



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CASTANHAL  
INSTITUTO DE MEDICINA VETERINÁRIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

PAULO RODRIGO OLIVEIRA DA SILVA

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE USOS DE INOCULANTES BIOLÓGICOS NAS  
ENSILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*) E MILHO (*Zea  
mays*)

CASTANHAL

2024

PAULO RODRIGO OLIVEIRA DA SILVA

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE USOS DE INOCULANTES BIOLÓGICOS NAS  
ENSILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*) E MILHO (*Zea  
mays*)

Trabalho de conclusão de  
curso apresentado ao Colegiado do  
Curso de Medicina Veterinária da  
Universidade Federal do Pará como  
requisito parcial para a obtenção do  
grau de Bacharel em Medicina  
Veterinária

Orientador: Dr. Stefano Juliano  
Tavares de Andrade

Castanhal

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)

---

O48r Oliveira da Silva, Paulo Rodrigo.  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE USOS DE  
INOCULANTES BIOLÓGICOS NAS ENSILAGENS DE  
CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*) E MILHO (*Zea  
mays*) / Paulo Rodrigo Oliveira da Silva. — 2024.  
32 f.

Orientador(a): Prof. Dr. Stefano Juliano Tavares de  
Andrade  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de  
Castanhal, Faculdade de Medicina Veterinária, Castanhal,  
2024.

1. Inoculantes biológicos. 2. Silagem de capim  
elefante. 3. Silagem de milho. 4. Fermentação  
anaeróbica. 5. Qualidade nutricional. I. Título.

CDD 636.089

---

PAULO RODRIGO OLIVEIRA DA SILVA

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE USOS DE INOCULANTES BIOLÓGICOS NAS  
ENSILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*) E MILHO (*Zea  
mays*)

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Colegiado do Curso de  
Medicina Veterinária da Universidade  
Federal do Pará como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Bacharel em  
Medicina Veterinária

Data da aprovação \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Avaliador: Prof. Dr. Carlos Magno Chaves

Universidade Federal do Pará

---

Avaliador: Prof. Ms. Alison Miranda

Universidade Federal do Pará

## Agradecimentos

Gostaria de iniciar os agradecimentos pela minha mãe Regina por todo o apoio desde a Biologia, passando pelo mestrado e chegando até aqui na Medicina Veterinária, sem o seu apoio eu não teria chegado tão longe para continuar a seguir o meu caminho e os meus estudos.

Gostaria de agradecer aos meus amigos rangers Júlia, Yasmin, Victor, Felipe, Luíza e Carlos que me deram suporte emocional, incentivo, momentos de compartilhamento de sucessos, alegrias, lamentações e dificuldades nesta etapa de nossas vidas que é o início da vida adulta, compartilhar é fundamental para que todos nós possamos chegar mais longe.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Stefano pela amizade e parceria neste momento final da graduação, ensinamentos na área do conhecimento da forragicultura e conhecimentos sobre a vida.

Gostaria de agradecer aos outros orientadores que tive pela graduação nos locais onde realizei estágio: a Professora Valéria, Professor Pedro Bezerra, Professora Gabriela Riet, Professor Carlos Magno, Professora Carina, Professora Emília e Professora Talita Roos. A contribuição de vocês certamente me tornou um profissional mais qualificado.

Por fim, gostaria de agradecer a minha namorada Isabelle por apoio fundamental nos dias difíceis e pelos momentos felizes compartilhados. Sem você neste último ano tudo seria muito mais difícil.

*“Nós não somos livres no que fazemos, porque não somos livres no que desejamos.”*

*Dark, Netflix*

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o uso de inoculantes biológicos nas ensilagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e milho (*Zea mays*). A silagem é uma técnica vital para a conservação de forragens, garantindo a disponibilidade de alimento durante períodos de escassez. O milho é amplamente utilizado na ensilagem devido ao seu elevado teor de matéria seca, que facilita a fermentação e a preservação. Em contrapartida, o capim elefante se destaca por sua alta produtividade, embora o baixo teor de matéria seca apresente desafios à fermentação. Inoculantes biológicos, compostos por bactérias ácido-láticas como *Lactobacillus buchneri* e *Lactobacillus plantarum*, têm demonstrado benefícios significativos na melhoria da fermentação e na estabilidade aeróbica das silagens. Esses inoculantes promovem uma rápida acidificação da massa ensilada, inibindo microrganismos indesejáveis e preservando os nutrientes, o que resulta em uma silagem de melhor qualidade e maior ganho de peso dos animais. Além disso, a adição de enzimas celulolíticas e amilolíticas pode melhorar a quebra das fibras vegetais, facilitando a fermentação e a digestão pelos animais. A revisão também aborda os desafios econômicos e técnicos associados ao uso de inoculantes, incluindo a variabilidade na eficácia dos produtos, o custo inicial elevado e a necessidade de condições adequadas de armazenamento. Métodos de avaliação da qualidade da silagem, como análise bromatológica e fermentativa, são discutidos para fornecer uma visão abrangente das melhores práticas de ensilagem. Recomendações práticas para a implementação de técnicas de manejo e monitoramento, bem como a escolha adequada de inoculantes, são essenciais para otimizar a produção de silagem de alta qualidade. Investimentos em tecnologias de monitoramento e melhoramento genético são fundamentais para aprimorar a sustentabilidade e a viabilidade econômica das práticas de ensilagem, contribuindo para a segurança alimentar e a produtividade animal.

## ABSTRACT

This study presents a literature review on the use of biological inoculants in the silages of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) and corn (*Zea mays*). Silage is a crucial technique for forage conservation, ensuring feed availability during periods of scarcity. Corn is widely used in silage due to its high dry matter content, which facilitates fermentation and preservation. In contrast, elephant grass is noted for its high productivity, although its low dry matter content poses fermentation challenges. Biological inoculants, composed of lactic acid bacteria such as *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum*, have shown significant benefits in improving fermentation and aerobic stability of silages. These inoculants promote rapid acidification of the ensiled mass, inhibiting undesirable microorganisms and preserving nutrients, resulting in higher quality silage and increased weight gain in animals. Additionally, the addition of cellulolytic and amylolytic enzymes can enhance the breakdown of plant fibers, facilitating fermentation and digestion by animals. The review also addresses the economic and technical challenges associated with the use of inoculants, including product efficacy variability, high initial costs, and the need for proper storage conditions. Methods for evaluating silage quality, such as bromatological and fermentative analysis, are discussed to provide a comprehensive view of best silage practices. Practical recommendations for implementing management and monitoring techniques, as well as the appropriate selection of inoculants, are essential to optimize the production of high-quality silage. Investments in monitoring technologies and genetic improvement are crucial to enhance the sustainability and economic viability of silage practices, contributing to food security and animal productivity.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS DE ENSILAGEM .....	10
2. PRINCÍPIOS DOS INOCULANTES BIOLÓGICOS.....	12
3. COMPARAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO .....	13
4. EFEITOS DOS INOCULANTES BIOLÓGICOS NA ENSILAGEM DO CAPIM ELEFANTE.....	15
5. EFEITOS DOS INOCULANTES BIOLÓGICOS NA ENSILAGEM DO MILHO .....	19
6. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SILAGEM.....	23
7. DESAFIOS E LIMITAÇÕES DO USO DE INOCULANTES BIOLÓGICOS .....	25
8. CONCLUSÃO .....	27
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## 1. INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS DE ENSILAGEM

A silagem é uma técnica de conservação de forragens amplamente utilizada na produção pecuária para garantir a disponibilidade de alimento durante períodos de escassez, como o inverno e a seca, ou para sistemas de confinamento total dos animais. Embora tenha sido inicialmente planejada para os períodos de pouca disponibilidade de forragem, podem ser utilizadas no ano todo para garantir melhor produtividade de animais de produção (Embrapa, 2021). Esse processo envolve a fermentação anaeróbica de plantas forrageiras, que são armazenadas em condições que excluem o oxigênio, promovendo a ação de microrganismos que transformam os açúcares das plantas em ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico, que preservam a qualidade nutricional do material armazenado (Kung, 2018; McDonald *et al.*, 1991).

