



**HOMINEM ET
AGRUM**

AÑO 2023
VOL 1
N°1

GRANOS ANDINOS para
innovar en panificación
nutritiva

“El Perú debe competir con la
calidad nutritiva de la quinua
empleando nuestro
GERMOPLASMA tan diverso”

Conozca lo que ofrece el
Vivero de Plantas
Ornamentales



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ÍNDICE



3

Tarwi: la leguminosa andina que ayuda a combatir la desnutrición, las enfermedades neurodegenerativas y la osteoporosis



5

Granos andinos para innovar en panificación nutritiva



7

Dra. Getty Villena
La Biotecnología puede aumentar valor a los productos



10

Medir la huella de carbono de la producción de alpacas ya es posible



13

Dra. Luz Gómez: "El Perú debe competir con la calidad nutritiva de la quinua empleando nuestro germoplasma tan diverso"



17

Hielo ozonizado, una alternativa para la conservación del pescado en pesca artesanal



20

Fertilización nitrogenada para una producción sustentable de arroz



23

Debemos aprender de la agricultura de pueblos milenarios



25

La genómica al rescate de la fibra de alpaca



27

Vivero de plantas ornamentales La Molina



29

Nuestra Leche
Lo que más nos interesa es la calidad del producto

HOMINEM ET AGRUM

Año 1, Número 1, Enero a Junio, año 2023
ISSN: 2961-2179 (En línea)

Editor

Dr. Edwin Mellisho Salas

Comité editorial

Mg.Sc. Flavio Lozano Isla
Ing. Carlos Vargas Salas
Mg.Sc. Erick Rosales Asto
Dra. Fabiola Olivares Ponce
Dr. Fritz Trillo Zarate

Fotografía de portada

© Dra. Luz Gómez Pando

Asistente Editorial

Dr. Alan Cruz Camacho
Dr. Sylvia Alcazar Alay
Mg.Sc. Marilyn Buendía Molina
Lic. Diego Fabian Chumpe

Edición

Ana Cecilia Vidal

Diseño y diagramación

Úrsula Nuñez

Autoridades UNALM

Dr. Américo Guevara Pérez, Rector
Ph.D. Héctor Enrique Gonzales Mora, Vicerrector Académico
Dra. Patricia Liliana Gil Kodaka, Vicerrectora de Investigación

© 2023 Universidad Nacional Agraria La Molina
Av. La Molina S/N - La Molina, Lima - Perú

Publicación semestral

Todos los Derechos reservados



Tarwi: la leguminosa andina que ayuda a combatir la desnutrición, las enfermedades neurodegenerativas y la osteoporosis

Miguel Vera-Vega & Gaston Zolla¹

Gaston Zolla gzolla@lamolina.edu.pe

En los últimos años, el tarwi se ha posicionado como un superalimento por su alto contenido en proteínas y ácidos grasos, comparable al de la soya, lo que podría convertirlo en un excelente sustituto de la proteína animal.

La ingesta de alimentos con bajo contenido de micronutrientes incrementa el riesgo de anemia, déficit cognitivo, Parkinson, Alzheimer y osteoporosis (DellaPenna, 1999). La anemia y el déficit cognitivo son las enfermedades crónicas más importantes a nivel mundial debido, principalmente, al consumo de alimentos bajos en hierro (Fe) y zinc (Zn).

La anemia cuando no es tratada a tiempo afecta las habilidades cognitivas de los niños y productivas de los adultos (Grandy et al., 2013). Por otro lado, la deficiencia en la ingesta diaria de boro (B) afecta la formación de huesos e incrementa la incidencia de osteoporosis (Meacham et al., 1995). Pero, así como la deficiencia de algunos minerales es perjudicial para la salud, el exceso de otros puede aumentar la posibilidad de desarrollar enfermedades neurodegenerativas. Este es el caso de la ingesta de alimentos ricos en manganeso y cobre, que puede aumentar la incidencia de enfermedades como es el Parkinson (Powers et al., 2003) y el Alzheimer (Squitti et al., 2014).

Una buena alternativa para combatir estas enfermedades de forma económica es contar con alimentos de fácil acceso a la población y con adecuados niveles de micronutrientes (Forssard et al., 2000). Gracias a la biodiversidad vegetal del Perú resulta posible combatir estas enfermedades promoviendo el consumo de algunos productos ancestrales que la dieta contemporánea ha desplazado.

Uno de los productos que sobresale para combatir la desnutrición y la anemia es el Tarwi (*Lupinus mutabilis* S.) por dos aspectos: a) por su capacidad de controlar la tuberculosis MDR (Hidalgo et al., 2022) y b) por su alto contenido de proteínas y minerales (Alcibiades y Granara, 2015). Así, seleccionar genotipos de tarwi con cualidades agronómicas y nutritivas superiores es indispensable para su incorporación dentro de la canasta básica familiar, con la finalidad de reducir los costos en salud a través de una alimentación saludable.

Lamentablemente, la información sobre la composición de micronutrientes del tarwi en el Perú es escasa. El trabajo de investigación realizado, y publicado en *Scientific Reports* por el Dr. Gaston Zolla (<https://doi.org/10.1038/s41598-022-19202-8>), intenta aportar en este sentido, y concluye que el contenido de hierro, zinc y boro en las semillas de tarwi supera los 40 mg/kg, 28 mg/kg y 13 mg/kg, respectivamente, y por ello puede considerarse un alimento

El Tarwi es uno de los productos que sobresale para combatir la desnutrición y la anemia

biofortificado. Por su lado, el boro se destaca como un micronutriente importante debido a su correlación positiva asociado con el tamaño y el peso de la semilla de tarwi porque está involucrado en el desarrollo y tamaño de las semillas.

Por el contrario, la presencia de cobre mostró una correlación negativa con el tamaño de la semilla. Esto es útil para la selección de genotipos con buenas características morfológicas de semilla y una adecuada concentración de cobre (≤ 10 mg/kg).

Además, 100-WS (peso de 100 semillas), junto con los criterios de micronutrientes para una alimentación saludable y MCV (Medium Corpuscular Volume) micronutriente $\leq 10\%$ permitió seleccionar seis accesiones (P14, P16, P21, T05, T08 y T25) que fueron biofortificadas para hierro, zinc y boro con excelente tamaño, peso de semilla y niveles adecuados de cobre y manganeso.

Estos genotipos servirán como base para un programa de mejoramiento genético que permita aumentar el contenido de micronutrientes, y reducir los gastos de atención médica al promover una alimentación saludable entre la población. El Tarwi podría incluirse en programas de alimentación que se ofrecen a la población infantil como Qali Warma.



- + Dos formas de consumir tarwi: en cebiche y como puré.
- + Principales zonas de cultivo de tarwi: Lambayeque y Ancash.
- + Cantidad de hectáreas dedicadas al cultivo de tarwi en el Perú: 10,000.
- + Ventajas del tarwi frente a otros cultivos: resistente a sequías, rico en micronutrientes, no contiene almidón.
- + Propiedades del tarwi pueden combatir: Alzheimer, Parkinson, Diabetes, Tuberculosis, enfermedades cardiovasculares y malnutrición.

¹Laboratorio de Fisiología Molecular de Plantas del PIPS de Cereales y Granos Nativos, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Cultivos ancestrales peruanos altamente nutritivos como el tarwi podrían desempeñar un papel significativo en los sistemas alimentarios para abordar la seguridad alimentaria y alcanzar el hambre cero.

REFERENCIAS

- Alcibiades, A., & Granara, A. (2015). Propiedades Nutricional y Medicinales del Tarwi o Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Radio Programa del Perú Programa Siempre en Casa. 1. 1.
- DellaPenna, D. (1999). Nutritional Genomics: Manipulating Plant Micronutrients to Improve Human Health. *Science*, 285 (5426), 375–379.
- Forsard, E., Bucher, M., Mächler, F., Mozafar, A., & Hurrell, R. (2000). Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 861–879.
- Hidalgo, M., Asmat Marrufo, P., Lezama Asencio, P., Ramos, C., Chimoy Tuñoque, CA., & Zolla, G. (2022). Evaluation of in vitro susceptibility to sparteine in four strains of Mycobacterium tuberculosis. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 39(1), 77-82.
- Grandy, G., Weisstaub, G., & López de Romaña, D. (2013). Iron and zinc deficiency in children. *Rev. bol. ped.* n.1. 49 (1), 25-31.
- Powers, K. M., Smith-Weller, T., Franklin, G. M., Longstreth, W. T., Swanson, P. D., & Checkoway, H. (2003). Parkinson's disease risks associated with dietary iron, manganese, and other nutrient intakes. *Neurology*, 60(11), 1761–1766.
- Squitti, R., Siotto, M., & Polimanti, R. (2014). Low- copper diet as a preventive strategy for Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 35: 40–S50.
- Vera-Vega, M., Jimenez-Davalos, J., & Zolla, G. (2022). The micronutrient content in underutilized crops: the *Lupinus mutabilis* sweet case. *Sci. Rep.*, 12, 15162.

Granos andinos para innovar en panificación nutritiva

Ritva Repo de Carrasco¹ ritva@lamolina.edu.pe
Christian Rene Encina-Zelada¹ cencina@lamolina.edu.pe
Sylvia Carolina Alcázar-Alay¹ scalcazar@lamolina.edu.pe
Julio Mauricio Vidaurre-Ruiz¹ vidaurrej@lamolina.edu.pe
Dario Cabezas^{1,2} dario.cabezas@unq.edu.ar
Maria Jimena Correa^{1,3} mjcorrea@biol.unlp.edu.ar

Los productos de panadería (panes, galletas, tostadas, bizcochos, tortas, entre otros) acompañan a diario las principales comidas y refrigerios de consumidores de todas las edades. Asimismo, la tendencia a consumir alimentos menos calóricos y más nutritivos, la sensibilidad al gluten, las preferencias por harinas integrales, un mayor consumo de fibra dietaria y la reducción de la importación de trigo a nivel mundial vienen generando una gran oportunidad para la innovación en las recetas panaderas que tienen como base principal a la harina de trigo, que se puede sustituir parcialmente por otras harinas con cualidades más nutritivas como las que se presentan en nuestros granos y cereales andinos.

Los cultivos andinos escogidos para desarrollar las nuevas formulaciones de pan de molde y de galletas fueron la quinua, la kañiwa y el tarwi. Estos productos son considerados superfoods por su destacado aporte nutricional. Las proteínas de la quinua y la kañiwa presentan una composición de aminoácidos esenciales sobresaliente. En especial, la kañiwa brinda un gran aporte de lisina, cuya deficiencia genera fatiga muscular y limita el crecimiento. La quinua y la kañiwa se componen de lípidos ricos en ácidos grasos insaturados, minerales (calcio, hierro, fósforo y magnesio), además de vitaminas (E, B1, B2 y niacina) y fibra dietética también llamada fibra alimentaria. Por otro lado, el tarwi es reconocido por su elevado contenido proteico (hasta un 50%) mayor que el de la soya, y por menor cantidad de carbohidratos que otras leguminosas y lípidos ricos en ácidos grasos insaturados.

Las investigaciones realizadas en el Centro de Investigación e Innovación en Productos Derivados de Cultivos Andinos – CIINCA, dentro del proyecto de investigación denominado “Inclusión de granos andinos: kiwicha, quinua, kañiwa y tarwi, para el desarrollo de productos nutritivos de panificación - GRANPAN”, condujeron a la formulación de diferentes productos de panificación, entre ellos el pan de molde y galletas basados en procesos donde la harina de trigo es sustituida parcialmente, incorporando granos andinos y leguminosas de nuestra biodiversidad andina que actualmente son comercializados como harinas por empresas locales a nivel nacional. Los productos desarrollados por los investigadores



Quinua, kañiwa y tarwi son ideales para la preparación de panes y galletas.

del CIINCA tienen características especiales, teniendo en cuenta tres ejes importantes para las panaderías a nivel artesanal e industrial como son: el carácter tecnológico, las cualidades sensoriales y el aporte nutritivo. Todos estos aspectos mencionados fueron cuidadosamente considerados para obtener un producto escalable, atractivo, de buen sabor y con un contenido proteico y de fibra alimentaria que los diferencian de productos semejantes elaborados sólo con harina de trigo.

Durante la experimentación para la formulación de pan de molde con harinas de quinua y tarwi se evaluó el efecto de estas harinas en las propiedades de formación de las masas (buena hidratación, elasticidad, amasado, incremento de volumen por fermentación) y, las características físicas y textura del producto horneado. El pan de molde desarrollado se constituye como un producto de buena calidad panadera (mayor volumen, suavidad, estabilidad y contenido nutricional) con el fin de que sea aceptable por el consumidor. La presencia de la harina de quinua contribuyó con la mejora en las propiedades de textura (menor dureza, mejor distribución de las migas) en las masas y en los panes desarrollados; mientras que la harina de tarwi destacó por su gran aporte de proteínas (14.2%) en el pan de molde obtenido. La formulación óptima desarrollada para el pan de molde de quinua y tarwi se compone de 80% de harina de trigo, 16.3% de harina de quinua y 3.71% de harina de tarwi (Gutiérrez, 2022; Gutiérrez-Castillo et al., 2022).

