812 OLAGARAY, K. E. et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on feed  
813 intake parameters, lactation performance, and metabolism of transition dairy cattle. **Journal of**  
814 **Dairy Science**, v.102, n.9, p.8092-8107, 2019. Available from:

- 815 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030219306186>>. Accessed: Sep. 15,  
816 2019. doi: [10.3168/jds.2019-16315](https://doi.org/10.3168/jds.2019-16315).
- 817 ÖZTÜRK, H. et al. Effects of hydrolyzed and live yeasts on rumen microbial fermentation in a  
818 semicontinuous culture system (Rusitec). **Turkish Journal of Veterinary and Animal**  
819 **Sciences**, v.39, n.5, p.556-559, 2015. Available from:  
820 <<https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/abstract.htm?id=17050>>. Accessed: Sep. 18, 2019.  
821 doi: [10.3906/vet-1506-16](https://doi.org/10.3906/vet-1506-16).
- 822 PINLOCHE E., et al. The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity and population  
823 structure in the rumen of cattle. **Plos One**, v.8, n.7, 2013 v., p.e67824. Available from:  
824 <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0067824>>. Accessed: Sep.  
825 15, 2019. doi: [10.1371/journal.pone.0067824](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067824).
- 826 ROSEMBERGER, G. **Exame clínico dos bovinos**. 3. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan,  
827 1993. 419 p.
- 828 RUSSEL J.B.; RYCHLIK J.L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, v.292,  
829 n.5519, p.1119-1122, 2001. Available from:  
830 <<https://science.sciencemag.org/content/292/5519/1119>>. Accessed: Oct. 20, 2019. doi:  
831 [10.1126/science.1058830](https://doi.org/10.1126/science.1058830).
- 832 SALINAS-CHAVIRA, J. et al. Influence of feeding enzymatically hydrolysed yeast cell wall+  
833 yeast culture on growth performance of calf-fed Holstein steers. **Journal of Applied Animal**  
834 **Research**, v.46, n.1, p.327-330, 2018. Available from:  
835 <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09712119.2017.1299742>>. Accessed: Oct. 13,  
836 2019. doi: [10.1080/09712119.2017.1299742](https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1299742).

- 837 SCHINGOETHE, D. J. et al. Feed efficiency of mid-lactation dairy cows fed yeast culture  
838 during summer. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.12, p.4178-4181, 2004. Available from:  
839 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030204735614>>. Accessed: Oct. 20,  
840 2019. doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73561-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73561-4).
- 841 SCHWEGLER, E. et al. The use of sodium monensin and probiotics for controlling subacute  
842 ruminal acidosis in sheep. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**,  
843 v.51, n.4, p.324-332, 2014. Available from:  
844 <<https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/69502>>. Accessed: Oct. 5, 2019. doi:  
845 [10.11606/issn.1678-4456.v51i4p324-339](https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v51i4p324-339).
- 846 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002. **Análise de alimentos (métodos químicos e  
847 biológicos)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 235 p.
- 848 STELLA, A. V. et al. Effect of administration of live *Saccharomyces cerevisiae* on milk  
849 production, milk composition, blood metabolites, and faecal flora in early lactating dairy  
850 goats. **Small Ruminant Research**, v.67, n.1, p.7-13, 2007. Available from:  
851 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448805003585>>. Accessed: Oct. 21,  
852 2019. doi: [10.1016/j.smallrumres.2005.08.024](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.024).
- 853 TABELEÃO, V.C. et al. Influência da monensina e levedura sobre parâmetros ruminais e  
854 metabólicos em cordeiros semiconfinados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p.  
855 181-186, 2008. Available from: <<https://www.redalyc.org/pdf/3031/303126492007.pdf>>.  
856 Accessed: Oct. 29, 2019.
- 857 WALLACE, R. John; NEWBOLD, C. James. Probiotics for ruminants. In: **Probiotics**.  
858 Springer, Dordrecht, 1992. p. 317-353. Available from:

- 859 [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-2364-8\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-2364-8_12). Accessed: Sep. 3, 2019. doi:  
860 10.1007/978-94-011-2364-8\_12.
- 861 WALLACE, R. J.; NEWBOLD, C. J. Rumen fermentation and its manipulation: the  
862 development of yeast cultures as feed additives. In: **Biotechnology in the food industry**.  
863 Alltech Technical Publications, 1993. p. 173-192.
- 864 XU, C., et al. The effect of subacute ruminal acidosis of dairy cows on productivity, digestibility  
865 and greenhouse gas emission. **J. Agric. Sci.** v.8, p.92–100, 2016. Available from:  
866 <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/56707>> Acessed: Sep. 15, 2019.  
867 doi: 10.5539/jas.v8n4pxx.
- 868 YANG, W. Z. et al. Wheat distillers grains in feedlot cattle diets: feeding behavior, growth  
869 performance, carcass characteristics, and blood metabolites. **J. Anim. Sci.**, v.90, n.4, p.1301–  
870 1310, 2012. Available from: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/90/4/1301/4764616>>. Acessed: Oct. 29, 2019. doi: [10.2527/jas.2011-4372](https://doi.org/10.2527/jas.2011-4372).
- 872 YUAN, K. et al. Yeast product supplementation modulated feeding behavior and metabolism  
873 in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.1, p. 532-540, 2015. Available  
874 from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214007978>>. Acessed:  
875 Oct. 20, 2019. doi: [10.3168/jds.2014-8468](https://doi.org/10.3168/jds.2014-8468).
- 876 ZAWORSKI, E. M. et al. Effects of feeding various dosages of *Saccharomyces cerevisiae*  
877 fermentation product in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.5 3081–3098,  
878 2014. Available from:  
879 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214001738>>. Accessed: Oct. 21,  
880 2019. doi: [10.3168/jds.2013-7692](https://doi.org/10.3168/jds.2013-7692).

