

III Encontro Multidisciplinar em Ciência e Engenharia de Materiais  
01 a 04 de Setembro de 2024  
Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé/RS, Brasil

## EL EMPLEO DE PELLETS DE LANA COMO FERTILIZANTE NATURAL: UNA SOLUCIÓN VINCULADA A LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y A LA SOSTENIBILIDAD

RODRÍGUEZ, Mónica<sup>1</sup>, GARCÍA, Melody<sup>1</sup>, SCHUSTER<sup>1</sup>, Jean, PAVAN, Flavio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC), Laboratorio de Ingeniería y Ciencias de los Materiales y Laboratorio de Manufactura por Control Numérico.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pampa (Unipampa), campus Bagé, Laboratorio de Química.

E-mail para contacto: [monica.rodriguez@utec.edu.uy](mailto:monica.rodriguez@utec.edu.uy)

**RESUMEN** – Uruguay ha sido históricamente líder en la industria lanera, siendo el tercer mayor exportador mundial en 2021. Sin embargo, la demanda de lanas de finura mediana y gruesa ha disminuido significativamente, resultando en un exceso de stock de más de 40 millones de kilos. Este proyecto busca revalorizar la lana en desuso transformándola en pellets que funcionen como fertilizantes naturales. Financiado por la Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC) a través de la Dirección de Investigación y Desarrollo, el proyecto incluye la adaptación de un dispositivo para peletizar lana y la caracterización de las fibras empleando diversas técnicas como microscopía electrónica de barrido, a efectos de considerar la lana como potencial fertilizante de suelos. La colaboración con instituciones académicas y del sector productivo es fundamental, y se espera que los resultados mejoren las prácticas agrícolas y promuevan la sostenibilidad ambiental y ecológica, a través de la innovación social, en los procesos de transferencia tecnológica.

### 1 INTRODUCCIÓN

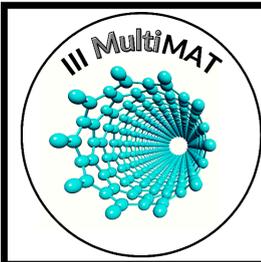
Uruguay se ha destacado por su actividad lanera a nivel mundial, posicionándose como el tercer mayor exportador, con exportaciones valoradas en aproximadamente US\$ 170 millones en ese año, donde la lana sucia y lavada abarcó el 42% de las ventas al exterior del país<sup>1</sup>. Sin embargo, en los últimos años, la industria lanera uruguaya ha enfrentado una significativa reducción en la demanda de lanas de finura superior a 22 micras, conocidas como lanas de finura mediana y gruesa. Sobre el primer semestre de 2023 se tienen datos que indican que las exportaciones de subproductos de lana disminuyeron en promedio un 22%, siendo un 20% de ese valor correspondiente a lana sucia y un 38% a lana lavada. Esto ha llevado a la acumulación de más de 40 millones de kilos de lana en stock, de los cuales se estima que un 65% tiene una finura mayor a 25 micras<sup>2</sup>.

Este proyecto surge como una respuesta a la problemática planteada, proponiendo la revalorización de un recurso en desuso a través de su análisis en el ámbito de la ciencia de materiales y la ingeniería mecánica (Zanovello, 2019). La investigación se centra en la transformación de la lana de descarte en pellets de lana que tomen la función de un fertilizante natural, obtenida de ganaderos locales, previa caracterización de las fibras. El proyecto viene siendo financiado con una Beca de Iniciación a la Investigación, de la Dirección de I+D de la

---

<sup>1</sup> <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/centro-informacion/articulo/sector-lanero/>

<sup>2</sup> <https://acortar.link/9dRZTJ>



Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC). Se trata de un proyecto de extensión y desarrollo tecnológico que profundiza entre ciencia aplicada y ciencia pura (de Vedia, 2016).

Para alcanzar los objetivos, por un lado, se requiere la adaptación de un dispositivo electromecánico de forma que este sea capaz de peletizar lana, mientras que por otro, siendo este un aspecto fundamental del proyecto, se hace necesaria la caracterización química de la lana, con énfasis en la evaluación de sus niveles de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), elementos esenciales en la formulación de fertilizantes (Jiang, 2024). Estos análisis deben realizarse en lanas que provengan de distintas especies de oveja, considerando el micronaje de la lana. Esto servirá para determinar la viabilidad y eficacia de los pellets de lana como fertilizantes de liberación lenta. Además de mejorar la calidad del suelo, los pellets de lana como fertilizantes naturales podrían reducir el uso de productos químicos sintéticos y promover prácticas agrícolas más sustentables.