La formulación óptima desarrollada para el pan de molde de quinua y tarwi se compone de:

80% de harina de trigo,
+ 16.3% de harina de quinua y
+ 3.71% de harina de tarwi



Para lograr la mejor formulación de galletas se buscó evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harinas de kañiwa y tarwi sobre las características fisicoquímicas, tecnológicas y sobre la aceptación del producto. La investigación buscó desarrollar galletas con propiedades similares a las de una galleta elaborada a base de harina de trigo. En términos generales, la calidad de las galletas se vio afectada por las interacciones entre las tres harinas y, a su vez, por un efecto sinérgico entre la kañiwa y el tarwi. A mayor nivel de harina de kañiwa, se obtuvieron galletas de mayor grosor y firmeza, así como una menor humedad y luminosidad. El aumento de la presencia de harina de tarwi, dio lugar a galletas más blandas con un valor promedio alto de luminosidad y contenido proteico (14.8%), pero de menor grosor. La formulación óptima desarrollada para las galletas de kañiwa y tarwi se estableció en 40% de harina de trigo, 40% de harina de kañiwa y 20% de harina de tarwi (Bracamonte, 2022).

Como ingredientes panaderos, las harinas de quinua y de kañiwa contribuyeron a la formación de las masas gracias a su aporte en carbohidratos y fibra dietaria, capacidad de absorción de agua y propiedades de formación de masas. Asimismo, la incorporación de harina de tarwi agregó al producto final una importante composición proteica. Los panes y galletas elaborados con harinas de cereales andinos resultan en productos panificados de buen sabor, suave textura y buena apariencia, a la vez que destacan sus cualidades como alimentos funcionales y nutritivos. Confiamos en que las investigaciones realizadas por los investigadores del CIINCA contribuyan con alternativas de consumo de harinas de granos y leguminosas andinas a través de productos de panificación más nutritivos.



Mayor información sobre los trabajos desarrollados se encuentran en:

Bracamonte Herrera, Álvaro. (2022). Caracterización fisicoquímica y reológica de galletas sustituidas parcialmente por harina de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*).

Gutierrez Castillo, Carla Pamela. (2022). Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de Quinua y Tarwi. Tesis para optar al título profesional. Repositorio UNALM: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5393>

Gutierrez-Castillo, C., Alcázar-Alay, S., Vidaurre-Ruiz, J., Correa, M.J., Cabezas, D.M., Repo-Carrasco-Valencia, R., & Encina-Zelada, C.R. (2022). Effect of partial substitution of wheat flour by quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) flours on dough and bread quality. *Food Sci Technol Int.* doi: 10.1177/10820132221106332. Epub ahead of print. PMID: 35673705. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35673705/>

¹ Centro de Investigación e Innovación en Productos Derivados de Cultivos Andinos (CIINCA) - Facultad de Industrias Alimentarias (FIAL) Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) - Perú.

² Laboratorio de Investigación en Funcionalidad y Tecnología de Alimentos (LIFTA) - Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) - Argentina.

³ Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - Argentina.

Entrevista

Dra. Gretty Villena

La Biotecnología puede aumentar valor a los productos



La industria peruana en general puede beneficiarse de los servicios que ofrece el Laboratorio de Micología y Biotecnología que dirige la Dra. Gretty Villena. Hablamos con ella para conocer en qué consisten los servicios que ofrecen al sector privado.

DOCTORA VILLENA, ¿CUÁNTO TIEMPO TIENE ESTE LABORATORIO Y A QUÉ SE DEDICA PRINCIPALMENTE?

El Laboratorio de Micología y Biotecnología (LMB) tiene una trayectoria de 45 años en la investigación orientada a la biotecnología. El objetivo del LMB, es contribuir al desarrollo económico y social del país mediante la investigación, el desarrollo e innovación en el área de biotecnología industrial y agroindustrial, además de la formación de recursos humanos altamente calificados en biotecnología.

El LMB realiza investigación básica y aplicada, y promueve la innovación basada en el conocimiento. Por ejemplo, se ha trabajado por muchos años en el uso de residuos agroindustriales y madereros para la producción de etanol, utilizando microorganismos nativos; hongos principalmente. Y esta tecnología cubre varios aspectos desde el punto de vista de investigación: desde aislar, caracterizar y conseguir los microorganismos, identificar enzimas que sean capaces de convertir ese residuo industrial en azúcares y, luego, diseñar el bioproceso para que, a partir de esos azúcares, se pueda generar biocombustibles y otros productos de valor agregado. Todas estas etapas están soportadas por herramientas genómicas y de ingeniería biológica que permiten optimizar los procesos.

¿DE QUÉ MANERA TRABAJAN CON ENZIMAS?

Promovemos el uso de insumos amigables con el ambiente. Los hongos, a nivel comercial, son las principales fuentes de enzimas industriales (catalizadores que se utilizan en la industria alimentaria, biocombustibles, biomateriales). La importancia de este esfuerzo es porque en el Perú no se producen enzimas, siendo necesaria la importación, además, algunos sectores productivos como el textil y alimentario son los más demandantes de enzimas.

Por ejemplo, en la industria textil se utilizan enzimas celulasas para el biopulido de tela de algodón y en procesos de acabado textil. Hay procesos como el desgastado de tela denim que antes se realizaban de manera mecánica y química (stone washing) y ahora se realizan con métodos enzimáticos.

Estas enzimas también se usan en la industria de alimentos y, a lo largo de estos años, hemos desarrollado también bioprocesos optimizados para producir este tipo de enzimas.

Asimismo, hemos desarrollado procesos de descontaminación de efluentes textiles basados en actividad enzimática de hongos.

En algunos procesos productivos hemos planteado el uso de residuos agroindustriales y madereros para producir enzimas e insumos para biomateriales como parte de un proceso integrado bajo un modelo de biorrefinerías.

¿QUÉ TRABAJO HAN REALIZADO CON BIOMATERIALES?

Iniciamos la línea de trabajo en biomateriales al utilizar un esquema de biorrefinerías, que utilizan recursos renovables, principalmente residuos de diferentes sectores productivos –como el agrícola, el sector pesca, el de industrias alimentarias, etc.– para producir algún tipo de biocombustible y otros productos biotecnológicos de valor agregado que mejoran la rentabilidad del proceso. La ventaja que tienen los microorganismos es que debido a su versatilidad metabólica pueden sintetizar varios productos a la vez. Sin embargo, para ello es fundamental seleccionar adecuadamente los microorganismos que van a permitir hacer eso.



Dra. Gretty Villena
Directora del Laboratorio de
Micología y Biotecnología "Marcel
Gutiérrez Correa". Universidad
Nacional Agraria La Molina

En los proyectos trabajados con financiamiento de ProInnovate y de ProCiencia, utilizamos residuos de madera para producir enzimas celulasas para industria textil y para producir nanocristales de celulosa, respectivamente. En una primera etapa se producen las enzimas y luego, de lo que queda del residuo, se pueden obtener nanocristales de celulosa (CNC por sus siglas en inglés). Estos CNC tienen una alta demanda en el mercado y, entre otras cosas, se utilizan como material de relleno para hacer los plásticos biodegradables que, en conjunción con otros polímeros, culmina en un material lo suficientemente elástico y resistente mecánicamente.

Partiendo del mismo residuo, y manejando la parte de bioprocesos, se puede tentar a muchos productos y también muchos servicios.

Todo este trabajo supone varias etapas en el laboratorio y la ventaja es que el desarrollo tecnológico está soportado por herramientas biotecnológicas y moleculares que permiten manejar información masiva de la célula y tener un mayor grado de predictibilidad. En este sentido, desde el 2008 incluimos herramientas genómicas y moleculares como base para el diseño y optimización de bioprocesos. De esta manera, utilizando estrategias de metagenómica, podemos buscar genes en la naturaleza, microorganismos y, a través de herramientas de genómica funcional, se puede realizar el análisis de respuestas celulares y capacidad productiva del microorganismo, incluyendo el secuenciamiento de genomas. Nuestro laboratorio ha adquirido equipos especializados como termocicladores y secuenciadores y estandarizar protocolos; de tal manera que ahora estamos en la capacidad de ofertar estas herramientas moleculares como servicios tecnológicos especializados.

8

¿POR QUÉ SE PLANTEARON ESTE PROYECTO?

Hemos tenido un acercamiento de diferentes empresas que buscan, por ejemplo, adaptar tecnologías que han visto en el extranjero pero que ven muy difícil desarrollarlas aquí porque requieren de una determinada infraestructura, de personal técnico muy especializado de equipamiento específico que supone alta inversión, y esto pone límites a la mejora de sus procesos.

En este contexto es que decidimos postular a una convocatoria de ProInnovate de fortalecimiento de centros de extensión tecnológica, desarrollado en dos fases y a través de ello hemos conseguido financiamiento para ejecutar el proyecto de "Fortalecimiento del centro de extensión tecnológica CET LMB-UNALM de apoyo a la innovación agroindustrial y alimentaria mediante plataformas biotecnológicas" (Contrato N° 144-PROINNOVATE-CETF2-2022). Este proyecto nos permitirá mejorar el equipamiento del LMB, mejorar las capacidades tecnológicas de investigación y desarrollo y, sobre todo, contar con un mayor número de profesionales altamente especializado a cargo de los servicios que ofertará el CET LMB. En la primera etapa desarrollamos un plan estratégico del CET mediante una consultoría financiada por ProInnovate y en la segunda etapa vamos a poner en marcha los objetivos planteados en este plan, los cuales incluyen:

- Una planificación estratégica con una Misión y Visión del CET, que describe la oferta de valor de acuerdo con los segmentos de usuarios atendidos.
- Una oferta de servicios tecnológicos para atender a las brechas técnico-productivas de los sectores empresariales y académicos, así como el plan operativo para brindarlos.

- La planificación de marketing que detalla la oferta de valor del CET al analizar y describir precios, plaza, generar el plan de promoción y visibilización del CET.
- La planificación operativa con recursos humanos e infraestructura necesaria para ofrecer los servicios actuales y los identificados para atender a las brechas tecnológicas del sector productivo.
- Describe los principales proyectos y actividades a desarrollar para poner en marcha el Plan Estratégico.
- Además de la planificación financiera y la estrategia de evaluación y monitoreo.

En términos generales, una línea de servicios que ofrecemos es de I+D+I+e. Con la experiencia adquirida y con el personal que hemos incorporado, estamos acercándonos a las empresas agroindustriales para ayudarlos a mejorar la calidad de sus productos y procesos, optimizar procesos e implementar tecnología enzimática, así como generar productos de mayor valor agregado a partir de sus residuos, entre otras cosas. El objetivo es que, a partir de sus materias primas se obtengan productos de mayor valor para el mercado. Un ejemplo concreto es el polvo de Tara que el país exporta. El precio del polvo de Tara es relativamente bajo. Sin embargo, aplicando tecnología enzimática, y convirtiendo ese polvo de Tara en ácido gálico, el precio de ese producto se multiplica varias veces y puede orientarse a otros sectores como el farmoquímico, el de salud y el de alimentos. Entonces, ¿qué les impide a muchas empresas hacer un upgrade, de la calidad y del precio de sus productos? El acceso a tecnología. Hay una necesidad tecnológica de servicios especializados que no está siendo atendida. Esa es la razón por la cual hemos decidido, como laboratorio, atender esa demanda.

Por otro lado, las empresas requieren caracterizar sus biomateriales, sus bolsas, etc., verificar los componentes de los insumos que utilizan y todos esos análisis generalmente van al extranjero a precios muy altos. Ya teniendo la infraestructura, los equipos y el personal técnico, estamos en capacidad de ofrecer a las empresas este tipo de servicios a través de espectroscopia vibracional, por ejemplo.

En los proyectos trabajados con financiamiento de ProInnovate y de ProCiencia, utilizamos residuos de madera para producir enzimas celulasas para industria textil y para producir nanocristales de celulosa, respectivamente.

¿QUÉ SECTORES SE BENEFICIAN?

En general las pequeñas, medianas empresas del sector agroindustrial, alimentario y pesca, laboratorios de investigación, emprendedores de base biotecnológica, sector cosmético e industria en general. El objetivo es atender brechas tecnológico-productivas relacionadas con:

- Control y mejora de la calidad
- Innovación y/o diversificación de producto (valor agregado)



Investigación y desarrollo en bioprocesos de Biotecnología industrial

- Mejoramiento de la eficiencia productiva (costos)
- Ecoeficiencia (impacto ambiental)

Los servicios que ofrece el CET LMB son los siguientes:

- Investigación y desarrollo en bioprocesos de biotecnología industrial y agroindustrial.
- Implementación y aplicación de tecnología enzimática para diferentes aplicaciones.
- I+D+i+e para obtención de productos de valor agregado y biomateriales a partir de residuos agroindustriales, madereros, acuícolas y otros.
- Reactivación de cepas
- Mantenimiento y crío preservación de cepas.
- Extracción de ácidos nucleicos (ADN, RNA, plasmídico, genómico).
- Extracción de ADN ambiental
- Servicios de secuenciación 16S, ITS de ADN medioambiental.
- Servicio para pequeños genomas (bacterias, hongos) y de metadiversidad.
- Servicios de secuenciación de metagenomas completos y metatranscriptomas, genomas/transcriptomas de plantas y animales.
- Análisis en bioinformática
- Detección molecular de secuencias en alimentos, materias primas, agua, suelo.
- Análisis de PCR en tiempo real.
- Servicios de microscopía confocal de fluorescencia.
- Servicios de microscopía Raman AFM.
- Análisis FTIR
- Cromatografía líquida (HPLC, UHPLC) y electroforesis capilar acoplados a espectrometría de masa.
- Tamizado de actividad biológica.
- Cursos especializados de capacitación: en las áreas de Bioinformática, Bioprocesos, Técnicas moleculares, Genómica Funcional (transcriptómica, proteómica), Purificación de Analitos, Técnicas Analíticas (HPLC, RMAN, FTIR, MS, entre otras).
- Talleres prácticos para 15 personas.
- Acompañamiento tecnológico para startups.
- Vigilancia tecnológica para promover innovación en el sector productivo.