Entre as plantas mais utilizadas para silagem, destacam-se o milho (*Zea mays*) e o capim elefante (*Pennisetum purpurem*). O milho é preferido por seu alto teor de matéria seca, que facilita o processo fermentativo e a conservação. O teor de matéria seca no milho varia de 30% a 35% no momento da colheita, o que é ideal para uma fermentação eficiente e minimização da produção de efluentes (Andrade *et al.*, 2003).

Por outro lado, o capim elefante é conhecido por sua alta produtividade por hectare, podendo atingir até 240 toneladas de massa verde anualmente. No entanto, possui um teor de matéria seca geralmente abaixo de 20%, o que pode dificultar a fermentação e aumentar a produção de efluentes. A cultivar BRS Capiáçu, por exemplo, é destacada por sua elevada produção, mas também apresenta desafios em termos de fermentação devido ao seu baixo teor de matéria seca (Andrade *et al.*, 2003; Retore *et al.*, 2020).

Os princípios da silagem envolvem a exclusão do oxigênio e a promoção da fermentação anaeróbica para uma competição seletiva de microrganismos. A compactação adequada do material e a vedação hermética dos silos são cruciais para evitar a entrada de oxigênio, que pode favorecer o crescimento de microrganismos indesejáveis como fungos e bactérias do gênero *Clostridium*. A fermentação eficiente é caracterizada pela rápida produção de ácido láctico e a

queda do pH para níveis inferiores a 4,2, o que inibe a atividade de microrganismos deteriorantes (Holzer *et al.*, 2003; McDonald *et al.*, 1991).

Quando as condições de ensilagem não são ideais, a recuperação de nutrientes pode ser prejudicada, levando à produção de alimentos com baixo valor nutricional e menor consumo e desempenho animal (Cleale *et al.*, 1990). Isso acontece porque bactérias indesejadas como *Clostridium* sp. se multiplicam e degradam açúcares, ácido lático, aminoácidos e proteínas, gerando ácido acético e butírico, nitrogênio amoniacal, amidas e amins (Muck, 2010). Essas substâncias reduzem a qualidade da silagem e aumentam as perdas de matéria seca (Schaefer *et al.*, 1989), pois quanto mais ácido lático for substituído por ácidos acético e butírico, mais energia é gasta em calor, mais gases são formados e menor é o apetite dos animais. Por outro lado, o ácido propiônico ajuda a manter a silagem estável na presença de ar.

De acordo com MUCK (1988), três elementos são essenciais para o êxito da fermentação ácido láctica: condições anaeróbias, substrato apropriado para as bactérias que produzem ácido lático e uma população dessas bactérias em quantidade suficiente para que a fermentação aconteça. As bactérias que produzem ácido lático estão presentes em baixa quantidade no vegetal, geralmente cem vezes menos que outros grupos como fungos e enterobactérias (McDonald *et al.*, 1991). Este último grupo de bactérias, mais abundantes, cresce nos primeiros dias de ensilagem, mas diminui rapidamente com o avanço da fermentação (LINDGREN, et al. 1985). Microrganismos dos gêneros *Bacillus* e *Clostridium* são mais raros e parecem ser contaminados pelo solo (McDONALD et al., 1991). Leveduras, bolores e bacilos provocam a deterioração aeróbia da silagem (WOOLFORD, 1984) e as primeiras podem ser as principais causadoras da presença de etanol.

A utilização de inoculantes biológicos na silagem tem ganhado destaque como uma prática que melhora a eficiência do processo fermentativo. Esses inoculantes são compostos por bactérias ácido-láticas como *Lactobacillus bunchneri*, *Streptococcus* sp. e *Pediococcus acidilactici*, que auxiliam na rápida acidificação da massa ensilada, inibindo microrganismos indesejáveis e preservando os nutrientes (Filya, 2003).

Os benefícios da utilização de inoculantes incluem a redução das perdas de matéria seca, a melhoria da digestibilidade da silagem e a manutenção da qualidade nutricional durante o armazenamento. Inoculantes como *Lactobacillus buchneri* podem melhorar significativamente a fermentação e a estabilidade aeróbica da silagem de milho, resultando em menores perdas de nutrientes e maior ganho de peso dos animais alimentados com essa silagem (Holzer *et al.*, 2003).

A análise bromatológica e fermentativa da silagem é essencial para avaliar sua qualidade. Parâmetros como teor de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, e nutrientes digestíveis totais são cruciais para determinar o valor nutritivo da silagem. Além disso, a medição do pH e a quantificação de ácidos orgânicos, como ácido lático e ácido acético, fornecem informações sobre a eficiência do processo fermentativo (ANDRADE *et al.*, 2003).

Os desafios na produção de silagem incluem a necessidade de infraestrutura adequada, o custo dos insumos e a variabilidade nas condições climáticas. A aplicação de técnicas adequadas de manejo e a utilização de tecnologias de monitoramento podem otimizar o processo de silagem, garantindo a produção de forragem de alta qualidade e contribuindo para a sustentabilidade e viabilidade econômica da pecuária (HOLZER *et al.*, 2003).

## **2. PRINCÍPIOS DOS INOCULANTES BIOLÓGICOS**

Esses inoculantes são compostos por microrganismos específicos, principalmente bactérias ácido-láticas, que auxiliam na rápida acidificação da massa ensilada, promovendo um ambiente desfavorável para microrganismos deteriorantes e preservando os nutrientes da forragem.

Estas culturas são divididas em homofermentativos e heterofermentativos. As homofermentativos, produzem principalmente ácido lático a partir de açúcares, o que é eficaz para uma rápida queda de pH como *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* e *Pediococcus acidactili*. Todavia, as culturas heterofermentativas, como *Lactobacillus bunchneri*, *Pediococcus cerevisiae*, *Propionibacterium shermani* e *P. acidipropionici*, quando facultativas produzem ácido lático, dióxido de carbono, etanol e/ou ácido acético a partir de

hexoses e pentoses e quando obrigatórias produzem ácido láctico, acético e propiônico a partir de açúcares (Muck, 2010; Weinberg *et al.*, 1996).

Além disso, o uso de culturas homoláticas tem certos efeitos negativos, uma vez que o ácido láctico não é um agente antimicótico e geralmente é utilizado como substrato na deterioração aeróbica (Kung, 2018; Kung *et al.*, 2000). Com isso, a combinação de cepas homofermentativas e heterofermentativas são mais eficazes do que cepas isoladas por produzirem enzimas esterases de ácido ferúlico que pode quebrar ligações entre a lignina e os carboidratos da parede celular e melhorar a digestão da fibra (Filya, 2003).

Uma associação de *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*, foi eficiente para as melhorar a fermentação e o valor nutritivo das silagens de capim-elefante var. Napier (Patrizi *et al.*, 2004). Ademais, um estudo de Filya (2003) demonstrou o uso de *L. buchneri* em combinação com *L. plantarum*, pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a estabilidade aeróbica de silagens de milho e sorgo com baixo teor de matéria seca, sem prejudicar a degradabilidade ruminal. Além disso, a utilização de inoculantes pode reduzir as perdas de matéria seca durante o armazenamento (Oliveira *et al.*, 2011).

A aplicação de inoculantes biológicos também envolve considerações econômicas. Embora o custo dos inoculantes possa ser uma barreira para alguns produtores, os benefícios em termos de melhoria da qualidade da silagem, redução de perdas e aumento da produtividade animal podem compensar os custos iniciais. Estudos de custo-benefício indicam que a utilização de inoculantes biológicos pode ser uma prática economicamente viável, especialmente em sistemas de produção intensivos (Weinberg *et al.*, 1996).

