

# 4º Congresso Latino-Americano de Casos de Open Innovation

11 A 15 | AGO

RIO DE JANEIRO

oiweek  
open innovation week  
LATAM

REALIZAÇÃO:



## ADITIVO PROMOTOR DE BARREIRA PARA FILME DE SILO TRINCHEIRA – INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL EM BARREIRA E PRESERVAÇÃO DE SILAGEM

Alexsandra Valério<sup>1</sup>; Roberta Campedelli <sup>2</sup>; Gilberto Falk<sup>3</sup>; Gabriel Nunes<sup>4</sup>; Gustavo Bazzano<sup>5</sup>

### RESUMO

A silagem é uma prática fundamental para garantir a alimentação animal durante os períodos de escassez de pasto, especialmente nas cadeias de produção de carne e leite. No entanto, a conservação ineficaz da silagem acarreta perdas significativas de matéria seca, com impacto direto na produtividade zootécnica, na sustentabilidade ambiental e no custo da produção agropecuária. Diante desse desafio, a TNS Nano e a Pacifil uniram expertises em tecnologia e extrusão de filmes plásticos para desenvolver um filme monomaterial (PE+PE+PE) com aditivo *foodgrade* promotor de barreira ao oxigênio e ação antimicrobiana. A solução apresenta elevado desempenho técnico, reciclabilidade total devido ser monomaterial e aplicação sem alteração do processo produtivo. O aditivo, é aprovado para contato com alimentos (conforme RDC da ANVISA), mostrou resultados expressivos em estudos de campo em diferentes regiões do Brasil: o silo com o filme aditivado reduziu em mais de 76% as perdas de matéria seca, em comparação com filmes multicamadas e multimateriais (PE+PA+PE) convencionais. O impacto da inovação vai além da conservação da forragem: promove eficiência no uso de recursos naturais, fortalece a segurança alimentar, reduz o passivo ambiental do plástico no campo e apresenta potencial de escalabilidade industrial. O case se consolida como um exemplo de sucesso de inovação aberta na indústria, a partir da cocriação entre empresas com competências complementares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Silagem; Filme Plástico; Sustentabilidade; Nanotecnologia; Inovação Aberta

NOME DO ATOR	PAPEL NO ECOSISTEMA
Alexsandra Valério	Startup
Roberta Campedelli	Startup
Gilberto Falk	Startup
Gabriel Nunes	Startup

<sup>1</sup> alexsandra.valerio@tnsnano.com

<sup>2</sup> roberta.campedelli@tnsnano.com

<sup>3</sup> gilberto.falk@tnsnano.com

<sup>4</sup> gabriel@tnsnano.com

<sup>5</sup> gustavo@pacifil.com.br

## 1. SITUAÇÃO PROBLEMA DE OPEN INNOVATION

A silagem, método de conservação de forragens sob ambiente anaeróbico, é um pilar essencial para garantir alimentação regular ao rebanho, sobretudo em períodos de escassez de pastagem. Sua importância estratégica cresce em função das mudanças climáticas, da intensificação da pecuária e da demanda por proteína animal de qualidade. Contudo, o processo de ensilagem apresenta desafios técnicos críticos, especialmente no que tange à preservação da matéria seca.

As perdas de matéria seca (MS) durante a armazenagem da silagem podem atingir até 40% em casos extremos. Tais perdas são causadas, em grande parte, pela entrada de oxigênio nos silos trincheiras, o que favorece a deterioração aeróbia e a fermentação secundária. Essa deterioração compromete o valor nutricional do alimento, reduz a produtividade zootécnica e representa um desperdício significativo de insumos agrícolas, como sementes, fertilizantes, água e energia.

No mercado atual, a principal alternativa tecnológica são os filmes plásticos multicamadas com barreiras de EVOH e poliamida, que oferecem proteção contra a penetração de oxigênio. No entanto, essas soluções, embora tecnicamente eficientes, apresentam duas limitações críticas: alto custo e impossibilidade de reciclagem. A mistura de diferentes resinas inviabiliza o reaproveitamento do material após o uso, tornando-o um passivo ambiental, especialmente em zonas rurais com infraestrutura limitada para logística reversa.