Además de crear conocimiento, estamos generando cambios. Las empresas quieren innovar, mejorar sus productos, pero no saben cómo hacerlo. Muchas veces no pueden, o no están dispuestos a invertir tanto para ver si algo les va a funcionar o no. Nosotros podemos ayudarlos y orientarlos tecnológicamente,



Servicios de Microscopía Raman AFM

EQUIPO A CARGO:

Investigadores:

Dra. Gretty Villena
 Dra. Ilanit Samolski
 M.Sc. Yvette Ludeña

Gestión Tecnológica y Vinculación:

Rocio Fuentes

Área de Bioprocesos – Biotecnología:

Dra. Susana Sirvas
 Mg. Eduardo Perochena
 Biol. Antony Romero

Área de Bioquímica y Analítica:

M.Sc. Jonathan Benites

Área de Biología Molecular:

Mg. SC. Luis Gutiérrez
 Biol. Katherine García

Área de Microbiología:

Sr. Antony Barrientos

Área de Bioinformática:

Dr. Frank Guzmán

Área de Microscopía especializada y FTIR:

Fis. José Castañeda

Coordinador Administrativo:

Bach. José Canales



© Daniel Caverio / PROMPERU

¿Es posible estimar y mitigar los gases de efecto invernadero vinculados a su crianza?

Medir la huella de carbono de la producción de alpacas ya es posible

La huella de carbono (HC) es un indicador utilizado para caracterizar el perfil de los gases de efecto invernadero de un producto, y proporciona una línea base sobre la cual se pueden establecer objetivos de mitigación y medir su progreso (Jones et al., 2013).

- G. Gómez Oquendo¹ gjanetgomez@gmail.com
- K. Salazar Cubillas² Salazar-cubillas@aninut.uni-Kiel.de
- V. Alvarado¹ victor.iab@hotmail.com
- C. Osorio³ cosorio@inia.gob.pe
- C. A. Gómez Bravo¹ cagomez@lamolina.edu.pe

El sector agropecuario en el Perú es uno de los principales contribuyentes de gases de efecto invernadero (GEI). Según información del Ministerio del Ambiente, representa el 15% de las emisiones totales (2016). En consecuencia, se han llevado a cabo una serie de investigaciones para cuantificar las emisiones de GEI de varios sistemas de producción en el Perú (Bartl et al., 2011) y establecer así puntos de referencia sobre los cuales plantear estrategias de mitigación.

La investigación que comentamos en el presente artículo tiene como foco la producción alpaquera y ha sido conducida como parte de las actividades del Grupo de Investigación en Mitigación y Adaptación de la Ganadería frente al Cambio Climático de la Facultad Zootecnia, UNA La Molina (<https://web.lamolina.edu.pe/investigacion/grupos/grupo-de-investigacion-en-mitigacion-y-adaptacion-de-la-ganaderia-frente-al-cambio-climatico/>).

Las alpacas son animales valiosos por su fibra y carne, cuya alimentación depende totalmente de pastizales naturales (Instituto Nacional de Estadística e Informática- INEI, 2013). En la actualidad, no hay información publicada sobre la huella de carbono de los productos de alpaca bajo sistema extensivo de crianza. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivos identificar las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero y estimar la huella de carbono de un sistema extensivo de producción de alpaca.



© Giñan Tubben / PROMPERU

¿CÓMO HICIMOS LOS CÁLCULOS DE HUELLA DE CARBONO?

La huella de carbono se calculó en base a los registros de producción alpaquera existentes y que datan del 2018, y de acuerdo con la norma ISO 14040 (International Organization for Standardization [ISO], 2006) que describe el análisis de la evaluación del ciclo de vida de un producto, considerando las emisiones derivadas del proceso y las directrices establecidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2006) que incluye metodologías y ecuaciones que nos sirve para estimar la cantidad de gases de efecto invernadero producidos en un tiempo determinado.

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Quimsachata, en el distrito de Santa Lucía, Puno. El sistema en estudio fue un sistema de producción extensivo de alpaca, que produce animales para la venta.

Todos los datos requeridos para la estimación de la huella de carbono se registraron a partir de los cuadernos de campo del CIP. El uso de combustible se clasificó a partir de actividades llevadas a cabo dentro del CIP (por ejemplo, transporte de personal a las áreas de pastoreo) y actividades fuera del CIP (por ejemplo, transporte para la compra de heno). El consumo de energía eléctrica incluyó la energía total utilizada en oficinas, edificios e instalaciones de la estación de investigación.

LÍMITES Y UNIDADES FUNCIONALES

Los límites del sistema incluyeron todos los procesos de la cadena de suministro asociados con la producción primaria de fibra y carne de alpaca. Las emisiones de GEI de las actividades agrícolas incluyeron las emisiones directas e indirectas de CO₂, N₂O y CH₄ (Peri et al., 2020). La unidad funcional de la evaluación del ciclo de vida se calculó en base a 1 kg de peso vivo (PV).

SISTEMA DE ASIGNACIÓN

Basada en índices de la IDF (*International Dairy Federation*) 2015, la huella de carbono fue expresada en tres tipos de

asignaciones: económica, masa y biofísica, y por unidad de superficie (ha). Para la asignación económica, las emisiones de GEI fueron asignadas en proporción al valor económico de cada producto (peso vivo, fibra grasosa blanca y fibra grasosa de color). Para la asignación biofísica, las emisiones de GEI se calcularon sobre la base del requerimiento proteico establecido para funciones fisiológicas (es decir, crecimiento animal y producción de fibra) y contenido de proteína de productos y coproductos.

GASES DE EFECTO INVERNADERO VINCULADOS A LA CRIANZA DE ALPACAS

En la Tabla 1 se muestra la emisión anual de gases de efecto invernadero y su contribución por fuente de emisión, así como las emisiones por kg de producto (kg de peso vivo de alpaca). Las emisiones totales producidas dentro del sistema fueron mayores que las que están fuera del sistema. El CH₄ proveniente de la fermentación entérica (gases que se producen dentro del estómago de las alpacas) contribuyó con el mayor porcentaje de emisiones, seguido por N₂O y CH₄ proveniente del manejo del estiércol.

Tabla 1. Total de gases de efecto invernadero de la producción de 1 kg de peso vivo de alpaca en el CIP Quimsachata – 2018.

	Fuentes de las emisiones de gases de efecto invernadero		
	kg CO ₂ ^{-e} /año	%	kg CO ₂ ^{-e} /kg PV
EMISIONES DENTRO DEL SISTEMA			
CH ₄ proveniente de la fermentación entérica	371,964	66.90	16.07
CH ₄ provenientes del manejo de estiércol	7,343	1.33	0.32
N ₂ O proveniente del manejo de estiércol	163,047	29.30	7.04
Subtotal	542,354	97.53	23.43
EMISIONES FUERA DEL SISTEMA			
Combustible	5,649	1.02	0.24
Electricidad	7,889	1.41	0.34
Fertilizantes	209	0.04	0.01
Subtotal	13,747	2.47	0.59
Total	556,101	100.00	24.02

En la Tabla 2 se muestra la estimación de la huella de carbono con diferentes tipos de asignación (asignación en masa, económica y biofísica), y por unidad área (hectárea).

Tabla 2. Huella de carbono por tipo de asignación.

Asignación	Unidad funcional	Huella de carbono
Masa	kg CO ₂ ^{-e} /kg producto	29.5
Económica	kg CO ₂ ^{-e} /kg PV	24.0
Biofísica	kg CO ₂ ^{-e} /kg PV	22.6
	kg CO ₂ ^{-e} /kg fibra	53.0
Hectárea	kg CO ₂ ^{-e} /ha	88.6

CO₂^{-e} = Dioxido de carbono equivalente; PV = Peso vivo.

Utilizando la asignación biofísica, la huella de carbono se determinó también considerando diferentes porcentajes (10%, 15%, 20%, 25% y 30%) de saca (animales para la venta) basados en el porcentaje de saca encontrado comúnmente en un sistema alpaquero en el Perú (Gutiérrez, 1993). La huella

de carbono estimada para fibra, en 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de saca, fueron 58, 54, 53, 51 y 48 kg CO₂^{-e}/kg de fibra, respectivamente, mientras que la huella de carbono para peso vivo (carne) fue de 66, 45, 23, 19 y 14 kg CO₂^{-e}/kg de peso vivo, respectivamente. La mayor fuente de emisiones de GEI



© Daniel Silva / PROMPERÚ

REFERENCIAS

Bartl, K., Gómez, C., & Nemecek, T. (2011). Life cycle assessment of milk produced in two smallholder dairy systems in the highlands and the coast of Peru. *Journal of Cleaner Production*, 19 (13), 1494–1505. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.04.010>

Dyer, J., Verge, X., Desjardins, R., & Worth, D. (2014). A comparison of the greenhouse gas emissions from the sheep industry with beef production in Canada. *Sustainable Agriculture Research*, 3 (3), 65–75. DOI: <https://doi.org/10.5539/sar.v3n3p65>

Gutiérrez, G. (1993). Control and Evaluation of Breeding. Production of Alpacas and Technology of their Products. *TTA Project and National Agrarian Univ. La Molina*. 74–87pp. Peru.

International Dairy Federation. (2015). *A common carbon footprint approach for the dairy sector. The IDF guide to standard life cycle assessment methodology*, *Bulletin of the International Dairy Federation*. https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/09/Bulletin479-2015_A-common-carbon-footprint-approach-for-the-dairy-sector.CAT.pdf

INEI (National Institute of Statistics and Informatics). 2013. Consultation system of Census Results - Statistical Tables. In: IV National

Agricultural Census 2012. <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/?id=CensosNacionales>

International Organization for Standardization. (2006). ISO 14040: 2006. Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. Geneva, Switzerland. Second edition. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:vt:en>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). IPCC 2006 for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2, Chapter 3. Mobile Combustion. Volume 4, Chapter 10. Emissions from livestock and manure management. Chapter 11. N₂O emissions from managed soils and CO₂ emissions derived from the application of lime and urea. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.

Jones, A., Jones, D., & Cross, P. 2013. The carbon footprint of UK sheep production: current knowledge and opportunities for reduction in temperate zones. *The Journal of Agricultural Science*, 152:288–308. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859613000245>

Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. (2014). *Greenhouse Gas Emissions and Fossil Energy Demand from Small Ruminant Supply Chains: Guidelines for Quantification*, Rome, Italy. <https://www.fao.org/3/i6434e/i6434e.pdf>

Ministry of Environment. (2016). Peru and climate change. Third national communication of Peru to the United Nations framework convention on climate change. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/pernc3.pdf>.

Peri, P., Rosas, Y., Ladd, B., Diaz-Delgado, R., & Martínez, G. (2020). Carbon footprint of lamb and wool production at farm gate and the regional scale in Southern Patagonia. *Sustainability*, 12(8), 3077. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12083077>

provino del CH₄ producido durante la fermentación entérica (generado dentro del estómago de la alpaca) y representó el 67% del total de emisiones de GEI. Esta proporción fue mayor que las reportadas para sistemas de producción de ovejas en condiciones similares a las estudiadas [Jones et al., 2013 (44–49%); Dyer et al., 2014 (50%); Peri et al., 2020 (60–65%)]. Estas discrepancias en las proporciones de CH₄ de la fermentación entérica entre estudios podría estar relacionada con la población animal, la productividad del sistema y la calidad del alimento (*Livestock Environmental Assessment y Performance Partnership [LEAP]*, 2014) que son factores necesarios para calcular las emisiones totales de GEI.

MITIGACIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO VINCULADOS A SU CRIANZA

Las alpacas en sistemas extensivos de producción andinos, alimentadas en pastizales naturales, con frecuencia exhiben baja productividad debido a la baja calidad y escasez de recursos de alimentación, lo que resulta en un aumento de las emisiones de GEI por unidad de producto. Por ello, la mejora en su estado nutricional contribuirá a mitigar los gases de efecto invernadero de dichos sistemas productivo. Asimismo, los resultados de las estimaciones de huella de carbono bajo diferentes porcentajes de saca indican que un aumento en la tasa de saca puede reducir la huella de carbono dado que las emisiones totales de GEI se distribuyen entre el incremento de peso vivo (kg) destinados a la venta.