881 ZHU, W. et al. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on performance and  
 882 rumen fermentation and microbiota in dairy cows fed a diet containing low quality forage.  
 883 **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.8, n.1, p.36, 2017. Available from:  
 884 <<https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-017-0167-3>>. Accessed: Oct. 16,  
 885 2019. doi: [10.1186/s40104-017-0167-3](https://doi.org/10.1186/s40104-017-0167-3).

886

887 Tabela 1. Composição nutricional da dieta total utilizada durante o período experimental.

Composição nutricional*	Concentrado da dieta (%)	
	40	60
Matéria orgânica	93,8	93,7
Proteína bruta	10,4	12,5
FDN	47,4	45,8
FDA	19,3	17,3
Matéria mineral	6,2	6,3
NDT	73,9	75,8
Digestibilidade	70,8	75,4

888 \*Dieta composta por silagem de milho e farelo de trigo. FDN=Fibra detergente neutro;  
 889 FDA=Fibra detergente ácido; NDT=Nutrientes digestíveis totais

890

891

892

893

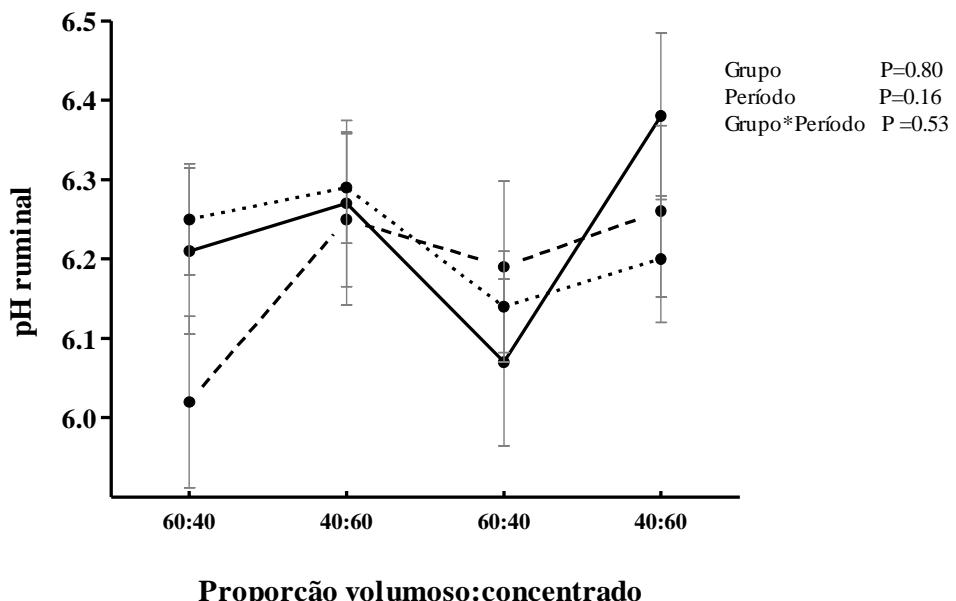
894

895

896

897

..... Cultron X    - - - Cultron Pro    — Controle



#### Proporção volumoso:concentrado

904 Figura 1 - Médias de pH ruminal dos grupos Cultron X (cultura de levedura), Cultron Pro  
 905 (levedura hidrolisada) e Controle durante os quatro períodos experimentais de troca abrupta na  
 906 proporção volumoso:concentrado da dieta.

