

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**MARIA EDUARDA SOUZA GUIMARÃES**

**ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGEM DE DIETA TOTAL SUBMETIDA A  
DIFERENTES TEMPOS DE ESTOCAGEM COM OU SEM PRESENÇA DE ADITIVO**

**UBERLÂNDIA  
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**MARIA EDUARDA SOUZA GUIMARÃES**

Monografia apresentada a coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Alex de Matos Teixeira

**UBERLÂNDIA  
2019**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela sua infinita bondade e por sempre guiar meu caminho, pela proteção, saúde, pela força e coragem para chegar até aqui e ainda pelas boas pessoas que colocou em meu caminho.

A minha família que sempre me deu total apoio e sustento, principalmente meus pais Patrícia e Eduardo, à minha irmã Michelle, aos meus avós e tios, que sempre incentivaram meus estudos e que sempre se colocaram a disposição para qualquer eventualidade.

Ao meu orientador Professor Alex, que me deu essa oportunidade, se prontificou a me orientar e sempre mostrou disposição a sanar todas as minhas dúvidas sobre o tema.

A todos do meu grupo de estudo Núcleo do Leite, que estiveram presente em todo período experimental, se dedicando ao máximo para que tudo desse certo, tornando tudo mais agradável e divertido. E um agradecimento muito especial à Débora e ao Leoni que se colocaram a disposição para as demais ajudas necessárias.

A todos os meus professores da graduação que me forneceram uma base curricular excelente que me deu a capacidade de produzir meu trabalho de conclusão.

Aos meus amigos João Willian, Luíza, Maressa e Maria Clara que compartilharam e fizeram parte de todo esse processo, deixando essa caminhada mais fácil e divertida. E também aos meus amigos de Araguari que sempre estiveram presente, desde a aprovação até à conclusão.

À minha companheira de apartamento Taynara, que esteve comigo desde o início da faculdade, dividindo comigo a rotina de cada dia, com muito companheirismo, conselhos, boas risadas e amizade.

Ao meu amigo e namorado Gabriel que me apoia, incentiva e inspira todos os dias e a toda sua família que me deram muito apoio, principalmente ao tio Paulo e que me acolheu e amparou mesmo me conhecido a pouco tempo.

A Universidade Federal de Uberlândia e ao Departamento de Zootecnia por toda estrutura e pela oportunidade a minha formação.

A empresa Cargill Agrícola S.A. por financiar e nos confiar à execução do trabalho.

Todo meu esforço e dedicação neste trabalho eu devo a vocês!

**MUITO OBRIGADA.**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Composição da dieta total. ....	16
<b>Tabela 2 -</b> Valores de temperatura e estabilidade aeróbia das silagens de dieta total com e sem aditivo, submetidas a diferentes tempos de estocagem. ....	19

## **LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS**

BAL: Bactérias cido lticas

MS: Matéria seca

TMR: Total mixed ration

UFC: Unidade formadora de colnia

$\mu\text{m}$ : micrmetro

## RESUMO

A ensilagem de dieta total é uma tecnologia que visa proporcionar melhoria da digestibilidade dos alimentos conservados, otimizar o uso de coprodutos úmidos e atender fazendas que possuem limitações em fornecer dieta total. Entretanto, por ser uma prática recente no Brasil, os estudos sobre a qualidade dessa conservação ainda são escassos. O objetivo do trabalho foi avaliar a estabilidade aeróbia da silagem de dieta total com a inclusão ou não de aditivo, e submetida a diferentes tempos de conservação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial  $2 \times 4$ , sendo os fatores aditivo (com e sem) e tempos de estocagem (0, 15, 30 e 60 dias). O aditivo utilizado foi o ácido propiônico tamponado na dose de 500 ml por tonelada de dieta fresca. Para cada tratamento foram confeccionados 3 silos fardos, perfazendo um total de 24 silos. Os dados foram submetidos à análise não paramétrica e comparados pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade pelo software estatístico Action 2.9. Foram avaliadas a estabilidade aeróbia, temperatura máxima, número de horas para atingir a temperatura máxima, temperatura média e a temperatura acumulada resultante à soma da diferença média diária das temperaturas nas silagens expostas ao ar em relação à temperatura ambiente de 0 a 5 e 0 a 10 dias. Não houve efeito do aditivo sobre a estabilidade aeróbia. A dieta *in natura* (tempo 0) perdeu estabilidade após 13,8 horas de exposição. As silagens armazenadas por 15 ou mais dias, se mantiveram estáveis durante todo o período de avaliação (240 horas). A dieta *in natura* (tempo 0) apresentou maior temperatura acumulada em 5 (17,0 °C) e 10 dias (39,4 °C) em relação aos demais tempos de estocagem, que foram semelhantes entre si. A temperatura média reduziu com o aumento do tempo de estocagem. A temperatura máxima e o tempo em horas para alcançá-la também reduziram com o avanço do período de estocagem, porém estabilizaram a partir de 30 dias de estocagem. O aditivo não influenciou nenhum dos parâmetros de temperatura avaliados. A utilização do ácido propiônico tamponado não foi eficiente em melhorar a estabilidade aeróbia da silagem de dieta total. Visando prolongar a estabilidade aeróbia, é necessário um período mínimo de 15 dias de estocagem para a silagem de dieta total.