### **3. COMPARAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO**

A comparação do custo de produção entre diferentes tipos de silagem, como a de milho (*Zea mays*) e a de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), é fundamental para determinar a viabilidade econômica e a eficiência de cada sistema de produção. Essa análise deve considerar não apenas os custos diretos de insumos, mão de obra e infraestrutura, mas também os benefícios em termos de produtividade e qualidade nutricional da silagem resultante.

O milho é uma das principais culturas utilizadas para a produção de silagem devido ao seu alto rendimento e valor nutricional. O custo de produção do milho inclui despesas com sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas e operação de máquinas agrícolas. Estudos indicam que o custo de produção do milho para silagem pode variar significativamente, dependendo da escala de produção e das tecnologias empregadas. Em média, o custo de produção de silagem de milho é mais alto do que outras forragens, devido aos insumos necessários e ao manejo intensivo (Resende *et al.*, 2017).

Por outro lado, o capim elefante, especialmente a cultivar BRS Capiáçu, apresenta uma alternativa viável devido à sua alta produtividade por hectare. O capim elefante pode produzir até 300 toneladas de massa verde por hectare anualmente, o que é significativamente maior do que o rendimento do milho, que geralmente varia entre 25-30 toneladas por hectare. No entanto, o capim elefante possui um teor de matéria seca menor, geralmente abaixo de 20%, o que pode dificultar a fermentação adequada e aumentar a produção de efluentes (Retore *et al.*, 2020).

A eficiência de uso dos insumos também é um fator crucial na comparação de custos. Estudos demonstram que a adição de 15% de milho triturado na ensilagem de capim elefante pode melhorar significativamente a fermentação, aumentando o teor de matéria seca e a estabilidade da silagem. Essa prática pode tornar a silagem de capim elefante competitiva em termos de valor nutricional com a silagem de milho, reduzindo os custos operacionais e aumentando a eficiência econômica (Retore *et al.*, 2020).

O produto Silofort® é desenvolvido para garantir uma fermentação de alta qualidade na preparação de silagem, sendo indicado para silagens de milho, cana-de-açúcar, sorgo, capim e grão úmido. Ele acelera a fermentação, estabiliza a forragem, melhora a palatabilidade e digestibilidade, e reduz o tempo para atingir um pH adequado de 30 dias para 48 a 72 horas. Composto por *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*, o Silofort® deve ser armazenado em local seco e fresco. Para uso, dilua 20g do produto em 20 litros de água e aplique 2 litros dessa solução por tonelada de forragem com um pulverizador costal, antes da compactação em camadas de 20 a 25 cm. Se usar um aplicador mecânico, dilua 50g em 50 litros de água e asperja sobre a

ferragem durante a colheita. Recomenda-se usar água sem cloro residual (Vitafort, 2024). Para calcular o custo do produto Silofort® por tonelada de ferragem, por exemplo, consideramos a quantidade de produto utilizada e seu preço por unidade. Supondo que o preço do Silofort® seja R\$ 150 por frasco de 50g, utilizamos a recomendação de pulverizador costal, que dilui 20g do produto em 20 litros de água para aplicar em 10 toneladas de ferragem, resultando em 2g do produto por tonelada. Com o custo de 1g de Silofort® sendo R\$ 3 (R\$ 150/50g), o custo por tonelada é de R\$ 6 (2g x R\$ 3). Portanto, o custo por tonelada de ferragem é R\$ 6.

#### **4. EFEITOS DOS INOCULANTES BIOLÓGICOS NA ENSILAGEM DO CAPIM ELEFANTE**

A utilização de inoculantes biológicos pode melhorar significativamente a fermentação do capim elefante. Andrade et al. (2003) avaliaram o uso de três diferentes inoculantes na ensilagem do capim elefante cultivar Napier e observaram que, embora não houvesse diferenças significativas nos teores de nitrogênio amoniacal, ácido láctico e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, o pH das silagens tratadas com alguns inoculantes foi menor, indicando uma fermentação mais eficiente. O estudo mostrou que o inoculante SiloBac, composto por *Lactobacillus bunchneri*, *Streptococcus sp.* e *Lactobacillus sp.*, resultou em silagens com menor pH comparado aos outros tratamentos, sugerindo uma fermentação mais controlada e eficiente (Andrade et al., 2003).

O uso de inoculantes biológicos também pode impactar positivamente a composição bromatológica da silagem de capim elefante. Um estudo conduzido por Retore et al. (2020) demonstrou que a adição de 15% de milho triturado junto aos inoculantes na silagem de capim elefante BRS Capiáçu melhorou significativamente a fermentação, aumentando o teor de matéria seca e a estabilidade da silagem. A combinação de milho triturado e inoculantes biológicos foi eficaz em mitigar as limitações naturais do capim elefante, resultando em uma silagem de melhor qualidade.

Além de melhorar a fermentação, os inoculantes biológicos podem reduzir as perdas de matéria seca durante o armazenamento da silagem de capim elefante. Estudos indicam que a aplicação de inoculantes biológicos

resulta em menor produção de gases e efluentes, minimizando as perdas de nutrientes essenciais. Filya (2003) demonstrou que a utilização de *Lactobacillus buchneri* em silagem de milho resultou em melhor estabilidade aeróbica e menor perda de matéria seca, e resultados semelhantes podem ser esperados para a silagem de capim elefante.

Os efeitos dos inoculantes biológicos na qualidade da silagem de capim elefante também podem ser observados na digestibilidade da matéria seca. Inoculantes que combinam bactérias ácido-láticas e enzimas celulolíticas, como celulase e amilase, podem melhorar a quebra das fibras vegetais, facilitando a fermentação e aumentando a digestibilidade da silagem pelos animais. Produtos comerciais que combinam essas características têm mostrado resultados promissores na melhoria da qualidade da silagem e no desempenho animal (CARVALHO et al., 2015).

A utilização de inoculantes biológicos na ensilagem do capim elefante também envolve considerações econômicas. Embora o custo inicial de aquisição dos inoculantes possa ser alto, os benefícios em termos de melhoria da qualidade da silagem, redução de perdas e aumento da produtividade animal podem compensar esses custos. Estudos de custo-benefício indicam que a utilização de inoculantes biológicos pode ser uma prática economicamente viável, especialmente em sistemas de produção intensivos (HOLZER et al., 2003).

A escolha do inoculante adequado depende das características específicas do capim elefante e das condições de ensilagem. Inoculantes homofermentativos, como *Lactobacillus bunchneri*, são recomendados para situações em que a rápida queda de pH é crucial, enquanto inoculantes heterofermentativos, como *Lactobacillus plantarum*, são mais eficazes em melhorar a estabilidade aeróbica da silagem. A combinação de diferentes tipos de inoculantes pode oferecer benefícios adicionais, proporcionando uma fermentação mais eficiente e uma melhor conservação da forragem (Weinberg et al., 1996).

A aplicação de tecnologias de manejo e monitoramento também pode influenciar os efeitos dos inoculantes biológicos na ensilagem do capim elefante.

Técnicas avançadas de monitoramento, como sensores para medir a umidade e a temperatura da silagem, podem ajudar a otimizar o processo de ensilagem, garantindo uma fermentação eficiente e minimizando as perdas. A implementação dessas tecnologias, embora tenha um custo inicial, pode resultar em economias significativas a longo prazo, melhorando a eficiência do sistema de produção (Holzer *et al.*, 2003).

Segundo Vilela (1990), o capim elefante apresenta uma elevada produção de massa por unidade de área, variando entre 70 a 240 toneladas de matéria verde por hectare por ano. No entanto, quando o capim elefante é cortado entre 56 e 80 dias de desenvolvimento (altura entre 1,60 e 1,85 m), algumas características podem limitar o processo de ensilagem. Entre essas características está o baixo teor de matéria seca (MS), que pode ser de 20% ou menos, o que favorece fermentações indesejáveis (Andrade *et al.*, 2003). A baixa pressão osmótica do material permite o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que decompõem açúcares, ácido láctico, proteínas e aminoácidos em ácido butírico, acético, amônio, gás carbônico e aminas, resultando em diminuição da aceitabilidade da silagem (Lavezzo, 1985; Vilela, 1990).