909

910

911

912

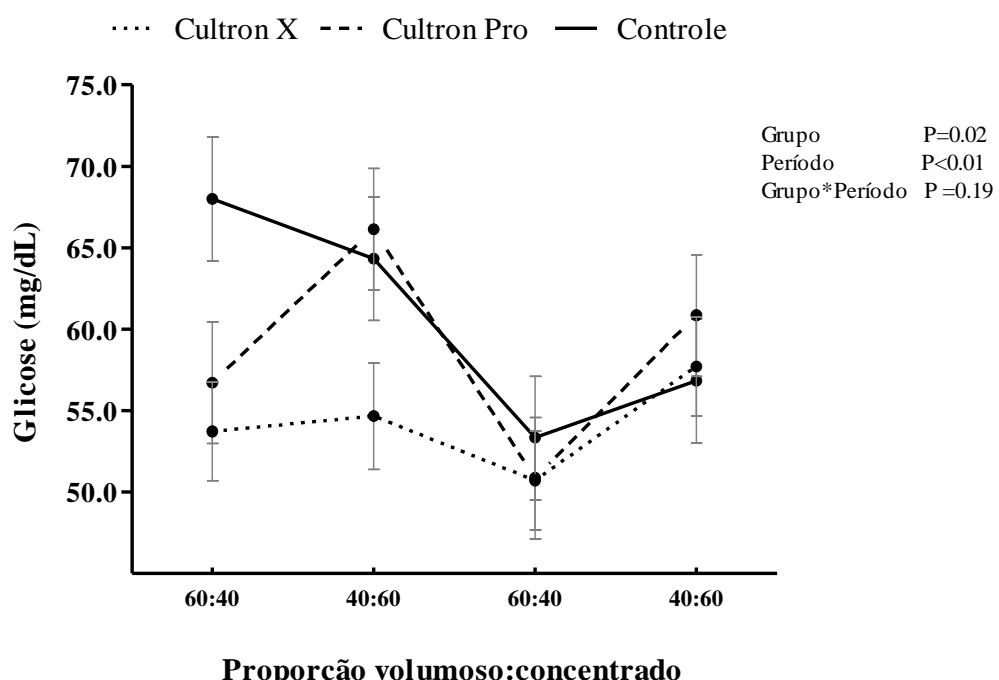
913

914

915

916

917



918

919 Figura 2 - Médias da concentração de glicose sérica dos grupos Cultron X (cultura de levedura),  
 920 Cultron Pro (levedura hidrolisada enzimaticamente) e controle (sem suplementação) durante  
 921 todo o período experimental.

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

	Período 1				Período 2				Valor de P	
	60:40				40:60				Gru	Per
	C. X	C. Pro	CTL	E.P.	C. X	C. Pro	CTL	E.P.		
pH	6,2	6,0	6,2	6,2	6,2	6,2	6,1	6,1	0,80	0,16
PRAM	3,5	2,2	2,8	1,5	1,7	2,3	3,0	2,8	0,29	0,003
TSF	8,3	18,1	10,0	2,7	12,0	13,3	19,5	2,9	0,58	0,45
IMS	2,7	2,6	2,6	0,08	2,2	2,2	2,2	0,08	0,11	<0,001
GMD	0,3	0,1	0,2	0,09	-0,6	-0,1	-0,2	0,09	0,90	<0,001
Alb	2,9	3,0	3,0	0,04	2,8	2,9	3,0	0,04	0,52	0,23
PON	256,5	260,4	238,8	14,3	258,9	273,0	273,7	14,3	0,9	0,66
Fibri	600,0	571,4	566,6	61,8	514,2	542,8	666,6	61,8	0,47	0,1
AST	83,1	95,2	83,3	2,6	89,0 <sup>ab</sup>	87,8 <sup>a</sup>	83,6 <sup>b</sup>	2,6	<0,01	0,75
GGT	52,2	50,2	52,3	2,0	49,4	55,1	55,3	2,0	0,15	0,8
Gli	53,7 <sup>a</sup>	56,7 <sup>a</sup>	68,0 <sup>b</sup>	2,0	54,6 <sup>a</sup>	66,1 <sup>b</sup>	64,3 <sup>ab</sup>	2,0	0,02	<0,01
Ur	36,1	30,1	32,3	1,6	45,1	41,0	39,0	1,6	0,09	<0,01
PPT	6,7	6,6	6,5	0,1	6,8	7,1	7,0	0,1	0,01	0,07
Ca	8,7	8,6	8,4	0,1	8,0	8,6	8,3	0,1	0,08	<0,01
Na	143,4 <sup>a</sup>	143,8 <sup>a</sup>	135,8 <sup>a</sup>	1,7	141 <sup>a</sup>	144,2 <sup>a</sup>	139,6 <sup>a</sup>	1,7	0,44	<0,01
K	3,8 <sup>a</sup>	4,1 <sup>ab</sup>	4,4 <sup>b</sup>	0,09	3,69 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	0,09	0,02	0,07
Mg	3,3 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	0,1	4,22 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	0,1	0,55	<0,01

945 Tabela 2 - Índices zootécnicos, parâmetros ruminais e níveis de metabólitos sanguíneos dos  
 946 animais do grupo Cultron X (cultura de levedura), Cultron Pro (levedura hidrolisada) e Controle  
 947 durante os períodos 1 e 2.