Este estudio es el primero en estimar la HC de un sistema extensivo de producción de alpaca en los Andes. Además, proporciona una base para el diseño de estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los sistemas alpaqueros. De esta manera, los productores alpaqueros conocen qué parte de su proceso productivo genera más gases y pueden tomar acciones para, en este caso, mejorar el sistema de alimentación de sus animales. Asimismo, calcular la cantidad de saca (venta de animales) que deberían aumentar para distribuir la huella de carbono en un número mayor de animales. Todo esto, será beneficioso para los productores, pero también para el ambiente y para la sociedad.

¹ Departamento de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, 15024 Lima, Perú.

² Instituto de Nutrición Animal y Fisiología, Christian-Albrechts Universität Zu Kiel, 24118 Kiel, Alemania.

³ Instituto Nacional de Innovación Agraria, Lima, Perú.

Dra. Luz Gómez: “El Perú debe competir con la calidad nutritiva de la quinua empleando nuestro germoplasma tan diverso”

Los granos nativos han sido desde tiempos inmemoriales la base de la alimentación andina. Hoy en día esos granos han traspasado fronteras y muchos de ellos son considerados súper alimentos.

Conversamos con la Dra. Luz Gómez Pando, investigadora de Cereales y Granos Nativos de la UNALM y quien debe ser una de las personas que más sabe sobre granos nativos en el país.

DOCTORA GÓMEZ, USTED CONDUCE INVESTIGACIÓN EN CEREALES Y GRANOS NATIVOS, ¿CUÁL ES LA TENDENCIA EN EL CULTIVO DE LOS MISMOS EN EL PAÍS?

Actualmente hay un aumento notable en la superficie y producción de los granos nativos, especialmente la quinua. Este incremento en superficie ha reducido el área de los cereales introducidos como el trigo y la cebada. Mientras haya un mercado creciente se mantendrá esta tendencia y sobre todo si los precios son atractivos para los agricultores.

Es importante señalar que la investigación en la UNALM incluye los cereales como el trigo, la cebada, el arroz, la avena y el centeno –introducidos por los españoles–, y los granos nativos como la quinua, la kiwicha y la cañihua. En todos ellos el objetivo es desarrollar nuevas variedades y tecnologías de cultivo. Es importante señalar que la investigación que he realizado ha estado mayormente orientada a los cereales y granos nativos que prosperan en sierra bajo el sistema de agricultura familiar.

Antes de que llegaran los españoles, en el Perú el único cereal era el maíz, el cual se sembraba en la costa y los valles interandinos. También se cultivaba quinua, kiwicha y cañihua. La kiwicha generalmente cultivada con el maíz por su baja tolerancia a las heladas. La quinua se sembraba en aproximadamente 400,000 ha, especialmente en las zonas altas y suelos pobres, junto con la cañihua. La introducción de otros cereales y leguminosas significó la reducción del área cultivada con granos nativos, reduciéndose su área, especialmente en los valles interandinos.

La quinua no es solo un súper alimento, por las proteínas, aminoácidos y vitaminas que contiene, sino que es muy tolerante al estrés climático. Tiene mejor tolerancia a sales y a sequías. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la reconoce no solo por su calidad nutritiva, sino porque es capaz de desarrollarse en condiciones donde no hay mucha agua, donde hay mucha sal. Por ello, recomienda que se siembre quinua en donde otros cultivos no pueden prosperar por condiciones adversas de suelo y clima.

Entre los cereales introducidos, merece destacarse a la cebada. Se piensa que es únicamente para elaborar cerveza, pero en las zonas más altas del país se consume cebada en forma de morón, granos tostados y machka o máchica, que es común encontrarla en la lonchera de muchos niños en las zonas altoandinas porque, al ser más tolerante a un clima adverso, es el cultivo que se encuentra en las zonas más altas, muy cerca de la frontera agrícola. Su cultivo casi siempre se mantiene entre los 140,000 a 150,000 ha, por su importancia en la alimentación humana y animal, especialmente cerca de los 4000 metros de altitud.



Dra. Luz Gómez
Ex Jefa del Programa de
Cereales y Granos Nativos





¿CÓMO HA BENEFICIADO A LOS AGRICULTORES EL DESARROLLO DE UN MERCADO PARA LA QUINUA?

Desde que la FAO declaró el Año Internacional de la Quinoa, en 2013, se incrementó la demanda interna y externa de quinoa, con precios excepcionales entre el año 2013 al 2015, los agricultores que producían quinoa orgánica recibían más o menos 15 soles por kilo, en chacra. Por la quinoa convencional, 7 a 9 soles. Nunca han recibido eso por la papa, por ejemplo. Hoy el precio ha disminuido mucho. Ahora estamos hablando de 3 soles por kilo de quinoa convencional y 5 soles por la orgánica. Esto se debe al aumento de la oferta de quinoa de otros países.

En el Perú, se calcula que hay 3000 genotipos o accesiones de quinoa en el banco de germoplasma. Son muy valiosos. Los genotipos, cuando se vuelven comerciales, se convierten en variedades. Las más comúnmente sembradas son 100, pero registradas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) hablamos de unas 20 variedades. Los agricultores de la sierra tienen una alternativa súper valiosa con la quinoa y los otros granos nativos, especialmente para el mercado exterior.

ESPECÍFICAMENTE SOBRE LA QUINUA, CUÉNTENOS POR FAVOR EL AVANCE LOGRADO.

En el Programa de Cereales y Granos Nativos la investigación de la quinoa, como ya habíamos señalado previamente, está orientada a desarrollar variedades y tecnologías de cultivo. Nuestra primera labor fue coleccionar germoplasma de los diferentes tipos de quinoa originados en diversos sistemas agroecológicos del Perú como son las quinuas de los Valles Interandinos que se cultivan desde Cajamarca a Cusco y la quinoa del Altiplano que se siembran alrededor del Lago Titicaca. Luego se caracterizaron y evaluaron lográndose seleccionar dos variedades: la rosada de Huancayo y la blanca de Hualhuas. De igual modo se coleccionó germoplasma de kiwicha y cañihua.

Paralelamente iniciamos un programa de mejoramiento usando inducción de mutaciones, para cambiar unos pocos caracteres desventajosos como los ciclos largos de vida, plantas muy altas y ramificadas y la susceptibilidad al mildiu. Con este método actualmente contamos en quinoa con dos líneas avanzadas como la Pasankalla-50 de granos negros y la Amarilla-Taka con tolerancia al calor, listas para que la Universidad inicie un proceso de registro de variedad. En kiwicha con este método se logró una variedad conocida como Centenario, que se siembra en forma significativa, especialmente en la sierra sur.

Otro trabajo muy importante es el orientado al desarrollo de variedades para la costa peruana y lograr quinuas que puedan sembrarse en zonas con temperaturas altas. Para ello iniciamos un trabajo de mejoramiento haciendo uso de germoplasma de cruzamiento de quinoa con sus parientes silvestres y actualmente contamos con líneas avanzadas que toleran sales, calor en plena floración y formación de frutos, con granos más grandes y mayor contenido de proteína y este material está listo para iniciar la autofecundación de plantas y el desarrollo de líneas homogéneas.

LA INVESTIGACIÓN QUE USTED LIDERA, ¿CÓMO LOGRA BENEFICIAR A LOS AGRICULTORES?

La investigación que desarrollamos busca que los agricultores tengan mayor productividad y calidad nutritiva. Conociendo que ellos hacen agricultura de baja tecnología, las variedades deben ser muy rústicas o eficientes en el uso de recursos de suelo, resistentes a enfermedades, tolerantes a sequías y temperaturas extremas, y con mayor número de granos y mayor peso de granos por planta y alta calidad alimenticia. De tal forma que, cuando los agricultores las siembran, con su propia tecnología, les den mayores cosechas que sus variedades tradicionales. Es más fácil que el agricultor acepte sembrar una nueva variedad que cambiar su tecnología de cultivo. Nuestro programa siempre trabajó con este esquema y es por esa razón que nuestras variedades de

En estos últimos años he trabajado junto a un grupo muy entusiasta y trabajador, con interés en la agricultura de pequeña escala, con deseos de recuperar y valorar cultivos ancestrales y tecnología, el cual se denomina: **Círculo La Orden del Agro de la Facultad de Agronomía**

trigo-Centenario, de cebada-Centenario, avena-Centenario y kiwicha-Centenario fueron fácilmente adoptadas por los agricultores y sembradas ampliamente en el Perú.

Nuestro programa ha recibido premios de la OEA y de la FAO, especialmente por las investigaciones en cebada. Cuando el programa se inició, la cebada rendía 800 kg por hectárea. Ahora logran, con la baja tecnología que aplican, 1500 kg por hectárea. Con las variedades de trigo sucedió lo mismo. En Junín, en uno de los estudios que hemos hecho, los agricultores cosechaban 1200 kg por hectárea con sus variedades y, con trigo Centenario y la misma tecnología que ellos manejan, han alcanzado los 3500 kg. Hemos logrado conseguir variedades de alto potencial de rendimiento y adaptadas a las condiciones de la sierra y a la tecnología aplicada en una agricultura de pequeña escala. Sin embargo, es importante señalar que estas mismas variedades con una mejor tecnología rinden en el caso de cebada hasta 5000 kg/ha y en el caso de trigo hasta 9000 kg/ha.

En 50 años logramos difundir nueve variedades de cebada, dos de trigo, dos de quinua, una de kiwicha y una de avena. La UNALM ha difundido estas variedades a través de muchos proyectos, con ONGs, y otros financiamientos como el de la Industria como la Fundación Backus y el Comité de Molinos de la Sociedad Nacional de Industrias. Sin embargo, es importante señalar que la financiación para investigar en cereales como la cebada y el trigo casi no existe.

¿QUÉ MÁS NECESITARÍA HACER EL ESTADO O LA EMPRESA PARA QUE MÁS PERUANOS LOGREN BENEFICIARSE DEL CULTIVO DE ESTOS CEREALES Y GRANOS NATIVOS?

Tiene que ampliarse y solidificarse el mercado para estos productos. Establecer una cadena completa. Hace años hubo una cadena importante conformada por el estado, la empresa privada, la UNALM y algunas ONGs, que funcionó para trigo, llamada MUNAYPAN. Su accionar se puede ver en las estadísticas de trigo de la década del 2000. Cuando empezó, se sembraban unas 130,000 hectáreas de trigo y logramos llegar a 150,000 ha. Pero cuando se inició el crecimiento significativo de la quinua, desplazó al trigo y ahora, de esas 150,000 hectáreas, solo se siembran 130,000 ha. Las 20,000 pasaron a ser sembradas con quinua y otros cultivos.

¿CUÁL ES EL ROL DEL ESTUDIANTE DE LA AGRARIA EN ESTE DESARROLLO?

Los estudiantes que trabajaron y trabajan conmigo, tienen un real interés, podría decir que aman el Perú profundo y

quieren cambiar la agricultura de cultivos básicos cerca de los 4000 metros de altura y tienen interés en los recursos vegetales subutilizados. La mayor parte de los estudiantes investigan con hortaliza, frutales, maíz, papa y otros cultivos que tienen mercados más grandes. En estos últimos años he trabajado junto a un grupo muy entusiasta y trabajador con interés en la agricultura de pequeña escala, con deseos de recuperar y valorar cultivos ancestrales y tecnología, el cual se denomina: **Círculo La Orden del Agro de la Facultad de Agronomía**, que comparten mi entusiasmo por ayudar a los agricultores, porque en realidad el Perú va a crecer ayudando a la agricultura de las zonas altas donde existe una población marginada y es en esta zona donde tenemos que incidir con nuestra ayuda porque allí es donde se verá la diferencia porque cualquier cambio por muy pequeño que sea es muy significativo.

¿CÓMO FINANCIA SUS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN?

Los proyectos son financiados concursando por fondos nacionales como aquellos otorgados por el CONCYTEC, PNA y por organismos internacionales, como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), que aporta equipos, expertos y capacitación para investigaciones a nivel latinoamericano y a nivel nacional. Adicionalmente usamos los recursos propios.





Es importante señalar que, generalmente, en los programas de apoyo a la investigación no se priorizan nuestros cultivos como la cebada y el trigo. Ambos son el sustento y la fuente de economía en agricultura familiar y deberían ser considerados, al igual que el maíz, la papa y el arroz, porque son alimentos básicos y de seguridad alimentaria, tolerantes a muchos factores climáticos. Por eso se siembran en los suelos más pobres y en las zonas altas de los andes, donde pocas especies pueden prosperar. Estos agricultores, hace cientos de años van enfrentando problemas climáticos.

¿CUÁL PUEDE SER EL ROL DE LA EMPRESA PRIVADA EN ESTE DESARROLLO DEL MERCADO DE LA QUINUA?

La empresa debería apoyar con la conservación de germoplasma. Renovar el germoplasma de la quinua requiere unos 15,000 soles ha cada campaña.