Outra limitação é o baixo teor de carboidratos solúveis (CHOs), essenciais para a fermentação láctica. As bactérias lácticas, responsáveis pela produção de ácido láctico, necessitam de CHOs como substrato. A produção adequada de ácido láctico é crucial para uma rápida queda do pH da silagem, inibindo a atividade proteolítica das enzimas vegetais e o desenvolvimento de *Clostridium* sp. (Muck, 1988). Assim, a umidade e os teores de CHOs no capim elefante são objetos de pesquisas constantes para melhorar a ensilagem dessa forragem.

Para contornar o problema do alto teor de umidade, sugere-se o pré-murchamento ou a adição de materiais com elevado teor de MS. O pré-murchamento mostrou bons resultados em vários estudos (Ferreira *et al.*, 1974; Silveira *et al.*, 1980; Vilela, 1990), mas também apresentou aspectos negativos, como redução dos teores de ácido láctico e CHOs, aumento do ácido acético, pH e nitrogênio amoniacal (Faria, 1971; Machado Filho *et al.*, 1986). Além disso, o pré-murchamento pode ser limitado pelas condições climáticas, custo da mão de

obra, perdas de nutrientes e um aumento máximo de apenas 8% no teor de MS final (Lavezzo, 1985).

A adição de produtos com alto teor de MS, como polpa cítrica (Faria *et al.*, 1972), fubá, feno de Rhodes, palha de arroz e feno de soja (Corsi *et al.*, 1971), tem proporcionado melhores perfis fermentativos que o controle. A polpa cítrica, além de elevar a MS, também aumenta os teores de CHOs, um fator importante quando se comparam aditivos ricos em MS. No entanto, o uso de materiais nutricionalmente pobres pode resultar em um perfil fermentativo melhor, mas com qualidade inferior do produto devido à somatória das características nutricionais do capim elefante e do aditivo.

Aditivos ricos em CHOs são usados para aumentar seus teores na silagem. Estudos indicam que o nível de CHOs deve ser superior a 3% na matéria verde a ser ensilada ou superior a 13% na MS total (Catchpoole *et al.*, 1969). O aumento de CHOs favorece a ação das bactérias lácticas, mais dependentes dos níveis de CHOs do que outras bactérias. Fontes de CHOs, como raspa de mandioca e fubá de milho, apresentam resultados variados: alguns estudos não indicam adequação para a fermentação láctica (Farias, 1973; Lavezzo, 1985), enquanto outros pesquisadores obtiveram resultados positivos com esses aditivos na ensilagem de capim aos 105 dias de corte (Onselen, 1988).

A adição de *Lactobacillus plantarum* pode acelerar a fermentação da ensilagem, e a melhor silagem foi obtida com a adição de 0.6% de *L. plantarum* e um período de fermentação de 7 dias. O uso de açúcares como melaço podem favorecer as culturas bacterianas como *L. plantarum* que com a adição de 1% a 3% de melaço melhorou a qualidade da fermentação de *Pennisetum purpureum* cv Mott (Irsyammawati *et al.*, 2020; Wahyudi *et al.*, 2007).

Um estudo avaliou o efeito da inoculação com *Lactobacillus plantarum* e a adição de farelo de trigo sobre a qualidade das silagens de capim-elefante. Foi observado que a combinação de farelo de trigo e inoculante resultou em um valor de pH menor, uma maior produção de ácido láctico e uma redução nas perdas por gases, o que melhorou a fermentação (Zanine *et al.*, 2007).

As enzimas são adicionadas aos inoculantes com o objetivo de aumentar a disponibilidade de substrato para as bactérias produtoras de ácido lático, promovendo a degradação de carboidratos complexos em carboidratos solúveis (Weinberg *et al.*, 1996). Com a adição das enzimas, espera-se o maior consumo de hemicelulose na ensilagem de capim elefante.

O custo de produção de uma tonelada de silagem de capim elefante, sem a utilização de inoculantes, envolve um custo de implantação de R\$ 4.474,18 por hectare, com um custo total por hectare de R\$ 14.461,75 para colheita manual e R\$ 6.178,98 para colheita mecanizada. Supondo uma produção média de 40 toneladas de silagem por hectare, isso resulta em um custo de aproximadamente R\$ 361,54 por tonelada para colheita manual e R\$ 154,47 por tonelada para colheita mecanizada. Com o uso do inoculante Silofort®, que aumenta o custo em R\$ 6 por tonelada, os novos custos seriam de R\$ 367,54 e R\$ 160,47 por tonelada, respectivamente. O uso do inoculante é justificável pela melhoria na qualidade da silagem e pela maior eficiência na taxa de recuperação, resultando em um produto de maior valor nutricional e economicamente mais vantajoso no longo prazo (Retore *et al.*, 2020; Vitafort, 2024).

A adição de celulase, *Lactobacillus plantarum* e sacarose na fermentação, composição química e comunidade bacteriana da silagem de Pennisetum híbrido é mais eficaz para melhorar a qualidade da silagem, preservando melhor os nutrientes e inibindo a hidrólise proteica (Xiong *et al.*, 2022).

## **5. EFEITOS DOS INOCULANTES BIOLÓGICOS NA ENSILAGEM DO MILHO**

Os inoculantes biológicos têm se mostrado uma ferramenta essencial na melhoria da qualidade da silagem de milho (*Zea mays*), promovendo uma fermentação mais eficiente, preservando os nutrientes e aumentando a estabilidade da silagem (Oliveira *et al.*, 2011). O milho é uma das gramíneas mais utilizadas para ensilagem, sendo cultivado em grandes áreas ao redor do mundo, principalmente em regiões tropicais. Como gramínea, o teor de matéria seca do milho aumenta com a maturidade da planta. No entanto, ao contrário de outras espécies, sua digestibilidade permanece relativamente constante perto do

estádio ideal de corte. Isso ocorre porque a diminuição da qualidade das folhas e do caule é compensada pelo aumento da proporção de grãos, que são altamente digestíveis (Nussio, 1991).

Durante o estágio vegetativo de crescimento, os açúcares solúveis são os principais carboidratos não estruturais presentes na planta do milho, mas esses açúcares declinam após a fertilização, enquanto o teor de amido aumenta durante o desenvolvimento dos grãos. Dessa forma, o milho é considerado uma planta ideal para ensilagem devido ao seu alto teor de matéria seca (> 30%), baixa capacidade tamponante (< 20 meq de HC/100 g de matéria seca) e níveis adequados de carboidratos solúveis em água (> 2,5% da matéria natural), condições essenciais para uma fermentação satisfatória. Os principais componentes dos carboidratos solúveis em água são glicose, frutose e sacarose (Mcallan *et al.*, 1977). Portanto, o milho não apresenta limitações que possam comprometer a qualidade do processo fermentativo, sendo a qualidade nutricional do material fermentado dependente da proporção de grãos nas plantas ensiladas (Nussio, 1991).

Em contraste com outras gramíneas (Gordon, 1989) e leguminosas (Kung *et al.*, 1987), onde a inoculação microbiana tem melhorado consistentemente o processo de fermentação, os resultados nas silagens de milho têm sido mais controversos (Bolsen *et al.*, 1992; Cleale *et al.*, 1990). A aplicação de inoculantes em silagens de milho tem aumentado a produção de lactato no início da fermentação e melhorado a recuperação da matéria seca após a fermentação (Combs *et al.*, 1986; Ely *et al.*, 1982; O'leary *et al.*, 1985).