Este cenário apresentou uma clara demanda por inovação: desenvolver uma solução capaz de aliar desempenho técnico, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental. A ausência de uma tecnologia de barreira reciclável para filmes agrícolas representava um gap significativo no setor. Para suprir essa lacuna, a TNS Nano e a Pacifil estabeleceram uma colaboração estratégica pautada nos princípios da inovação aberta. A união das competências em tecnologia de novos materiais e extrusão de filmes plásticos deu início ao desenvolvimento de uma solução inédita para o agronegócio, focada em performance, simplicidade e circularidade.

## 2. INTERVENÇÃO

A intervenção proposta consistiu na criação de um novo material plástico para cobertura de silos trincheira: um filme monomaterial aditivado com uma solução tecnológica promotora de barreira ao oxigênio, criada pela TNS Nano. A principal inovação está na incorporação de um aditivo de barreira diretamente em uma única resina, sem necessidade de misturas complexas entre polímeros incompatíveis.

O aditivo TNS é um material funcional, de alta eficiência a baixas concentrações, que atende a RDC da ANVISA para contato com alimentos, de fácil aplicação na linha de extrusão da Pacifil. Não houve necessidade de alteração no processo produtivo, o que garantiu

agilidade, baixo custo de implementação e escalabilidade industrial. Esse aspecto foi fundamental para viabilizar a adoção da tecnologia pelo mercado de forma rápida e segura.

O filme resultante é 100% reciclável, mantendo todas as propriedades mecânicas exigidas para uso agrícola. O diferencial da solução não está apenas na sustentabilidade, mas também na performance superior: a nanotecnologia atua na estrutura do material criando uma barreira ativa contra a entrada de oxigênio, com desempenho até três vezes superior às barreiras convencionais.

Para validar tecnicamente o produto, foi conduzido um estudo de campo no município de Dois Irmãos – RS, em parceria com o laboratório Unianálises. Foram montados dois silos trincheira idênticos, com 100 toneladas de milho forrageiro. Um deles recebeu filme convencional multicamadas, enquanto o outro utilizou o filme com aditivo TNS. As coletas foram realizadas em três momentos distintos (D0, D60 e D90), com posterior análise laboratorial segundo critérios bromatológicos.

Esse método comparativo permitiu avaliar com rigor os impactos da nova tecnologia no processo de ensilagem. Além da conservação da matéria seca, foram observadas variáveis como estabilidade térmica, manutenção das propriedades organolépticas da silagem e integridade estrutural do filme ao longo do tempo.

### **3. RESULTADOS**

Os dados obtidos nos testes de campo foram expressivos e validaram a eficácia da intervenção. O silo com filme multicamadas convencional apresentou perda de 34,6% de matéria seca ao final de 90 dias. Em contrapartida, o silo coberto com o filme aditivado com tecnologia TNS apresentou perda de apenas 8,12% — uma redução de mais de 76%.

Essa melhoria teve reflexo direto na produtividade. Estimativas baseadas nos dados de conservação indicam aumento de até 40% na produção de proteína animal e 35% na produção de leite, comparado ao silo controle. Além disso, a menor perda reduz significativamente a necessidade de suplementação alimentar, o que representa economia direta para o produtor rural.

Do ponto de vista ambiental, a conservação da matéria seca representa menor desperdício de insumos e maior eficiência no uso de recursos naturais. Cada tonelada de silagem preservada evita desperdício de água, solo, energia e transporte. Soma-se a isso a reciclabilidade do filme monocamada, que elimina o problema do passivo ambiental gerado pelos filmes multicamadas não recicláveis.

No aspecto industrial, a solução demonstrou excelente compatibilidade com o processo produtivo da Pacifil, com ótima estabilidade térmica, resistência mecânica e desempenho operacional. Esses fatores favoreceram a adoção imediata da tecnologia, inclusive por outros clientes do setor agropecuário que demandam soluções sustentáveis e inovadoras.

Comercialmente, a solução gerou forte apelo no mercado. A proposta de valor clara — menor perda, maior produtividade, sustentabilidade e custo acessível — tornou o produto altamente atrativo para produtores, cooperativas e empresas de insumos agroindustriais. A

escalabilidade da tecnologia também favorece sua aplicação em outras culturas, como cana, sorgo e feno, ampliando o campo de atuação da inovação.

