



**HOMINEM ET  
AGRUM**

**AÑO 2023  
VOL 1  
Nº2**

**FORJANDO FUTUROS SOSTENIBLES**  
Proyectos de servicio comunitario de la UNALM la convierten en agente de cambio

Con métodos ecoamigables  
**OBTIENEN NANOCRISTALES DE ALMIDÓN**  
a partir de papas nativas amargas

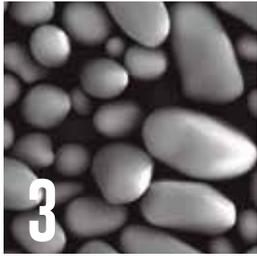
**PERÚ-HUB:** Proyecto de la UNALM trabaja para llevar innovación sostenible a la Amazonía Peruana

**MODELACIÓN DE  
EVENTOS  
HIDROLÓGICOS  
EXTREMOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
**LA MOLINA**

# ÍNDICE



3

Con métodos ecoamigables obtienen nanocristales de almidón a partir de papas nativas amargas



14

Quinoa:  
Alimento del futuro



5

Laboratorio de Recursos Hídricos de la UNALM contribuye a la investigación y gestión del agua



18

Sistemas Biofloc con aplicación de energía mixta, maximizan el cultivo sostenible de tilapia "GMT"



7

Modelación de eventos hidrológicos extremos permite tomar decisiones sobre la gestión integral del recurso hídrico



22

Concentrado de proteína de pota contribuirá en la lucha contra la desnutrición infantil

2



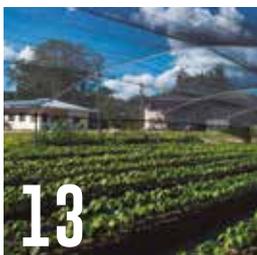
9

El CIER y su contribución a la agricultura: Optimizando el uso del agua en la agricultura peruana



24

Macroalgas verdes son una alternativa bactericida para el camarón *Penaeus vannamei*



13

PERÚ-HUB: Proyecto de la UNALM y USAID trabaja para llevar innovación sostenible a la Amazonía Peruana



27

Forjando futuros sostenibles: Proyectos de servicio comunitario de la UNALM la convierten en agente de cambio

## HOMINEM ET AGRUM

Año 1, número 2 / Octubre 2023

### Editor

Dr. Edwin Mellisho Salas

### Comité editorial

Mg. Sc. Flavio Lozano Isla

Mg. Sc. Erick Rosales Asto

Dra. Fabiola Olivares Ponce

Dra. Maria Isabel Manta Nolasco

### Asistente Editorial

Mg. Sc. Marilyn Buendía Molina

Lic. Diego Fabian Chumpe

### Fotografía: UNALM

Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

Todos los derechos reservados

Edición: Ana Cecilia Vidal,

PERSPEKTIVA Marketing y Comunicación

Diseño y diagramación: Ursula Nuñez,

PERSPEKTIVA Marketing y Comunicación

Teléfono: +51 1 614 7800 Ax. 663

Correo: hominem.et.agrum@lamolina.edu.pe

### Autoridades UNALM

Dr. Américo Guevara Pérez,  
Rector

Ph.D. Héctor Enrique Gonzales Mora,

Vicerrector Académico

Dra. Patricia Liliana Gil Kodaka,

Vicerrectora de Investigación

### Publicación semestral

Todos los Derechos reservados

© 2023 Universidad Nacional Agraria La Molina

Av. La Molina S/N - La Molina, Lima - Perú

# Con métodos ecoamigables

## Obtienen nanocristales de almidón a partir de papas nativas amargas

Mg. Sc. Patricia Martínez | pmartinezt@lamolina.edu.pe

Dra. Carmen Velezmoro | cevs@lamolina.edu.pe

Grupo de Investigación de Propiedades de Biopolímeros y Aplicaciones, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina S/N, La Molina, C.P. 12056, Lima, Perú.

! Papas nativas amargas y tuntas son fuente potencial de almidón.

! Nanocristales son obtenidos del almidón mediante un método eco-amigable.

La acumulación de plástico en el ecosistema, principalmente marino, representa un problema ambiental debido a su acumulación y al tiempo que demora en degradarse, que es entre 100 y 1000 años. Por consiguiente, se buscan nuevos materiales como los nanocristales de almidón para ser empleados en la industria.

La presente investigación se desarrolló en el marco del proyecto "Obtención y caracterización de nanocristales de almidón a partir de papas amargas y de Tunta, empleando métodos amigables con el ambiente" con fondos de FONDECYT-CONCYTEC, según Convenio N° 153.-2017-FONDECYT. Siendo la UNALM la entidad ejecutora y como líder del proyecto, la Mg. Sc. Patricia Martínez, docente de la UNALM.

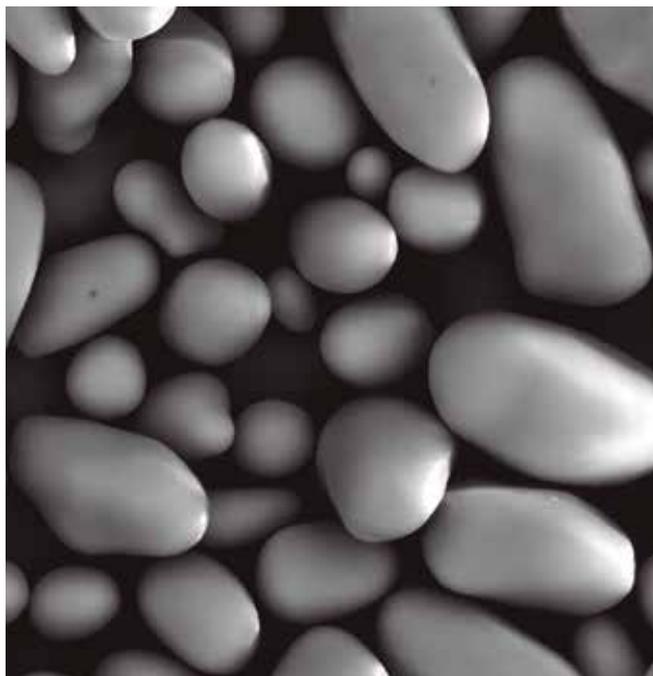


Figura 1. Gránulos de almidón observados mediante microscopía electrónica de barrido.

En el Perú hay una gran variedad de papas nativas, entre las cuales se encuentran las papas amargas (cultivadas a más de 3500 m.s.n.m.), que no son adecuadas para el consumo directo del poblador local, y se destinan a la elaboración de tunta o chuño blanco. Para ello, se aprovechan las condiciones geográficas y el clima de la zona altoandina, en cierta época del año, que favorecen los procesos de congelación-descongelación y el secado natural. Se trata de un proceso ancestral y artesanal que fue realizado por los antiguos peruanos, y que se ha conservado a lo largo de los años.

La tunta es un producto que se consume y comercializa en la zona altoandina, y se caracteriza por su prolongado tiempo de conservación. Además, es una fuente no convencional de almidón que le confiere un mayor valor agregado al cultivo de las papas nativas amargas (Martínez et al., 2022).

El almidón es un polisacárido natural compuesto por moléculas de glucosa que están alineadas (amilosa) y ramificadas (amilopectina). Se obtienen de diversas fuentes vegetales, tales como raíces, tubérculos, cereales, pseudocereales y otras fuentes no convencionales. Debido a su bajo costo, renovable y biodegradable, es una fuente potencial para reemplazar los materiales poliméricos a base de petróleo en varias industrias, incluidas las alimentarias y farmacéuticas tradicionales. Los nanomateriales (nanocristales y nanopartículas) se obtienen del almidón mediante tratamientos físicos o químicos. Los nanocristales de almidón (NCA) se obtienen mediante hidrólisis ácida o enzimática, y las nanopartículas (NPA) a través de la regeneración o tratamiento mecánico (Quian et al., 2020). Los nanomateriales tienen un diámetro entre 1 y 100 nm; aunque algunos investigadores consideran que el tamaño máximo es hasta de 400 nm. Los NCA pueden utilizarse para elaborar emulsiones alimentarias de tipo Pickering, por ser amigables con el ambiente, no alergénicos y calificados como GRAS (generalmente reconocido como seguro, acrónimo en inglés). En la industria de películas elaboradas a base de materiales poliméricos, los NCA son utilizados como materiales de refuerzo de relleno para mejorar su resistencia mecánica y servir de barrera a los gases que puedan atravesarla.

En este estudio se extrajo el almidón (Figura 1) de tres variedades de papa nativa amarga y de sus respectivas tuntas: Ocucuri negra, Cuchi jipilla y Pala, provenientes de la localidad de llave (región Puno) (Martínez et al., 2022). El almidón fue extraído con agua potable, a escala piloto. Los almidones obtenidos de las tuntas fueron diferentes a los almidones de las papas amargas, en cuanto a sus propiedades funcionales. Sin embargo, fueron similares en sus propiedades fisicoquímicas y estructurales. Así, los almidones de papa amarga y de tunta fueron hidrolizados para obtener micro y nanocristales (Figura 1).

Los microcristales de almidón (MCA) fueron obtenidos mediante hidrólisis con un ácido inorgánico. El almidón utilizado fue el obtenido de las papas amargas y de las tuntas de las variedades Ocururi negra y Cuchi Jipilla, respectivamente, debido a su menor contenido de amilosa.

La hidrólisis del almidón se realizó con una solución de ácido de baja concentración, por no más de 10 días. Se obtuvieron microcristales con tamaños de partícula entre 0.55 y 1.13  $\mu\text{m}$ , aunque no se encontraron diferencias entre los MCA procedentes del almidón de la papa amarga y de la tunta. Sin embargo, se mejoraron las capacidades de absorción de agua y de aceite; mientras que las propiedades morfológicas podrían ser interesantes para su uso en emulsiones (Márquez, 2022), pues los gránulos de

almidón nativo generalmente tienen tamaños entre 1 y 100  $\mu\text{m}$ ; por lo que forman emulsiones inestables.

En la gran mayoría de investigaciones, para obtener los NCA, hidrolizan el almidón con soluciones de sustancias químicas que podrían contaminar el medio ambiente. Sin embargo, en este estudio se reemplazó dicha sustancia por otra ecoamigable, tendencia que se está adoptando en la actualidad. Es decir, se obtuvieron NCA utilizando ácidos orgánicos, que mostraron tamaños en el rango de 200 a 399 nm y valores medios de cristalinidad de hasta 26%. Aunque los NCA de menor tamaño se obtuvieron a partir de almidones de Tunta, tenían tamaños menores. El proceso desarrollado ha sido catalogado como viable para la presentación de una patente, que se encuentra en trámite.



Figura 2. Obtención de micro y nanocristales a partir de almidones de papa amarga y Tunta.

## REFERENCIAS

Márquez, A. (2022). Efecto de la hidrólisis ácida sobre las propiedades de los almidones obtenidos de dos variedades de papa amarga y tunta. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. 82 pp. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5445>

Martínez, P., Betalleluz-Pallardel, I., Cuba, A., Peña, F., Cervantes-Uc, J. M., Uribe-Calderón, J. A., & Velezmore, C. (2022). Effects of natural freeze-thaw treatment on structural, functional, and rheological characteristics of starches isolated from three bitter potato cultivars from the Andean region. *Food Hydrocolloids*, 132, 107860. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107860>

Qian, X., Lu, Y., Ge, L., Yin, S., & Wu, D. (2020). Starch nanocrystals as the particle emulsifier to stabilize caprylic/capric triglycerides-in-water emulsions. *Carbohydrate polymers*, 245, 116561. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116561>



**Mg. Sc. Erick Rosales**

Jefe del Laboratorio de Recursos Hídricos  
erosales@lamolina.edu.pe

**Dr. Eduardo Chávarri**

Jefe del área de Hidrología del Departamento de Recursos Hídricos  
echavarri@lamolina.edu.pe

## Laboratorio de Recursos Hídricos de la UNALM contribuye a la investigación y gestión del agua

- Utiliza técnicas isotópicas para determinar el origen del agua.
- Aplica la hidrología isotópica, para realizar un seguimiento detallado de la trayectoria del agua.
- Mantiene colaboración estratégica con la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna (UNJBG), la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y con el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

Las “huellas isotópicas del agua” son las firmas únicas de isótopos de hidrógeno y oxígeno en las moléculas de agua que proporcionan información valiosa sobre el origen, el movimiento y la historia del agua en la naturaleza. En el Laboratorio de Recursos Hídricos, la pregunta fundamental de dónde procede el agua que abastece a los ríos, acuíferos, lagunas y plantas.