**Palavras-chave:** Ácido propiônico. Temperatura. TMR.

## ABSTRACT

Total diet silage is a technology that aims to improve the digestibility of preserved foods, optimize the use of wet co-products and serve farms that have limitations in providing total diet. However, as it is a recent practice in Brazil, studies on the quality of this conservation are still scarce. The objective of this work was to evaluate the aerobic stability of the total diet silage with or without additive and submitted to different storage times. The experimental design was completely randomized in a  $2 \times 4$  factorial arrangement, with additive factors (with and without) and storage times (0, 15, 30 and 60 days). The additive used was buffered propionic acid at a dose of 500 ml per ton of fresh diet. For each treatment 3 bales were made, making a total of 24 silos. Data were subjected to nonparametric analysis and compared by the Kruskal-Wallis test at 5% probability using the Action 2.9 statistical software. Aerobic stability, maximum temperature, number of hours to reach maximum temperature, average temperature and the resulting accumulated temperature were evaluated as the sum of the average daily temperature difference in silages exposed to air from 0 to 5 and 0 to 10 days. There was no effect of the additive on aerobic stability. The fresh diet (time 0) lost stability after 13.8 hours of exposure. Silages stored for 15 days or more remained stable throughout the evaluation period (240 hours). The in natura diet (time 0) presented higher accumulated temperature in 5 (17.0 °C) and 10 days (39.4 °C) in relation to the other storage times, which were similar to each other. The average temperature decreased with increasing storage time. The maximum temperature and the time in hours to reach it also reduced with the advance of the storage period, but stabilized from 30 days of storage. The additive did not influence any of the evaluated temperature parameters. The use of buffered propionic acid was not efficient in improving the aerobic stability of total diet silage. In order to prolong aerobic stability, a minimum storage period of 15 days is required for total diet silage.

**Key words:** Propionic Acid. Temperature. TMR.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1	Ração de mistura total ou dieta total ou <i>total mixed ration</i> .....	10
2.2	Silagem de dieta total .....	11
2.2.1	Estabilidade aeróbia em silagens de dieta total .....	12
2.2.2	Uso de aditivos para silagens de dieta total.....	13
2.2.3	Tempo de estocagem para silagens de dieta total.....	14
3	METODOLOGIA .....	16
3.1	Local e confecção das silagens.....	16
3.2	Ensaio de estabilidade aeróbia .....	17
3.3	Análises estatísticas.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
5	CONCLUSÃO .....	22
	REFERENCIAS.....	23



## 1 INTRODUÇÃO

A prática de ensilagem de dieta total (do inglês *total mixed ration*, TMR) ou ração de mista total (RMT) apresenta-se, em muitas das vezes, como estratégia eficiente para otimização do uso de resíduos úmidos e coprodutos em dietas para ruminantes (SCHMIDT et al., 2017). A ensilagem também permite a comercialização de TMR pronta pra uso, proporcionando mais uma opção para produtores que possuem limitações de mão de obra, maquinários e também para os que não conseguem formular uma dieta adequada para seus animais (MIYAJI; NONAKA, 2018).

Em países como Japão e China, silagens de dieta total são comercializadas em silos fardos revestidos por camadas de filme plástico, com capacidade variando entre 400 e 800 kg (WEINBERG et al.,2011). No Japão, essa prática começou em 2001 quando o governo começou a ter uma grande produção de coprodutos industriais e assim, criou a lei conhecida como lei dos “3Rs”: que significa reduzir, reutilizar e reciclar (IMAI, 2001; NISHINO et al., 2003b).

No Brasil, o comércio de silagens de TMR está se tornando realidade em algumas regiões, porém ainda são escassos os estudos sobre o tema. Além disso, observa-se que há grande variabilidade na composição da dieta total ensilada, devido principalmente à utilização de coprodutos industriais que muitas das vezes apresentam disponibilidade regional. Sendo assim, são necessários mais estudos que avaliem quais características ideais da TMR a ser ensilada e como ocorre o processo fermentativo.

De maneira semelhante, ainda se faz necessário conhecer melhor como o tempo de estocagem pode influenciar o valor nutricional e a qualidade da silagem de TMR.

O objetivo do trabalho foi avaliar a estabilidade aeróbia da silagem de dieta total com a inclusão ou não de aditivo, e submetida a diferentes tempos de conservação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ração de mistura total ou dieta total ou *total mixed ration*

Segundo Gonçalves e Zambom (2015), os animais de produção leiteira apresentam diferenças em sua eficiência de consumo, peso corporal e produção de leite, implicando em diferentes exigências nutricionais que variam de acordo com cada fase do seu ciclo produtivo. Durante o período de lactação há uma demanda abundante de nutrientes para a síntese do leite, e por isso é fundamental não apenas balancear uma dieta que atenda essa demanda, mas também garantir que o animal a consuma.

Diferentes práticas e manejos nutricionais são adotados de acordo com a capacidade de cada propriedade (REIS et al., 2009). De modo geral, os alimentos podem ser fornecidos de duas maneiras: fornecimento separado de volumoso e concentrado ou por meio de dieta total (GONÇALVES; ZAMBOM, 2015). O termo dieta total ou ração de mistura total ou do inglês *total mixed ration* (TMR), implica no fornecimento concomitante dos alimentos volumosos e concentrados, sendo prática bastante utilizada em sistemas de produção de leite.

O fornecimento de dieta total pode otimizar o manejo diário das fazendas e maximizar o aproveitamento dos alimentos pelo animal. Quando comparada ao método de fornecimento convencional, apresenta algumas vantagens que, segundo Schingoethe (2017), seriam a homogeneização dos ingredientes da dieta e disponibilização constante de nutrientes para os microrganismos ruminais, garantindo maior estabilidade do pH ruminal e maior eficiência de utilização de energia e proteína. Além disso, permite também a inclusão de alimentos menos palatáveis e reduz a variação no consumo voluntário de alimentos volumosos, minimizando os riscos de acidose (BRETSCHEIDER et al., 2015). Segundo Gonçalves e Zambom (2015), vacas alimentadas com dieta total têm capacidade de alcançar e manter maior consumo de matéria seca após o parto.