#### 4. CONTRIBUIÇÕES

O projeto desenvolvido pela TNS Nano e Pacifil apresenta contribuições significativas em cinco dimensões: econômica, social, ambiental, tecnológica e gerencial.

- **Econômica:**

A principal contribuição econômica é a redução expressiva de perdas durante o processo de ensilagem, que impacta diretamente na rentabilidade das propriedades rurais. A menor necessidade de reposição de insumos e de suplementação animal gera economia e previsibilidade ao produtor. Além disso, o filme reciclável possui custo competitivo, o que amplia o acesso à tecnologia mesmo para pequenos produtores.

- **Social:**

Ao garantir maior estabilidade na alimentação animal, o projeto contribui com a segurança alimentar e a qualidade da proteína de origem animal disponível no mercado. A solução também fortalece a cadeia do agronegócio local, promovendo inovação e capacitação técnica entre fornecedores, distribuidores e agricultores.

- **Ambiental:**

A inovação substitui os filmes multicamadas — que geram resíduos de difícil destinação — por filmes recicláveis. Isso reduz significativamente o volume de plástico descartado no ambiente, especialmente em regiões rurais sem infraestrutura de coleta seletiva. Além disso, a maior conservação da silagem diminui o desperdício de recursos naturais como água e solo, alinhando-se a práticas de agricultura regenerativa.

- **Tecnológica:**

O aditivo representa uma inovação nacional de base nanotecnológica, com potencial de aplicação em diversos tipos de filmes agrícolas. Seu caráter funcional, atóxico e de fácil incorporação industrial o posiciona como uma plataforma tecnológica versátil. A aplicação em silos trincheira foi apenas o primeiro passo de uma linha de desenvolvimento mais ampla em materiais inteligentes para o campo. A contribuição tecnológica do projeto é evidenciada pelo desenvolvimento de uma solução inédita, cuja a originalidade resultou no depósito da patente **BR 102023024946-9 A2 – “Cobertura para ensilagem com propriedade de barreira ao oxigênio, antimicrobiana e anti-UV aditivada com frita de vidro”**, garantindo proteção da propriedade intelectual e reforçando o caráter inovador do projeto.

- **Gerencial:**

O projeto é um case claro de inovação aberta, com envolvimento de múltiplos atores, cocriação, prototipagem ágil e validação em ambiente real. A experiência serviu como modelo para outras colaborações futuras da TNS, consolidando um framework replicável de inovação entre indústrias com competências complementares.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à equipe técnica da Pacifil, ao laboratório Unianálises pela realização das análises laboratoriais, e aos times de desenvolvimento da TNS Nano que colaboraram desde a formulação do aditivo até a validação de campo da solução. Ao CNPq pelo bolsa de pesquisa no projeto RHAE 2021 (424381/2021-4).

## **REFERÊNCIAS**

- ANTUNES, L. A. S. et al. Reciclagem de materiais poliméricos: desafios e perspectivas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 29, n. 2, p. e2019024, 2019.
- BRODY, Aaron L. Packaging materials and uses: barriers to oxygen. *Packaging Technology and Science*, v. 5, n. 1, p. 5-11, 1992.
- CHESBROUGH, Henry William. *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
- JOBIM, Clóves Cabreira et al. Silagem no Brasil: produção e qualidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, suplemento especial, p. 31-44, 2007.
- NEUMANN, M. et al. Avaliação das perdas de matéria seca em silagens de milho com diferentes tipos de vedação. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 31, n. 1, p. 65-70, jan./mar. 2009.
- RIGOTTO, R. M. et al. Impactos ambientais do uso de plásticos na agricultura. *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, v. 42, p. 111-120, 2011.
- VIEIRA, M. G. A. et al. Materiais poliméricos biodegradáveis: uma alternativa para redução dos resíduos sólidos. *Química Nova*, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 526-538, 2011.
- ZAWISLAK, Paulo Antonio et al. Inovação aberta: cooperação tecnológica como fonte de competitividade. *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, v. 13, n. especial, p. 105-129, 2009.