El tema es crucial, ya que una planta puede obtener agua de diversas fuentes, incluso en pequeñas proporciones. Estas fuentes pueden incluir el agua atmosférica, fuentes superficiales como ríos, o fuentes subterráneas, entre otras. Por ejemplo, si tomamos una muestra y determinamos que el agua proviene de una fuente subterránea, pero sabemos que esa fuente está disminuyendo su nivel o enfrenta problemas de sobreexplotación, entonces es importante considerar alternativas para abastecerla de agua proveniente de otras fuentes más sostenibles. En áreas como el Chira, en Piura, determinar si el flujo base proviene de recarga o acuíferos es desafiante, pero existen técnicas modernas que ayudan a obtener respuestas precisas. Los estudios toman entre un año y un año y medio, y son fundamentales para gestionar eficientemente nuestros recursos hídricos.

**¿CUÁL ES LA VISIÓN Y LOS OBJETIVOS FUNDAMENTALES DEL LABORATORIO EN CUANTO A INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EN EL CAMPO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS?**

**Nuestra visión** es convertirnos en un referente destacado en el ámbito de la hidrología e hidráulica, cumpliendo con los estándares internacionales como ISO 14046 - Gestión Ambiental - Huella Hídrica (ayuda a evaluar el uso sostenible del agua y su impacto ambiental), ISO 5725 - Precisión (veracidad y precisión) de los resultados y métodos de medición, entre otros. Los objetivos abarcan áreas clave, que incluyen la educación, la investigación y un compromiso con la responsabilidad social. En el ámbito de la investigación, contamos con equipos especializados, como los utilizados en el estudio de la hidrología isotópica. **Nuestra misión** es avanzar en el conocimiento y la tecnología relacionados con los recursos hídricos mientras contribuimos a la formación y el compromiso social.

**¿CUÁLES SON LOS REQUISITOS FUNDAMENTALES QUE DEBEN CUMPLIRSE PARA LLEVAR A CABO INVESTIGACIONES EN EL CAMPO DE LA HIDROLOGÍA ISOTÓPICA, Y CUÁL ES EL PAPEL DE LOS ESTÁNDARES DE LA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA EN ESTE PROCESO?**

Para llevar a cabo investigaciones en el campo de la hidrología isotópica, es fundamental contar con ciertos requisitos clave. Uno de los elementos esenciales es disponer de estándares de referencia proporcionados por la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA). Estos estándares son utilizados para calibrar instrumentos y garantizar la precisión de las mediciones isotópicas. En el contexto de la hidrología isotópica, se suelen requerir entre 5 y 10 estándares específicos. Además, es importante mencionar que, en algunos casos, los laboratorios también pueden considerar la posibilidad de desarrollar sus propios estándares internos como parte de su proceso de investigación y control de calidad.



**Figura 1.** Estándares VSMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water).

## ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES DESAFÍOS QUE ENFRENTA EL LABORATORIO DE RECURSOS HÍDRICOS DE LA UNALM EN LO QUE RESPECTA A INVESTIGACIÓN, DESARROLLO, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN EL CAMPO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS?

El Laboratorio de Recursos Hídricos de la UNALM enfrenta desafíos significativos en cuanto a la investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento en el campo de los recursos hídricos. Estos desafíos incluyen la necesidad de adoptar tecnologías avanzadas, promover la sostenibilidad en la gestión del agua, fomentar la colaboración interdisciplinaria, facilitar la transferencia de tecnología a aplicaciones prácticas, garantizar la financiación de proyectos, ofrecer formación continua, comunicar eficazmente los resultados de la investigación, estimular el espíritu emprendedor, cumplir con regulaciones y normativas, y buscar colaboraciones globales para abordar problemas hídricos a nivel internacional. Superar estos desafíos es esencial para avanzar en la gestión sostenible de los recursos hídricos y contribuir a resolver los problemas relacionados con el agua.

## ¿CUÁLES SON LOS PROYECTOS MÁS RECIENTES EN LOS QUE HA TRABAJADO EL LABORATORIO?

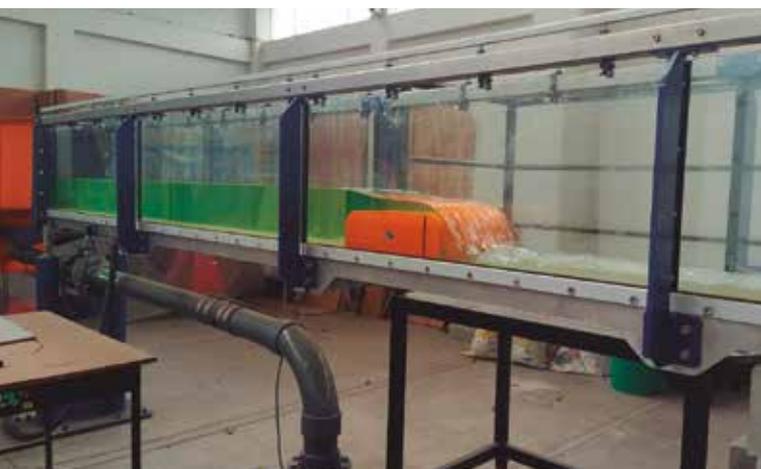
A través del convenio UNALM-UNJBG de Tacna accedemos a fondos para investigaciones, aprovechando el canon minero de la UNJBG. Hemos analizado el acuífero Caplina en busca de su recarga debido a la sobreexplotación. Usamos técnicas isotópicas, tomando muestras de diversas fuentes, como glaciares, ríos, lagunas y manantiales, buscando similitudes en las firmas isotópicas.

**6** Apoyamos a la Autoridad Nacional del Agua en el Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos (PMGRH) al evaluar la precisión de los equipos de medición de caudales implementados a nivel nacional.

Actualmente, con el equipo de destilación criogénica donado, tenemos la capacidad de extraer muestras de tejido vegetal, es decir, obtener la savia de las plantas para analizarla y determinar el origen del agua. Además, hemos adquirido la capacidad de extraer agua del suelo bajo una presión significativa y someterla a análisis isotópicos. Estos avances nos permiten realizar investigaciones más detalladas. En este sentido, estamos desarrollando una investigación en la irrigación La Yarada (Tacna), obteniendo muestras de suelo y tejido vegetal de olivo, que están siendo analizadas en nuestro laboratorio de isotopía. Como laboratorio buscamos socios estratégicos para realizar investigación y algunos proyectos.

## EQUIPOS

Los equipos con los que cuenta el Laboratorio de Recursos Hídricos son utilizados por los cursos a nivel de pregrado y posgrado en las áreas de mecánica de fluidos, hidráulica, sistemas de riego presión e hidrología.



## SERVICIOS QUE PUEDE OFRECER EL LABORATORIO

- | Investigación en Hidrología Isotópica, cuenta con un analizador isotópico de oxígeno 18 y deuterio.
- | Desarrollar tecnologías relacionadas con el recurso hídrico, como la capacidad de extraer muestras de tejido vegetal y analizar la savia para determinar el origen del agua.
- | Responsabilidad Social, se enfoca en entender el origen del agua utilizada en plantas y sistemas de riego, lo que contribuye a un mejor uso y distribución de los recursos hídricos en la comunidad.

## EQUIPO DE TRABAJO

- | Dr. Eduardo Chávarri | echavarri@lamolina.edu.pe
- | Dr. James Apaéstegui | japaestegui@lamolina.edu.pe
- | Mg.Sc. Erick Rosales | erosales@lamolina.edu.pe

## ARTÍCULOS PUBLICADOS

Vera, A., Pino-Vargas, E., Verma, MP., Chucuya, S., Chávarri, E., Canales, M., Torres-Martínez, JA., Mora, A., & Mahlkecht, J. (2021). Hydrodynamics, Hydrochemistry, and Stable Isotope Geochemistry to Assess Temporal Behavior of Seawater Intrusion in the La Yarada Aquifer in the Vicinity of Atacama Desert, Tacna, Peru. *Water*, 13(22):3161. <https://doi.org/10.3390/w13223161>

## PROYECTOS GANADOS

- | Co-investigadores en el Proyecto de Investigación “Integración de métodos hidrodinámicos, hidroquímicos e isotópicos para precisar el funcionamiento y manejo sostenible del acuífero La Yarada, Tacna, Perú” Julio 2019.
- | Co-investigadores en el Proyecto de Investigación “Estudio de la recarga hidráulica y procesos de salinización en el acuífero Caplina, Tacna, Perú, para un manejo sostenible del agua subterránea” 2022.



Figura 3. Analizador isotópico de agua líquida para determinar Oxígeno 18 y Deuterio.

Figura 2. Canal hidrodinámico de 12.5 metros con pendiente variable. Ninguna universidad tiene uno igual o más grande.



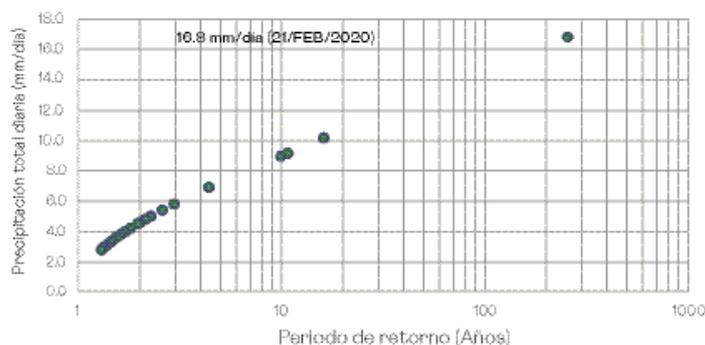
del Caplina. La investigación realizada considera el potencial efecto del cambio climático en las precipitaciones máximas, temperatura y régimen hidrológico de la Quebrada del Diablo. Se utilizaron los resultados de precipitación y temperatura diaria de quince modelos climáticos regionales para los escenarios de emisiones RCP4.5 y RCP8.5. La trayectoria de concentración representativa (RCP por sus siglas en inglés) es una proyección teórica de una trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero (no emisiones).

La descripción del evento se realizó a través del análisis de la frecuencia de la precipitación total diaria, de la zona norte de la ciudad de Tacna, con base en los registros de la estación meteorológica principal Jorge Basadre. En la Figura 3, se puede apreciar que el periodo de retorno de la precipitación

total diaria de dicho día fue equivalente a 16.5 mm/día, con un periodo de retorno de 255.8 años. La frecuencia fue ajustada a la distribución probabilística Gumbel o también llamada distribución de valores extremos generalizado tipo I, para los 28 años de registro continuo de 1993 al 2020.

La calibración del caudal en el dique se realizó a partir de la observación de la huella de agua determinada en la parte media de la quebrada, y mediante el método 'Relación Sección-Pendiente'. Se ha considerado una velocidad promedio de 1.8 m/s, con un caudal máximo entre 10 a 12 m<sup>3</sup>/s. Los resultados de la simulación muestran que, a partir de las 16 horas del día 21 de febrero del 2020, se inicia el llenado del dique, rompiéndose a una máxima altura de agua de 15.7 m y descargando un caudal máximo de 2550.8 m<sup>3</sup>/s.

**Figura 3. Análisis de frecuencia de la serie parcial de la precipitación total diaria en la estación Jorge Basadre (Periodo 1993 -2020).**

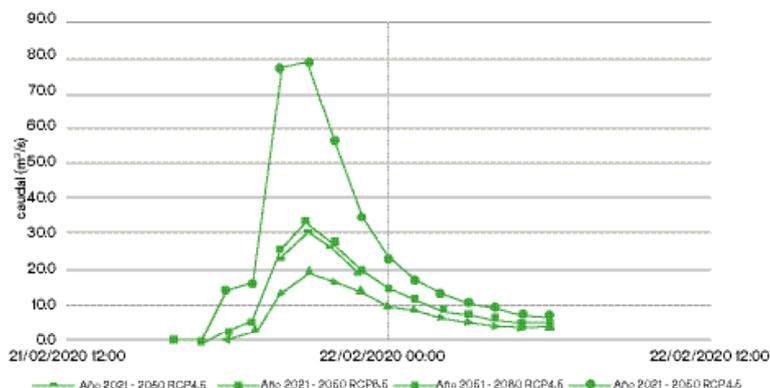


La simulación de eventos relacionados con escenarios de cambio climático se realiza mediante la modelación hidrológica del caudal máximo en la Quebrada del Diablo, producida por eventos de lluvia máxima generada por modelos de cambio climático. Se utilizó una topología sin considerar el dique informal y se mantuvieron los parámetros y las condiciones iniciales para cada una de las subcuencas. La modelación de los caudales máximos, producto de precipitación sobre cada subcuenca (mm/h) para escenarios RCP 4.5 y 8.5 y para periodos 2021 – 2050 y 2051 – 2080, se muestra en la Figura 4.