En este momento, el germoplasma de quinua de la UNALM se conserva en el Instituto Regional de Sierra (IRD) que la universidad tiene en Junín, y en las cámaras frías del campus. Por otro lado, necesitamos no solo renovar periódicamente el germoplasma sino también caracterizarlo y evaluarlo. No solo hay que conservar el germoplasma. Ya hemos evaluado más

El germoplasma de quinua de la UNALM se conserva en el Instituto Regional de Sierra (IRD) que la universidad tiene en Junín, y en las cámaras frías del campus.

de 700 accesiones para ver cuál tolera la sal, y estamos evaluando cuál tolera más calor. Necesitamos evaluar su valor nutritivo para identificar quinuas con mayor contenido de proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales, aceites y otras características y poder competir con estas quinuas de alta calidad en el mercado internacional

Se requiere de recursos económicos permanentes. Por ejemplo, la industria que usa los recursos vegetales, como los granos nativos, y promueve para su venta esta característica de originalidad, debería ayudar a mantener

estos recursos para ahora y para las futuras generaciones, a manera de responsabilidad social.

¿QUÉ OTROS PAÍSES COMPITEN CON PERÚ HOY?

La quinua es un cultivo de los Andes. Hoy Chile, Argentina, Ecuador y Colombia están haciendo mucha investigación en quinua. Chile tiene quinua desarrollada "del nivel del mar" que es la que se ha adaptado a Europa. Bolivia promueve una quinua tropical y así van surgiendo nuevas variedades en otros países.

Actualmente, en el mundo hay más de 100 países sembrando quinua. Va camino de convertirse en un cultivo universal igual que la papa o el maíz.

Hielo ozonizado, una alternativa para la conservación del pescado en pesca artesanal

En el Perú, la pesca artesanal constituye un sector estratégico en lo social y económico ya que tiene un aporte significativo al PBI pesquero extractivo. Sin embargo, es un sector poco atendido tecnológicamente.



Ramiro Rojas Olivares ¹	Ramiroperu@gmail.com
Jorge Morales Chu Han ^{1,2}	Jmoraleschuhan@gmail.com
Katicsa Olivera ³	kolivera@lamolina.edu.pe
Gretty K. Villena ⁴	gkvch@lamolina.edu.pe

La calidad de los productos de pesca tiende a deteriorarse más rápidamente respecto a otros productos de origen animal debido a su composición química, alta carga microbiana, pH neutro, entre otros factores intrínsecos de cada especie (Nie et al., 2022), así como factores externos que incluyen métodos de captura, las prácticas de manipulación y condiciones de almacenamiento. El hielo es clave para la conservación de los productos marinos extraídos dado que las faenas de pesca, dependiendo de la época del año, pueden estar muy alejadas de la costa o tomar más tiempo. Estas faenas de pesca duran en promedio 3 días a una semana, y en algunos casos extremos, cuando la pesca se encuentra alejada de la costa, 2 a 3 semanas. Por esta razón el hielo en sus diversas formas se transforma en el insumo de mayor importancia para los pescadores artesanales.

El problema se presenta porque la flota pesquera artesanal debe salir cada vez más lejos de la costa, lo que implica un mayor tiempo en faenas de pesca que se encuentran alejadas y, principalmente, se debe asegurar la conservación del pescado para no perder el producto de la pesca de varios días. El hielo, siendo el insumo más importante para el pescador artesanal, ha bajado la calidad en el tiempo- Por lo tanto, el tiempo de duración es muy bajo (máximo 1 semana).

En este sentido, a través del proyecto “Desarrollo e implementación de una planta piloto para la producción de hielo ozonizado en escamas que mejore la conservación e inocuidad del pescado en la cadena de frío de la pesca artesanal”, financiado por ProInnovate Perú, se planteó el uso de hielo ozonizado para mejorar las condiciones de

almacenamiento en la pesca artesanal. El objetivo al usar hielo ozonizado fue disminuir el crecimiento de la microbiota naturalmente presente en el pescado, y a medida que el hielo se derrita, evitar la descomposición temprana de la pesca de bonito (*Sarda chilensis*). Una vez en el puerto, el almacenamiento del pescado en hielo preparado con agua ozonizada continuará la preservación gracias al ozono que se libera del hielo a medida que este se funde, evitando el deterioro temprano del recurso (Campos et al., 2005).

METODOLOGÍA

El proyecto fue ejecutado en tres etapas que incluyeron:

- Adaptación tecnológica de una planta piloto de hielo en escamas convencional a una planta de hielo ozonizado. Estabilización del ozono en el hielo en escamas a través de pruebas de concentración de ozono que permitieran el aumento a un mínimo de 600 ORP (*Oxidation Reduction Potential*).
- Pruebas comparativas del hielo en escamas ozonizado vs el hielo convencional en la pesca del bonito (*Sarda chilensis*) (Figura 1) y análisis de laboratorio. Se planteó caracterizar el proceso de descomposición mediante la evaluación de tres aspectos:
 1. la composición físico-química,
 2. la composición microbiológica (recuento de aerobios mesófilos, detección de *Staphylococcus aureus*, detección de *Escherichia coli* y detección de *Salmonella* sp. Y
 3. la percepción sensorial del producto. La validación tecnológica se realizó con pescadores artesanales del puerto de Pucusana.



Figura 1. (a) Método de conservación de “bonito” (*Sarda chilensis*) utilizando hielo ozonizado como alternativa para su uso en pesca artesanal. (b) Faena de pesca en la que se validó la eficiencia del uso de hielo ozonizado en la conservación de “bonito” en comparación con hielo normal.

RESULTADOS

Se realizaron ensayos en laboratorio bajo el mismo diseño experimental mostrado en la figura 1 con pescado recién capturado y, paralelamente, se realizaron pruebas de campo como parte de la faena de pesca artesanal. A nivel de laboratorio se determinó que el uso de hielo ozonizado para conservación retrasa el crecimiento microbiano de mesófilos desde el primer día de almacenamiento, tal como se observa en la figura 2a, sugiriendo un efecto sinérgico de la baja temperatura y el ozono. Resultados similares fueron obtenidos por Bono et al. (2017). A nivel de campo, y como parte de las faenas de pesca de pescadores artesanales en Pucusana se observó que el hielo ozonizado tiene un efecto más prolongado en relación con al hielo sin ozono (figura 2b). En cuanto a los agentes microbianos *Escherichia coli*, y *Staphylococcus aureus* se encontraron resultados por debajo del límite inferior permitido en las pruebas de campo, aunque para los resultados de las pruebas de laboratorio no se detectó *E. coli* en el tratamiento con hielo ozonizado (figura 3). En general, tampoco se detectó presencia de *Salmonella* spp. *Vibrio cholerae* y *Vibrio parahaemolyticus*. Estos resultados indican que lamicrobiota de “bonito” no representaría riesgo directo para la salud y solo estarían afectando su vida útil.

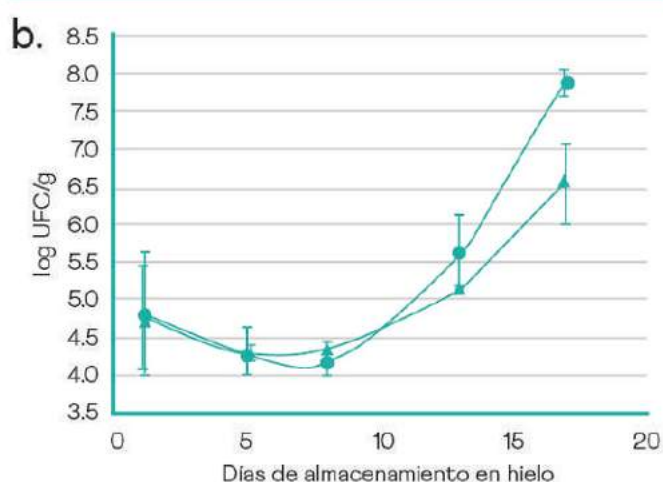
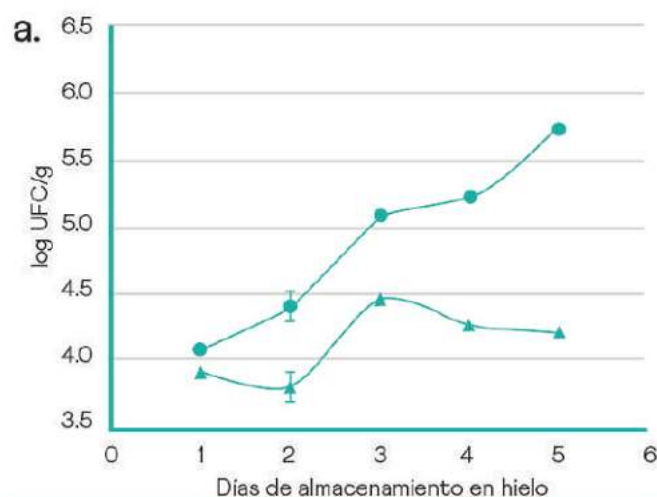


Figura 2. Curvas de recuento de mesófilos totales en muestras de bonito conservadas en hielo normal (●) y hielo ozonizado (▲)

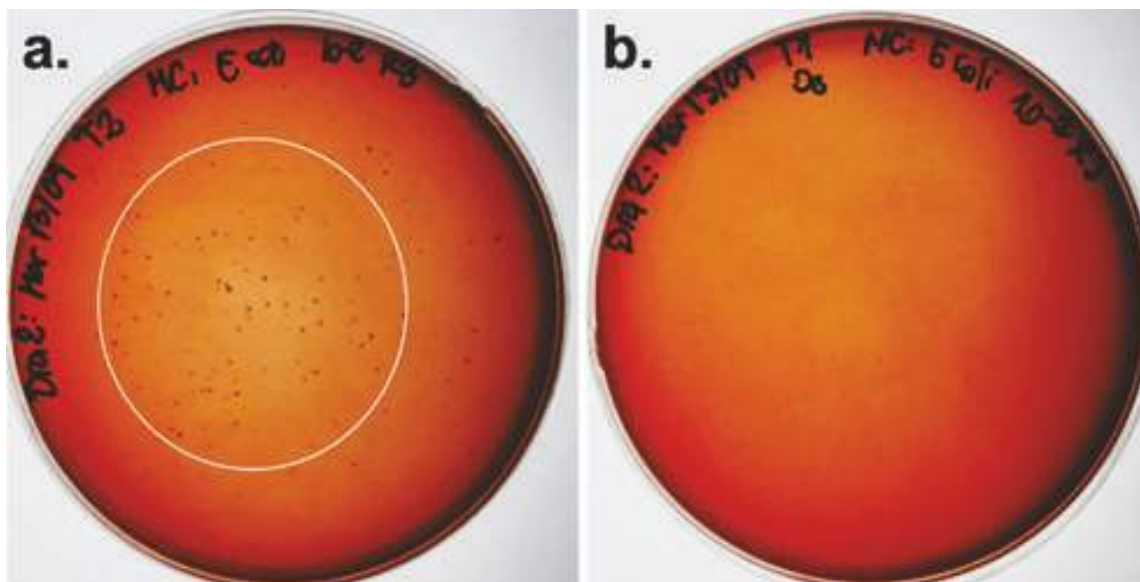


Figura 3. Recuento de *E. coli* en medio diferencial Mac Conkey. (a) El tratamiento control con hielo muestra colonias rojas típicas en el medio de cultivo (señaladas con el círculo blanco) (b) El tratamiento con hielo ozonizado inhibió el crecimiento de este microorganismo. Las placas corresponden al segundo día de almacenamiento de muestras de “bonito” con hielo, sin y con ozono.

CONCLUSIÓN Y APOORTE A LA SOCIEDAD.

El uso de hielo ozonizado controla de manera favorable el deterioro de *Sarda chilensis* “bonito” por acción microbiana, siendo una alternativa eficiente para la conservación del recurso durante las faenas de pesca artesanal. Los resultados experimentales evidenciaron una eficiencia mayor al 30% en la preservación de la calidad microbiológica del producto. Además, el hielo ozonizado representa una alternativa técnicamente asequible y económicamente factible dado que el costo para los pescadores será de S/ 140.00, siendo el costo actual del hielo ozonizado entre S/ 160.00 a S/ 180.00.



© Victor Villanueva / PROMPERU

El presente proyecto ha sido financiado por Proinnovate a través del Contrato 244-INNOVATEPERU-PIEC1-2021 y ha sido ejecutado por Ecozone SAC con la colaboración de la UNALM a través del Laboratorio de Micología y Biotecnología “Marcel Gutiérrez-Correa”

REFERENCIAS

Nie, X., Zhang, R., Cheng, L., Zhu, W., Li, S., & Chen, X. (2022). *Mechanisms underlying the deterioration of fish quality after harvest and methods of preservation*. *Food Control*, 108805.

Campos, C. A., Rodríguez, Ó., Losada, V., Aubourg, S. P., & Barros-Velázquez, J. (2005). *Effects of storage in ozonised slurry ice on the sensory and microbial quality of sardine (Sardina pilchardus)*. *International journal of food microbiology*, 103(2), 121-130.