948

949 60:40=Dieta 60% volumoso e 40% concentrado; 40:60=Dieta 40% volumoso e 60%  
 950 concentrado; C. X=Grupo Cultron X (produto à base de cultura de levedura); C. Pro=Grupo

951 Cultron Pro (produto à base de levedura hidrolisada); CTL=Grupo Controle; E.P=Erro padrão  
952 da média; Gru=Grupo; Per=Período; PRAM=Prova de redução do azul de metileno; TSF=Teste  
953 de sedimentação e flutuação; IMS=Ingestão de matéria seca; GMD=Ganho médio diário;  
954 Alb=albumina; PON=Paraoxonase; Fibri=Fibrinogênio; Gli=Glicose; Ur=Ureia;  
955 PPT=Proteínas plasmáticas totais; Ca=Cálcio; Na=Sódio; K=Potássio; Mg=Magnésio. IMS e  
956 GMD avaliados em Kg/dia; Alb e PPT analisados em g/dL; Fibri, Gli, Ur, Ca e Mg analisados  
957 em mg/dL; AST e GGT analisados em U/L; PON analisada em U/mL; Na e K analisados em  
958 mmol/L.

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972 Tabela 3 - Índices zootécnicos, parâmetros ruminais e níveis de metabólitos sanguíneos dos

	Período 3				Período 4				Valor de P	
	60:40				40:60				Gru	Per
	C. X	C. Pro	CTL	E.P.	C. X	C. Pro	CTL	E.P.		
pH	6,1	6,1	6,0	0,05	6,2	6,2	6,3	0,05	0,80	0,16
PRAM	3,0	2,8	2,3	0,2	3,5	3,2	2,6	0,2	0,29	0,003
TSF	20,0	18,3	17,6	2,8	14,4	19,5	10,2	3,03	0,58	0,45
IMS	2,7	2,5	2,6	2,6	2,1	1,8	2,1	2,0	0,11	<0,001
GMD	0,4	0,2	0,1	0,09	0,4	0,2	0,3	0,09	0,90	<0,001
Alb	3,0 <sup>ab</sup>	3,1 <sup>a</sup>	2,8 <sup>b</sup>	0,04	3,0	3,0	3,1	0,05	0,52	0,23
PON	235,0	250,6	245,0	14,3	258,1	254,6	255,7	14,7	0,9	0,66
Fibri	728,5	800,0	766,6	61,8	485,7	771,4	566,6	61,8	0,47	0,1
AST	81,1 <sup>a</sup>	97,7 <sup>b</sup>	80,1 <sup>a</sup>	2,6	83,2 <sup>a</sup>	9,4	90,8	2,8	<0,01	0,75
GGT	47,8	49,7	57,1	2,0	49,5	57,6	54,5	2,1	0,15	0,8
Gli	50,7	50,8	53,3	2,0	57,7	60,8	56,8	2,0	0,02	<0,01
Ur	32,4	30,2	27,3	1,6	31,8	36,4	30,0	1,7	0,09	<0,01
PPT	6,9 <sup>ab</sup>	7,2 <sup>a</sup>	6,6 <sup>b</sup>	0,1	6,5 <sup>a</sup>	7,1 <sup>b</sup>	6,5 <sup>a</sup>	0,1	0,01	0,07
Ca	8,5	8,9	8,4	0,1	7,6	7,9	7,4	0,1	0,08	<0,01
Na	136,5	142,7	143,5	1,7	133,1	133,2	134,5	1,8	0,44	<0,01
K	3,9	4,1	4,1	0,09	3,8	4,2	3,8	0,1	0,02	0,07
Mg	4,2	4,0	3,9	0,1	4,1	3,9	4,1	0,1	0,55	<0,01

973 animais do grupo Cultron X (cultura de levedura), Cultron Pro (levedura hidrolisada) e Controle

974 durante os períodos 3 e 4.

975

976 60:40=Dieta 60% volumoso e 40% concentrado; 40:60=Dieta 40% concentrado e 60%  
 977 volumoso; C. X=Grupo Cultron X (produto à base de cultura de levedura); C. Pro=Grupo  
 978 Cultron Pro (produto à base de levedura hidrolisada); CTL=Grupo Controle; E.P=Erro padrão  
 979 da média; Gru=Grupo; Per=Período; PRAM=Prova de redução do azul de metileno; TSF=Teste

980 de sedimentação e flutuação; IMS=Ingestão de matéria seca; GMD=Ganho médio diário;  
981 Alb=albumina; PON=Paraoxonase; Fibri=Fibrinogênio; Gli=Glicose; Ur=Ureia;  
982 PPT=Proteínas plasmáticas totais; Ca=Cálcio; Na=Sódio; K=Potássio; Mg=Magnésio. IMS e  
983 GMD avaliados em Kg/dia; Alb e PPT analisados em g/dL; Fibri, Gli, Ur, Ca e Mg analisados  
984 em mg/dL; AST e GGT analisados em U/L; PON analisada em U/mL; Na e K analisados em  
985 mmol/L.