Um experimento com a planta inteira do milho ensilada em "plastic bags", contendo *Pediococcus acidilactici* e *Lactobacillus rylosus*, foi realizado para avaliar os efeitos sobre os produtos da fermentação, digestibilidade total e aparente dos nutrientes, além do desempenho de novilhas holandesas. A recuperação de matéria seca e a concentração de carboidratos solúveis foram elevadas em 2,5 e 0,57 pontos percentuais, respectivamente, na silagem inoculada após 110 dias de fermentação. Quando expostas ao ar, o pH da silagem inoculada foi maior que a controle, sugerindo uma maior estabilidade aeróbica. A digestibilidade da matéria orgânica, nitrogênio e fibra detergente ácido foram maiores para novilhas alimentadas com a silagem de milho tratada.

No entanto, não houve diferenças significativas na digestibilidade da fibra em detergente neutro e hemicelulose entre os tratamentos (Cleale *et al.*, 1990).

KUNG *et al.* (1993) realizaram dois experimentos para avaliar o efeito da inoculação microbiana na composição e valor nutritivo da silagem de milho para vacas em lactação. No primeiro experimento, silagens inoculadas com *Lactobacillus bunchneri* (PIONEER® 1174) e com *Lactobacillus bunchneri* e *Streptococcus sp.* (ECOSYL®) foram comparadas com silagens controle. A silagem inoculada com ECOSYL® apresentou aumento no conteúdo de ácido láctico em 0,57 pontos percentuais, acompanhado de aumentos no ácido acético em 0,54 pontos percentuais, no nitrogênio amoniacal em 0,01 pontos percentuais e na produção de leite corrigida em 4,3%, justificado pela baixa qualidade da silagem controle. No segundo experimento, a silagem tratada com ECOSYL® aumentou a produção de leite corrigida em 4,9%, devido ao aumento de 10% na ingestão de matéria seca (Kung *et al.*, 1993).

A associação de um inoculante (*Lactobacillus bunchneri* e *Pediococcus acidilactici* na dose de  $1,1 \times 10^5$  UFC) com enzimas (celulase, xilanase, celobiase e glicose oxidase) aumentou as velocidades de acidificação e degradação de FDN e FDA, resultando em menores teores de celulose e hemicelulose após 56 dias de fermentação (Stokes, 1992).

Altos teores de MS inibem o desenvolvimento de bactérias lácticas, como *Lactobacillus*, *Pediococcus* e *Leuconostoc*, que se desenvolvem menos no milho com maior teor de MS (38%) do que no milho com menor teor (32,5%) nas primeiras 24 horas do processo, mas essa diferença não persiste nos 120 dias seguintes (Bolsen *et al.*, 1992). Embora outro estudo tenha observado redução no nitrogênio amoniacal, a silagem inoculada resultou em menor produção de leite no início da lactação, possivelmente devido a pequenos aumentos nos teores de fibra e redução na taxa de degradação (Chen *et al.*, 1994).

O inoculante Pioneer® 1174 não melhorou o processo de fermentação de silagens de milho, embora tenha havido aumento das concentrações de ácidos triatáveis e ácido acético, e uma menor relação ácido láctico:ácido acético, indicando fermentação heterofermentativa a partir das pentoses liberadas da hemicelulose (Chen *et al.*, 1994; Stokes, 1992). Resultados diferentes foram

descritos por outros pesquisadores que obtiveram menor pH com o uso do inoculante Pionner® 1174 e maior produção de leite em silagens tratadas com o inoculante Ecosyl® (*Lactobacillus buchneri*) na dose de  $1 \times 10^5$  UFC/g de forragem (Kung *et al.*, 1993; Sanderson, 1993).

Um estudo investigou o perfil fermentativo da silagem de milho inoculada com *Lactobacillus buchneri* após 45 dias de ensilagem e chegaram a conclusão que cepas não afetaram o conteúdo de matéria seca, população de leveduras e bolores, recuperação de matéria seca, carboidratos solúveis em água, ácido láctico e ácido butírico da silagem de milho. Entretanto afetaram o pH, a população de bactérias do ácido láctico (BAL), e as concentrações de ácidos acético e propiônico e etanol (Silva *et al.*, 2018).

Avaliou-se a eficiência de diferentes aditivos microbianos na estabilidade aeróbica de silagens de milho. Foram testados quatro tratamentos, incluindo um controle sem aditivos e três com diferentes combinações de *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici*, *Bacillus subtilis* e *Lactobacillus buchneri*. Não houve diferença significativa no pH das silagens entre os tratamentos. A silagem controle apresentou temperaturas mais altas, indicando maior vulnerabilidade. Todos os aditivos preveniram a instabilidade aeróbica. Os aditivos microbianos foram eficazes em manter a estabilidade aeróbica da silagem de milho, sem prejudicar a preservação do material (Junior *et al.*, 2017). De acordo com Kung *et al.* (2000), a estabilidade aeróbica pode ser definida como o tempo em horas para aumentar a temperatura em 2°C em relação ao ambiente.

Em uma avaliação de composição química e a taxa de desaparecimento ruminal da matéria seca de silagens de milho, foram utilizados inoculantes combinando a cepa *Lactobacillus buchneri* em diferentes estratos do silo de milho. A silagem inoculada com apresentou maiores teores de proteína bruta e FDN e menor conteúdo de hemicelulose em comparação com o tratamento controle resultando em silagens com maiores concentrações de nutrientes solúveis (Ribas *et al.*, 2019).

O custo médio de produção de uma tonelada de silagem de milho é de R\$ 96,22, composto por insumos (R\$ 65,78/ton), custos variáveis (R\$ 17,57/ton)

e custos fixos (R\$ 12,87/ton). Esse custo é inferior ao preço de venda na região, que é de R\$ 250,00/ton. A adição de inoculantes biológicos pode aumentar a eficiência da produção de silagem, mas adiciona cerca de R\$ 68,99 por tonelada. Inoculantes melhoram a qualidade da silagem e aumentam a taxa de recuperação em até 5%, resultando em uma recuperação adicional de até 50 kg por tonelada ensilada. Embora variem, os custos totais com inoculantes geralmente se justificam pela melhoria na qualidade e quantidade da silagem (Rabelo *et al.*, 2017).

## **6. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SILAGEM**

Um dos principais parâmetros avaliados na qualidade da silagem é o teor de matéria seca (MS). A determinação da MS é crucial, pois um teor adequado (geralmente entre 30-35% para silagem de milho) é necessário para uma fermentação eficiente e para minimizar a produção de efluentes (McDonald *et al.*, 1991). A MS pode ser medida utilizando-se estufas de secagem ou dispositivos portáteis de infravermelho, sendo esta última uma técnica mais rápida e prática para avaliações de campo.

A proteína bruta (PB) é outro indicador importante da qualidade nutricional da silagem. A PB é determinada pela quantificação do nitrogênio total presente na amostra, que é convertido em proteína através de um fator de conversão (geralmente 6,25). A análise de PB é realizada por métodos como Kjeldahl ou Dumas, sendo o método Kjeldahl amplamente utilizado devido à sua precisão (Weissbach *et al.*, 1996).

A digestibilidade da matéria seca (DMS) é um parâmetro essencial que indica a proporção de matéria seca que pode ser digerida e utilizada pelos animais. A DMS é frequentemente avaliada através de técnicas *in vitro*, que simulam o processo digestivo dos ruminantes. Métodos como a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) são utilizados para estimar a DMS, fornecendo uma indicação da qualidade da silagem em termos de aproveitamento dos nutrientes pelos animais (McDonald *et al.*, 1991).

Outro componente crucial é a fibra em detergente neutro (FDN), que mede a quantidade de hemicelulose, celulose e lignina na forragem. A FDN é um indicador da quantidade de fibra que os ruminantes podem consumir e digerir,

com valores menores sendo preferíveis para uma maior ingestão de matéria seca. A análise de FDN é realizada utilizando soluções de detergente neutro para remover componentes solúveis, deixando apenas a fração fibrosa (Soest *et al.*, 1968).

A fibra em detergente ácido (FDA) é também um parâmetro importante, que quantifica a celulose e a lignina. A FDA é utilizada para estimar a digestibilidade da forragem, com valores menores indicando maior digestibilidade. A análise de FDA é semelhante à de FDN, utilizando uma solução de detergente ácido para separar a fração fibrosa (Soest *et al.*, 1968).