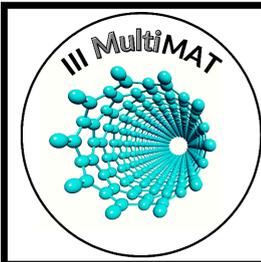
## **2 METODOLOGÍA**

El proyecto tiene como objetivo principal desarrollar pellets a partir de lana de finura superior a 25 micras, estableciendo una conexión entre el sector académico y el productivo. Este enfoque busca ofrecer una solución sostenible para la acumulación de lana sin demanda comercial; como es el caso de parte de la lana que se observa en la Figura 1. Los objetivos específicos incluyen caracterizar la lana en términos de micronaje y nutrientes (NPK), comparar estos parámetros con los fertilizantes comerciales, y diseñar un prototipo de dispositivo electromecánico para peletizar la lana, considerando los cambios químicos que puedan surgir en el proceso.

Figura 1: Lana sucia proveniente de ganaderos locales, Bagé.



Las técnicas empleadas en el proyecto incluyen la revisión bibliográfica sobre el uso de lana para la fabricación de pellets y la búsqueda de artículos científicos relevantes; ensayos de microscopía para analizar los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en las muestras de lana; y el análisis de micronaje para evaluar el diámetro de las fibras. Además, se realizó la evaluación de la capacidad de absorción de la lana; el diseño y adaptación de un dispositivo electromecánico para convertir la lana en pellets, así como pruebas y ajustes del prototipo para asegurar su efectividad. Se planifica emplear un software de diseño y análisis para el desarrollo de prototipos y la detección de puntos críticos. También se aplicó la microscopía para la observación detallada de la microestructura de la lana, y la detección de compuestos NPK en lana antes de la peletización en relación con fertilizantes comerciales. Finalmente, se



**III Encontro Multidisciplinar em Ciência e Engenharia de Materiais  
01 a 04 de Setembro de 2024  
Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé/RS, Brasil**

contó con colaboraciones institucionales que integraron recursos, conocimientos y laboratorios para el desarrollo del prototipo.

La lana fue recolectada en Rivera y es proveniente de la raza Corriedale, abarcando una variedad de finuras y estados, tratándose de lana sucia (García, 2000). Las muestras fueron cortadas y preparadas para análisis y procesamiento en un molinillo, donde se aprovechó la lanolina natural de la lana como aglutinante, para posterior observación de la lana con microscopio electrónico de barrido (MEV), como ejemplifica la Figura 2.

Figura 2: Observación microscópica y caracterización de fibras de lana con MEV.



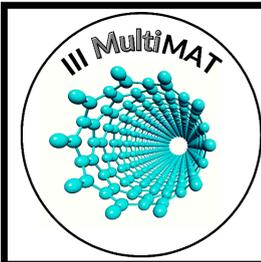
### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto actualmente se encuentra en su fase de desarrollo, y se han establecido contactos con entidades clave de diferentes países para asegurar el apoyo necesario y promover la cooperación internacional con Unipampa Bagé, realizando dos visitas de campo al Taller de Mujeres Rurales del Valle del Lunarejo, como muestra la Figura 3, de donde se obtuvieron muestras de lana sucia y de descarte para su procesamiento.

Asimismo, se mantuvieron encuentros con mujeres artesanas y tejedoras de la Región Bioma Pampa en la Universidad Federal do Pampa a fin de evaluar el impacto en la reutilización de lana de la especie Corriedale, en este caso para la fabricación de pellets.

Figura 3: Trabajo con lana sucia de descarte en el Taller Flordelana de Mujeres Rurales (Valle del Lunarejo, Rivera).





**III Encontro Multidisciplinar em Ciência e Engenharia de Materiais  
01 a 04 de Setembro de 2024  
Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé/RS, Brasil**

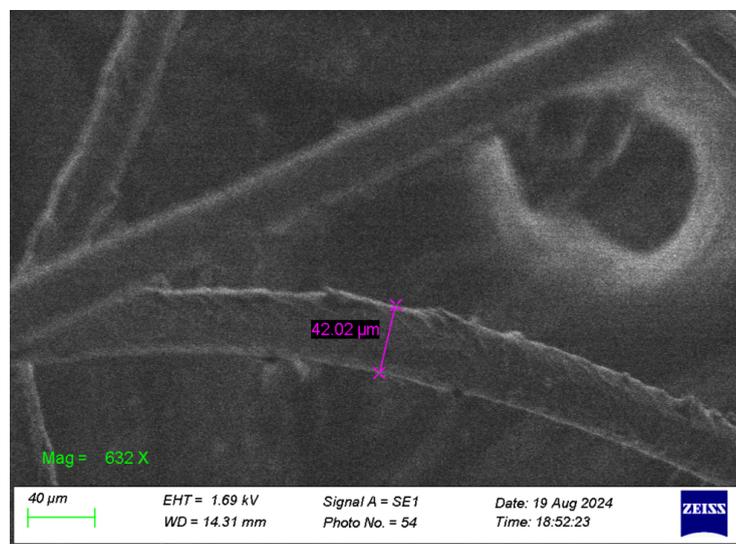
Los resultados esperados del proyecto incluyen las posibilidades de mejorar la calidad del suelo, reduciendo la necesidad de fertilizantes sintéticos y promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles. Además, el análisis químico de la lana, debería confirmar la viabilidad de la lana como material fertilizante, ofreciendo una solución innovadora para la acumulación de lana sin demanda comercial. La determinación de los porcentajes de NPK se encuentra en andamiento.