El software RS Minerve sirve para cuantificar la cantidad de agua (Taksi et al., 2020). Mediante esta plataforma, con las evidencias y testimonios registrados en video de la magnitud del desastre, producto del flujo de escombros del

21 de febrero de 2020, se realizó la modelación hidrológica histórica, la cual fue calibrada mediante la estimación de las huellas de caudales máximos producidos en la parte media de la Quebrada del Diablo.

La lluvia sobre la Quebrada del Diablo fue producto del incremento de la temperatura superficial del mar entre +1 a +2 °C, producida frente a la costa de Tacna entre el 26 de enero al 22 de febrero de 2020. Mientras que el flujo de escombros se produjo a raíz del evento de lluvia que tuvo como consecuencia el colapso de un dique informal construido como trocha a 2 km aguas arriba del centro poblado La Florida (ciudad de Tacna). Finalmente, aunque la fuerza de la naturaleza no puede ser controlada, no obstante, se puede mitigar el impacto si se tiene en cuenta la magnitud de los posibles sucesos.



**Figura 4. Hidrogramas de avenidas considerando escenarios RCP 4.5 y 8.5 para los periodos 2021-2050 y 2051-2080.**

## REFERENCIAS

Pino-Vargas, E., & Chávarri-Velarde, E. (2022). Evidence of climate change in the hyper-arid region of the southern coast of Peru, head of the Atacama Desert. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 13(1), 333-376. <https://doi.org/10.24850/J-TYCA-2022-01-08>

- 1 Programas de Doctorado y Maestría en Recursos Hídricos, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima 15024, Perú. [echavarri@lamolina.edu.pe](mailto:echavarri@lamolina.edu.pe)
- 2 Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna 23000, Perú. [epinov@unjbg.edu.pe](mailto:epinov@unjbg.edu.pe)
- 3 Programas de Doctorado y Maestría en Recursos Hídricos, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima 15024, Perú. [eingol@lamolina.edu.pe](mailto:eingol@lamolina.edu.pe)

# Entrevista

Al equipo del CIER\*

Mg. Sc. Miguel Sánchez Delgado



Mg. Sc. Miguel Sánchez Delgado  
Director del Centro de  
Investigación y Extensión en  
Riego - CIER  
msanchez@lamolina.edu.pe

## El CIER y su contribución a la agricultura: Optimizando el uso del agua en la agricultura peruana

El CIER se dedica a aplicar la ciencia y la tecnología para garantizar que los cultivos agrícolas reciban la cantidad y calidad adecuadas de agua de riego. Esto se logra a través de la innovación, el aprendizaje constante y al compartir conocimientos con la comunidad. Su misión principal es investigar, crear y difundir información sobre el riego, además de ofrecer programas de capacitación y extensión en todo el país.

“Nuestra visión es convertirnos en líderes reconocidos a nivel nacional e internacional en el campo de la ciencia y la tecnología del riego, así como ser un centro de referencia en investigación y capacitación sobre la gestión del agua de riego. Para lograrlo, contamos con una infraestructura moderna y hemos establecido acuerdos de cooperación técnica, como el convenio UNALM-NETAFIM, en el que esta empresa, especializada en soluciones de riego inteligente ha implementado dos hectáreas de riego tecnificado. Además, estamos a punto de firmar otro convenio de cooperación técnica con ADAMA, empresa privada relacionada con insumos de fertilizantes y productos químicos para la agricultura”, señala Miguel Sánchez.

NOS PODRÍA INDICAR ¿CÓMO HA EVOLUCIONADO EL USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA PERUANA?

En la última década, la agricultura en el Perú ha experimentado un sólido crecimiento anual del 3.3%, lo que ha impulsado la competitividad de los productos peruanos en los mercados internacionales. Sin embargo, es importante destacar que esta prosperidad no se ha distribuido de manera uniforme en todas las regiones del país. Mientras que la costa ha experimentado un impresionante crecimiento del 7.2%, la selva ha registrado un ligero retroceso del -0.2%, y la sierra ha visto un modesto aumento del 0.2%. El acceso al agua ha sido un factor crucial para el desarrollo agrícola, especialmente en la región costera, que enfrenta déficits hídricos prácticamente durante todo el año, haciendo que la agricultura sin agua sea prácticamente inviable. El Estado ha desempeñado un papel fundamental al llevar a cabo obras destinadas a garantizar la sostenibilidad hídrica, lo que ha permitido el avance de importantes proyectos agrícolas, además de sentar las bases para futuros desarrollos en este sector.



Cosecha de pimiento con riego por goteo.

¿CÓMO PODEMOS APROVECHAR MÁS EL USO DEL AGUA EN EL RIEGO?

Para aprovechar de manera más eficiente el uso del agua en el riego, especialmente en una ciudad como Lima, que enfrenta desafíos significativos debido a su condición desértica, es esencial considerar varias estrategias. En primer lugar, se debe continuar con el desarrollo de infraestructuras que permitan la captación y distribución eficiente del agua, como lo que se ha hecho al traer agua desde la cuenca del Amazonas hacia la costa. Sin embargo, también es importante explorar alternativas más sostenibles, como la desalinización del agua de mar, que son proyectos realizados en Israel y



Trabajo de investigación en Tomate.

España, aunque se reconoce que esto puede ser costoso y requerir el aporte de nutrientes adecuados para el riego. Además, para aprovechar al máximo los recursos hídricos, se podría considerar la construcción de represas en las áreas propensas a huaycos, lo que permitiría almacenar el agua de manera segura y utilizarla durante las épocas con menos lluvia en la costa. En última instancia, la gestión cuidadosa del agua es esencial, ya que la agricultura es un sector que demanda grandes cantidades de agua en comparación con otros usos, como el doméstico e industrial. La combinación de estas medidas podría contribuir significativamente a una utilización más eficiente y sostenible del agua en el riego agrícola.

#### ¿QUÉ SECTORES SE BENEFICIAN DE LAS ACTIVIDADES DEL CIER?

Los sectores que se benefician de nuestras actividades abarcan tanto la educación como la agricultura. En el ámbito agrícola, los agricultores pueden aprovechar y replicar las técnicas de riego y manejo de cultivos que investigamos, lo que les permite llevar estas prácticas a otras áreas y demostrar que son viables y factibles de implementar. Les brindamos las herramientas y conocimientos necesarios para manejar y aplicar el agua de manera efectiva, satisfaciendo las necesidades de sus cultivos. Además, la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) posee campos en diversas regiones del país donde se busca replicar estas prácticas y promover su adopción. En el ámbito educativo, el CIER tiene como objetivo respaldar las prácticas de campo de los estudiantes y fomentar la investigación en agricultura, contribuyendo así a una formación integral en el sector agrícola y el manejo sostenible del agua. Nuestro enfoque es beneficiar a la comunidad agrícola y educativa al promover mejores prácticas en el riego y la agricultura.

#### ¿QUÉ SERVICIOS OFRECE EL CIER?

En el Centro de Investigación y Extensión en Riego (CIER) brindamos servicios de investigación a entidades que necesitan utilizar nuestra infraestructura, lo que incluye el apoyo a cursos de pregrado en Ingeniería Agrícola, como Edafología y Agrotecnia, Ingeniería de Riegos I, Ingeniería de Riegos II e Ingeniería de Drenaje. También respaldamos cursos de posgrado, que cubren temas como sistemas de riego presurizado, riego por goteo, riego por aspersión, operación y mantenimiento de sistemas de riego de alta frecuencia, riego por superficie, sistemas de riego en invernaderos y drenaje avanzado. Además, ofrecemos cursos de capacitación técnica y profesional relacionados con el riego y el drenaje,

que incluyen el diseño de sistemas de riego por aspersión, operación y mantenimiento de sistemas de riego de alta frecuencia, sistemas de riego en invernaderos, drenaje avanzado, diseño de sistemas de riego por goteo y selección de equipos de bombeo para riego y drenaje. Nuestro objetivo es proporcionar una amplia variedad de servicios que beneficien, tanto a estudiantes, como a profesionales en el campo del riego y el drenaje.

Por su parte, Luis Rázuri, miembro del equipo de trabajo del CIER, señaló: "El CIER se encuentra disponible para todos los estudiantes, no limitándose a los que estudian en la Facultad de Ingeniería Agrícola. También colabora con diversas facultades como Agronomía y Economía, además de trabajar en estrecha colaboración con los departamentos académicos de la universidad. En nuestro enfoque, reconocemos que el éxito reside en el trabajo en equipo, ya que la agricultura abarca una amplia gama de aspectos y profesiones que deben estar interconectados. Los estudiantes son bienvenidos para observar, apoyar en investigaciones y realizar sus prácticas en nuestro centro. Ellos desempeñan un papel fundamental en la consecución de los objetivos de nuestros proyectos. Los alumnos actúan como un respaldo invaluable para los investigadores, particularmente en los primeros cursos de aquellos que acaban de ingresar a la facultad. Su participación sirve para iniciar su involucramiento en la investigación, destacando así el compromiso de la UNALM en incentivar a los estudiantes desde el comienzo de su formación académica a explorar y participar en temas de investigación.

**En nuestro enfoque,  
reconocemos que el éxito  
reside en el trabajo en equipo,  
ya que la agricultura abarca  
una amplia gama de aspectos  
y profesiones que deben estar  
interconectados.**

¿QUÉ TIPO DE INVESTIGACIONES O PROYECTOS ESTÁN LLEVANDO A CABO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN RIEGO (CIER) PARA MEJORAR EL USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA?

Hemos comenzado una serie de trabajos que buscan optimizar el uso del agua en diversos cultivos hortícolas, incluyendo la aplicación de técnicas de déficit hídrico y la fertirrigación mediante sistemas de riego por goteo y aspersión. Dentro del CIER, hemos llevado a cabo una amplia variedad de investigaciones, algunas de las cuales aún se encuentran en la fase de desarrollo en el campo, mientras que otras están en proceso de redacción y algunas más cerca de su fase finalización. Nuestro objetivo es mejorar continuamente las prácticas de riego y promover el uso eficiente del agua en la agricultura.

## TESIS DESARROLLADAS

**Romero, F. (2022).** Manejo del agua de riego en sustrato enarenado con enmienda retentiva de humedad en el cultivo de Pimiento en invernadero. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5347>

**Franco, A. (2022).** Índice de estrés hídrico para la definición del riego en el cultivo de Papa variedad única (*Solanum tuberosum*) vía termografía. Tesis para optar el Grado de Maestro, Magister Scientiae En Riego y Drenaje, Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5335>

**Gómez, G. (2021).** Efecto de dos enmiendas retentivas de humedad con dos frecuencias en riego por goteo para el cultivo pimiento en invernadero. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5098>

**Chuchón, R. (2019).** Láminas de riego en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad "única" mediante riego por goteo en La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4245>

- El CIER fue creado el 29 de enero de 2019 mediante Resolución N° 0041-2019-CU-UNALM.
- Posee tres hectáreas para investigación y agricultura.
- Utiliza nuevas tecnologías e innova a partir de otras para utilizar la menor cantidad de agua y maximizar la producción.
- Desde diciembre de 2020, tiene un Convenio de Cooperación Técnica UNALM-NETAFIM.
- Tiene en trámite el Convenio de Cooperación Técnica UNALM-ADAMA.



Tina estandar tipo "A"



Estación meteorológica autónoma Rainwise Portlog.

## \*EQUIPO DE TRABAJO

- Miguel Sánchez Delgado, Director del CIER
- Néstor Montalvo Arquiñigo, Miembro del directorio
- David Ascencios Templo, Miembro del directorio
- Rocío Pastor Jáuregui, Miembro del directorio
- Luis Rázuri Ramírez, Miembro del directorio
- Yanet Suárez Rojas, Secretaria. Personal CIER
- Edwin Quispe Alca, Técnico de campo. Personal CIER
- Wilmer Ayra Capcha, Técnico de campo en riegos. Personal de NETAFIM
- Gladys Goñy, Ingeniero de campo. Personal de ADAMA
- Rafael Álvarez, Técnico de campo. Personal de ADAMA



Cultivo de zapallo con riego por goteo.