A fermentação da silagem é avaliada através da medição do pH e da quantificação de ácidos orgânicos, como ácido lático, acético e butírico. Um pH baixo (geralmente abaixo de 4,2) indica uma fermentação eficiente e um ambiente anaeróbico estável. A cromatografia gasosa é frequentemente utilizada para a quantificação precisa desses ácidos, fornecendo informações detalhadas sobre o processo fermentativo e a estabilidade da silagem (Holzer *et al.*, 2003).

A estabilidade aeróbica da silagem é um parâmetro que indica a resistência da silagem à deterioração quando exposta ao ar. A estabilidade aeróbica é avaliada medindo-se a elevação da temperatura da silagem quando exposta ao oxigênio. Silagens com boa estabilidade aeróbica apresentam pouca elevação de temperatura e menor crescimento de leveduras e fungos (Weinberg *et al.*, 1996).

Além das análises químicas e fermentativas, a avaliação microbiológica é importante para garantir a qualidade sanitária da silagem. A contagem de microrganismos indesejáveis, como leveduras, fungos e bactérias clostrídicas, é realizada através de técnicas de cultivo em placas. Altas contagens desses microrganismos podem indicar problemas na fermentação e na conservação da silagem (Holzer *et al.*, 2003).

A análise sensorial também desempenha um papel na avaliação da qualidade da silagem. Características como cor, odor e textura são avaliadas para identificar possíveis defeitos de fermentação ou contaminação. Silagens de alta qualidade geralmente apresentam cor verde-oliva, odor agradável de ácido lático e textura firme e úmida (Mcdonald *et al.*, 1991).

## 7. DESAFIOS E LIMITAÇÕES DO USO DE INOCULANTES BIOLÓGICOS

Um dos principais desafios no uso de inoculantes biológicos é a variabilidade na eficácia dos produtos. A eficácia dos inoculantes pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a composição do inoculante, a dosagem aplicada, as condições de armazenamento e as características específicas da forragem ensilada (Filya, 2003). Por exemplo, a eficácia de *Lactobacillus bunchneri* pode variar dependendo do teor de matéria seca da forragem e da temperatura de ensilagem. Ensaios experimentais muitas vezes mostram resultados inconsistentes, o que pode dificultar a escolha do inoculante mais adequado (Weinberg *et al.*, 1996).

Além disso, a qualidade dos produtos disponíveis no mercado pode variar significativamente. Estudos têm mostrado que alguns produtos comerciais não contêm as cepas bacterianas declaradas nos rótulos ou possuem contagens bacterianas inferiores às especificadas, o que compromete sua eficácia (HOLZER *et al.*, 2003). A falta de regulamentação rigorosa e padronização dos produtos de inoculantes biológicos pode resultar em variações na qualidade e desempenho dos inoculantes, criando desafios para os produtores que dependem desses aditivos para melhorar a qualidade da silagem.

Outro desafio significativo é a conscientização dos produtores ao uso dos inoculantes. Embora os benefícios econômicos a longo prazo possam compensar o investimento inicial, alguns produtores ainda podem não acreditar na eficácia do produto e serem resistentes, inicialmente, ao uso dos inoculantes e em alguns casos até no uso da silagem em si (Oliveira *et al.*, 2011).

As condições de armazenamento dos inoculantes também são cruciais para manter sua viabilidade e eficácia. Os inoculantes biológicos contêm microrganismos vivos que podem perder sua viabilidade se expostos a temperaturas extremas, umidade ou luz. Portanto, é necessário armazenar os inoculantes em condições adequadas, seguindo as recomendações dos fabricantes, o que pode representar um desafio logístico para os produtores rurais, especialmente em regiões com infraestrutura limitada (Holzer *et al.*, 2003).

Os desafios técnicos também incluem a necessidade de compatibilidade dos inoculantes com outras práticas de manejo da ensilagem. Por exemplo, a

aplicação de inoculantes deve ser compatível com o uso de aditivos químicos ou enzimas, que também podem ser utilizados para melhorar a qualidade da silagem. A interação entre diferentes aditivos pode afetar a eficácia dos inoculantes, exigindo uma compreensão aprofundada das práticas de manejo da ensilagem e das características específicas dos inoculantes utilizados (Filya, 2003).

Outro desafio é a variabilidade nas condições de campo, que pode influenciar a eficácia dos inoculantes biológicos. Fatores como clima, tipo de solo, variedade da planta forrageira e técnicas de manejo agrícola podem afetar a fermentação e a qualidade da silagem. Ensaios de campo e estudos regionais são necessários para avaliar a eficácia dos inoculantes em diferentes condições, o que pode representar um custo e um esforço adicionais para os pesquisadores e produtores (Oliveira *et al.*, 2011).

Além disso, a compreensão limitada dos mecanismos de ação dos inoculantes biológicos pode dificultar o desenvolvimento de novos produtos e a otimização das práticas de ensilagem. Embora os benefícios dos inoculantes sejam bem documentados, a interação complexa entre microrganismos e o ambiente de ensilagem ainda não é totalmente compreendida. Pesquisas contínuas são necessárias para elucidar esses mecanismos e melhorar a formulação e a aplicação dos inoculantes (Weinberg *et al.*, 1996).

A percepção dos produtores sobre os inoculantes biológicos também pode influenciar sua adoção e uso. A falta de conhecimento sobre os benefícios e o modo de ação dos inoculantes pode levar à subutilização ou uso inadequado desses produtos. Programas de extensão rural e treinamento são essenciais para educar os produtores sobre as melhores práticas de ensilagem e o uso eficaz dos inoculantes biológicos (Holzer *et al.*, 2003).

## **8. CONCLUSÃO**

O uso de inoculantes biológicos demonstrou ser benéfico para ambos os tipos de silagem, melhorando a qualidade fermentativa e nutricional e reduzindo as perdas de matéria seca. A silagem de capim elefante, especialmente com adição de aditivos secos e inoculantes, pode ser uma solução econômica e eficiente para pequenos produtores. Por outro lado, a silagem de milho com inoculantes é ideal para propriedades com maior capacidade de investimento, proporcionando melhor desempenho animal e maior retorno econômico a longo prazo. É crucial que os produtores realizem análises de solo e consultem especialistas para otimizar suas práticas de ensilagem.