Apesar das vantagens atribuídas à dieta total, seu uso pode ser limitado em fazendas onde se tem escassez de mão de obra, maquinários e infraestruturas inadequados, e dificuldade de compra de insumos (BRETSCHEIDER et al., 2015; SCHMIDT; RESTELATTO; ZOPOLLATTO, 2017). Diante disso, surgem algumas estratégias com o propósito de superar essas limitações, como por exemplo a ensilagem de dieta total.

## 2.2 Silagem de dieta total

A ensilagem é uma forma de preservação de alimentos úmidos por acidificação em ambiente anaeróbico. Silagens podem ser obtidas por meio da adição de quantidade adequada de ácido para que o alimento atinja o pH desejado, porém, via de regra, são obtidas por meio da fermentação, a partir de bactérias anaeróbicas que convertem açúcares do material ensilado em ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico (PEDROSO, et al. 1998). Segundo Kung (1993), os principais desafios no processo de ensilagem são a rápida remoção do oxigênio após enchimento do silo; rápida produção de ácido láctico que resulta em rápida queda do pH; e a contínua exclusão do oxigênio na silagem durante a estocagem e período de alimentação.

É possível produzir silagem a partir de diferentes culturas forrageiras, coprodutos agroindustriais, resíduos da produção animal (PEDROSO, 1998) e/ou misturas entre eles. Entretanto, é necessário que o alimento ou mistura a ser ensilada apresente boa capacidade de fermentação, ou seja, adequado teores de matéria seca e de carboidratos solúveis, e baixa capacidade tamponante (JOBIM e NUSSIO, 2013).

De maneira geral, a mistura de ingredientes com composições e características diferentes tem proporcionado condições adequadas para um bom processo fermentativo nas silagens de TMRs. Assim como ocorre com outros alimentos, no processo fermentativo das silagens de TMRs, a fermentação de açúcares por bactérias resulta na produção de ácidos orgânicos e consequente redução do pH da massa ensilada (JOBIM; NUSSIO, 2013). Sendo assim, em relação à dieta *in natura*, as silagens de TMRs apresentam redução do pH e aumento das concentrações de determinados ácidos orgânicos. A magnitude dessas mudanças varia entre os estudos, sendo reflexo das características e da composição das dietas avaliadas (NERI et al., 2019).

Segundo Wang et al. (2016), silagens de TMR confeccionadas a partir da mistura de coprodutos regionais e milho apresentaram boa qualidade de fermentação e estabilidade aeróbia. Resultados semelhantes foram relatados por outros autores (Xu et al., 2007a, b; Hu et al., 2015), indicando que coprodutos de alta umidade podem ser incluídos na dieta total a ser ensilada. A prática de misturar coprodutos úmidos com alimentos secos para se obter teores de matéria seca (MS) adequados, é de suma importância na formulação e na ensilagem da TMR, pois auxilia no processo fermentativo e na qualidade do material ensilado (CAO et al., 2010).

A ensilagem de dieta total tem se mostrado estratégia viável e eficiente para auxiliar no controle da deterioração de alimentos que possuem alto teor de umidade, solucionar problemas relacionados ao armazenamento de insumos, aumentar a digestibilidade de nutrientes, principalmente do amido, e ainda, possibilitar estocagem por longos períodos. Além disso, essas silagens podem funcionar como opções únicas de nutrientes para os animais (GUSMÃO, 2017; MIYAJI, MATSUYAMA E NONAKA, 2017).

### **2.2.1 Estabilidade aeróbia em silagens de dieta total**

A estabilidade aeróbia é definida como o tempo necessário para que a massa ensilada aumente 2 ° C em relação à temperatura ambiente (KUNG, 1998), após abertura do silo. Ela é fator primordial para assegurar o fornecimento dos nutrientes bem preservados e livres de microrganismos indesejáveis e toxinas para os animais (YUAN et al., 2015).

A temperatura é utilizada como parâmetro para avaliar a deterioração da silagem, pois seu aumento possui relação direta com a oxidação da matéria seca (NEUMANN, 2011). Este aumento da temperatura da silagem está associado à oxidação de ácidos orgânicos e carboidratos solúveis em água (RANJIT; KUNG, 2000).

Quando exposto ao oxigênio atmosférico após abertura, o material ensilado pode propiciar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, que iniciam sua atividade metabólica e utilizam produtos da fermentação como substrato para produzir calor (JOBIM et al., 2007). Sendo assim, a produção de calor da silagem é um indício que o processo de deterioração aeróbia está se iniciando e ocorrerão perdas de matéria seca e nutrientes por oxidação do material (ZOPOLLATTO et al., 2009). No processo de deterioração, a metabolização do ácido láctico presente na silagem e dos carboidratos residuais resultam em aumento do pH, aumento de temperatura e no crescimento de microrganismos aeróbios (WOOLFORD et al., 1982).

Uma propriedade interessante da silagem de TMR tem sido sua maior estabilidade aeróbia. Nishino et al. (2004) observaram que não houve deterioração da silagem de TMR obtida a partir da mistura com coprodutos de cervejaria em um período de até 7 dias após abertura. A resistência à deterioração aeróbia foi observada mesmo quando detectou-se contagem superior a  $10^6$  unidades formadoras de colônias (UFC)  $g^{-1}$  de leveduras. Segundo McDonald et al. (1991), silagens com contagem superior a  $10^5$  UFC  $g^{-1}$  de leveduras possuem tendência a deteriorar-se

quando expostas ao ar. Estes microrganismos são responsáveis pelo início do processo de deterioração aeróbia, oxidando açúcares e ácido láctico. Além das leveduras, fungos também estão envolvidos no processo (JOBIM; NUSSIO, 2013).