Bono, G., Okpala, C. O. R., Vitale, S., Ferrantelli, V., Noto, A. D., Costa, A., & Monaco, D. L. (2017). *Effects of different ozonized slurry-ice treatments and superchilling storage (-1° C) on microbial spoilage of two important pelagic fish species*. *Food science & nutrition*, 5(6), 1049-1056.

¹ Ecozone Perú SAC, Gerente de negocios.

² Ecozone Perú SAC, Asesor Técnico.

³ Auxiliar de investigación, Laboratorio de Micología y Biotecnología “Marcel Gutiérrez Correa”. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

⁴ Directora del Laboratorio de Micología y Biotecnología “Marcel Gutiérrez Correa”. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.



Una investigación enfocada en cómo lograr mayor eficiencia del nitrógeno en fertilizantes

Fertilización nitrogenada para una producción sustentable de arroz

El incremento poblacional y la seguridad alimentaria en el Perú enfrentan grandes desafíos por los efectos del cambio climático, que afectarían la disponibilidad del agua para las siembras de arroz por inundación. Esto, a su vez, conllevaría a la disminución de la eficiencia de uso del nitrógeno en este cultivo.

Elizabeth Heros¹ lizheros@lamolina.edu.pe
Mirta Cortegana Vargas²

La escasez de tierras para cultivo y el calentamiento global son dos factores que afectarían la producción de arroz a futuro. Para satisfacer la demanda se requeriría aumentar el rendimiento del producto; es decir, producir más arroz, en la misma área y usando la misma cantidad de agua. Para que esto sea posible, habría que aplicar más nitrógeno por hectárea, aumentando el impacto negativo ambiental, a consecuencia de mayores emisiones de amonio, y generando contaminación de nitratos en la capa freática, así como por metano en la atmósfera.

¿ CÓMO ENFRENTAR, ENTONCES, EL DILEMA QUE SE LE PRESENTA AL AGRICULTOR ?

Salvo los orgánicos, prácticamente todos los cultivos utilizan fertilizantes con un importante componente de nitrógeno porque este interviene en procesos fisiológicos esenciales para su desarrollo y crecimiento.

¿MÁS O MENOS NITRÓGENO?

Los niveles de nitrógeno que los agricultores usan son muy variables. En algunos valles superan los 300 kg N/ha.

Este número es el resultado del uso de los fertilizantes nitrogenados más usados, como son la urea y el sulfato de amonio, que se aplican en forma fraccionada durante el ciclo del cultivo. Por otro lado, hemos observado que las pérdidas de nitrógeno son altas, originando una baja eficiencia de uso. El nitrógeno se pierde por los procesos de reacción química que se origina cuando los fertilizantes se aplican sobre lámina de agua por la acción bacteriana y por la movilización del agua a través de la percolación (en forma vertical) e infiltración (movimiento lateral del agua).

Durante la investigación realizada en Lambayeque, zona que produce grandes cantidades de arroz, verificamos lo siguiente:

- A nivel de 240 kg N/ha, se obtienen altos rendimientos de arroz cáscara: 9 t/ha.

- En las condiciones en que se realizó el estudio, las ureas revestidas no tienen una mayor eficiencia en el uso de nitrógeno, en comparación con la urea común.

Observamos, además, que la aplicación de altas cantidades de nitrógeno por parte de los agricultores, en niveles superiores a los requerimientos de las plantas, contribuye a disminuir el uso eficiente del mismo, además de incrementar la incidencia de plagas y enfermedades y, en algunas variedades, se presenta la caída de los tallos al suelo (tumbada), durante la emergencia y llenado de la panícula, determinando reducción de los rendimientos en grano.

En nuestro medio, la unidad de nitrógeno más económica, se da en la forma de urea (que contiene 46% de nitrógeno), por lo que es el fertilizante más utilizado. La forma más generalizada de aplicar la urea en los campos de arroz es fraccionándola en tres o cuatro partes durante el ciclo del cultivo: después del trasplante, en combinación de fosfatos (super fosfato simple de calcio, super fosfato triple de calcio) y potasio (cloruro de potasio, sulfato de potasio), al punto de algodón (inicio de la fase reproductiva) y al inicio de la floración (al inicio del panojamiento).

En algunas ocasiones, los agricultores aplican sulfato de amonio (que contiene solo 20% de nitrógeno), en reemplazo de la urea.

Las pérdidas de nitrógeno con las aplicaciones de urea son originadas, principalmente, por la desnitrificación en forma de amonio que pasa a la atmósfera, o por la percolación, en forma de nitratos que pasan a la capa freática. Estas pérdidas de nitrógeno impactan negativamente al ambiente.

En las circunstancias descritas, el desafío más grave para la producción de arroz en los sistemas de riego parece ser la escasez del agua, porque en menor cantidad de agua decrece la eficiencia de uso de nitrógeno. Para mejorar la disponibilidad de este mineral en la nutrición de las plantas, se han desarrollado fertilizantes nitrogenados que lo liberan en forma lenta, permitiendo a las plantas disponer de nitrógeno por periodos más prolongados. Estas ureas de lenta disponibilidad permiten el uso eficiente del nitrógeno.



En nuestro medio, la unidad de nitrógeno más económica, se da en la forma de urea (que contiene 46% de nitrógeno), por lo que es el fertilizante más utilizado.

Cabe mencionar que hay otros factores que influyen en la eficiencia de uso del mineral, como el nivel de fertilidad del suelo, las características hidráulicas, las condiciones meteorológicas –como la radiación solar–, el tipo de cultivo, las épocas de siembra, el manejo del cultivo, etc. Por esa razón, se requiere mejorar las prácticas agrícolas, en función a estos factores y al uso de mejores fertilizantes.

METODOLOGÍA UTILIZADA

Esta investigación se realizó en la Estación Experimental Vista Florida (EEVF), del Instituto de Innovación Agraria – INIA, ubicada en el valle de Chancay, Lambayeque, en un suelo de textura franca, con un contenido medio de materia orgánica (2.41%), 7.60 ppm de fósforo y 400 ppm de potasio.

En esta zona se ha estudiado, en forma comparativa, los efectos en el rendimiento de las ureas revestidas existentes en el mercado, con la urea común, y se han analizado las respuestas de estos fertilizantes para determinar el de mayor eficiencia de uso en arroz.

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques completos al azar, en parcelas divididas con tres repeticiones, ubicándose fuentes nitrogenadas en parcelas y niveles de nitrógeno en subparcelas, que tuvieron 24 m². Se utilizó prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad, que se utiliza para determinar, si las diferencias entre los tratamientos son estadísticamente significativas.

Las fuentes nitrogenadas utilizadas fueron urea común (46%), inhibidor de la ureasa (46%) e inhibidor de la nitrificación (45%). Los niveles de nitrógeno utilizadas en estas fuentes, fueron 0, 120, 240 y 360 kg N/ha.

El sistema de riego fue el de inundación, desde el trasplante hasta el llenado de grano, aplicándose el nitrógeno en lámina de agua. El cultivar en el que fue aplicado el nitrógeno fue Tinajones, trasplantándose con una densidad de 16 golpes m², con almácigos de 30 días.

Los fertilizantes nitrogenados se aplicaron en forma fraccionada, 50% con fósforo y potasio al 100%, y el 50% restante del nivel de nitrógeno al inicio de la fase reproductiva.

RESULTADOS

Las fuentes nitrogenadas no tuvieron un efecto diferente en el rendimiento en grano en forma significativa. Los rendimientos promedios variaron de 7.7 a 7.5 t/ha, indicando que la liberación lenta no favoreció un suministro de nitrógeno más efectivo a los requerimientos de las plantas.

En niveles de nitrógeno, los rendimientos más altos se obtuvieron con 240 y 360 kg N/ha, con 9.06 y 9.01 t/ha, respectivamente.

El contenido natural del suelo en nitrógeno produjo 4.51 t/ha, bastante alto, sugiriendo que el suelo fue de alta fertilidad.

Las aplicaciones de nitrógeno contribuyeron a la mayor formación de biomasa promoviendo un mayor índice de cosecha, obteniéndose mayor rendimiento con los cultivares semi enanos, resistentes a la caída de los tallos, con tolerancia o resistentes a plagas y enfermedades.

Altas aplicaciones de nitrógeno generan gran impacto ambiental, por las pérdidas de nitrógeno de los fertilizantes, por la volatilización en forma de amoníaco a la atmósfera y la percolación en forma de nitratos y nitritos.

Entre los componentes de rendimiento, el número de panículas por m² fue el de mayor efecto, variando de 337 a 302 para fuentes nitrogenadas y de 219 a 389, para niveles de N de 0 kg N/ha y 360 kg N/ha, respectivamente. Estas respuestas indican que el macollamiento (formación de nuevos tallos) tiene gran influencia en el rendimiento. También, que la aplicación temprana de nitrógeno incrementa la formación de macollos por golpe. Otro componente que contribuyó al rendimiento fue el número de granos llenos por panícula (inflorescencia). La esterilidad de los granos, por efectos de estrés ambiental, es desfavorable a las respuestas de nitrógeno.

La eficiencia de uso de nitrógeno está referida a la acumulación de nitrógeno en la paja y grano, representa la cantidad de nitrógeno que la planta acumula durante el crecimiento y desarrollo, e indicará la cantidad de nitrógeno, que los sistemas de producción utilizan. La eficiencia en consecuencia, está influenciada por el cultivar, el manejo del nitrógeno, el sistema de riego, las condiciones meteorológicas y la habilidad del agricultor.

La eficiencia agronómica es el indicador de campo más utilizado, que refleja las pérdidas de nitrógeno en los sistemas de producción en nuestro medio. En el experimento realizado, la eficiencia agronómica del nitrógeno, entre fuentes nitrogenadas, no mostró diferencias significativas y varió solo de 21.67 a 21.88. Entre niveles de nitrógeno estudiados, las diferencias fueron decrecientes. A 240 y 360 kg N/ha, la eficiencia varió de 20 a 14 kg de arroz por kg de nitrógeno aplicado.

Estos valores concuerdan con las determinaciones realizadas por otros autores. En conclusión, los fertilizantes nitrogenados de lenta liberación, existentes en el mercado, no promueven mayores rendimientos que la urea convencional a un mismo nivel de nitrógeno.

En nuestro medio, para mejorar esta eficiencia, se requiere de mejores prácticas agronómicas, especialmente en la costa, para aprovechar la alta radiación solar.

A 240 y 360 kg/ha,
la eficiencia varió de
20 a 14 kg de arroz
por kg de nitrógeno aplicado.

REFERENCIAS

Peng, Sh., Buresh, J., Huang, J., Yang, J., Zou, Y., Zhong, X., Wang, G., & Zhang, F. (2006). Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice system in China. *Field Crop Research*, 9, 37-47.

Pan, S., Liu, H., Mo, z., Patterson, B., Duan, M., Tian, H., Hu, S., & Tang, X. (2016). Effects of nitrogen and shading on root morphologies, nutrient accumulation and photosynthetic parameters in different rice genotypes. *Sci Rep* 6, 32148. DOI: 1:1038/srep32148.

Cortegana, M. (2017). Respuesta de fuentes y niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones del valle Chancay, Lambayeque. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

¹ Programa de Cereales y Granos Nativos, Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

² Tesista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.



Debemos aprender de la agricultura de pueblos milenarios

Una conversación con el profesor Constantino Calderón



© Alex Bryce / PROMPERÚ

El Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) es un servicio de extensión del Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina hacia la comunidad. Sus profesionales están en capacidad de realizar pruebas de análisis de suelos, de aguas, de fertilizantes, de tejidos foliares, microbiológicos del suelo, de metales pesados, entre otros.

“Damos servicios al público de acuerdo con su demanda para agricultura, ya sea para empresas o proyectos especiales del gobierno”, explica el Dr. Constantino Calderón, Jefe de LASPAF de la Facultad de Agronomía.

El laboratorio funciona desde mediados de los años 1950 y, gracias a la importante labor que realiza, y a la demanda de sus servicios, hoy es una unidad autosostenible. Desde sus inicios su objetivo ha sido desarrollar y apoyar la investigación agrícola en el país, así como brindar servicios que mejoren el nivel de productividad de los agricultores.

“Los profesores trabajamos en distintas áreas como: física y química de suelos, cartografía, microbiología, fertilidad, conservación y manejo del suelo, etc.”, comenta el Dr. Calderón. “La investigación que realizamos genera conocimiento científico, pero también hacemos investigación aplicada a la práctica agrícola. Encontramos un problema en el campo, lo traemos al laboratorio, lo resolvemos, y regresamos al campo con la solución”.