# PERÚ-HUB:

## Proyecto de la UNALM y USAID trabaja para llevar innovación sostenible a la Amazonía Peruana

12

Janet Mori, Jefa de Comunicaciones de PERU-Hub | [janetmori@lamolina.edu.pe](mailto:janetmori@lamolina.edu.pe)

PERU-HUB tiene por objetivo establecer un centro de generación y transferencia de tecnología para promover el desarrollo agrario, económico y social en las comunidades rurales de la región San Martín. El HUB estará localizado en Pucayacu, Tarapoto, donde se encuentra uno de los fundos del Instituto Regional de Desarrollo (IRD) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), y promoverá el manejo sostenible de los recursos, incorporando en las cadenas de valor a mujeres y comunidades nativas emprendedoras de la región San Martín.

Los agricultores del Valle Huallaga han logrado superar la influencia del cultivo ilícito de la coca, situación que los sometió durante años a una economía ilegal. Actualmente, ya reincorporados a la economía de los sembríos legales, están teniendo nuevos problemas técnicos, a los que no encuentran solución. Por su parte, las oportunidades comerciales y de mercado son limitadas para ellos, sobre todo para las mujeres y comunidades campesinas.

PERÚ-HUB nace con la misión de mejorar los ingresos de agricultores, mujeres y comunidades nativas, a través de la utilización de los resultados de la investigación, capacitación y fortalecimiento de sus habilidades emprendedoras, con una visión sostenible a través del uso de los recursos naturales y la biodiversidad. A fines del 2019, el proyecto (cuya gestación fue el resultado de todo un esfuerzo cooperativo de un

equipo de profesionales de la UNALM) ganó el concurso de fondos internacionales “Bringing Research to Impact for Development: Global Engagement and Utilization (BRIDGE-U)” de USAID, que auspicia el gobierno de los EE.UU. Obtenida la buena pro, el proceso de cocreación de PERÚ-HUB continuó con la conformación de importantes alianzas: la UNALM y USAID (socios principales del proyecto) con las universidades norteamericanas de Purdue, Utah y Oklahoma, y así como la alianza entre Bioversity y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). La experiencia de estos socios estratégicos, así como el profesionalismo del staff de PERÚ-HUB, dan como resultado una coalición altamente calificada para coordinar actividades de investigación, extensión, capacitación y desarrollo empresarial con el fin de extender los resultados de investigación a los beneficiarios (agricultores, estudiantes, emprendedores y comunidades en



la región). De esta manera, el proyecto recibe la contribución de la investigación de la Universidad de Oklahoma en las especialidades de meteorología y geografía de suelos; los avances en la gestión, transformación e inocuidad de los alimentos de la Universidad de Purdue, que también participa con su especialidad en monitoreo y evaluación de proyectos y en sistemas de información geográfica. El papel de la Universidad de Utah es el desarrollo de microempresas y el mejoramiento en la comercialización de los productos. A ellos se les suma la amplia experiencia en gestión ambiental y desarrollo sostenible de Alliance Bioversity & CIAT.

Teniendo como zona de impacto el Valle del Huallaga en la región San Martín, PERÚ-HUB está capacitando en una primera fase a 120 pequeños agricultores y productores de la zona, quienes pertenecen mayormente a cooperativas y asociaciones. Estos beneficiarios se dedican principalmente a los cultivos de cacao, naranja y pijuayo, así como a la ganadería para producción de leche y queso. A través de Escuelas de Campo para Agricultores (ECA) establecidas por PERÚ-HUB, los agricultores son entrenados en el uso de tecnologías aplicadas al manejo de suelos, pastos, fertilizantes y cultivos, con el fin de mejorar su productividad agrícola y la rentabilidad sostenible de sus recursos.

Adicionalmente, PERÚ-HUB propone un enfoque de mercado y cadena de valor para nuevos cultivos de interés, que se apoyará en la implementación de nuevas tecnologías. Los estudios sugieren la idoneidad del Huallaga Central para cultivos como maracuyá, guanábana, camu camu y vainilla, que están siendo introducidos en el IRD de Pucayacu, y para los cuales PERÚ-HUB viene formulando planes de negocios. Además, el proyecto contará con una planta de servicios para la transformación de alimentos, que será construida por la UNALM en el IRD Pucayacu, lo que permitirá a PERÚ-HUB contar con el equipo necesario para transformar las cosechas en productos con valor agregado para diversos mercados, entre ellos el de exportación. La instalación de esta planta agroindustrial permitirá que los beneficiarios del proyecto (pequeños agricultores y emprendedores) puedan obtener productos como jugo de maracuyá y pulpa de guanábana. También se contempla la instalación de una moderna sala de ordeño. De esta manera se desarrollarán varios modelos de negocios sostenibles basados en estos cultivos y sus productos.

Los desafíos son grandes y el tiempo es corto, pues el proyecto tiene una duración de cinco años. Por ello, el proyecto, que se ha organizado en seis componentes, está realizando un significativo trabajo para responder a este reto. **El componente de Extensión** realiza capacitaciones a los agricultores con temas prácticos y de interés como son: el manejo de las plantaciones, la elaboración de biofertilizantes y el uso de plaguicidas. **El componente de Cultivos**, por su parte, brinda talleres para aprender el uso de la herramienta portátil de análisis de suelo (Pacha Kit), con el fin de optimizar el rendimiento de la siembra y proteger el medio ambiente. Además, está introduciendo las nuevas especies a cultivarse en el IRD Selva. Por otro lado, el **componente de Transformación de Alimentos** brinda asistencia técnica a los pequeños emprendedores con la finalidad de mejorar la calidad de sus productos, su capacidad productiva y aceptación en el mercado de productos transformados. Mientras que el **componente de Emprendimiento** orienta a las micro y pequeñas empresas agropecuarias y agroindustriales en la región San Martín, a fin de aumentar y mejorar su capacidad de inserción al mercado local, regional, nacional, y global, así como su crecimiento sostenido. Finalmente, el componente de Conocimiento e Intercambio se encarga de la recolección de datos para monitorear los resultados alcanzados, y organiza las pasantías para que los agricultores seleccionados conozcan otras experiencias, visitando empresas y cooperativas en varias regiones del país.

Liderado por Ph.D. Hugo Villachica, director del proyecto e ingeniero agrónomo de amplia experiencia, PERÚ-HUB proyecta convertirse en un centro nacional y regional de excelencia, promoviendo la investigación y la transferencia de los resultados de investigación en la región amazónica. Con ello, la presencia regional de la UNALM en San Martín será consolidada, incrementando sus capacidades para la generación del conocimiento y transferencia tecnológica en agricultura tropical. De esta manera, PERÚ-HUB pone en marcha la expansión del desarrollo económico de la región San Martín.

**Los desafíos son grandes y el tiempo es corto, pues el proyecto tiene una duración de cinco años.**



## Entrevista

Mg. Sc. Flavio Lozano

# Quinua: Alimento del Futuro



Mg. Sc. Flavio Lozano  
Docente de la Facultad de  
Agronomía  
flozano@lamolina.edu.pe

La quinua es un alimento de alto valor nutricional debido al balance de carbohidratos, grasas y proteínas para la alimentación humana, aunque todavía su consumo no es masivo a nivel de nuestro país. Conversamos con el profesor, Mg. Sc. Flavio Lozano Isla, tras su participación en el VIII Congreso Mundial de la Quinua realizado en marzo de 2023 en la ciudad de Potosí, Bolivia.

¿CÓMO SE DIO SU PARTICIPACIÓN EN EL CONGRESO DE LA QUINUA REALIZADO EN BOLIVIA?

Participé en esta octava edición del Congreso de la Quinua gracias al proyecto que trabajé durante mis estudios de doctorado, sobre estudio de la diversidad y su aplicación en el mejoramiento genético de la quinua en las comunidades del altiplano peruano en la ciudad de Puno. El proyecto inició en el año 2010 con fondos de instituciones y universidades alemanas que tenían como objetivo fortalecer capacidades técnicas y capital humano en nuestro país. Durante el proyecto conocí a varios investigadores que trabajan en quinua a nivel mundial. Fui invitado al congreso como expositor para mostrar los avances del trabajo que venimos realizando.

¿CÓMO SE TITULÓ LA INVESTIGACIÓN QUE LLEVÓ AL CONGRESO DE LA QUINUA?

La investigación realizada se titula "Estudio de la diversidad genética de quinua e implementación de un programa de mejoramiento en el altiplano peruano". El estudio abarca básicamente tres ámbitos: 1. Estudio de la diversidad existente en el altiplano, que se considera como uno de los centros de diversidad y domesticación del cultivo de quinua. Los estudios se realizaron a nivel genético y, en base a los resultados, realizar cruza para implementar un programa de mejoramiento. 2. Posteriormente, se seleccionaron líneas promisorias para el registro y lanzamiento de nuevas variedades de quinua que estén enfocadas en ayudar a los agricultores en el altiplano. 3. Finalmente, se realizaron trabajos de fenotipado de alto rendimiento haciendo uso de inteligencia artificial para los análisis morfológicos de las estructuras de las panojas de quinua.

Estos estudios fueron presentados durante mi ponencia en este congreso. Lamentablemente, la pandemia retrasó el lanzamiento de 3 variedades de quinua que se darán a conocer a final de este año. El proyecto realizado fue un

trabajo conjunto entre la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Universidad Nacional del Altiplano (Puno), la Universidad de Hohenheim (Alemania) y la empresa de semillas KWS de Alemania.

DURANTE EL CONGRESO, ¿QUÉ OTROS TEMAS IMPORTANTES SE TOCARON?

Una de las características importantes de la quinua es su valor nutricional y su capacidad de adaptación a ambientes donde otros cultivos no podrían crecer. A nivel de consumo, muchas personas aún no le prestan importancia, y la consumen básicamente como parte del desayuno, sin haberla incorporado a una dieta más amplia. Sin embargo, en lugares como Puno, Cuzco, y otras zonas andinas, es un alimento que se consume todos los días, al igual que la cañihua, la maca, la mashua y varios productos que en Lima tienen un consumo muy limitado.

Por sus características, la quinua se proyecta a ser una planta del futuro, resiliente al cambio climático, y que necesita poca agua y crece en ambientes que no son propicios para otros cultivos.



Actualmente, son más de 150 países los que han empezado a sembrar y realizar investigaciones sobre la quinua.



**Finalmente, otro gran desafío es darle valor agregado a nuestra quinua. El Perú vende la quinua en su mayoría como materia prima.**

En el congreso se destacó que la quinua ya no es cultivo de la parte andina de Latinoamérica, sino que la quinua es un cultivo del mundo. Actualmente, son más de 150 países los que han empezado a sembrar y realizar investigaciones sobre la quinua. Por ahora, el Perú, Bolivia y Ecuador son los mayores productores de quinua a nivel mundial, sin embargo, eso podría cambiar en los próximos años si no se realiza investigación.

Usualmente se cree que la quinua del altiplano es la que se siembra en Europa, pero en realidad no es así, ya que las quinuas de Perú son de días cortos, y las quinuas que crecen allá deben estar adaptadas a días largos, con más de 8 horas de luz. Las quinuas que se adaptaron a Europa son las quinuas que crecen a nivel del mar que provienen de Chile y que a través de programas de mejoramiento han sido cruzadas con quinuas de diferentes orígenes para poder adaptarlas y poder sembrarlas en Europa. Actualmente, en Europa se ha iniciado la producción de quinua para dejar de importarla. Sin embargo, la producción es aún menor comparada con la producción de Perú, Bolivia y Ecuador.

Bolivia aprovechó el congreso para impulsar la quinua que crece en los salares de Bolivia con la denominación de origen de 'quinua real'. Lo interesante del congreso ha sido ver cómo otros países están avanzando en temas de investigación sobre este cultivo, también considerando los temas sociales tratando de beneficiar a los agricultores y conservando la diversidad.