986 **CONCLUSÃO GERAL**

987 A utilização de aditivos como estratégia alimentar na nutrição de ruminantes  
988 vem expandindo-se de forma crescente, demonstrando que, cada vez mais, otimizar  
989 o desempenho animal através de melhor aproveitamento de nutrientes e melhoria na  
990 saúde é o caminho para se obter uma produção mais eficiente e segura. Deste modo,  
991 produtos à base da levedura *Saccharomyces cerevisiae* apresentam-se como uma  
992 potencial ferramenta em momentos de desafio alimentar, com reflexos positivos  
993 diretos no desempenho e metabolismo animal, sendo que a cultura de levedura  
994 demonstrou maiores efeitos na performance de ovinos confinados quando comparado  
995 ao uso de leveduras hidrolisadas.

996

997

998

999

1000

1001

1002

1003

1004

1005

1006

1007

1008

1009

1010

1011

1012

1013

1014

1015

1016

1017

1018

1019

1020 **7 REFERÊNCIAS**

- 1021 ALZAHAL, O., DIONISSOPOULOS L., LAARMAN, A.H., WALKER, N. & MCBRIDE,  
1022 B.W. (2014). Active dry *Saccharomyces cerevisiae* can alleviate the effect of  
1023 subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*.  
1024 97(12). p. 7751–7763.
- 1025 BACH, A., IGLESIAS, C. & DEVANT, M. (2007). Daily rumen pH pattern of loose-  
1026 housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation.  
1027 *Animal Feed Science and Technology*. 136(1–2). p. 146–153.
- 1028 BEESON W.M. & PERRY T.W. (1952). Balancing the Nutritional Deficiencies of  
1029 Roughages for Beef Steers. *Journal of Animal Science*. 11(3). p. 501–515.
- 1030 BACH, A., IGLESIAS, C. & DEVANT, M. (2007). Daily rumen pH pattern of loose-  
1031 housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation.  
1032 *Animal Feed Science and Technology*. 136(1–2). p. 146–153.
- 1033 BEESON W.M. & PERRY T.W. (1952). Balancing the Nutritional Deficiencies of  
1034 Roughages for Beef Steers. *Journal of Animal Science*. 11(3), p. 501–515.
- 1035 BOUDERGUE, C., BUREL, C., DRAGACCI, S., FAVROT, M., FREMY, J., MASSIMI,  
1036 C., PRIGENT, P., DEBONGNIE, P., PUSSEMIER, L., BOUDRA, H., MORGAVI,  
1037 D., OSWALD, I., PEREZ, A. & AVANTAGGIATO, G. (2009). Review of mycotoxin-  
1038 detoxifying agents used as feed additives: mode of action, efficacy and feed/food  
1039 safety. *EFSA Supporting Publications*.
- 1040 BROSSARD, L., CHAUCHEYRAS-DURAND, F., MICHALET-DOREAU, B. &  
1041 MARTIN, C. (2006). Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities  
1042 and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: New type of interaction.  
1043 *Animal Science*. 82(6), p. 829–836.
- 1044 CALLAWAY, E. S. & MARTIN, S. A. (1997). Effects of a *Saccharomyces cerevisiae*  
1045 Culture on Ruminal Bacteria that Utilize Lactate and Digest Cellulose. *Journal of*  
1046 *Dairy Science*. 80(9), p. 2035–2044.
- 1047 CHAUCHEYRAS-DURAND, F., MASSÉGLIA, S. & FONTY, G. (2005). Effect of the  
1048 microbial feed additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 on protein and  
1049 peptide degrading activities of rumen bacteria grown in vitro. *Current Microbiology*.  
1050 50(2), p. 96–101.
- 1051 CHAUCHEYRAS-DURAND, F., WALKER, N. D. & BACH, A. (2008). Effects of active  
1052 dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Animal*  
1053 *Feed Science and Technology*. 145(1–4), p. 5–26.
- 1054 CHAUCHEYRAS, F., FONTY, G., BERTIN, G. & GOUET, P. (1995). Effects of live  
1055 *Saccharomyces cerevisiae* cells on zoospore germination, growth, and cellulolytic  
1056 activity of the rumen anaerobic fungus *Neocallimastix frontalis* MCH3. *Current*  
1057 *Microbiology*. 31(4), p. 201–205.