Wang e Nishino (2013) avaliaram o armazenamento de silagens de TMR com diferentes tempos de estocagem e em diferentes temperaturas. Segundo os autores, a contagem de leveduras tornou-se mínima quando o armazenamento foi prolongado, e essas silagens apresentaram maior resistência à deterioração. Estes resultados indicam que a deterioração aeróbia parece ser limitada em silagens de TMR após armazenamento prolongado, independentemente da temperatura de armazenamento.

No trabalho de Gusmão (2017), as silagens de TMR apresentaram maior estabilidade após exposição ao ar em relação à silagem exclusiva de capim-elefante, sugerindo que a mistura de ingredientes da dieta total parece favorecer o processo fermentativo, quando comparado à ensilagem exclusiva de determinados volumosos.

### **2.2.2 Uso de aditivos para silagens de dieta total**

Os aditivos são classificados como substâncias, sejam elas quais forem, que quando adicionadas ao material ensilado, desempenham a função de otimizar a fermentação e/ou reduzir as perdas (PEDROSO et al., 1998).

Segundo Siqueira (2013), o propósito de utilização dos aditivos está intimamente ligado ao seu objetivo. Para isso, é preciso conhecer previamente o alimento no qual vai ser utilizado e as características do processo fermentativo, garantindo resultados favoráveis sobre a fermentação e exposição aeróbia. Se utilizados corretamente, os aditivos garantem benefícios ao processo de ensilagem, como redução de perdas, conservação de nutrientes, aumento da estabilidade e como consequência, benefícios no desempenho e produtividade animal.

De modo geral, são divididos em inibidores, os quais tem a finalidade de inibir o crescimento de agentes indesejáveis como leveduras, mofos e bactérias aeróbias; e os estimuladores, que proporcionam ao processo de fermentação maior eficiência (PEDROSO et al., 1998).

O ácido propiônico faz parte do grupo dos ácidos orgânicos inibidores, os quais atuam como acidificantes e podem modificar o processo de fermentação. Ele tem sido usado como

aditivo para inibir o crescimento de bolores e leveduras e assim, melhorar a estabilidade aeróbia (LALA et al., 2010). Também é caracterizado por ter ação fungicida (combate fungos) e fungistática (inibe produção e germinação de esporos). Sua eficácia está diretamente relacionada com sua solubilidade em água. Sua taxa de aplicação ideal varia de acordo com a concentração de umidade, tempo de armazenamento (FINK, 1971), e formulação com outros conservantes.

O ácido propiônico utilizado em maiores concentrações detém a capacidade de melhorar a estabilidade aeróbia da silagem, reduzindo a respiração da planta e a atividade enzimática, e inibindo as populações microbianas deletérias. Entretanto, seu uso deve ser controlado devido ao alto custo, aos seus efeitos corrosivos nos equipamentos e nos riscos envolvidos na sua aplicação (YUAN et al. 2015; KUNG JUNIOR, 1998). O aspecto da capacidade corrosiva tem sido melhorado a partir da introdução de tamponante, mas o elevado custo ainda é fator importante que limita seu uso (KUNG JUNIOR, 1998).

O ácido propiônico não tamponado foi eficiente em inibir leveduras que assimilam o ácido láctico quando as silagens são expostas ao ar e, assim, prolongou a estabilidade aeróbia (HAO et al. 2015). De acordo com Chen et al. (2016), a aplicação de ácido propiônico na silagem de TMR reduziu a produção de ácido láctico, porém não afetou a qualidade da fermentação e melhorou a estabilidade aeróbia.

### **2.2.3 Tempo de estocagem para silagens de dieta total**

Os efeitos do tempo de estocagem sobre a qualidade de conservação e valor nutritivo de silagens de TMRs têm sido avaliados em estudos que adotaram períodos de fermentação mais curtos, de até 60 dias (Hu et al., 2015; Wang et al., 2016; Restelatto et al., 2019) e prolongados, podendo chegar até 210 dias (Miyaji et al., 2017), citados por Neri et al., 2019.

Conforme já mencionado, a ensilagem de TMR apresenta melhor estabilidade aeróbia (EA) se comparada aos alimentos *in natura*. Entretanto, parece ser possível prolongar a EA com o aumento do período de armazenamento da silagem de TMR. Baseado nos trabalhos de Wang et al. (2016) e Restelatto et al. (2019), o aumento do período de estocagem da TMR de 14 e 15 para 58 e 60 dias respectivamente, melhorou a estabilidade aeróbia das silagens.

De maneira geral, à medida que aumenta o período de fermentação há redução do pH, aumento dos teores de ácidos láctico e acético, aumento da estabilidade aeróbia, além de alteração da população microbiana. Apesar de ainda ser possível observar alteração no perfil dos produtos

finais e/ou população microbiana em períodos mais prolongados de estocagem, parece que estas alterações são mais expressivas nos períodos iniciais (Neri et al., 2019). Avaliando silagens de TMRs armazenadas por 0, 7, 14, 30, 90 e 210 dias, Miyaji et al. (2017) relataram que após 90 dias de estocagem houve poucas mudanças no perfil de fermentação, assim como na composição química das silagens. Esta definição do período de estocagem adequado tem relevância ainda maior quando se considera a comercialização de silagens de TMRs.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Local e confecção das silagens

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia e na unidade de Uberlândia da Cargill Agrícola S.A. Para o ensaio confeccionou-se uma dieta total com inclusão de coprodutos da indústria de processamento do milho e do ácido cítrico (Tabela 1).