As recomendações práticas incluem a utilização de tecnologias de monitoramento para garantir uma fermentação adequada, a escolha de inoculantes de alta qualidade e a implementação de técnicas de manejo que maximizem a eficiência do processo de ensilagem. Além disso, investimentos em melhoramento genético e em novas tecnologias de aplicação de inoculantes são fundamentais para melhorar a sustentabilidade e a viabilidade econômica das práticas de ensilagem. Essas recomendações visam proporcionar uma base sólida para a pesquisa e a prática agrícola, contribuindo para a segurança alimentar e a produtividade animal na região.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S. J. T. d.; MELOTTI, L. Inoculantes bacterianos na ensilagem do capim- elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 40 (supl):219-22, 2003.
- BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FEYERHERM, A. M. *et al.* Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **J. Dairy Sci**, , v. 75, p.3066,, 1992.
- CATCHPOOLE, V. R.; WILLIAMS, W. T. The general pattern in silage fermentation in two subtropical grasses. **J. Br. Grassl. Soc.**,, n.24, p.317,, 1969.
- CHEN, J.; STOKES, M. R.; WALLACE, C. R. Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silages. **J. Dairy Sci**, v.77, p. 501-512, 1994.
- CLEALE, R. M.; FIRKINS, J. L.; VAN DER BEEK, F.; CLARK, J. H. *et al.* Effect of Inoculation of Whole Plant Corn Forage with *Pediococcus acidilactici* and *Lactobacillus xylosus* on Preservation of Silage and Heifer Growth<sup>1</sup>. **Journal of Dairy Science**, 73, n. 3, p. 711-718, 1990/03/01/ 1990.
- COMBS, D. K.; TESSMAN, N. J.; LARSEN, H. J. Effect of microbial inoculant on silage fermentation in large scale laboratory silos. **J. Dairy Sci**, v.69, supl.1 (Abst.), p. 186,, 1986.
- CORSI, M.; FARIA, V. P.; PULLICI, C. O. C. Efeito da adição de vários produtos e do murchamento prévio sobre a elevação de matéria seca do capim Napier a ser ensilado. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. REUNIAO ANUAL. **Anais SBZ**, p.119-144, 1971.
- ELY, L. O.; MOON, N. J.; SUDWEEKS, E. M. Chemical evaluation of *Lactobacillus* addition to alfafa, corn, sorghum, and wheat forage at ensiling. . **J. Dairy Sci**, v.65, p. 1041, 1982., 1982.
- EMBRAPA. **Silagem**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado-de-leite/producao/sistemas-de-producao/alimentacao/conservacao-de-forrageiras-e-pastagens/silagem#:~:text=A%20silagem%20%C3%A9%20um%20alimento,onde%20se%20adota%20confinamento%20total>.
- FARIA, V. P. Efeito da maturidade da planta e diferentes tratamentos sobre a ensilagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) variedade Napier. **Piracicaba:ESALQ**, 1971.
- FARIA, V. P.; TOSI, H. Polpa de laranja seca e fresca como aditivos para ensilagem de capim elefante var Napier. **Solo**, v.64, n. 1, p.41-46, 1972.

- FARIAS, J. G., J.A. . Efeito do emurchecimento e da adição de raspa de mandioca sobre o valor nutritivo da silagem de capim elefante cortado com diferentes teores de matéria seca. **Experimentiae**, v.16, n. 7, p. 131-149,, 1973.
- FERREIRA, J. J.; SILVA, J. F. C.; GOMIDE, J. A. Efeito do estágio de desenvolvimento, do emurchecimento e da adição de raspa de mandioca sobre o valor nutritivo da silagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). . **Experimentiae**, v.17, n.1, p85-108, 1974.
- FILYA, I. The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Low Dry Matter Corn and Sorghum Silages. **American Dairy Science Association**, 2003.
- GORDON, F. J. A further study on the evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. **Grass For. Sci., Oxford**, v.44, n.3, p.353-357, 1989.
- HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; DANNER, H.; BRAUN, R. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. **TRENDS in Biotechnology**, Vol.21 No.6 June 2003, 2003.
- IRSYAMMAWATI, A.; MASHUDI; NDARU, P. H. The Effect of *Lactobacillus plantarum* Addition and Fermentation Periods on Nutritive Value Dwarf Elephant Grass (*Pennisetum purpureum* cv Mott) Silage. **Earth and Environmental Science**, 478 (2020) 012049, 2020.
- JUNIOR, V. H. B.; GUIMARÃES, V. A. d. P.; FORTALEZA, A. P. d. S.; JUNIOR, F. L. M. *et al.* Aerobic stability in corn silage (*Zea mays* L.) ensiled with different microbial additives. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 4, p. 357-362, Oct.-Dec, 2017.
- KUNG, L. Silage fermentation and additives. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, 26, n. 3-4, 11/30 2018.
- KUNG, L.; CHEN, J. H.; KRECK, E. M.; KNUTSEN, K. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.76, p.3763-3770, 1993.
- KUNG, L., Jr.; ROBINSON, J. R.; RANJIT, N. K.; CHEN, J. H. *et al.* Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **J Dairy Sci**, 83, n. 7, p. 1479-1486, Jul 2000.
- KUNG, L.; SATTER, L. D.; JONES, B. A.; GENIN, K. W. *et al.* Microbial inoculation of low moisture alfalfa silage. **J. Dairy Sci.**, . v.70, p.2069-2077, 1987, 1987.

- LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante. **Informativo Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 11, n. 132, p.50-57, , 1985.
- MACHADO FILHO, L. C. P.; MULBACK, P. R. F. Efeito do emurchecimento na qualidade das silagens de capim elefante CV. Cameroon (P. purpureum, Schum.) e de milheto (P. americanum, (L.) Ledike), avaliadas quimicamente. **Rev. Soc. Bras. Zootec**, v.15, n.30, p.224-233, 1986., 1986.
- MCALLAN, A. B.; PHIPPS, R. H. T. The effect of sample date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and changes that occur in silage. **J. Agric. Sci.**, v.89, p. 589-597,, 1977.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. The Biochemistry of Silage. **J. Wiley and Sons**, 1991.
- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Dairy Science**, 71, p 2992 - 3002, 1988.
- MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 2010.
- NUSSIO, L. G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. **Anais do 4º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos**, p. 59-168, 1991.
- O'LEARY, J.; HEMKEN, R. W. Effect of inoculation with different lactic acid bacterial types on corn silage fermentation. **J. Dairy Sci**, v.68, supl. 1 (Abstr.) p. 125, 1985.
- OLIVEIRA, M. R.; NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; GOBETTI, S. T. d. C. *et al.* Uso de aditivos biológicos na ensilagem de forrageiras. **Ambiência Guarapuava**, v.7 n.3, 2011.
- ONSELEN, V. J. V. L. Efeito da adição de fontes de carboidratos e de um produto enzimático comercial na composição químico-bromatológica da silagem de capim elefante (Pennisetum purpureum, Schum). **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.17, n.5, 1988.
- PATRIZI, W. L.; JÚNIOR, C. R. F. M.; MINETTO, T. P.; NOGUEIRA, E. *et al.* Efeito de aditivos biológicos comerciais na silagem de capim-elefante (Pennisetum purpureum Schum). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 56 (3) Jun, 2004.
- RABELO, C. G.; SOUZA, L. H. d.; OLIVEIRA, F. G. Análise dos custos de produção de silagem de milho: estudo de caso. **Cad. Ciênc. Agra**, ., v. 9, n. 2, p. 08-15, 2017.
- RESENDE, H.; OLIVEIRA, J. S. e.; MIRANDA, J. E. C. d.; LEITE, J. L. B. Tecnologia e Custo da Silagem de Milho. **EMBRAPA**, Circular Técnica 114, 2017.

- RETORE, M.; ALVES, J. P.; JUNIOR, M. A. P. O.; MENDES, S. d. S. Qualidade da silagem do capim-elefante BRS Capiáçu. **EMBRAPA**, Comunicado Técnico 261, 2020.
- RIBAS, T. M. B.; NEUMANN, M.; SOUZA, A. M. d.; DOCHWAT, A. *et al.* Effect of inoculants combining *Lactobacillus buchneri* strain LN40177 in different strata of the silo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, , v. 41, e44847, 2019.
- SANDERSON, M. A. Aerobic stability and in vitro fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. **J. Anim. Sci.**, , v.71, p. 505-514, 1993.
- SCHAEFER, D. M.; BROTZ, P. G.; ARP, S. C.; COOK, D. K. Inoculation of corn silage and high-moisture corn with lactic acid bacteria and its effects on the subsequent fermentations and on feedlot performance of beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, 25, n. 1, p. 23-38, 1989/08/01/ 1989.
- SILVA, L. D. d.; PEREIRA, O. G.; ROSEIRA, J. P. S.; AGARUSSI, M. C. N. *et al.* Fermentative profile of maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, 2018.
- SILVEIRA, A. C.; LAVEZZO, W.; FILHO, S. S. Consumo de silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) submetidas a diferentes tratamentos. **Rev Soc Bras Zootec**, v.9, n.2, p.306-320, , 1980.
- SOEST, P. J. V.; WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. **J. Assoc. Official Agr. Chem.**, v 51, p.780-785.1968, 1968.
- STOKES, M. R. Effects of enzyme mixture, an inoculant, and their interaction on silage fermentation and dairy production. **J. Dairy Sci**, v.75, p. 764-773, 1992.
- VILELA, D. Utilização do capim elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM ELEFANTE. **Anais... Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL**, p. 89-131, 1990.
- VITAFORT. **Características do produto Silofort**. 2024. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1950770652-inoculante-para-silagem-de-capim-milho-sorgo-e-cana-\\_JM?matt\\_tool=14804773&matt\\_word=&matt\\_source=google&matt\\_campaign\\_id=14302215543&matt\\_ad\\_group\\_id=130580035590&matt\\_match\\_type=&matt\\_network=g&matt\\_device=c&matt\\_creative=542969737626&matt\\_keyword=&matt\\_ad\\_position=&matt\\_ad\\_type=pla&matt\\_merchant\\_id=159868187&matt\\_product\\_id=MLB1950770652&matt\\_product\\_partition\\_id=2268051758590&matt\\_target\\_id=aud-1966852281496:pla-2268051758590&cq\\_src=google\\_ads&cq\\_cmp=14302215543&cq\\_net=g&cq\\_plt=gp&cq\\_med=pla&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw7s20BhBFEiwABVIMr](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1950770652-inoculante-para-silagem-de-capim-milho-sorgo-e-cana-_JM?matt_tool=14804773&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14302215543&matt_ad_group_id=130580035590&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=542969737626&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=159868187&matt_product_id=MLB1950770652&matt_product_partition_id=2268051758590&matt_target_id=aud-1966852281496:pla-2268051758590&cq_src=google_ads&cq_cmp=14302215543&cq_net=g&cq_plt=gp&cq_med=pla&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw7s20BhBFEiwABVIMr)