- 1058 CHAUCHEYRAS, F., FONTY, G., BERTIN, G., SALMON, J. & GOUET, P. (1996).  
 1059 Effects of a strain of *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell® SC), a microbial  
 1060 additive for ruminants, on lactate metabolism in vitro. *Canadian Journal of*  
 1061 *Microbiology*. 42(9), p. 927–933.
- 1062 DANN, H. M., DRACKLEY, J.K., MCCOY, G.C., HUTJENS, M.F. & GARRETT, J.E.  
 1063 (2000). Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum intake  
 1064 and postpartum intake and milk production of Jersey cows. *Journal of Dairy*  
 1065 *Science*. 83(1), p. 123–127.
- 1066 DESNOYERS, M., GIGER-REVERDIN, S., BERTIN, G., DUVAUX-PONTER, C. &  
 1067 SAUVANT, D. (2009) 'Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces*  
 1068 *cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of  
 1069 ruminants', *Journal of Dairy Science*. Elsevier, 92(4), pp. 1620–1632. doi:  
 1070 10.3168/jds.2008-1414.
- 1071 ECKLES, C. H., WILLIAMS, V.M., WILBUR, J.W., PALMER, L.S. & HARSHAW, H.M.  
 1072 (1924). Yeast as a Supplementary Feed for Calves. *Journal of Dairy Science*. 7(5),  
 1073 p. 421–439.
- 1074 ENJALBERT, F., GARRETT, J.E., MONCOULON, R., BAYOURTHE, C. &  
 1075 CHICOTEAU, P. (1999). Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on  
 1076 ruminal digestion in non-lactating dairy cows. *Animal Feed Science and*  
 1077 *Technology*. 76(3–4), p. 195–206.
- 1078 ERASMUS, L. J., BOTHA, P. M. & KISTNER, A. (1992). Effect of Yeast Culture  
 1079 Supplement on Production, Rumen Fermentation, and Duodenal Nitrogen Flow in  
 1080 Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 75(11), p. 3056–3065.
- 1081 FERKET, P. R. (2003). Controlling gut health without the use of antibiotics.  
 1082 *Proceedings of the 30th Annual Carolina Poultry Nutrition Conference*. p. 57–68.
- 1083 FERRARETTO, L. F., SHAVER, R. D. & BERTICS, S. J. (2012). Effect of dietary  
 1084 supplementation with live-cell yeast at two dosages on lactation performance,  
 1085 ruminal fermentation, and total-tract nutrient digestibility in dairy cows. *Journal of*  
 1086 *Dairy Science*. 95(7), p. 4017–4028.
- 1087 FONTY, G. & CHAUCHEYRAS-DURAND, F. (2006). Effects and modes of action of  
 1088 live yeasts in the rumen. *Biologia*. 61(6), p. 741–750.
- 1089 FONTY, G. & JOBLIN, K. N. (1991). Rumen anaerobic fungi: Their role and interactions  
 1090 with other rumen microorganisms in relation to fiber digestion. *Physiological*  
 1091 *Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. p. 655–680.
- 1092 GALVÃO, K.N., SANTOS J.E.P., COSCIONI, A., VILLASEÑOR, M., SISCHO, W.M. &  
 1093 BERGE, A.C.B. (2005). Effect of feeding live yeast products to calves with failure  
 1094 of passive transfer on performance and patterns of antibiotic resistance in fecal  
 1095 *Escherichia coli*. *Reproduction Nutrition Development*. 45, p. 427–440.
- 1096 GIGER-REVERDIN, S. (2018). Recent advances in the understanding of subacute

- 1097 ruminal acidosis (SARA) in goats, with focus on the link to feeding behaviour.  
1098 *Small Ruminant Research*. 163, p. 24–28.

1099 HARRISON, G. A., HEMKEN, R.W., DAWSON, K.A., HARMON, R.J. & BARKER, K.B.  
1100 (1988). Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows  
1101 on ruminal fermentation and microbial populations. *Journal of Dairy Science*.  
1102 71(11), p. 2967–2975.

1103 JAMI, E., WHITE, B. A. & MIZRAHI, I. (2014). Potential role of the bovine rumen  
1104 microbiome in modulating milk composition and feed efficiency. *PLoS ONE*, 9(1).

1105 JENSEN, G. S., PATTERSON, K. M. & YOON, I. (2008). Yeast culture has anti-  
1106 inflammatory effects and specifically activates NK cells. *Comparative*  
1107 *Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 31(6), p. 487–500.

1108 JIANG, Y., OGUNADE, I.M., ARRIOLA, K.G., QI, M., VYAS, D., STAPLES, C.R., &  
1109 ADESOGAN, A.T. (2017). Effects of the dose and viability of *Saccharomyces*  
1110 *cerevisiae*. 2. Ruminal fermentation, performance of lactating dairy cows, and  
1111 correlations between ruminal bacteria abundance and performance measures.  
1112 *Journal of Dairy Science*. 100(10). p. 8102–8118.

1113 JOUANY, J. P. (2006). Optimizing rumen functions in the close-up transition period  
1114 and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Animal*  
1115 *Reproduction Science*. 96(3–4), p. 250–264.

1116 KLEEN, J. L., HOOIJER, G.A., REHAGE, J. & NOORDHUIZEN, J.P.T.M (2003).  
1117 Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *Journal of Veterinary Medicine*  
1118 *Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*. 50(8). p. 406–414.

1119 LESMEISTER, K. E., HEINRICHS, A. J. & GABLER, M. T. (2004). Effects of  
1120 supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development,  
1121 growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. *Journal of*  
1122 *Dairy Science*. 87(6), p. 1832–1839.

1123 LILA, Z.A., MOHAMMED, N., YASUI, T., KUROKAWA, Y., KANDA, S. & ITABASHI,  
1124 H. (2004). Effects of a twin strain of *Saccharomyces cerevisiae* live cells on mixed  
1125 ruminal microorganism fermentation in vitro. *Journal of Animal Science*. 82. p.  
1126 1847–1854.