**¿QUÉ PAÍSES EUROPEOS SE ENCUENTRAN MÁS INTERESADOS EN EL CULTIVO Y LA INVESTIGACIÓN DE LA QUINUA?**

España es uno de los países que se encuentra más avanzado en técnicas para la producción de quinua. Alemania recién está empezando con programas de mejoramiento que les permitirá producir de forma local. Dado que la huella de carbono y el costo de importación son temas relevantes para los países europeos, están desarrollando sus propios programas de mejoramiento. Para nosotros, el punto en

contra como productores es que se va a reducir nuestra cuota de mercado. Bolivia, ante este riesgo, está en la búsqueda de nuevos mercados o segmentos como la denominación de origen; algo que no se está realizando en nuestro país. En la actualidad, estadísticamente seguimos siendo los primeros productores y tenemos los rendimientos más altos a nivel histórico, pero si no seguimos con investigación y desarrollo esas estadísticas pronto dejarán de estar a nuestro favor.

**¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES DESAFÍOS QUE PODRÍA ENFRENTAR LA INDUSTRIA DE LA QUINUA?**

Básicamente, apostar por el desarrollo de un sólido programa de mejoramiento del cultivo y la proyección de la industrialización del producto. En otros países están muy enfocados en ese tema, lanzan nuevas variedades que se pueden adaptar en diferentes lugares. En nuestro país el INIA, y las universidades desarrollan actividades de mejoramiento y selección. Sin embargo, también es importante tomar en cuenta la mecanización e industrialización que ayuden a reducir los costos de producción e incrementar los márgenes de ganancia. Solo así tendremos precios más competitivos en el mercado internacional.

En Puno se concentra el 44% de producción de quinua del país; sin embargo, los rendimientos son menores a una tonelada por hectárea, mientras que en otros lugares se están produciendo más de tres toneladas por hectárea. Puno, Ayacucho y Apurímac son las regiones que cubren la mayor producción a nivel nacional para la exportación, con quinua orgánica.

Finalmente, otro gran desafío es darle valor agregado a nuestra quinua. El Perú vende la quinua en su mayoría como materia prima. Con este cultivo se pueden elaborar panes, galletas, inclusive hasta licor de quinua, entre otros productos. En Perú, consumimos la quinua en jugos o como cereal, mientras que en otros países se impulsa mucho su consumo en distintos platos y presentaciones.



Recuerdo que hace tres años, mientras realizaba un trabajo, vi en una página en China que tenían un recetario completo de productos basados en quinua, promoviendo que la gente consumiera más quinua en su país.

**16** En las zonas andinas de nuestro país es donde más se consume este producto en sopas, guisos y otros platos. Es un reto potenciar el consumo de este producto en otras regiones del país, en base a su alto valor nutricional.

#### ¿QUÉ ESTRATEGIAS SE PUEDEN IMPLEMENTAR PARA INCREMENTAR EL CONSUMO DE QUINUA?

Actualmente, la gente está consciente del valor nutricional de este grano andino. Sin embargo, su consumo no es tan intensificado como en las zonas donde se cultivan. Perú es un país donde se consume mucho arroz y una de las formas en la que se puede incrementar el consumo de quinua es mezclando los granos en proporciones iguales, 50% de quinua y 50% de arroz ("quinua-arroz") y usar la mezcla como se consume el arroz de forma cotidiana. Esta receta fue impulsada en el China para incentivar el consumo de la quinua por sus pobladores.

Bolivia tiene una quinua que se granea y la consumen como sustituto del arroz y, durante el congreso, tuvimos una degustación sobre estas variedades. En los mercados se puede solicitar este producto a los comerciantes como 'quinua para granear'. Algunos países o centros de investigación ven a la quinua como un cultivo promisorio que sustituirá al arroz en un futuro. En el congreso se mencionó que la quinua ya es un commodity en la alimentación.

La quinua posee aminoácidos esenciales y es libre de gluten, lo que le hace un alimento muy interesante por su bajo nivel glucémico, adecuado para las personas que tienen diabetes. Se le podría dar un valor agregado elaborando diferentes derivados como la leche de quinua, harina de quinua, licor o destilado de quinua, etc. De esta forma, se le puede dar mayor reconocimiento y promover su consumo, como hacen otros países que realizan estos derivados a pesar de no poseer la materia prima.

#### ¿QUÉ ES LO QUE MÁS LE IMPACTÓ DE LA 8ª EDICIÓN DEL CONGRESO DE LA QUINUA?

Me siento muy contento al ver cómo la quinua ha crecido como un cultivo de interés a nivel mundial, pero por otro lado, siendo un país productor con mucha diversidad y centro de origen de este cultivo veo que cada vez otros países nos sacan ventaja a nivel de producción; lo cual, a futuro, puede afectar a los agricultores que viven de la venta de este producto.

Algo que me llamó mucho la atención es cómo en lugares como las zonas altoandinas, donde existen y se cultivan variedades de granos andinos con un alto valor nutricional, tienen problemas de malnutrición. Los pobladores prefieren venderlos y, con el dinero obtenido, consumen fideos, pan, y otros alimentos que no son tan nutritivos. El congreso ha hecho visible esta realidad e invita a las instituciones a trabajar para resolver este problema.

#### ¿CUÁNTAS VARIEDADES DE QUINUA HAY EN EL PERÚ?

En el Perú, existen más de 2000 variedades de quinua, prácticamente se tiene de todas las formas y colores. El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) trabaja en diferentes variedades comerciales y sigue trabajando en su proceso de mejoramiento variedad Salcedo INIA, la INIA 431 – Altiplano, Kancolla, que son algunas de ellas que aún se siguen cultivado por los agricultores alrededor del país.

En la Universidad Nacional Agraria La Molina, con la representación de la profesora emérita Dra. Luz Gómez Pando, se ha trabajado mucho en programas de mejoramiento para la quinua y otros granos nativos. La doctora Gómez ha marcado un hito en este tema, y muchas de las variedades que se cultivan en Ayacucho y Apurímac están basadas en las investigaciones realizadas en el Programa de Cereales y Granos Nativos de la UNALM.

**En el Perú, existen más de 2000 variedades de quinua.**

## ¿DÓNDE Y CUÁNDO SE REALIZARÁ EL PRÓXIMO CONGRESO Y QUÉ EXPECTATIVAS TIENE?

El siguiente congreso se va a realizar en Ecuador en el 2025. Lo que se espera ver en la próxima edición son los avances en el desarrollo e impulso de los estudios de mejoramiento genético de la quinua a nivel genético.

En el congreso realizado en Bolivia hemos podido conocer las primeras variedades de quinua desarrolladas con edición genómica. En una de ellas se eliminó la saponina de las semillas de este cultivo. La saponina es un compuesto que se encuentra en la semilla, cuyo consumo podría reducir la asimilación de algún otro nutriente, pero que ayuda a la planta a resistir enfermedades, ya que también se encuentra en las hojas y el tallo. Las investigaciones demuestran que se ha podido quitar la saponina de la semilla y que el resto de la planta siga sintetizándola. Para ello se ha disectado en la parte genética de la quinua para hacer un mejoramiento bastante específico que permita identificar cuáles son los genes que producen el color y están relacionados con la síntesis de saponina. Por lo tanto, a nivel científico se ha avanzado mucho en poco tiempo.

Lo que se espera para el próximo congreso son los resultados en los protocolos de desarrollo de variedades de quinua, aplicación de nuevas herramientas biotecnológicas y avances en el desarrollo del mercado y conservación de la diversidad. Como docente, este es uno de los aspectos más fascinantes que se están realizando con este cultivo.

En el aspecto comercial, se están realizando estudios de mercado, viendo la manera de beneficiar a los agricultores, optimizar la cadena de valor, entre otros. A nivel productivo, se está trabajando en la mecanización del cultivo de la quinua y el desarrollo de tecnología de semillas. Se ven avances en todos los ámbitos del cultivo y se espera tener novedades en dos años en Ecuador que será la sede del siguiente congreso.

## ¿QUÉ ESPERA DE LA PARTICIPACIÓN DE LA UNALM EN FUTUROS CONGRESOS?

Me gustaría que la Universidad Nacional Agraria La Molina sea anfitriona del evento en alguna de las próximas ediciones. Como ente matriz del desarrollo agrario en el país, debemos mostrar los trabajos realizados por el Programa de Cereales y Granos Nativos, y otros grupos de investigación de la UNALM.

Muchos países a nivel global vienen usando recursos genéticos peruanos para la investigación y desarrollo de nuevas variedades, sin que recibamos nada a cambio. Y seguimos como meros productores de materia prima. Es de importancia que se prioricen y se continúen desarrollando estudios de la diversidad a nivel genético, mecanización e industrialización del cultivo de quinua.

Algo que me parece importante es impulsar el desarrollo de capacidades en los agricultores. Además de mi visión como científico, me preocupa la parte social y antropológica. Sería bueno que las universidades cuantifiquen el impacto del cultivo en nuestro país y se puedan direccionar los recursos necesarios para impulsar este cultivo.

- El Perú vende la quinua como materia prima, sin darle un valor agregado como hacen otros países.
- Es un gran reto lograr que la población consuma un producto que crece en nuestro país y que posee un alto valor nutricional.
- La quinua puede crecer en tierras marginales donde otros cultivos no podrían, como en lugares con altas concentraciones de sal y baja precipitación.
- China, Alemania y Estados Unidos tienen más investigaciones sobre quinua que Perú y Bolivia juntos.



# Sistemas Biofloc con aplicación de energía mixta Maximizan el cultivo sostenible de tilapia “GMT”

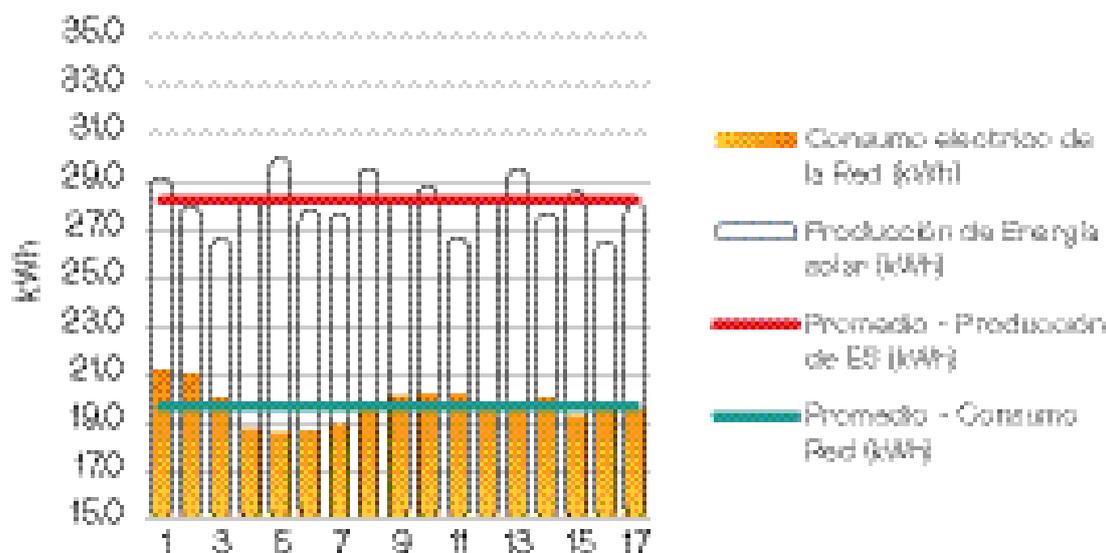
Anibal Verástegui<sup>1</sup> | avm@lamolina.edu.pe • Edward Sora<sup>2</sup> | easv1393@gmail.com • Ciro Yanac<sup>3</sup> | 20120380@lamolina.edu.pe

- Existe una creciente demanda a nivel mundial de alevines machos de tilapias (*Oreochromis niloticus*).
- El sistema Biofloc permite aprovechar las comunidades de bacterias que forman flóculos que posteriormente se convertirán en alimento.

La piscicultura es una actividad pecuaria en crecimiento, favorece la implementación de nuevas tecnologías intensivas como el RAS o el Biofloc en la producción y engorde de semillas de tilapia, a fin de disminuir los costos del gasto energético en el bombeo de agua y de los equipos térmicos que regulan la temperatura del agua.