Tabela 1- Composição da dieta total.

Ingrediente	% na matéria seca
Palha de milho	3,2
Silagem de milho	45,8
Casca de soja	6,9
Milho quebrado	6,7
Raffinate	3,0
Micélio	2,6
Caroço de algodão	4,3
Farelo de soja	4,2
<i>Soypass</i>	3,4
GoldenMill	16,1
Núcleo mineral e vitamínico	2,6
Bicarbonato de sódio	1,2

A mistura de coprodutos foi realizada previamente em vagão forrageiro com capacidade de 27m<sup>3</sup>, modelo RC295 HELN (Kuhn Knight Inc., Brodhead, WI). Foram realizadas duas batidas, sendo uma destinada à aplicação do aditivo e outra sem aplicação. Após a mistura dos ingredientes, utilizou-se uma bomba costal para aspersão do aditivo sobre a dieta total, quando esta estava sendo transportada por uma esteira para ser amontoada próximo ao local de ensilagem. Foi utilizado aditivo à base de ácido propiônico tamponado Myco Curb<sup>®</sup> (Kemin Industries, Des Moines, IA), na dose de 500 ml por tonelada de dieta fresca e diluição de 1:4. Na dieta total sem aditivo foi aplicado o mesmo volume apenas de água. Cada remessa de dieta total (com ou sem aditivo) foi ensilada em silos fardos cilíndricos (1.000 Kg), compactados e envoltos por 8-9 camadas de filme resistente a UV com espessura de 25 µm (Orkel modelo MP2000, Ealing, London) em uma compactadora agrícola. Foram confeccionados 12 silos fardos para cada tratamento, sendo estes abertos após 0, 15, 30 e 60 dias de fermentação.



O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 (com e sem aditivo) x 4 (tempos de estocagem), com 3 repetições.

### **3.2 Ensaio de estabilidade aeróbia**

Após cada um dos tempos de estocagem, os silos fardos foram abertos e uma amostra foi coletada para realização do ensaio de estabilidade aeróbia (EA). Foram colocados aproximadamente 3 Kg de silagem em baldes plásticos sem tampa. Os baldes foram mantidos em uma sala fechada com isolamento térmico por um período de dez dias. A temperatura das silagens e da sala foi monitorada em intervalos de 10 minutos por meio de data *loggers* (Intergado Ltd., Contagem, Minas Gerais, Brasil), inseridos no centro das silagens. Para avaliação da temperatura ambiente, 2 data *loggers* foram alocados em diferentes posições dentro da sala.

Os parâmetros para avaliação da instabilidade aeróbia constituíram-se no aumento em 2 °C da temperatura da silagem em relação à temperatura ambiente após a abertura dos silos (MORAN et al., 1996), temperatura máxima, número de horas para atingir a temperatura máxima, temperatura média, temperatura acumulada resultante à soma da diferença média diária das temperaturas nas silagens expostas ao ar em relação à temperatura ambiente, de 0 a 5 e 0 a 10 dias (O'KIELY et al.; 1999).

### **3.3 Análises estatísticas**

A distribuição e a homogeneidade dos dados foram avaliadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, porém os dados não apresentaram distribuição normal. Como regra, para a estabilidade aeróbia foi considerado o valor de 240 horas para os silos em que não houve quebra da EA. Da mesma forma, silos que apresentaram temperatura acumulada inferior a zero, adotou-se o valor zero. Os dados foram submetidos à análise não paramétrica e comparados pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade pelo software estatístico Action 2.9.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 2 estão apresentadas as variáveis mensuradas para avaliar a estabilidade aeróbia das silagens de dieta total.

**Tabela 2** - Valores de temperatura e estabilidade aeróbia das silagens de dieta total com e sem aditivo, submetidas a diferentes tempos de estocagem.

Parâmetro	Aditivo	Tempos de estocagem				EPM	Valor de p	
		0	15	30	60		Aditivo	Tempo
Estabilidade aeróbia, horas	Com	7,1	240,0	240,0	240,0	21,2	0,811	<0,001
	Sem	20,4	240,0	240,0	240,0			
	Média	13,8 B	240,0 A	240,0 A	240,0 A			
Temperatura acumulada em 5 dias, °C	Com	15,2	1,2	0,0	0,0	1,6	0,576	0,001
	Sem	18,8	0,4	0,3	0,0			
	Média	17,0 A	0,8 B	0,2 B	0,0 B			
Temperatura acumulada em 10 dias, °C	Com	33,9	2,3	0,0	0,0	3,8	0,529	<0,001
	Sem	45,0	0,6	0,6	0,0			
	Média	39,4 A	1,5 B	0,3 B	0,0 B			
Temperatura média, °C	Com	28,2	22,5	21,0	20,3	0,7	0,622	<0,001
	Sem	29,3	22,4	21,4	20,1			
	Média	28,8 A	22,4 B	21,2 C	20,2 D			
Temperatura máxima, °C	Com	28,9	24,0	22,2	22,3	0,7	0,537	<0,001
	Sem	30,8	23,6	22,9	21,8			
	Média	29,9 A	23,8 B	22,5 C	22,1 C			
Tempo para atingir a temperatura máxima, horas	Com	153,9	0,2	6,2	0,0	14,8	0,226	0,001
	Sem	166,5	0,3	22,5	26,7			
	Média	160,2 A	0,2 B	14,3 C	10,7 C			

EPM = erro padrão da média; Médias seguidas por letras distintas diferem entre si.