1127 LYNCH, H. A. & MARTIN, S. A. (2002). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture  
1128 and *Saccharomyces cerevisiae* live cells on in vitro mixed ruminal microorganism  
1129 fermentation. *Journal of Dairy Science*. 85(10), p. 2603–2608.

1130 MARDEN, J. P., JULIEN, C., MONTEILS, V., AUCLAIR, E., MONCOULON, R., &  
1131 BAYOURTHE, C. (2008). How does live yeast differ from sodium bicarbonate to  
1132 stabilize ruminal pH in high-yielding dairy cows? *Journal of Dairy Science*. 91(9).  
1133 p. 3528–3535.

1134 MATHIEU, F., JOUANY, J. P., SENAUD, J., BOHATIER, J., BERTIN, G. & MERCIER,  
1135 M. (1996). The effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* on

- 1136 fermentations in the rumen of faunated and defaunated sheep; protozoal and  
1137 probiotic interactions. *Reproduction Nutrition Development*. 36(3). p. 271–287.
- 1138 MENDOZA, G. D., BRITTON, R. A. & STOCK, R. A. (1993). Influence of ruminal  
1139 protozoa on site and extent of starch digestion and ruminal fermentation. *Journal*  
1140 *of Animal Science*. 71(6), p. 1572–1578.
- 1141 MILLER-WEBSTER, T., HOOVER, W. H., HOLT, M. & NOCEK, J. E. (2002). Influence  
1142 of yeast culture on ruminal microbial metabolism in continuous culture. *Journal of*  
1143 *Dairy Science*. 85(8). p. 2009–2014.
- 1144 MOALLEM, U., LEHRER, H., LIVSHITZ, L., ZACHUT, M. & YAKOBY, S. (2009). The  
1145 effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on  
1146 production, feed efficiency, and digestibility. *Journal of Dairy Science*. 92(1). p.  
1147 343–351.
- 1148 MOSONI, P., CHAUCHEYRAS-DURAND, F., BÉRA-MAILLET, C. & FORANO,  
1149 E. (2007). Quantification by real-time PCR of cellulolytic bacteria in the rumen of  
1150 sheep after supplementation of a forage diet with readily fermentable  
1151 carbohydrates: Effect of a yeast additive. *Journal of Applied Microbiology*. 103(6).  
1152 p. 2676–2685.
- 1153 MUTSVANGWA, T., EDWARDS, I. E., TOPPS, J. H. & PATERSON, G. F. M. (1992).  
1154 The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen  
1155 fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Animal Production*.  
1156 55(1). p. 35–40.
- 1157 NEWBOLD, C. J., WALLACE, R. J., CHEN, X. B. & MCINTOSH, F. M. (1995). Different  
1158 strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial  
1159 numbers in vitro and in sheep. *Journal of Animal Science*. 73(6). p. 1811–1818.
- 1160 NEWBOLD, C. J., WALLACE, R. J. & MCINTOSH, F. M. (1996). Mode of action of the  
1161 yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *British Journal*  
1162 *of Nutrition*. 76(2). p. 249–261.
- 1163 NOCEK, J. E. (1997). Bovine Acidosis: Implications on Laminitis. *Journal of Dairy*  
1164 *Science*. 80(5). p. 1005–1028.
- 1165 NOCEK, J. E., HOLT, M. G. & OPPY, J. (2011). Effects of supplementation with yeast  
1166 culture and enzymatically hydrolyzed yeast on performance of early lactation dairy  
1167 cattle. *Journal of Dairy Science*. 94(8). p. 4046–4056.
- 1168 OEZTUERK, H. (2009). Effects of live and autoclaved yeast cultures on ruminal  
1169 fermentation in vitro. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 18(1). p. 142–150.
- 1170 OKEF, I., MIRELMAN, D & SHARON, N. (1977). Adherence of *Escherichia coli* to  
1171 human mucosal cells mediated by mannose receptors. *Nature*. 265. p. 623-625.
- 1172 DE ONDARZA, M. B., SNIFFEN, C. J., DUSSE, L., CHEVAUX, E., SULLIVAN, J.  
1173 & WALKER, N. (2010). Multiple-study analysis of the effect of live yeast on milk