Teniendo como objetivo desarrollar un paquete tecnológico de ciclo completo para la producción de tilapia, adaptando la línea genética GMT (*Genetical Male Tilapia*) a las condiciones de la costa peruana, se llevó a cabo un proyecto en las instalaciones del Centro de Investigación Piscícola (CINPIS) y en el fundo del Instituto Regional de Desarrollo (IRD) Herbay Alto en Cañete, ambos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El proyecto se propuso también, controlar el manejo de los reproductores y, posteriormente, la incubación de ovas y el desarrollo de alevinos, implementando sistemas RAS, y BIOFLOC para el engorde.

El proyecto titulado “Maximizando el cultivo sostenible de tilapia ‘GMT’ en sistemas Biofloc con aplicación de energía mixta” inició con la adecuación, construcción y puesta en marcha de las instalaciones para desarrollar la primera etapa del cultivo en RAS y en Biofloc. Se construyeron diferentes invernaderos para mantener la temperatura en los sistemas (Agrofilm calibre 8 y malla arpillera blanca). Además, se acondicionaron los tanques para mejorar la distribución del flujo de aire. También se implementó un sistema de recirculación para las incubadoras en la etapa de eclosión de ovas de tilapia. Finalmente, se procedió a instalar un set de paneles solares diseñado para una producción de 22,5kWh al día, teniendo en cuenta cinco horas de sol para abastecer energía sostenible y limpia las 24 horas. Asimismo, para una adecuada producción se debe brindar condiciones óptimas que involucran variables de calidad del agua y densidad de población (Martins et al., 2017).



Producción de energía solar y consumo eléctrico - Noviembre 2022.

Los resultados muestran que el invernadero de Agrofilm presenta los valores de temperatura más altos, por estar relacionado con el medio ambiente, generando un efecto de calentamiento en el área cubierta, acumulando calor durante

el día y manteniéndolo durante la noche. Al compararlo con el invernadero de policarbonato, éste presenta un efecto similar, pero el costo de construcción es mayor al del Agrofilm.



Vista final de las instalaciones listas para la activación de Biofloc.

- El invernadero de malla arpillera no es recomendable para el cultivo de peces debido al escape del vapor de agua por las aberturas de la malla (no mantiene la temperatura).
- Durante la maduración en el sistema de incubación de ovas (32 a 35 días) se debe mantener los parámetros de calidad de agua (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros de calidad de agua en las incubadoras

CALIDAD DE AGUA INCUBADORAS	PROMEDIO	DESV. STAND
Temperatura Ambiental (°C):	24.97	1.85
Temperatura Agua (°C):	27.54	0.23
Oxígeno Disuelto (mg/L):	6.18	0.27
Oxígeno Disuelto (%):	77.08	5.25
pH:	8.06	0.12
Alcalinidad (mgCaCO <sub>3</sub> /L):	97.46	13.00
Dureza (mgCaCO <sub>3</sub> /L):	801.00	0.00



Vista panorámica de las instalaciones en el Fundo Herbay, listas para la activación de biofloc.

En relación con la reproducción, la razón es de dos hembras por macho, el apareamiento se realizó entre 15 a 17 días. Se extrajeron las ovas con un periodo de descanso de 14 días. La alimentación fue tres veces al día con una ración del 2.5% de peso diario. El porcentaje de eclosión de huevos fue del 83.77% y 1.87 la relación hembra:macho.

Las ovas pasan al sistema de incubación hasta la reabsorción del saco vitelino. Posteriormente, se trasladan a los tanques para su alimentación y crecimiento. Los resultados de producción de alevinos fueron 8.18 en la tasa de crecimiento y 1.64 la conversión alimenticia, con un 86.05% de sobrevivencia (Tabla 2).

- La madurez y el desove son afectados por la temperatura del agua, por lo que se recomienda un rango de temperatura para reproducción de 24 – 30°C.

Tabla 2. Datos de la producción de alevinos

PARAMETROS PRODUCTIVOS	PROMEDIO
Peso Promedio (g/ Pez)	0.831
Talla Promedio (cm/pez)	3.467
Población	10211
Mortalidad (Acumulada)	1656
Sobrevivencia (%)	86.05%
Tasa de Alimentación (%Biomasa/Día)	25%
Raciones diarias	6
Alimento Total (g)	13,638.24
T.E.C (%)	8.181
T.C.A (g pez/día)	0.017
F.C.A. (g Alimento/g pez)	1.64

En el manejo del sistema Biofloc, se emplearon harina de soya, alimento de tilapia de 35% de proteína bruta, NPK, melaza y bicarbonato de sodio (debido a la dureza del agua del CINPIS).

En la Tabla 3 se presentan los parámetros de calidad de agua para el cultivo de tilapias. Los valores de nitrato se incrementaron conforme transcurrió el tiempo, siendo menor de 160 mg/L. Este compuesto sirve de nutriente para el fitoplancton del Biofloc. Asimismo, hubo un incremento gradual de los sólidos sedimentables en el tanque hasta un valor entre 25 a 30 mg/L. El control se realizó mediante el recambio de agua y/o sifoneando el fondo del sistema.

Tabla 3. Parámetros de calidad de agua sistema Biofloc

CALIDAD DE AGUA INCUBADORAS	PROMEDIO	DESV. STAND
Temperatura Ambiental (°C):	19.71	1.43
Temperatura Agua (°C):	22.28	0.41
Oxígeno Disuelto (mg/L):	8.93	0.18
Oxígeno Disuelto (%):	92.36	3.78
pH:	8.36	0.54
Salinidad (ppt):	0.00	38.79
Alcalinidad (mgCaCO <sub>3</sub> /L):	105.50	0.00
Dureza (mgCaCO <sub>3</sub> /L):	801.00	1.43
Nitrógeno Amoniacal Total (mg/L):	1.22	5.06
Nitritos (mg/L):	0.57	0.31
Nitrato (mg/L):	78.59	6.23
Sólidos sedimentables (ml/L)	20.44	2.71



Instalación de paneles solares para el aprovechamiento de energía renovables.

Se evaluaron tres capacidades de carga (10, 20 y 30 kg.m<sup>-3</sup>), se sembraron peces con un promedio de 1.56 g/pez y 4.32 cm/pez.

Los parámetros productivos para cada tratamiento se muestran en la Tabla 4, obteniendo los mejores parámetros productivos la capacidad de carga de 10 kg.m<sup>-3</sup>. Asimismo, se ha calculado una capacidad de carga con 16 kg.m<sup>-3</sup> para obtener resultados favorables bajo la metodología de Biofloc. De igual manera, la generación eléctrica de los paneles cubre el consumo de energía.

Finalmente, utilizar la tecnología Biofloc permite reducir espacios para el cultivo, disminuir el uso de agua como recurso de importancia para diversas actividades, la reducción en tiempos de producción y mejorar la eficiencia, la productividad y el desarrollo mediante tecnologías innovadoras intensivas, que se complementan con tecnologías de energías renovables que están adquiriendo importancia en la actualidad en diferentes campos, para la reducción del gasto energético.

## REFERENCIAS

- Martins, G., Taruco, F., Rosa, E., & Berteaux, R. (2017). The utilization of sodium bicarbonate, calcium carbonate or hydroxide in biofloc system: water quality, growth performance and oxidative stress of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 468 (1), 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.09.046>

Tabla 4. Parámetros productivos resultantes del experimento en el sistema Biofloc

PARÁMETROS PRODUCTIVOS	TANQUE 1 (10 kg/m <sup>3</sup> )	TANQUE 2 (30 kg/m <sup>3</sup> )	TANQUE 3 (20 kg/m <sup>3</sup> )	TANQUE 4 (30 kg/m <sup>3</sup> )	TANQUE 5 (20 kg/m <sup>3</sup> )	TANQUE 6 (10 kg/m <sup>3</sup> )
T.E.C (%)	4.154	3.547	3.607	3.896	3.570	3.945
T.C.A (g pez/día)	0.685	0.584	0.590	0.517	0.526	0.651
F.C.A. (g alimento/g pez)	1.306	1.491	1.454	1.523	1.493	1.333
Carga Final (kg/m <sup>3</sup> )	16.65	35.31	24.73	32.11	22.25	16.50
Sobrevivencia (%)	83.50%	68.83%	70.58%	70.28%	72.25%	87.00%



Organismos zooplanctónicos encontrados en el Biofloc

Cultivo de tilapias GMT en tanques de geomembrana de 7 m de diámetro.

# Toros Jóvenes GENÓMICOS

Desde 1946

Contribuyendo al desarrollo de la ganadería en el Perú

BANCO NACIONAL DE SEMEN - UNALM

HECHOS EN EL PERÚ PARA EL DESARROLLO GANADERO DEL PAÍS

Primer Centro AUTORIZADO

para la producción de semen congelado de toros en el Perú

SENASA  
PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**LA MOLINA**

Más información

Av. Raúl Ferrero 957 - La Molina

Teléfono: +51 01 365 3020 Cel: 988 807 148 / 958 667 815

Email: [ben@lamolina.edu.pe](mailto:ben@lamolina.edu.pe) - [ventas\\_ben@lamolina.edu.pe](mailto:ventas_ben@lamolina.edu.pe)

Web: [www.facebook.com/BSPeru/photos](http://www.facebook.com/BSPeru/photos)



**Mg. Sc. David Roldán**

Docente Principal de la Facultad de Pesquería

## Concentrado de proteína de pota contribuirá en la lucha contra la desnutrición infantil



Mg. Sc. David Roldán  
Docente Principal de la Facultad de Pesquería

- Con la pota como fuente de proteínas marinas se busca superar las limitaciones de la distribución de recursos pesqueros en áreas remotas de Perú.
- La producción del concentrado se distribuirá en las escuelas a través de programas sociales, con un enfoque gradual.

El proyecto “Producción de extruidos funcionales de cereales, granos andinos y concentrado de proteína de pota para niños en edad escolar y preescolar”, con código PE501079852- 2022, fue uno de los proyectos especiales para escalamiento de tecnologías auspiciado por PROCIENCIA. La elaboración del producto se realizó en el Laboratorio de Procesos, Departamento de Acuicultura e Industrias Pesqueras, Facultad de Pesquería de la UNALM.

En palabras de Mg. Sc. David Roldán, el proyecto se enfocó en la creación y promoción de productos extruidos tipo pop a partir de cereales y granos andinos como maíz, arroz y kiwicha, en combinación con un concentrado de proteínas de pota, leche en polvo, azúcar y esencia de vainilla, que no contiene aditivos, antioxidantes, conservantes. Estos productos son naturales y, además de ofrecer un alto valor nutricional, destacan por sus atractivas características sensoriales.

“Nuestra iniciativa tiene como objetivo promover el consumo de recursos hidrobiológicos menos conocidos y alimentos autóctonos, que benefician la nutrición infantil y diversifican las opciones alimentarias a través de una lonchera saludable. La misión del proyecto es mejorar la nutrición mediante la eficiente combinación de pota, cereales y granos andinos, apoyada por la investigación continua y el desarrollo sostenible de nuevos productos”, mencionó.

**Tabla 1. Composición nutricional del cereal enriquecido con proteína de pota tipo pop**

COMPONENTES	%
Proteína	16.80
Humedad	5.35
Grasa	1.89
Fibra	1.05
Ceniza	2.01
Carbohidratos	72.90

La pandemia retrasó la evaluación de aceptabilidad del producto. Sin embargo, se realizó la degustación en el colegio Fe y Alegría, con una población de 1800 estudiantes, obteniendo una aceptación del 91.5%. Ahora, en la segunda etapa, el proyecto se enfoca en lograr alianzas con proveedores, estrategias de comercialización, evaluación nutricional, y esperamos ingresar al mercado con el proyecto, en febrero de 2024. Este proyecto no solo ofrece opciones más saludables para la alimentación infantil, sino que también impulsa la valorización de recursos locales y el desarrollo de productos innovadores que promuevan una dieta equilibrada y nutritiva.

**¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DE UTILIZAR LOS CO-PRODUCTOS DE LA POTA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXTRUIDO?**

Nuestro enfoque está centrado en la pota, cuyo precio ha experimentado un aumento significativo, pasando de 6 céntimos a aproximadamente 3 soles por kilo. Anteriormente, los co-productos (remanentes) de pota solían ser desechados o donados, pero ahora los aprovechamos para crear un concentrado de proteína. Esto nos permite optimizar su utilización, ya que estos residuos aún contienen nutrientes esenciales como ácidos grasos y proteínas, de especial importancia para la población infantil en riesgo de desnutrición. Al asignar un valor a estos co-productos, promovemos su consumo directo, lo que contribuye a la utilización eficiente de este recurso, que se posiciona como el segundo más importante en nuestro país después de la anchoveta.