Algunas de las investigaciones que se realizan en este laboratorio han estado relacionadas con el aprovechamiento de residuos orgánicos y/o microorganismos para convertirlos en fertilizantes para la agricultura, o, como el trabajo que

“La investigación que realizamos genera conocimiento científico, pero también hacemos investigación aplicada a la práctica agrícola. Encontramos un problema en el campo, lo traemos al laboratorio, lo resolvemos, y regresamos al campo con la solución”.

realiza el biólogo Juan Juscamayta, de la facultad de Ciencias, a nivel de residuos orgánicos industriales. Pueden ser residuos de pescado u otros similares al guano de las islas que, luego de ser convertidos en harina, se hidrolizan y la parte sólida se seca en forma de barras. Estas se colocan junto a la planta y va liberando de a pocos los nutrientes que tiene y que hacen revivir la flora microbiana del suelo. “De esta manera estos residuos, que eran considerados desechos, se convierten en abono de liberación lenta. Eso beneficia a la planta, la nutre, pero también tiene un efecto positivo sobre la flora microbiana que favorece el crecimiento de la planta mientras nutre el suelo. De manera similar se hace la aplicación de microorganismos benéficos encapsulados.

Le preguntamos al profesor Calderón en qué proyectos están trabajando ahora y nos comenta que cada profesor tiene su especialidad. En su caso, por ejemplo, se enfoca en proyectos que beneficien a la agricultura familiar o, como él la llama, la agricultura de pueblos originarios. Esta agricultura no se ha beneficiado de los conocimientos que produce la universidad o del estado peruano. “Mi trabajo de investigación se basa en la reactivación de los microorganismos positivos del suelo, que han sido dañados, o que prácticamente han desaparecido en los lugares donde se han usado muchos agroquímicos”, señala. Los suelos necesitan ser revitalizados y conservados. El profesor opina que hay mucho que podemos aprender de la agricultura de pueblos originarios: “ellos colocan la semilla en la tierra, ésta no se enferma, crece bien, y luego cosechan”. Los agrónomos deben reeducarse y aprender cómo producir sin usar fertilizantes industriales químicos que, al final, dañan el suelo.

FERTILIZANTES NATURALES

Uno de los fertilizantes más usados en el pasado era el guano de las islas. “Lamentablemente, el guano de islas prácticamente ha desaparecido por la demanda que hay de harina de pescado. Eso hace que la anchoveta se pesque indiscriminadamente y no quede nada para las aves. Entonces, las aves mueren por inanición y no hay producción de guano”. Otra manera de fertilizar el suelo de manera natural es lo que hace la agricultura familiar, cuyo conocimiento proviene de cosas asequibles a ellos: conocen de estiércol, de estiércol fermentado, de cómo en una determinada área, donde los animales duermen y viven, se fermenta el suelo con las heces y la orina de esos animales.

Entonces, le preguntamos al profesor Calderón por la urea, ¿es esencial? Él es contrario a la compra de urea porque considera que favorece a los que producen para afuera, como los agroexportadores. Pero no es indispensable para la producción local de, de papa, de cebolla... “La situación no es como la han pintado los importadores de urea”. El profesor cree en una solución a mediano plazo. Cree en el poder del diálogo entre distintos sectores, para favorecer al pequeño agricultor y que, al mismo tiempo, se favorezca la conservación de la fertilidad de los suelos. “Esto requiere de decisiones políticas para que podamos reducir la pesca de anchoveta y que las aves puedan producir guano nuevamente”.

SABIDURÍA MILENARIA

Hay muchas otras cosas más que la agricultura moderna puede aprender de la agricultura de pueblos originarios. Por ejemplo, la producción de cultivos de manera asociada, pensada en términos de seguridad alimentaria y también como forma efectiva de conservar la fertilidad del suelo.

Otro aspecto es el sistema de rotación de cultivos que la agricultura moderna ha olvidado. “Desde hace años venimos trabajando solo en monocultivos, que le hace un daño terrible al suelo”. El suelo tiene la capacidad de regenerarse y fortalecerse por sí mismo, sin necesidad de “pastillas”. Lamentablemente, según señala el profesor Calderón, los agricultores se han acostumbrado a resolver el tema de la fertilidad del suelo usando agroquímicos.

La pequeña agricultura empieza, por lo general, cultivando papa, luego una leguminosa (arveja haba) que permite al suelo descansar y recuperarse, y luego cultivan alguna otra cosa y de esa manera los cultivos se complementan.

“En el año 90, EE.UU y Japón promueven la compra de la papa amarilla nativa. El proyecto trabajó en Andahuaylas, alquilaron tierras y empezaron a producir. La primera cosecha fue espectacular, en la siguiente bajó el rendimiento, en la tercera empezaron a usar agroquímicos con más intensidad y, en la cuarta campaña, el suelo ya no daba más. Los monocultivos terminan malogrando el suelo”.

OTRAS INVESTIGACIONES

Además de lo comentado por el profesor Calderón, como su principal interés, el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) cuenta con los docentes del Departamenteo de Suelos que realizan otras investigaciones. Por ejemplo, el profesor Lorenzo Hurtado es pionero en el sistema de riego por goteo que hoy utilizan la mediana y gran empresa agrícola. El Ing. Guerrero, la Dra. Tello y el Dr. Raven trabajan el tema de contaminación y remediación de suelos. El Dr. Alegre, Dr. Vega y MSc. La Torre dedican sus esfuerzos a la reforestación en la selva a través del sistema agro-silvo-pastoril, que imita a la naturaleza para solucionar el problema de pérdida de fertilidad de suelos. En cartografía de suelos investigan los profesores MSc. Nazario y MSc. Mestanza.

En el tema de fertilidad de suelos estamos a la vanguardia en el Perú. Esta investigación está más ligada a la gran empresa agrícola pues su objetivo es cómo obtener una mejor calidad y un mayor rendimiento de los cultivos; lo trabajan el Dr. Loli, MSc. Tomassini y el MSc. Gutiérrez. En este tema tenemos al Dr. Sady García, quien lidera también investigaciones sobre microbiología de suelos, compartiendo con el Dr. Calderón, de qué manera ayudamos al suelo con bacterias y otros microorganismos benéficos.

LASPAF Servicios para terceros:

- | Clasificación de suelos.
- | Análisis de aguas.
- | Análisis de composición de foliares, bioles y compost.
- | Control de calidad de contenido de elementos minerales.
- | Análisis de fertilizantes.
- | Densidad aparente del suelo.
- | Absorción atómica con plasma ICP NUEVO
- | Análisis de microorganismos. NUEVO



© Gihan Tubbeh / PROMPERÚ

Constantino Calderón es Ingeniero Agrónomo y MG.SC. en Suelos por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Tiene un Doctorado en Educación Superior por la Universidad de Palermo, Argentina. Dicta los cursos de Edafología y Microbiología del Suelo.



La genómica al rescate de la fibra de alpaca

¿Cómo podemos mejorar la selección de alpacas y tener una fibra de mayor valor en el mercado?

Gustavo Gutiérrez¹ gustavogr@lamolina.edu.pe
Alan Cruz² alancruz@lamolina.edu.pe
Maria Wurzinger³ maria.wurzinger@boku.ac.at
Juan Pablo Gutiérrez⁴ gutgar@vet.ucm.es

Las alpacas representan el principal sustento económico de los campesinos productores que viven por encima de los 3,800 msnm. La alpaca está relegada a la zona más agreste del ande, donde es casi inimaginable que alguna especie pueda producir un sustento económico. A pesar de que la alpaca sí lo hace, los criadores experimentan muchos altibajos en el precio de la fibra, y, aunque la carne de alpaca tiene un precio un poco más estable, tampoco parece ser suficiente para cubrir las necesidades básicas de sus criadores. Esto termina desalentando cada vez más su crianza en la sierra. Los criadores más jóvenes, cada vez con menos oportunidades laborales, prefieren migrar a los pueblos o ciudades cercanas, dejando la crianza de alpacas en manos de personas muy mayores.

Es necesario entender que, si la población de alpacas no se adecúa a estándares productivos como los que desarrollan otras especies, ésta no tendrá oportunidades comerciales. Una de esas necesidades es que los productos a base de fibra de alpaca tengan las mismas oportunidades comerciales que el cashmere y el mohair, las fibras de cabra que son su principal competidor en cuanto a características textiles se refiere. ¿Cuáles son esas características textiles que se necesita mejorar? y, ¿cómo lo podemos lograr?

La fibra de alpaca tiene un rango de diámetro en la población entre 18 a 36 micrones, que varían de un animal a otro, o incluso existe variación dentro del mismo animal, tal como sucede en el cabello del ser humano, que hay pelos más delgados o gruesos en un mismo individuo. En comparación, el cashmere se comporta como una fibra más uniforme con mayor espacio comercial que la fibra de alpaca. Sin embargo, la calidad de las prendas no solo depende de la finura de su fibra, sino también de la uniformidad (**desviación estándar**) y del confort. Se considera que una fibra no es comfortable

cuando causa picazón. Este factor de picazón es el talón de Aquiles de la fibra de alpaca, y es el causante de esa brecha comercial comparado con el cashmere, ya que aún la fibra más fina de alpaca sigue picando, y el causante de ello podría ser la presencia de la médula, que viene a ser la estructura interna que tienen algunos pelos, y estos espacios pueden contener agua o aire. Esta estructura interna bajo ciertas condiciones le otorga una mayor rigidez.

Los programas de mejora genética en el Perú que se han implementado en el país son escasos, y se han enfocado en reducir el diámetro. En los últimos años recién están poniendo atención para reducir el porcentaje de medulación y tener una fibra de estructura menos rígida. Para ello han venido utilizando la metodología BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*), que consiste en utilizar la información de parentesco y producción de los animales. Sin embargo, es necesario adoptar las nuevas herramientas que la ciencia ofrece para acelerar esa disminución del diámetro y del porcentaje de medulación que se requiere. Esta “nueva” metodología –nueva para los camélidos del nuevo mundo, como también se les conoce a los camélidos sudamericanos–, consiste en el uso de la información de marcadores moleculares –un tipo de señal en el ADN– que nos permitirá seleccionar a los animales para reducir el diámetro y el porcentaje de medulación. A ese procedimiento se le denomina ssGBLUP (*single step Genomic BLUP*).

La Universidad Agraria La Molina, en alianza con la empresa Inca Tops S.A., la Universidad de Boku y la Universidad Complutense de Madrid, accedió al financiamiento del Banco Mundial, a través de ProCiencia, para llevar a cabo un estudio que permitiera comparar, por primera vez, la precisión de la predicción de tres caracteres importantes de la fibra de alpaca: diámetro de fibra (DF), desviación estándar del

diámetro de fibra (DS) y porcentaje de medulación (PM), usando los métodos BLUP y ssGBLUP en alpacas (Mancisidor, 2021).

Los datos se obtuvieron del software PacoPro v5.10 de la Estación Científica de Pacamarca, que contiene información de pedigrí desde 1992 al 2020, y datos fenotípicos (características productivas) recolectados entre el 2001 al 2019. Los caracteres de la fibra fueron el DF, DS y PM. La Tabla 1 resume la información disponible para el análisis.



© Gihan Tubbeh / PROMPERU

Tabla 1. Número de registros de diámetro de fibra (DF), desviación estándar (DS) y porcentaje de medulación (PM) y registros de pedigrí en la base de datos

	Animales (n)	Número de registros		
		DF	DS	PM
Pedigrí	12,431			
Animales con registros	6,889	24,169	24,169	8,386
Animales genotipados	431	2,774	2,774	1,767



Se utilizó la micromatriz (chip genómico) de ADN, desarrollada recientemente, de 76K marcadores moleculares para alpacas (Calderon et al., 2021), en donde fue posible comparar el incremento de la precisión del mérito genético usando la metodología ssGBLUP vs. la BLUP. El incremento de la precisión ha demostrado que puede variar dependiendo del carácter a comparar. Pero es necesario entender que cualquier aporte a la mejora de la precisión, ayudará a elegir con mayor seguridad a los animales reproductores. Los resultados muestran que es posible incrementar la precisión del mérito genético en alpacas entre un 1.5% al 6.4%.

Tabla 2. Media de la precisión ± error estándar de 50 repeticiones de la predicción de valores genéticos (BLUP) y valores genómicos (ssGBLUP)

Caracter	BLUP	ssGBLUP	Diferencia	Aumento (%)
DF	0.505 ± 0.015	0.517 ± 0.011	0.012 * ± 0.003	2.623
DS	0.445 ± 0.019	0.472 ± 0.015	0.027 ** ± 0.004	6.442
PM	0.308 ± 0.017	0.311 ± 0.013	0.004 ns ± 0.003	1.471

(ns) = no significativo, (*) = $p < 0.05$, (**) = $p < 0.01$

Asimismo, la probabilidad de elegir a los mismos animales con uno u otro método es relativamente moderada, y está en el rango de 83.33% al 87.96%. Estos porcentajes muestran que, definitivamente, la técnica de ssGBLUP ayudará a los programas de mejora genética, aunque por ahora necesite incrementar de una población de animales genotipados de los cuales tengamos información de sus marcadores moleculares usando la micromatriz de 76K mencionada anteriormente. Se cita entre 1,000 y 2,000 animales genotipados como la muestra mínima para lograr ventajas por selección genómica. Por tanto, las mejoras de precisión encontradas aquí con muchos menos animales, sugieren que la mejora de la precisión podría ser enormemente superior. Recordando que la respuesta a la selección es proporcional a la precisión.

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

² Estación Científica de Pacamarca, Inca Tops S.A.

³ Division of Livestock Sciences and at Institute for Development research at BOKU-University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria.