[VYVp3uCu2YYU38xONELaBfeo22lfUk7BMqlwDpaohvvdVc34ANxUxoCc48QAvD\\_BwE.](#)

- WAHYUDI, A.; HENDRANINGSIH, L.; SUTAWI; SETYOBUDI, R. H. *et al.* Fermentation quality of Pennisetum purpureum cv. Mott ensiled with Lactobacillus plantarum and sugarcane molasses in tropic. : **Earth and Environmental Science**, 293 (2019) 012007, 2007.
- WEINBERG, Z. G.; MUCK, R. E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, 19, n. 1, p. 53-68, 1996/10/01/ 1996.
- WEISSBACH, F.; HONIG, H. Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. **LANDBAUFORSCHUNG VÖLKENRODE**, 1996.
- XIONG, H.; ZHU, Y.; WEN, Z.; LIU, G. *et al.* Effects of Cellulase, Lactobacillus plantarum, and Sucrose on Fermentation Parameters, Chemical Composition, and Bacterial Community of Hybrid Pennisetum Silage. **Fermentation**, 8, 356, 2022.
- ZANINE, A. d. M.; EDSON MAURO SANTOS; DANIELE DE JESUS FERREIRA; PINTO, L. F. B. *et al.* CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE COM OU SEM Lactobacillus plantarum E FARELO DE TRIGO ISOLADAMENTE OU EM COMBINAÇÃO. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, , v. 8, n. 4, p. 621-628, out./dez., 2007.



Ministério da Educação  
Universidade Federal do Pará  
Sistema de Bibliotecas

**DECLARAÇÃO DE AUTORIA**

Autor(a): Paulo Rodrigo Oliveira da Silva

Afiliação do(a) autor(a): \_\_\_\_\_  
Instituição de vínculo empregatício do(a) autor(a)

CPF: 013.651.312-38 Matrícula: 201918440054

Telefone: (91)985543484 E-mail: paulo.oliveira@icb.ufpa.br

Curso/Programa: Bacharelado em Medicina Veterinária

Orientador(a): Stefano Juliano Tavares de Andrade

Coorientador(a): REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE USOS DE INOCULANTES BIOLÓGICOS NAS ENSILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (Pennisetum purpureum) E MILHO (Zea mays)

Título/Subtítulo: \_\_\_\_\_

Data da Defesa: 05/07 / 2024

**Tipo do documento:**  TCC<sup>1</sup> ( ) TCCE<sup>2</sup> ( ) Dissertação ( ) Tese ( ) Artigo Científico ( ) Livro

( ) Capítulo de livro ( ) Trabalho Apresentado em evento ( ) Outro: \_\_\_\_\_

Declaro que, para os devidos fins, o presente trabalho é de minha autoria e que estou ciente:

Dos Artigos 297 a 299 do Código Penal, Decreto-Lei n. 2.848 de 7 de dezembro de 1940;

Da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os Direitos Autorais;

Do Regimento Interno da Universidade Federal do Pará;

Da lei 12.527 de novembro de 2011, que trata da Lei de Acesso à Informação;

Da utilização da licença pública internacional *Creative Commons 4.0*;

Que plágio consiste na reprodução de obra alheia e submissão da mesma como trabalho próprio ou na inclusão, em trabalho próprio, de idéias, textos, tabelas ou ilustrações transcritos de obras de terceiros sem a devida e correta citação referencial.

Castanhal, 05/07/2024

Local e Data

Paulo Rodrigo Oliveira da Silva

Assinatura do(a) autor(a)

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação

<sup>2</sup> Trabalho de Conclusão de Especialização



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO E DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO EXCLUSIVA PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NO PORTAL INSTITUCIONAL DE ACESSO ABERTO DA UFPA**

1. **Tipo de documento:** ( ) TCC<sup>3</sup> ( ) TCCE<sup>4</sup> ( ) Dissertação ( ) Tese ( ) Artigo Científico ( ) Livro ( ) Capítulo de Livro ( ) Trabalho Apresentado em evento ( ) Outro: \_\_\_\_\_

**2. Informações sobre a obra:**

Autor(a): Paulo Rodrigo Oliveira da Silva

RG: 5831688 CPF: 013.651.312-38 E-mail: paulo.oliveira@icb.ufpa.br

Telefone: (91) 985543484 Programa: \_\_\_\_\_

Orientador(a): Stefano Juliano Tavares de Andrade Coorientador(a): \_\_\_\_\_

Título do documento: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE USOS DE INOCULANTES BIOLÓGICOS NAS ENSILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (Pennisetum purpureum) E MILHO (Zea mays)

Data da defesa: 05/07/2024 Área do Conhecimento (tabela do CNPq): Zootecnia

Área de Concentração (Se Tese ou Dissertação): \_\_\_\_\_

Linha de Pesquisa (Se Tese ou Dissertação): \_\_\_\_\_

Agência de Fomento (se houver): \_\_\_\_\_

**3. Informação de disponibilização do documento:**

Restrição para publicação: ( ) Com restrição\* (X) Sem restrição

Justificativa com restrição: \_\_\_\_\_

A partir de qual data esse documento poderá ser disponibilizado: 05/07/2024

**4. Permissões<sup>5</sup>**

Permite o uso comercial da obra? (X) Sim ( ) Não

Permite modificações na obra? (X) Sim ( ) Não

O documento está sujeito a patentes? ( ) Sim (X) Não

**5. T&D defendidas fora da instituição**

É Tese ou Dissertação defendida fora da UFPA? ( ) Sim (X) Não

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação supracitada, de acordo com a Lei nº 9.610/98, autorizo a Universidade Federal do Pará (UFPA), a disponibilizar sem ressarcimento dos direitos autorais, conforme permissões assinaladas acima, o documento em meio eletrônico, em formato digital, na Rede Mundial de Computadores e nas redes sociais, para fins de leitura, impressão ou download, a título de divulgação da produção científica gerada pela UFPA, a partir desta data.

Castanhal, 05/07/2024

Local e Data

Paulo Rodrigo Oliveira da Silva

Assinatura do(a) autor(a)

<sup>3</sup> Trabalho de Conclusão de Curso em Graduação

<sup>4</sup> Trabalho de Conclusão de Curso em Especialização

<sup>5</sup> Licença Creative Commons

\* Não será disponibilizado, somente após a data informada neste termo, se houver