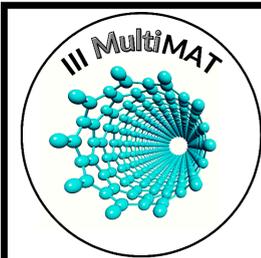
El procesamiento de la lana utilizando el molino del Laboratorio de Ingeniería y Ciencias de los Materiales permitió aglutinar y preparar las muestras para la caracterización realizada con el MEV, en la Figura 4 se muestra la lana molida. Se trata de una lana gruesa, con fibras que oscilan las 42.02 micras, este tamaño se observó a través del MEV como muestra la Figura 5. Este valor de finura incide en las propiedades mecánicas y funcionales de la lana, influyendo en su capacidad de absorción, resistencia y durabilidad, lo cual es importante para determinar su idoneidad en la fabricación de pellets.

Figura 4: Muestras de lana extraídas del molino de laboratorio.



Figura 5: Determinación del espesor de la fibra de lana con MEV.





**III Encontro Multidisciplinar em Ciência e Engenharia de Materiais  
01 a 04 de Setembro de 2024  
Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé/RS, Brasil**

#### **4 CONCLUSIÓN**

El proyecto ha demostrado la viabilidad de transformar lana de finura superior a 25 micras en pellets efectivos para su uso como fertilizantes naturales. Los pellets podrían lograr un buen desempeño en la liberación lenta de nutrientes esenciales como Nitrógeno, Fósforo y Potasio, mejorando la calidad del suelo y reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles. La adaptación del prototipo de dispositivo electromecánico para peletizar la lana se encuentra en el proceso de diseño. Esta innovación no solo ofrece una solución útil para la reutilización de lana que de otro modo habría permanecido en stock para desecho, sino que también resalta el potencial para mejorar la sostenibilidad en el manejo de recursos agrícolas, desarrollando metodologías innovadoras en el contexto de la Región Bioma Pampa.

La colaboración establecida con diversas instituciones académicas y del sector productivo sugiere un alto potencial para lograr un impacto significativo en el ámbito de la investigación y la innovación, mejorando las prácticas actuales y contribuyendo al desarrollo socioeconómico de las comunidades involucradas. El proyecto ha comenzado a sentar las bases para el fortalecimiento de capacidades tanto en los participantes directos como en las instituciones colaboradoras, fomentando un intercambio de conocimientos y experiencias que beneficiará a todas las partes involucradas.

A pesar de estar en una fase temprana, el proyecto muestra un progreso prometedor en la transferencia de tecnología y la implementación de nuevas metodologías que pueden transformar las prácticas productivas y educativas en los sectores relevantes. La cooperación con instituciones de diferentes países resalta la importancia de un enfoque internacional y multidisciplinario para abordar los desafíos actuales en I+D+i.

#### **5 AGRADECIMIENTOS**

Al profesor Flávio Pavan de Unipampa Bagé por ponerse a disposición para colaborar con la caracterización de lanas; a la Dirección de Investigación y Desarrollo de UTEC por haber brindado una Beca de Iniciación a la Investigación para desarrollar y financiar este proyecto; a las mujeres integrantes del grupo Flordelana por habernos recibido en su taller y brindarnos muestras de lana sucia para trabajar; y a mis tutores Melody García y Jean Schuster por ser mis referentes y apoyo en las áreas de Ciencia de Materiales y Mecánica respectivamente.

#### **6 REFERENCIAS**

- DE VEDIA, L. **Introducción a la filosofía de la ciencia y la tecnología**. Eudeba. 2016
- GARCÍA, D. **Cómo debe ser el corriedale**. Ingresado: 26 mar. 2024.
- JIANG, K. et al. **Effects of N, P, K Nutrition Levels on the Growth, Flowering Attributes and Functional Components in Chrysanthemum morifolium**. Horticulturae 2024, 10, 226.
- ZANOVELLO, L y CARDOSO, M. **Utilización de lana de oveja de bajo valor como aislante térmico en la patagonia, Argentina**. Energías Renovables y Medio Ambiente 44, págs. 49-57. 2019.