⁴ Departamento de Producción Animal, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Entrevista

Vivero de plantas ornamentales La Molina

Más allá del aspecto ornamental

Cuando pensamos en el Vivero de Plantas Ornamentales de La Molina nos imaginamos un lugar donde crecen hermosas plantas que solo sirven para embellecer un espacio. En realidad, el trabajo que se realiza en este Vivero va mucho más allá. Conversamos con el ingeniero Juan Carlos Jaulis, Jefe del Programa de Investigación en Plantas Ornamentales y esto fue lo que nos contó.

¿EN QUÉ CONSISTE EL TRABAJO QUE REALIZA EL VIVERO DE PLANTAS ORNAMENTALES DE LA MOLINA?

El trabajo que realizamos en el Vivero de Plantas Ornamentales de La Molina va más allá de la producción de plantines y venta de ellos. Ese es solo un eje de los 6 que manejamos. Nuestro vivero trabaja, principalmente en:

Floricultura: producción de flores de corte.

Manejo de viveros: producción de plantines.

Paisajismo: diseño de paisaje urbano, rural y de jardines.

Infraestructura verde: asesoría para la instalación de jardines verticales y azoteas verdes.

Horticultura terapéutica: contacto con la naturaleza y cultivo de plantas orientado a la salud.

Economía verde: reutilización de residuos que se generan en la producción de viveros, como estiércol, hojarasca para hacer compost o humus, por ejemplo. Actualmente en este tema estamos implementando un laboratorio de elaboración de bioabonos líquidos y sólidos que harán frente al alza de los fertilizantes y que puede usarse en la agricultura urbana.

¿QUÉ NOS PUEDE COMENTAR SOBRE EL EJE DE INFRAESTRUCTURA VERDE?

Desde hace ya varios años nos venimos preguntando, con el crecimiento de las ciudades, ¿cómo hacemos para ganar áreas verdes? Lamentablemente, los terrenos ahora tienen más valor para el desarrollo urbano que para parques o actividades agrícolas.

Por eso, este tema de infraestructura verde, que nosotros planteamos hace años, es muy importante. Más allá del punto de vista ornamental, los jardines verticales o azoteas verdes tiene impacto en la salud de las personas de múltiples formas: alivia el estrés, mejora la calidad del aire con la liberación de oxígeno, además de promover la seguridad y la soberanía alimentaria para las personas a través de jardines comestibles, que es algo en lo que también venimos trabajando.

¿DE QUÉ MANERA SE INVOLUCRAN EN EL TEMA DE JARDINES VERTICALES?

Se le atribuye la creación de los jardines verticales a un botánico francés, Patrick Blanc. Sin embargo, hay evidencia de que algunas culturas preincas hacían crecer vegetación en sus techos; así que podemos considerarlos como precursores en el desarrollo de azoteas verdes.

Como vivero, nosotros venimos asesorando a empresas de jardines en la producción y selección de plantas, sustratos para mejorar su rendimiento (disminuyendo pérdidas en reposiciones), guiándolos para que tengan en cuenta la dirección de la luz, la velocidad del viento, etc. al momento de instalar una estructura verde dentro de un edificio residencial o comercial, o en alguna azotea.



27

Mg.Sc. Juan Carlos Jaulis
Jefe del Programa de Investigación
en Plantas Ornamentales

Juan Carlos Jaulis es ingeniero agrónomo, Magister Scientiae en Producción Agrícola por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Con especialización en colecta, domesticación, propagación y mejoramiento genético de plantas nativas con potencial ornamental (Instituto de Floricultura del INTA, Argentina). Estudiante del doctorado en Agricultura Sustentable en la UNALM.



De esta forma, los conocimientos que tenemos y generamos los venimos trasladando a la empresa con gran satisfacción cuando vemos sus resultados: Por ejemplo, una disminución de 70 a 15% en reposición de plantas. Y todavía hay espacio para reducir más.

USTED HABLÓ DE SOBERANÍA ALIMENTARIA, ¿DE QUÉ MANERA LA INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VERDE CONTRIBUYE A ESO?

Hablé de soberanía y de seguridad alimentaria. En cuanto a lo segundo, la agricultura vertical puede asegurarnos que nuestros alimentos estén libres de pesticidas. Lo que producimos en nuestras casas, serán productos orgánicos, ecológicos. Eso es seguridad alimentaria.

En cuanto a la soberanía, al momento de pensar en producir nuestros propios alimentos, al momento de escoger las semillas, trabajemos con especies nativas, que se consumían en el pasado, y que son ricas nutritivamente. La dieta occidental y el cambio de hábitos alimenticios ha traído como consecuencia que muchos de esos alimentos se hayan dejado de consumir. Los jardines comestibles nos dan la oportunidad de rescatar del olvido y cultivar esas plantas que son oriundas, además de nutritivas.

¿EN QUÉ CONSISTE SU TRABAJO EN HORTICULTURA TERAPÉUTICA?

Tener contacto con la naturaleza trae múltiples beneficios a la salud física y mental de las personas. Esto ha tomado más importancia especialmente ahora, después de dos años de pandemia y encierro. Los niños y los adultos mayores son los más afectados.

Creemos que la universidad tiene que ser pionera en este tema porque cuenta con la infraestructura y los profesionales para desarrollar un proyecto integral que incluya, por ejemplo, un servicio para niños que sufren de trastorno de hiperactividad. Podemos combinar un trabajo de equinoterapia con el contacto con la naturaleza y la jardinería. Podemos tener un campo de paintball que se combine con un trabajo previo para que los niños caminen descalzos, abracen un árbol, aprecien la naturaleza...

También se puede hacer un trabajo similar con adultos mayores enfocándonos en diversos aspectos emocionales. Tenemos pensado ofrecer un taller de arreglos florales, yoga al aire libre, en contacto por la naturaleza, hay muchas cosas que se pueden hacer...

Dentro de la misma horticultura terapéutica, otro tema en el que podríamos incursionar es en la producción de aceite de cannabis medicinal. Trabajarlo con mucha responsabilidad para tener una producción propia o para terceros (laboratorios farmacéuticos). La universidad siempre ha roto paradigmas y debe seguir haciéndolo.

EN CUANTO A TEMAS DE INVESTIGACIÓN, ¿EN QUÉ PROYECTOS TRABAJAN ACTUALMENTE?

El área de Plantas Ornamentales viene trabajando en diversos proyectos de investigación. Por ejemplo, en la bioconversión de residuos sólidos y líquidos de la industria del aceite de palma para producir abonos, alimento para ganado y otros. También en el desarrollo de un proceso productivo de césped en rollo, en sustrato ligero, libre de malezas y enfermedades, y de menor consumo de agua durante su ciclo de vida. En el valle del Huallaga venimos trabajando en el desarrollo de metodología de postcosecha para incrementar la vida útil de flores tropicales producidas en sistemas asociados con el cultivo de café y cacao. Esto es solo un ejemplo del trabajo que realizamos. La investigación y los proyectos que trabajamos están orientados a beneficiar al agricultor (rural o urbano), y la transferencia de tecnología a mejorar el rendimiento y la productividad para una mejor calidad de vida.



una disminución en
reposición de plantas

de **70** a **15%**





NUESTRA LECHE

Lo que más nos interesa es la calidad del producto

Conozcamos la Planta Piloto de Leche La Molina

Desde hace 54 años, la Planta Piloto de Leche La Molina, produce lácteos con sus propios recursos. Es una planta autosostenible, que ha ido aumentando su producción y diversificando su oferta para la comunidad.

29



Ing. José Mayta Casallo
Jefe de la Planta Piloto de leche

“La llamamos planta piloto porque sus equipos sirven para simular los procesos de producción de la gran industria”, nos comenta el ingeniero José Mayta, jefe de este centro de producción. “Tenemos equipos, como el pasteurizador de placas, cuya capacidad es de 1500 por hora”.

La planta es un centro de formación práctica ya que recibe a estudiantes, principalmente de industria alimentarias, así como de zootecnia, gestión empresarial y estadística para la realización de sus prácticas preprofesionales.

El producto estrella de este centro es la leche fresca que se vende con la marca La Molina. La producen desde hace 54 años. A partir de los años 90 incursionaron también en la producción de yogures frutados, y hoy la planta vende más cantidad de yogures que de leche.

“Al mes estamos vendiendo entre 25 y 30 mil botellas de yogur. De leche embolsada entre 15 a 20 mil bolsas”, señala nuevamente el ingeniero Mayta. El tercer producto del centro son los quesos (producen unos 1000 kilos al mes): básicamente queso fresco y, en menor cantidad, ricotta, mozzarella y queso crema. También producen leche chocolatada en presentación personal y helados, que se consume casi exclusivamente entre los miembros de la comunidad universitaria.

La demanda de estos productos es cada vez mayor. Además de la venta directa en la tienda de la universidad, estos productos pueden encontrarse en algunas tiendas de productos naturales o ecológicos como Organa, Thika Thani, Tu Marka, Tiendita Andina, Amaranto y Somos Cajamarca, entre otras.

“Lo que más nos interesa la calidad del producto”, afirma el ingeniero Mayta. Nuestros productos no tienen aditivos ni preservantes. Son totalmente naturales y, por lo tanto, saludables”. En cada molde de queso invierten entre 7 a 8 litros de leche. Y sus yogures son más viscosos que los del mercado, gracias al menor estrés al que son sometidos. La fruta añadida es natural y producida también en los campos de la universidad. “En el centro de producción lo que hacemos es transformar la mejor materia prima en productos inocuos que reúnen todas las condiciones de calidad”.

AL MES

25 y 30 mil botellas de yogur

15 y 20 mil leche embolsada

1000 kilos queso



Investigación y capacitación

La Planta de Leche también está al servicio de la investigación que realizan los alumnos de los distintos programas de la universidad. "Principalmente apoyamos a los tesisistas de Industrias Alimentarias, pero también de otras carreras. Les facilitamos el acceso y uso de los laboratorios, los equipos e instrumentos que tenemos". Los temas de tesis varían, pero por lo general, tienen que ver con la propuesta de nuevos sabores de helados o nuevos tipos de leche, como la de llama, etc.

La Planta de Leche también ofrece cursos de capacitación en derivados lácteos, en coordinación con la Facultad de Industrias Alimentarias y de esta manera, enseñan a hacer quesos y yogures artesanales.

¿QUÉ SABEMOS DE LOS LÁCTEOS?

- ✓ La mejor es la leche pasteurizada.
- ✓ Proceso de pasteurización: calienta la leche para eliminar bacterias a una temperatura de entre 65° y 85° (sin hervir) para mantener sus propiedades intactas.
- ✓ Cuando la leche hierve, pierde sus proteínas.
- ✓ 4.5% de lactosa y 3% de grasa tiene la leche.
- ✓ Las bacterias lácticas del yogur consumen la lactosa.
- ✓ Los niños deben consumir leche entera, no leche descremada.
Al quitarle la grasa a la leche también se le quita vitaminas liposolubles: K, D, E y A.
- ✓ El queso es un concentrado de las proteínas, minerales y grasa de la leche, expulsando el suero (que es agua y lactosa).



Servicios de la AGRARIA para la EMPRESA

I+D+i



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

- Desarrollamos investigaciones colaborativas y bajo demanda para cubrir las necesidades y desafíos del sector productivo.
- Transferimos productos de investigación desarrollados en la UNALM para incrementar la competitividad de las empresas.
- Brindamos a través de los laboratorios, análisis especializados con equipamiento de última generación y personal técnico experimentado que brinda servicios orientados a los sectores agrosilvopecuario, pesquero, alimentario y económico entre otros.
- Desarrollamos cursos para el fortalecimiento de capacidades en transferencia tecnológica, emprendimiento e innovación para el sector productivo.



Laboratorio de Micología y Biotecnología



Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos



Planta Piloto de Leche

¿Por qué UNALM?



Investigadores altamente calificados

+120

Años de experiencia en el sector

+180

Proyectos de I+D con empresas



+051 614-7800 – Anexo 818
Cel. +051 942 046 490



dttpi@lamolina.edu.pe



<https://web.lamolina.edu.pe/investigacion/servicios/>

Orgullo Molinero LA AGRARIA, siempre ENTRE LAS MEJORES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA



SCIMAGO
INSTITUTIONS
RANKINGS

<https://www.scimagoir.com/rankings.php?sector=Higher+educ.&country=PER>

N° 667 SCIMAGO UNIVERSITY RANK

3^{ro}

A nivel nacional

2^{do}

Universidad pública del Perú



<https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2023>

<https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2022>

7^{mo}

A nivel nacional

2^{do}

Universidad pública del Perú



https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2022/latin-america-university-rankings#!/page/0/length/25/locations/PER/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/undefined

4^{to}

N° 101-125 - RANKING THE 2022

A nivel nacional

2^{do}

Universidad pública del Perú



SUNEDU
SUPERINTENDENCIA
NACIONAL DE EDUCACIÓN
SUPERIOR UNIVERSITARIA

6^{to}

Lugar ranking de excelencia
2021 sunedu

2^{do}

lugar ranking de excelencia 2021
sunedu - universidad pública