Não houve efeito do aditivo sobre a estabilidade aeróbia. A dieta *in natura* (tempo 0) perdeu estabilidade após 13,8 horas de exposição. As silagens armazenadas por 15 ou mais dias, se mantiveram estáveis durante todo o período de avaliação (240 horas). A dieta *in natura* (tempo 0) apresentou maior temperatura acumulada em 5 (17,0 °C) e 10 dias (39,4 °C) em relação aos demais tempos de estocagem, que foram semelhantes entre si. A temperatura média reduziu com o aumento do tempo de estocagem. A temperatura máxima e o tempo em horas para alcançá-la também reduziram com o avanço do período de estocagem, porém estabilizaram a partir de 30 dias de estocagem. O aditivo não influenciou nenhum dos parâmetros de temperatura avaliados.

Assim como observado no presente estudo, outros trabalhos também relatam que o aumento do tempo de fermentação ou estocagem proporciona maior estabilidade à massa ensilada. No trabalho de Wang et al. (2016), o aumento no tempo de estocagem também resultou em aumento da EA. Neste estudo, o armazenamento por 7 dias resultou em EA de 102 horas, enquanto o armazenamento por 56 dias resultou em EA de 411 horas. De maneira semelhante, Restelatto et al. (2019) também relataram aumento de EA quando o período de estocagem aumentou de 15 (61 horas) para 60 dias (216 horas).

Hao et al. (2015) relataram ganhos expressivos de estabilidade em silagens de TMR estocadas por 56 dias. Neste trabalho, foram avaliadas TMRs com baixo (40%), médio (45%) e alto teor de umidade (50%) *in natura* ou ensilada por 56 dias. A ensilagem por 56 dias prolongou a EA de 7 horas para mais de 30 dias, de 18 horas para mais de 30 dias e de 30 horas para 30 dias, para TMRs com nível baixo, médio e alto de umidade, respectivamente. Wang e Nishino (2013) avaliaram o armazenamento de silagens de TMR com diferentes tempos de estocagem e em diferentes temperaturas. Estes resultados indicam que a deterioração aeróbia parece ser limitada em silagens de TMR após armazenamento prolongado, independentemente da temperatura de armazenamento.

Wang et al. (2016) observaram que ao ensilar a TMR por 7, 14, 28 e 56 dias, houve aumento da estabilidade aeróbia quando o armazenamento se prolongou. Segundo Wang e Nishino (2008), a maior deterioração aeróbia da silagem de TMR ocorre quando o material é armazenado na forma de silagem por períodos mais curtos (14 dias). Para Schmidt et al. (2017), um período mínimo de 15 dias de armazenamento da silagem de dieta total parece ser necessário para garantir boa estabilidade aeróbia. Aparentemente, as mudanças associadas ao processo fermentativo das silagens de TMR são mais intensas nos primeiros 30 de armazenamento (Miyaji

et al. (2017). Segundo os autores, as mudanças se tornaram menos expressivas nas silagens que permaneceram estocadas por período superior.

Estudos avaliando os efeitos do tempo de estocagem sobre a qualidade de conservação e valor nutritivo de silagens de TMRs apresentam grande variação no período de armazenamento. Alguns estudos adotaram períodos de fermentação mais curtos, de até 60 dias (Hu et al., 2015; Wang et al., 2016; Restelatto et al., 2019), enquanto outros adotaram períodos mais prolongados, podendo chegar até 210 dias (Miyaji et al., 2017). Revisando a literatura sobre silagens de dieta total, Neri et al. (2019) relataram que, de maneira geral, à medida que aumenta o período de fermentação há redução do pH, aumento dos teores de ácidos lático e acético, aumento da estabilidade aeróbia, além de alteração da população microbiana. Entretanto, a intensidade e o momento de estabilização variam entre os estudos. Essa variabilidade pode ser explicada pela ampla variedade de alimentos de diferentes composições bromatológicas que podem ser utilizadas nas dietas que vão compor a TMR, e também na variação estão os coprodutos que ganharam lugar na composição destas dietas.

Embora haja consistência nos efeitos do tempo de estocagem sobre a EA, o mesmo não ocorre para os efeitos do uso de aditivos. Chen et al. (2016) relataram a silagem de TMR pode ser bem preservada com ou sem aditivos. No entanto, a utilização de ácido propiônico proporcionou melhorias na EA.

Trabalhos que avaliaram outros aditivos em silagens de dieta total também apresentam inconsistência nos resultados. Segundo Restelatto (2019), inoculantes microbianos (*Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus buchneri*) em silagens de TMR não proporcionaram melhoria no perfil fermentativo, na estabilidade e ocorrência de perdas. Por outro lado, o uso de *Lactobacillus buchneri* em silagens de TMR apresentou respostas positivas sobre a EA (NISHINO et al., 2004; XU et al. 2007b; WANG e NISHINO, 2009). Trabalhando com TMR ensilada com bagaço de pêssgo, Hu et al. (2015) relataram que os aditivos *Lactobacillus buchneri* e *Pediococcus acidilactici*, podem desempenhar papel importante, melhorando a estabilidade aeróbia. Para Wilkinson e Muck (2018), o uso de inoculantes tem sido a tecnologia predominante para influenciar o processo fermentativo das silagens. Todavia, para estes autores, o uso de inoculantes em silagens de TMRs ainda demanda mais estudos.