Extrusor



Extruido

¿CUÁL ES EL IMPACTO DE ESTE PROYECTO EN LA FACULTAD DE PESQUERÍA, LA UNALM Y A NIVEL NACIONAL, AL USAR REMANENTES PARA COMBATIR LA DESNUTRICIÓN INFANTIL CON RECURSOS MARINOS?

Este proyecto tiene un impacto significativo en varios aspectos. En primer lugar, destaca una colaboración sólida entre la universidad y la empresa pesquera Inversiones Perú Pacífico S.A., que demuestra la importancia de esta asociación para futuras iniciativas. En segundo lugar, la universidad está abordando directamente problemas nutricionales al utilizar sus conocimientos y recursos en la creación de soluciones alimentarias. Esta colaboración multidisciplinaria refleja el compromiso de la universidad para encontrar soluciones integrales a desafíos nutricionales nacionales. Además, si el proyecto es exitoso, podría abrir la puerta a futuras alianzas universidad-empresa para la comercialización, generando recursos adicionales para la investigación y fortaleciendo la capacidad de la universidad para emprender investigaciones futuras.

¿QUÉ ESTRATEGIAS SE ESTÁN APLICANDO PARA GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD A LARGO PLAZO DEL PROYECTO?

La sostenibilidad del proyecto a largo plazo depende en gran medida de nuestra asociación con empresas privadas. Actualmente, motivamos a estas empresas a continuar financiando el proyecto, ya que su inversión es crucial para adquirir insumos, gestionar la logística y mantener el proceso en funcionamiento. Reconocemos la importancia de una alianza sólida y más integral con la empresa privada para garantizar la continuidad del proyecto. Estamos buscando nuevas alianzas con empresas, lo que nos permitirá seguir avanzando incluso si una empresa específica no puede continuar financiándonos.



Además, estamos terminando nuestro paquete tecnológico y trabajando en un modelo de negocio que asegure la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

SERVICIOS QUE OFRECE EL LABORATORIO DE PROCESOS PESQUEROS:

- | Procesos relacionados con los recursos hidrobiológicos.
- | Investigación en productos derivados de pota.
- | Elaboración de concentrado de proteína de pota.
- | Elaboración de barras nutritivas en base a extruidos de cereales y pota.
- | Reutilización de subproductos de pota.
- | Oportunidades de capacitación en la elaboración de producto de pota.

#### INVESTIGADORES

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Mg.Sc. David Roldán   | droidan@lamolina.edu.pe   |
| Mg.Sc. Rodolfo Omote  | romote@lamolina.edu.pe    |
| Mg.Sc. Andrés Molleda | amolleda@lamolina.edu.pe  |
| Dra. Fabiola Olivares | folivares@lamolina.edu.pe |

#### MAYOR INFORMACIÓN SOBRE TRABAJOS DESARROLLADOS EN

- | Roldán-Acero, D., Omote-Sibina, J., Molleda, A., & Olivares, F. (2022). Desarrollo de barras nutritivas utilizando cereales, granos andinos y concentrado proteico de pota. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 17-26. DOI: <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.383>
- | Espinoza, K., Roldán, D., & Martínez, N (2021). Elaboración de snack extruido a partir de cereales y concentrado de proteína de pota (*Dosidicus gigas*) y determinación de su vida útil. *Revista Anales Científicos*, 82(1), 180 – 191. DOI: <https://doi.org/10.21704/ac.v82i1.1754>

# Macroalgas verdes son una alternativa bactericida para el camarón *Penaeus vannamei*

Dra. Jessie M. Vargas Cárdenas | jesvargas@lamolina.edu.pe

- I Las macroalgas verdes son una alternativa bactericida para *Vibrio parahaemolyticus*.
- I Esta bacteria genera pérdidas económicas en el cultivo del camarón.
- I El *Vibrio parahaemolyticus* es un patógeno humano ampliamente distribuido en ambientes marinos.

El camarón *Penaeus vannamei* es el crustáceo más cultivado mundialmente. Según la FAO (2020), la producción del langostino (*P. vannamei*) representó el 51,7% de la producción total de crustáceos. En el Perú, la producción de *P. vannamei* fue de 34 388 t en 2022, equivalente al 22% de la producción acuícola total del país (PRODUCE, 2023). Su cultivo está constantemente amenazado por brotes de enfermedades. Aunque se considera que los virus causan las mayores pérdidas, la bacteria *Vibrio* ha causado pérdidas significativas, tanto en estado larvario, como de crecimiento.

La enfermedad de necrosis hepatopancreática aguda (AHPND) es causada por la bacteria *Vibrio parahaemolyticus*. Esta bacteria es originaria de Asia y ha sido detectada en camaroneras de la región Tumbes. Actualmente, el uso de medicamentos veterinarios está cada vez más restringido debido a los numerosos efectos secundarios para el medio ambiente y la salud, y por el desarrollo de cepas bacterianas resistentes. Por tanto, es necesario desarrollar nuevos agentes antimicrobianos a partir de recursos renovables como las algas. Estos organismos sirven como una fuente de productos naturales con propiedades terapéuticas y nutricionales. Dentro de estos compuestos se encuentran los polisacáridos sulfatados aislados de algas que poseen importantes propiedades farmacológicas (Thanigaivel et al., 2016).



Figura 1. *Penaeus vannamei* o camarón blanco. <https://doi.10.1177/10820132231165540>

**Actualmente, el uso de medicamentos veterinarios está cada vez más restringido debido a los numerosos efectos secundarios para el medio ambiente y la salud, y por el desarrollo de cepas bacterianas resistentes.**



Las macroalgas verdes (Clorofitas) contienen ulvanos, que son polisacáridos sulfatados (SPs) que cumplen actividades biológicas que benefician a la salud porque influyen en los inmunomoduladores, y tienen propiedades antivirales, antioxidantes, y anticancerígenas, por lo que pueden ser fuente promisorias de compuestos bioactivos. Especies del género *Ulva* se encuentran en la costa peruana. Es así que, en el distrito de La Punta, Provincia Constitucional del Callao, habitan *Ulva papenfussi* y *Ulva nematoidea*. Sin embargo, se desconocen los componentes fitoquímicos y las propiedades antimicrobianas de estas algas que podrían aprovecharse en la acuicultura.



El objetivo del estudio fue evaluar la capacidad nutraceutica de las macroalgas. Para ello, se colectaron la macroalga *U. papenfussi* del humedal "Poza de la Arenilla" (10° 04'30" S y 78° 10'30" O), mientras que la *U. nematoidea* de la playa Cantolao (12 ° 4'9.98" S y 77° 9'45" O). Ambas muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Acuicultura

de la Facultad de Pesquería de la UNALM para el proceso de secado y molienda, y al herbario del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Marcos para la identificación y clasificación taxonómica. La determinación cualitativa de los compuestos fitoquímicos se realizó mediante un tamizaje de los principales compuestos a partir de extractos metanólicos (Rondina y Coussio, 1989). La capacidad antimicrobiana fue evaluada *in vitro*, mediante el método de discos de difusión (MDD), siguiendo el protocolo de Chakraborty et al. (2010). Como control negativo, se usó DMSO y como control positivo, oxitetraciclina (30 µg). La cepa de *V. parahaemolyticus* fue proporcionada por SANIPES. Se sembró a 109 UFC ml<sup>-1</sup> (Mc Farland 0.5) en placas petri que contenían agar Mueller Hinton. Se incubaron a 30 °C durante 24 horas hasta que apareció una clara zona de inhibición.

En el tamizaje fitoquímico se encontró alta concentración de carbohidratos en *U. papenfussi* y *U. nematoidea*, tanto a temperatura ambiente, como a 70 °C. La Tabla 1 muestra el cribado fitoquímico de las cuatro fracciones, revelando además una variedad de compuestos bioactivos simples y complejos como flavonoides, alcaloides, triterpenos polares, taninos, fenoles, polifenoles, lípidos, esteroides y cardenólidos. La mayoría de los compuestos con propiedades farmacéuticas.

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico de las algas *U. papenfussi* y *U. nematoidea* a temperatura ambiente y 70 °C en cuatro fracciones químicas

FRACCIÓN	GRUPO QUÍMICO	REACTIVO	T° AMBIENTE.		70 °C	
			<i>Ulva Papenfussi</i>	<i>Ulva Nematoidea</i>	<i>Ulva Papenfussi</i>	<i>Ulva Nematoidea</i>
A	Carbohidratos	Molisch	+++	+++	++	++
	Flavonoides	Shinoda	++	++	++	++
	Lípidos	Vapor I <sub>2</sub>	+++	++	++	++
	Polifenoles y taninos	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	++	+++	+++	+++
	Taninos	gelatina	++	++	+++	+++
	Compuestos fenólicos	FeCl <sub>3</sub>	+++	+++	+++	+++
B	Antraquinonas	Borntrager	-	-	-	-
	Esteroides	Liebermann-Burchard	++	++	-	-
	Triterpenos		+	+	-	-
	Cardenolidos	Kedde	+++	+++	-	-
C	Alcaloides	Mayer	++	+	-	-
	Alcaloides	Wagner	++	+	-	-
	Leucoanthocyanins	Rosenheim	-	-	-	-
	Cardenolidos	Kedde	++	++	-	-
D	Alcaloides	Mayer	+	-	-	-
	Alcaloides	Wagner	-	-	-	-
	Esteroides	Liebermann-Burchard	-	-	-	-
	Triterpenos		+	+	-	-
	Flavonoides	Shinoda	-	-	-	-

(-) Sin presencia; (+) Baja presencia; (++) Moderada presencia; (+++) Alta presencia

En la prueba antibacteriana (Figura 1) se obtuvo un efecto antibacteriano contra *V. parahaemolyticus* con el máximo halo de inhibición de 12 mm para *U. nematoidea* y 11.6 mm en *U. papenfussi* en dosis de 3 y 4 mg, respectivamente, considerados como valores moderados (Chakraborty et al., 2010). Se observó un efecto dosis-respuesta dependiente, obteniéndose zonas de inhibición promedio de 8.3, 9.7 y 11.07 mm para dosis de 1, 2 y 3 mg ml<sup>-1</sup>, respectivamente.

Los resultados obtenidos evidencian la capacidad que tienen las macroalgas verdes para inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, tales como el *V. parahaemolyticus*, en entornos acuáticos o, como ingredientes, en productos antimicrobianos.

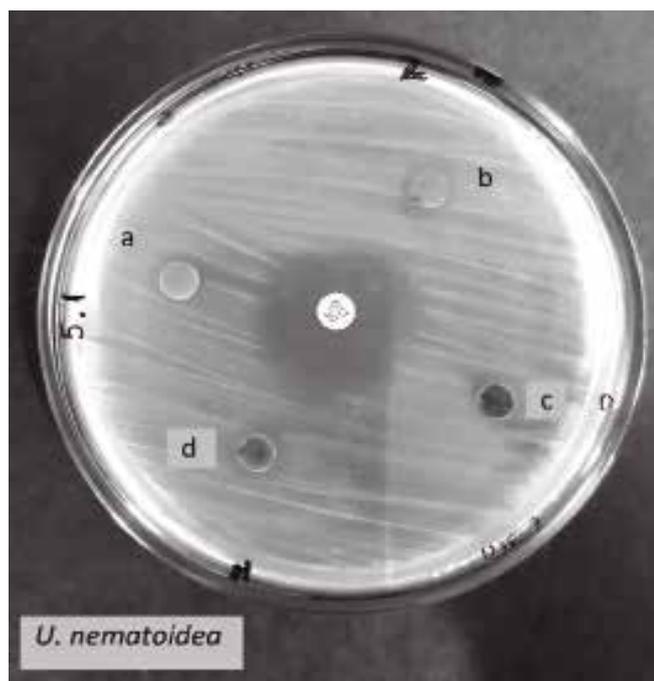


Figura 1. Actividad antibacteriana de extractos de *U. nematoidea* y *U. papenfussi* contra *V. parahaemolyticus*: a) 1,5 mg peso seco b) 2 mg peso seco c) 3 mg peso seco d) 4 mg peso seco. En el centro, disco de oxitetraciclina de 30 µg como control positivo.