- 1174 yield, milk component content and yield, and feed efficiency. *Professional Animal*  
1175 *Scientist*. 26(6). p. 661–666.
- 1176 OPSI, F., FORTINA, R., TASSONE, S., BODAS, R. & LÓPEZ, S. (2012). Effects of  
1177 inactivated and live cells of *Saccharomyces cerevisiae* on in vitro ruminal  
1178 fermentation of diets with different forage:concentrate ratio. *Journal of Agricultural*  
1179 *Science*. 150(2). p. 271–283.
- 1180 OWENS, F. N., SECRIST, D. S., HILL, W. J. & GILL, D. R. (1998). Acidosis in Cattle:  
1181 A Review. *Journal of Animal Science*. 76(1). pp 275–286.
- 1182 PINLOCHE, E., MCEWAN, N., MARDEN, J. P., BAYOURTHE, C., AUCLAIR, E. &  
1183 NEWBOLD, C. J. (2013). The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity  
1184 and population structure in the rumen of cattle. *PLoS ONE*. 8(7).
- 1185 POPPY, G. D., RABIEE, A. R., LEAN, I. J., SANCHEZ, W. K., DORTON, K. L. &  
1186 MORLEY, P. S. (2012). A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture  
1187 produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk  
1188 production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 95(10). p. 6027–  
1189 6041.
- 1190 RAMSING, E. M., DAVIDSON, J. A., FRENCH, P. D., YOON, I., KELLER, M. &  
1191 PETERS-FLECKENSTEIN, H. (2009). Effects of Yeast Culture on Peripartum  
1192 Intake and Milk Production of Primiparous and Multiparous Holstein Cows.  
1193 *Professional Animal Scientist*. 25(4). p. 487–495.
- 1194 ROBINSON, P. H. & ERASMUS, L. J. (2009). Effects of analyzable diet components  
1195 on responses of lactating dairy cows to *Saccharomyces cerevisiae* based yeast  
1196 products: A systematic review of the literature. *Animal Feed Science and*  
1197 *Technology*. 149(3–4). p. 185–198.
- 1198 ROGERS, M., JOUANY, J. P., THIVEND, P. & FONTENOT, J. P. (1997). The effects  
1199 of short-term and long-term monensin supplementation, and its subsequent  
1200 withdrawal on digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 65(1–4).  
1201 p. 113–127.
- 1202 ROSSI, F., DI LUCCIA, A., VINCENTI, D. & COCCONCELLI, P. S. (2004). Effects of  
1203 peptidic fractions from *Saccharomyces cerevisiae* culture on growth and  
1204 metabolism of the ruminal bacteria *Megasphaera elsdenii*. *Animal Research*. 53.  
1205 p. 177–186.
- 1206 SHEN, Y., WANG, H., RAN, T., YOON, I., SALEEM, A. M., & YANG, W. (2018).  
1207 Influence of yeast culture and feed antibiotics on ruminal fermentation and site  
1208 and extent of digestion in beef heifers fed high grain rations. *Journal of Animal*  
1209 *Science*. 96(9). p. 3916–3927.
- 1210 STONE, W. C. (2004). Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis  
1211 and laminitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 87(SUPPL. 1). p. E13–E26.
- 1212 VYAS, D., UWIZEYE, A., MOHAMMED, R., YANG, W.Z., WALKER, N.D. &

- 1213 BEAUCHEMIN, K.A. (2014). The effects of active dried and killed dried yeast on  
1214 subacute ruminal acidosis, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in beef  
1215 heifers. *Journal of Animal Science*. 92(2). p. 724–732.
- 1216 YUAN, K., LIANG, T., MUCKEY, M.B., MENDONÇA, L.G.D., HULBERT, L.E., ELROD,  
1217 C.C. & BRADFORD, B.J. (2015). Yeast product supplementation modulated  
1218 feeding behavior and metabolism in transition dairy cows. *Journal of Dairy  
1219 Science*. 98(1). p. 532–540.
- 1220 VAN SOEST, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed., New York:  
1221 Cornell University Press.
- 1222
- 1223
- 1224
- 1225
- 1226
- 1227
- 1228
- 1229
- 1230
- 1231
- 1232
- 1233
- 1234
- 1235
- 1236
- 1237
- 1238
- 1239
- 1240

1241 8 ANEXOS

1242 ANEXO A – Parecer de aprovação do CEEA



Pelotas, 08 de agosto de 2017

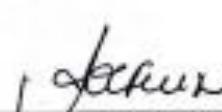
## Certificado

Certificamos que a proposta intitulada *"Saccharomyces cerevisiae pode auxiliar na manutenção da saúde ruminal em situações de mudanças bruscas de dieta?"*, registrada com o nº 23110.004100/2017-10, sob a responsabilidade de Cássio Cassal Brauner - que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e recebeu parecer FAVORÁVEL a sua execução pela Comissão de Ética em Experimentação Animal, em reunião de 10/07/2017.

Finalidade	<input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa	<input type="checkbox"/> Ensino
Vigência da autorização	Inicio: 08/2017	Término: 09/2017
Espécie/linhagem/raça	Ovinos / Texel e Corriedale	
Nº de animais	27	
Idade	36 – 48 meses	
Sexo	Feminino	
Origem	Fazenda – Centro Agropecuário da Palma, Capão do Leão/RS - UFPel	

Solicitamos, após tomar ciência do parecer, reenviar o processo à CEEA.

Salientamos também a necessidade deste projeto ser cadastrado junto ao COBALTO para posterior registro no COCEPE (código para cadastro nº CEEA 4109-2017).

  
M.V. Dra. Antílize de Oliveira Campello Felix

Presidente da CEEA

Assinatura em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ /2017

Assinatura do Professor Responsável: \_\_\_\_\_

1243