## **5 CONCLUSÃO**

Nas condições do presente estudo, a utilização do ácido propiônico tamponado não foi eficiente em melhorar a estabilidade aeróbia da silagem de dieta total. Visando prolongar a estabilidade aeróbia, é necessário um período mínimo de 15 dias de estocagem para a silagem de dieta total.

## REFERENCIAS

- BRETSCHNEIDER, G.; MATTERA, J.; CUATRIN, A.; ARIAS, D.; WANZENRIED, R. . Effect of ensiling a total mixed ration on feed quality for cattle in smallholder dairy farms. **Archivos de Medicina Veterinaria**, Valdivia, v. 47, n. 2, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/html/1730/173041109014/>. Acesso em: 18 jun. 2019.
- CAO, Y.; TAKAHASHI, T.; HORIGUCHI, K. I.; YOSHIDA, N.; CAI, Y. Methane emissions from sheep fed fermented or non-fermented total mixed ration containing whole-crop rice and rice bran. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 157, n. 1-2, p. 72-78, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840110000489>. Acesso em: 30 jun. 2019.
- CHEN, L.; YUAN, X.; LI, J.; WANG, S.; DONG, Z.; SHAO, T. Effect of lactic acid bacteria and propionic acid on conservation characteristics, aerobic stability and in vitro gas production kinetics and digestibility of whole-crop corn based total mixed ration silage. **Journal of Integrative Agriculture**, [s.l.] v. 16, n. 7, p. 1592–1600, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1016/s2095-3119>. Acesso em: 15 nov. 2019.
- CHEN, L.; GUO, G.; YUAN, X.; ZHANG, J.; LI, J.; SHAO, T. Effects of applying molasses, lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality, aerobic stability and in vitro gas production of total mixed ration silage prepared with oat–common vetch intercrop on the Tibetan Plateau. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 96, n. 5, p. 1678-1685, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7271>. Acesso em: 15 nov. 2019.
- FINK, F. Preserving grains and shelled corn with propionic acid. **Landt**, 1971, 13:334.
- GONÇALVES, J. A. G.; ZAMBOM, M. A. **Alimentação de vacas de alta produção**. In: KUHN *et al.* (org). **Ciências agrárias: tecnologia e perspectivas**. Paraná: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, p. 336, 2015. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Ciencias%20Agrarias%20-%20Tecnologias%20e%20Perspectivas.pdf>. Acesso em: 17 maio. 2019.
- GUSMÃO, J. O. **Silagens de dietas completa contendo o capim-elefante como fonte de forragem**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/12845?mode=full>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- HAO, W.; WANG, H. L.; NING, T. T.; YANG, F. Y.; XU, C. C. Aerobic Stability and Effects of Yeasts during Deterioration of Non-fermented and Fermented Total Mixed Ration with Different Moisture Levels. Asian-Australasian. **Journal Animal Science**, Cambridge, v. 28, n. 6, p. 816–826, 2015. Disponível em: doi: 10.5713/ajas.14.0837. Acesso em: 15 dez. 2019.
- HU, X.W.; HAO, H.; WANG, T.; NING, M.; ZHENG, C. XU. 2015. Fermentation characteristics and lactic acid bacteria succession of total mixed ration silages formulated with peach pomace. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 28, p. 502 – 510. Disponível em: 10.5713/ajas.14.0508. Acesso em: 15 jun. 2019,

IMAI A. Silage making and utilization of high moisture by-products. Significance of silage making for high moisture by-products. **Grassland Science**, Tochigi, v. 47, p. 307-310, 2001.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G. Princípios básicos da fermentação na ensilagem. *IN*: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. G.R (Eds). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Multipress. Jaboticabal. p. 649-658, 2013.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 101-119, 2007

KLEINSCHMIT, D. H.; SCHMIDT, R. J.; KUNG JUNIOR, L. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of cornsilage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 2130–2139, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205728897>. Acesso em: 10 jun. 2019.

KUNG JUNIOR, L.; CHEN, J. H.; KRECK, E. M.; KNUTSEN, K. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign v. 76, n. 12, p. 3763-3770, 1993. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203029377719X>. Acesso em: 10 jun. 2019.

KUNG JUNIOR, L.; SHEPERD, A. C.; SMAGALA, A. M.; ENDRES, K. M.; BESSETT, C. A.; RANJIT, N. K.; GLANCEY, J. L. The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 5, p. 1322-1330, 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030298756954>. Acesso em: 20 jun. 2019.

LALA, B.; PEREIRA, V. V.; POSSAMAI, A. P. S.; DINIZ, P. P.; SILVA, S. C. C.; GRANDE, P. A. **Aditivos no processo de ensilagem**, v. 4, n. 3, p. 175-183, 2010. Disponível em: 10.18011/bioeng2010v4n3p175-183. Acesso: 25 nov. 2019.

McDONALD, P. *et al.* **The Biochemistry of Silage**. 2nd ed. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK. 1991.

MIYAJI, M.; MATSUYAMA, H.; NONAKA, K. Effect of ensiling process of total mixed ration on fermentation profile, nutrient loss and in situ ruminal degradation characteristics of diet. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 88, n. 1, p. 134-139, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27113019>. Acesso em: 21 jun. 2019

MORAN, J. P.; WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; OWEN, T. R. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. *In*: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings [...]** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, p. 162-163, 1996.



MUCK, R. Recent advances in silage microbiology. **Agricultural and Food Science**, Jokioinen, v. 22, n. 1, p. 3-15, 2013. Disponível em: <https://journal.fi/afs/article/view/6718>. Acesso em: 10 jun. 2019.