## REFERENCIAS

- Chakraborty, K., Lipton, A.P., Raj, R., & Vijayan, K. (2010). Antibacterial labdane diterpenoids of *Ulva fasciata* Delile from southwestern coast of the Indian Peninsula. Food Chemistry, 119: 1399–1408.
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- PRODUCE (2023). PRODUCE realiza la Primera Sesión 2023 del Sistema Nacional de Acuicultura. <https://rnia.produce.gob.pe/produce-realiza-la-primera-sesion-2023-del-sistema-nacional-de-acuicultura/>
- Rondina, R., & Coussio, J. (1989). Estudio fitoquímico de plantas medicinales argentinas. Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA. Serie 2, Biología y Producción Vegetal. Buenos Aires-Argentina 6 (22): 351-366.
- Thanigaivel, S., Chandrasekaran, N., Mukherjee, A., & Thomas, J. (2016). Seaweeds as an alternative therapeutic source for aquatic disease management. Aquaculture, 464, 529-536.
- Vargas, J., Chávez, J., Martínez, N., Soto, I., Brito, L., Peixoto, S., & Galvez, A. (2023). Phytochemical screening and antibacterial assessment of two macroalgae *Ulva papenfussi* and *Ulva nematoidea* (Chlorophyta) against the bacterium *Vibrio parahaemolyticus*. Food Sci Technol Int. 2023 Mar 27:10820132231165540. <https://doi.org/10.1177/10820132231165540>

# Forjando futuros sostenibles

## Proyectos de servicio comunitario de la UNALM la convierten en agente de cambio

Mg. Sc. Segundo Gamarra Carrillo | sggc@lamolina.edu.pe  
Ing. Ruth Meza Asto | rmeza@lamolina.edu.pe  
Ing. César Cárdenas | ccardenas@lamolina.edu.pe

- Los estudiantes molineros completan su formación y aprenden de la comunidad, mientras la comunidad recibe el apoyo de la Universidad con conocimiento técnico sobre problemas reales.
- Los estudiantes molineros desarrollan sus habilidades blandas al enfrentarse a problemas reales en la sociedad.

La Universidad está implementando Proyectos de Servicio Comunitario bajo el enfoque de Aprendizaje-Servicio (PSC). Estos proyectos contribuyen a la formación integral de los estudiantes, al combinar la enseñanza y el aprendizaje académico con el servicio a la comunidad, brindando a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el aula para abordar problemas reales en la sociedad.

Estos proyectos abarcan diversas áreas relacionadas con la agricultura, la ganadería, la seguridad alimentaria, el medio ambiente y otros temas relevantes para la comunidad, como: la creación de huertos comunitarios, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, la capacitación en técnicas de manejo de recursos naturales, la mejora de la calidad de vida de las comunidades urbano-marginales, rurales, entre otros.

La Dirección de Extensión Cultural y Proyección Social (DECPS) ha adoptado el enfoque de Aprendizaje-Servicio como parte de su compromiso con la formación integral del estudiante, implementando proyectos de servicio comunitario, que promueven la participación estudiantil y abordan problemáticas relevantes en diferentes áreas relacionadas con la agricultura y el medio ambiente, en beneficio de la sociedad (Figura 1).

Los Proyectos de Servicio Comunitario (PSC) se realizan en colaboración con diferentes actores sociales, como las comunidades locales, las organizaciones no gubernamentales, las instituciones públicas y otros actores relevantes. Se trata de una estrategia de aprendizaje a largo plazo, pues la intervención se realiza a lo largo de varios años. Los estudiantes molineros desarrollan habilidades como analizar información, organización, planificación, resolución de problemas, trabajo en equipo y comunicación. Además, de las relaciones interpersonales, el compromiso ético y los valores solidarios. Asimismo, se fomenta la creatividad, el liderazgo, la aplicación de conocimientos en la práctica, la responsabilidad social y el compromiso ciudadano.

Algunas características importantes de los Proyectos de Servicio Comunitario en la UNALM son:

**Vinculación con la comunidad:** Los PSC se desarrollan en estrecha relación con las comunidades, reconociendo sus necesidades y trabajando de manera conjunta para buscar soluciones.

**Aprendizaje en contexto:** Los estudiantes tienen la oportunidad de adquirir experiencia práctica y desarrollar habilidades relevantes en un entorno real, lo que complementa su formación académica.

**Intercambio de conocimientos:** Los PSC fomentan el intercambio de conocimientos entre los estudiantes y la comunidad, promoviendo la co-creación de soluciones y el aprendizaje mutuo.



Figura 1. Agricultura urbana desarrollada con los estudiantes de la IE Juan Andrés Vivanco Amorín.

**Desarrollo de habilidades sociales:** Los PSC promueven el desarrollo de habilidades sociales y competencias como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el liderazgo y la empatía

**Impacto social:** Los PSC buscan generar un impacto positivo en la comunidad, contribuyendo al desarrollo local, la mejora de la calidad de vida y la promoción de la sostenibilidad (Figura 2).



Figura 2. Fortalecimiento de capacidades técnicas agropecuarias de los productores de la comunidad de Allpachaca del distrito de Chiara - Ayacucho.

La metodología para implementar estos Proyectos de Servicio Comunitario, con estudiantes de Agronomía y Zootecnia, fue diseñada por la Dirección de Extensión Cultural y Proyección Social (DECPS). Se busca integrar cada proyecto con el programa académico del estudiante, lo que implica identificar cómo el proyecto se vincula con los contenidos de los cursos y las competencias de egreso.

El primer paso consiste en realizar un diagnóstico participativo de las necesidades y problemas sociales de la comunidad. Se involucra a los actores claves de la comunidad para comprender sus perspectivas y prioridades. En función de este diagnóstico, se establecen los objetivos que se alcanzarán mediante la implementación del PSC. Éstos deben estar relacionados con el aprendizaje de los estudiantes y con la contribución a la comunidad. Luego, se elabora un plan de trabajo que incluye actividades, recursos, plazos y responsabilidades de los actores involucrados (Figura 3).

**La metodología para implementar estos Proyectos de Servicio Comunitario, con estudiantes de Agronomía y Zootecnia, fue diseñada por la Dirección de Extensión Cultural y Proyección Social (DECPS).**



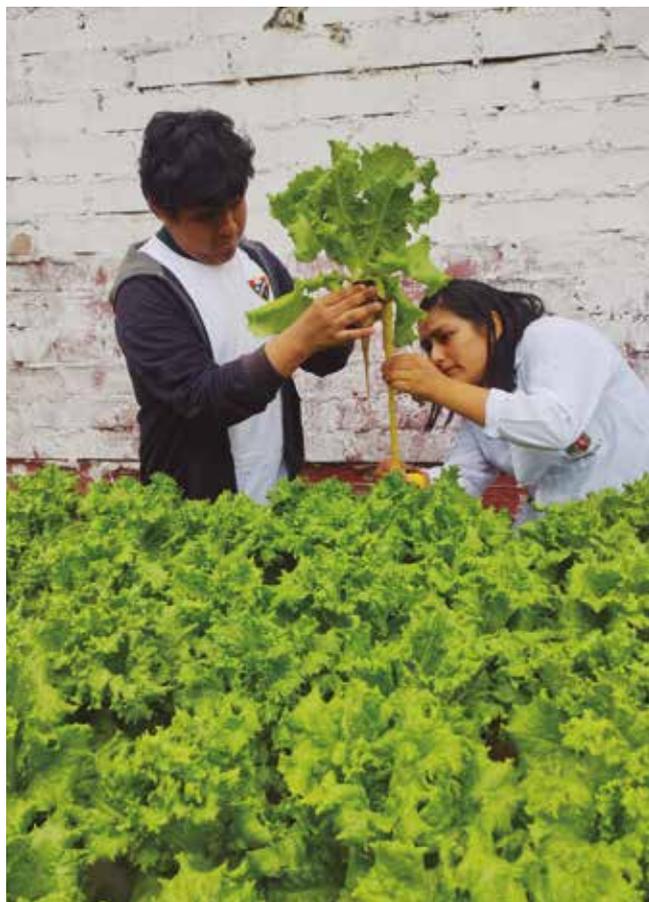
Figura 3. Tecnologías innovadoras en la producción de cacao, maíz y hongos comestibles en la comunidad de Progreso, distrito de Santa Cruz, provincia Alto Amazonas, región Loreto.

Los proyectos se ejecutan siguiendo un plan de actividades, trabajando estrechamente con los beneficiarios. Además, se establecen los mecanismos de evaluación para monitorear y medir el impacto de los proyectos.

Al finalizar cada proyecto, se realiza una evaluación, análisis y reflexión crítica sobre la experiencia vivida y el impacto generado. Esto es esencial para el aprendizaje y la mejora continua para proyectos futuros (Figura 4).



Figura 4: Producción de hortalizas hidropónicas en la IE Carlos Pareja Paz Soldán en el distrito del Rimac.



La DECPS, desde el año 2017 hasta la actualidad, ha implementado 75 proyectos que se han desarrollado en Lima y en otras regiones del país. Han participado 451 estudiantes de los programas de Agronomía y Zootecnia de la UNALM. Los estudiantes fortalecieron sus capacidades de trabajo en equipo, resolución de problemas, comunicación,

organización y planificación. También, mejoraron las relaciones interpersonales, el respeto a la diversidad, la ética, los valores solidarios, la creatividad, el liderazgo y la sensibilidad hacia temas relacionados con el medio ambiente. Asimismo, la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, la responsabilidad social y el compromiso ciudadano (Figura 5).



Figura 5. Elaboración de biofertilizante en el Asentamiento Humano Nueva Vista en el distrito de Villa María del Triunfo.

# Vicerrectorado de Investigación

investigacion@lamolina.edu.pe

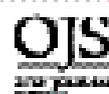
## Plataformas de investigación



Foro global de expertos del mundo sobre



Alianza Global de Investigación



Plataforma de revistas científicas en línea



Para verificar y asegurar la integridad de los trabajos y textos



Para gestión de C de investigadores y profesionales



Base de datos de revistas científicas en línea



Para facilitar la indexación de artículos científicos



Para el registro de patentes



Para el procesamiento de datos científicos en alta capacidad

## Datos técnicos



**523**

Docentes investigadores C<sup>+</sup> titulos



**195**

Investigadores reconocidos en el mundo



**96**

Grupos de Investigación



**91**

Grupos de Investigación



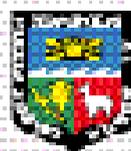
**4**

Centros de Investigación



**64**

Líneas de Investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
**LA MOLINA**

Anales Científicos



e-ISSN: 2519-7398  
p-ISSN: 0255-0407  
DOI: 10.21704/acu  
Frec.: Semestral

Natura Economía



e-ISSN: 2226-9479  
DOI: 10.21704/ne  
Frec.: Semestral

### Revistas Científicas

de la Universidad Nacional Agraria La Molina

revistascientificasunalm@lamolina.edu.pe

Peruvian Journal of Agronomy



e-ISSN: 2516-4477  
DOI: 10.21704/pja  
Frec.: Cuatrimestral

Ecología Aplicada



e-ISSN: 193-9507  
p-ISSN: 1726-2216  
DOI: 10.21704/rea  
Frec.: Semestral



Revista Forestal del Perú



e-ISSN: 2523-1855  
p-ISSN: 0556-6592  
DOI: 10.21704/rfp  
Frec.: Semestral

Tierra Nuestra



e-ISSN: 2519-738X  
p-ISSN: 18184103  
DOI: 10.21704/tn  
Frec.: Semestral



## HOMINEM ET AGRUM

En este espacio puedes dar a conocer los servicios que tu área ofrece a terceros.

### ¡APROVÉCHALO!



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
**LA MOLINA**

hominem.et.agrum@lamolina.edu.pe

+51 1 614 7800 Ax. 663

# Universidad Nacional Agraria La Molina ocupa el

# 1er lugar



En universidad  
pública del  
Perú en el:



## y 4to a nivel Nacional

Más información:  
[www.themosthighereducation.com](http://www.themosthighereducation.com)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

# LA MOLINA

Además destacan en:



## 1er lugar

A nivel nacional en  
Agriculture & Forestry

## 11vo lugar

A nivel latinoamericano en  
Agriculture & Forestry

Más información: [www.topuniversities.com](http://www.topuniversities.com)

## RANKING WEB OF UNIVERSITIES

## 3er lugar

Universidad  
Pública del Perú

## 8vo lugar

A nivel  
nacional

Más información: [www.webometrics.info](http://www.webometrics.info)

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA



# HOMINEM ET AGRUM