NERI, J.; TEIXEIRA, A. M.; ANJOS, G.; GONÇALVES, L. C. Silagem de TMR (total mixed ration) e PMR (partial mixed ration) para vacas leiteiras: desafios e oportunidades. Simpósio Internacional de Produção e Nutrição de Gado de Leite. Uberlândia. **Anais**, p. 10-16, 2019.  
NEUMANN, M. **Produção de silagem de milho de alta qualidade**. Paraná: UNICENTRO, 2011.

NISHINO, N.; HADARA, H.; SAKAGUCHI, E. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers' grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 83, p. 557-563, 2003a. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.1395>. Acesso em: 18 jun. 2019.

NISHINO, N.; WADA, H.; YOSHIDA, M. and SHIOTA, H. Microbial counts, fermentation products, and aerobic stability of whole crop corn and a total mixed ration ensiled with and without inoculation of *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 2563–2570, 2004.

NISHINO, N.; YOSHIDA, M.; SHIOTA, H.; SAKAGUCHI, E. Accumulation of 1,2-propanediol and enhancement of aerobic stability in whole crop maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Journal Applied Microbiologic**, [s.l.], v. 94, p. 800–807, 2003b.

O'KIELY, P.; MOLONEY, A.; KEATING, T.; SHIELS, P. **Maximizing output of beef within cost efficient, environmentally compatible forage conservation systems**. Dunsany: Grange Research Centre, 1999. (Beef Productions Series, 10).

PEDROSO, A. F. Silagem-princípios básicos-produção-manejo. In: CRUZ, G. M. da; NOVO, A. L. M. (coord.). Curso: produção e manejo de silagem. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, p. 11-40, 1998.

RANJIT, N. K.; KUNG JUNIOR L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 526-535, 2000.

REIS, R.B. *et al.* **Sistemas de alimentação para vacas de alta produção**. GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite**. In: Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. p. 128, Disponível em: <https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/file/Livro%20-%20Alimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Gado%20de%20Leite.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2019.

RESTELATTO, R.; NOVINSKI, C. O.; PEREIRA, L. M.; SILVA, E. P.; VOLPI, D.; ZOPOLLATTO, M.; ... ;FACIOLA, A. P.. Chemical composition, fermentative losses, and microbial counts of total mixed ration silages inoculated with different *Lactobacillus* species. **Journal of Animal Science**, Champaign, 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/97/4/1634/5306102>. Acesso em: 30 jun. 2019.

SCHINGOETHE, D. J. A. 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 12, p. 10143-10150, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217310445>. Acesso em: 28 jun. 2019.

SCHMIDT, P.; RESTELATTO, R.; ZOPOLLATTO, M. Ensiling total mixed rations - an innovative procedure. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2017, ESALQ. **Proceedings of the V International Symposium on Forage Quality and Conservation**. Piracicaba: ESALQ, 2017. p. 7-20. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322398715>. Acesso em: 20 mai. 2019.

SIQUEIRA, G. R. Aditivos Associados à Ensilagem. *IN*: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. G.R (Eds). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Multipress. Jaboticabal. p. 649-658, 2013.

WANG, C.; NISHINO, N. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. **Journal of applied microbiology**, [s.l.], v. 114, n. 6, p. 1687-1695, 2013.

WANG, F.; NISHINO, N. Ensiling of soybean curd residue and wet brewers grains with and without other feeds as a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 2380–2387, 2008a. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030208711883>. Acesso em: 10 jun. 2019.

WANG, F.; NISHINO, N. Association of *Lactobacillus buchneri* with aerobic stability of total mixed ration containing wet brewers grains preserved as a silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 149, n. 3, p. 265-274, 2009.

WANG, H.; NING, T.; HAO, W.; ZHENG, M.; XU, C. Dynamics associated with prolonged ensiling and aerobic deterioration of total mixed ration silage containing whole crop corn. **Asian-Australasian Journal Of Animal Sciences**, Cambridge, v. 29, n. 1, p. 62-72, 2016.

WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; ... ; MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film - A commercial scale experiment. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 164, p. 125-129, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840110003986>. Acesso em: 10 jun. 2019.

WILKINSON, J.M; MUCK, R.E. The future of ensiling: challenges and opportunities. *In*: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 18. Bonn. **Proceedings...** Bonn: OundZ Print, p. 2-15, 2018.

WOOLFORD, M. K.; BOLSEN, K. K.; PEART, L. A. Studies on the aerobic deterioration of whole-crop cereal silages. **Journal Agriculture Science**, Cambridge, v. 98, p. 529- 535, 1982. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/studies-on-the-aerobic-deterioration-of-wholecrop-cereal-silages/2CF6990F664F5F576DF43CBA4892F0F2>. Acesso em: 25 jun. 2019.

XU, C. C.Y.; CAI, J. G.; ZHANG,; M. OGAWA. Fermentation quality and nutritive value of a total mixed ration silage containing coffee grounds at ten or twenty percent of dry matter. **Journal Animal Science**, Cambridge, v. 85, p. 1024-1029, 2007b.

XU, C.; CAI, Y.; MORIYA, N.; OGAWA, M. Nutritive value for ruminants of green tea grounds as a replacement of brewers' grains in totally mixed ration silage. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 138 p. 228-238, 2007a.

YUAN, X. J.; GUO, G.; WEN, A.; DESTA, S. T.; WANG, J.; WANG, Y.; SHAO, T. The effect of different additives on the fermentation quality, in vitro digestibility and aerobic stability of a total mixed ration silage. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 207, p. 41-50, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840115001856>. Acesso em: 25 jun. 2019