



**HOMINEM ET
AGRUM**

AÑO 2024
VOL 2
N°1

PRIMERA PATENTE DE INVENCIÓN OTORGADA A LA UNALM

MOLINERO EXTRALARGO

Nueva variedad de algodón
para el sector textil

Proyectos que impulsan el
desarrollo rural con
INNOVACIÓN Y CAPACITACIÓN

ZAPALLO QUIMERA El futuro de la
genética en hortalizas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ÍNDICE



Primera patente de invención: Método para la construcción de una biblioteca de plásmidos



Impulsando la competitividad en las comunidades rurales: Un proyecto que mejora vidas



Modelo de utilidad: Dispositivo de corte manual de leña con configuración ergonómica



Áreas óptimas para plantaciones forestales del Cedro de altura en Paucartambo, Cusco, Perú.



Validación y protección de la nueva variedad de algodón "Molinero Extralargo" de la UNALM



Estimación de la cobertura vegetal en la Loma Capac en el departamento de Arequipa, Perú.

2



Mejora la calidad del cacao mediante el uso de hojas de plátano durante la fermentación



Análisis del riesgo de deforestación en Chanchamayo, Junín, Perú hacia 2034.



Zapallo Quimera: Un ideotipo en construcción



Determinación de cadmio en suelo y fruto de cacao en San Martín, Perú.



Herramientas digitales para analizar las raíces del maíz



Pruebas *in vitro* en *S. cerevisiae* con bloqueadores solares para una protección solar eficaz.

HOMINEM ET AGRUM

Volumen 2, número 1 / Junio 2024

Editor

Dr. Edwin Mellisho Salas

Comité editorial

Mg. Sc. Flavio Lozano Isla
Mg. Sc. Erick Rosales Asto
Dra. Fabiola Olivares Ponce
Dra. Maria Manta Nolasco

Asistente Editorial

Mg. Sc. Marilyn Buendía Molina
Bach. Ivanna Villegas Cordova

Fotografía: UNALM

Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú
Todos los derechos reservados

Edición: Edwin Mellisho Salas

Diseño y diagramación: Marilyn Buendía Molina,
Ivanna Villegas Cordova, Noelya Chile Lozano

Teléfono: +51 1 614 7800 Ax. 663

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

Autoridades UNALM

Dr. Américo Guevara Pérez,
Rector

Ph.D. Héctor Enrique Gonzales Mora,
Vicerrector Académico
Dra. Patricia Liliana Gil Kodaka,
Vicerrectora de Investigación

Publicación semestral

Todos los derechos reservados
© 2024 Universidad Nacional Agraria La Molina
Av. La Molina S/N - La Molina, Lima - Perú

Patente de invención internacional

W02020226516 - Método para la construcción de una biblioteca de plásmidos, que permite la síntesis de oligopéptidos a partir de secuencias aleatorias en *Saccharomyces cerevisiae*



Dra. Ana Kitazono Sugahara

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional Agraria La Molina

anakitazono@lamolina.edu.pe

N° publicación: WO/2020/226516 | Fecha de publicación: 12.11.2020 | N° solíc. Internacional: PCT/PR2020/00001

Ana Kitazono Sugahara ¹

Giuliana Chávez Untiveros ¹

Raquel Merino Urteaga ¹

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Un equipo de investigadores dirigido por la Dra. Ana Kitazono del Departamento Académico de Química, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, generaron una biblioteca de plásmidos de gran diversidad para la búsqueda de oligopéptidos con funciones particulares de interés. El primer oligopéptido de interés tiene una actividad fotoprotectora que puede ser usado como activo biodegradable en la formulación de bloqueadores solares. El segundo oligopéptido de interés puede asociarse específicamente con hierro, facilitando que la levadura acumule altas cantidades de metal.

3

El uso de *Saccharomyces cerevisiae* para la generación de productos de valor agregado está profundamente arraigado en la historia de la sociedad humana, y se remonta a miles de años atrás. Su aplicación en la producción de bienes básicos como el vino, la cerveza y el pan le ha otorgado a *S. cerevisiae* la clasificación de Considerado Seguro por la FDA. Los estudios pioneros sobre la transformación y recombinación de *S. cerevisiae*, seguidos por la secuenciación genómica permitió aplicar técnicas complejas de ingeniería genética y bioquímica de la levadura, lo que permitió la fácil manipulación racional del genoma de la levadura, que impulsó su estatus de un recurso natural útil a una plataforma tecnológica versátil (Maneira et al., 2025).

En el laboratorio de Química Biológica y Bioanálisis que dirige la Dra. Kitazono, desde el año 2013, la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) ha sido objeto de estudio genético, proporcionando una sólida base de conocimientos para diversas aplicaciones. Han realizado investigaciones, tesis de pre y postgrado con el uso de *S. cerevisiae* y clonando genes aleatorios que permiten la síntesis de diversos tipos de proteínas (Figuras 1 y 2). En esta patente, se ha aplicado una nueva tecnología para generar plásmidos recombinados (biblioteca de plásmidos) que contienen millones de diferentes genes. Estos genes codifican para proteínas aleatorias pequeñas, conocidas como oligopéptidos. La diversidad estructural de las proteínas se amplifica si se considera que son polímeros, donde un enlace une uno de los veinte aminoácidos distintos con el siguiente. La Figura 1 representa las estructuras de los grupos funcionales de estos aminoácidos. Por consiguiente, incluso una proteína muy pequeña, compuesta por solo tres aminoácidos (un oligopéptido), podría presentar una sorprendente variedad de formas o estructuras, llegando hasta 8000 posibilidades diferentes, gracias a la combinación de opciones en cada posición.

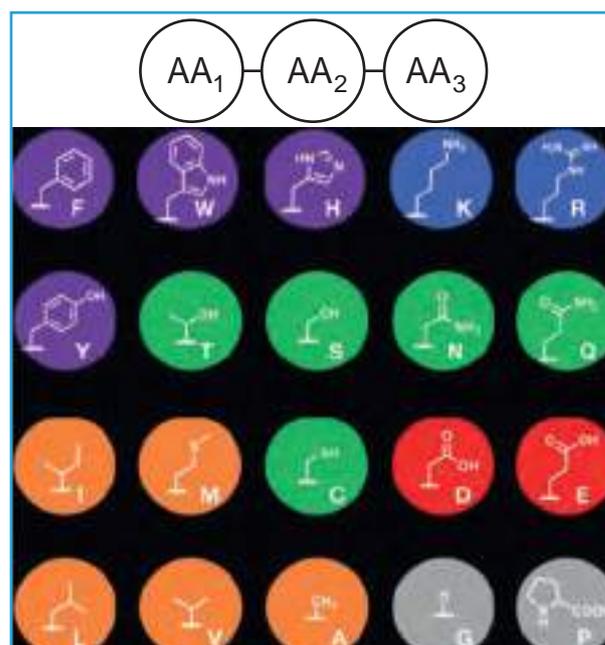


Figura 1. Estructuras distintivas de los veinte aminoácidos que conforman las proteínas y que podrían ser cada uno, incorporados en las posiciones AA1, AA2, AA3 del oligopéptido mostrado en el panel superior



Figura 2. Descripción del proceso que permite la producción de nuevas proteínas a partir de la inserción de los respectivos genes en la levadura

Los genes de secuencias aleatorias son generados mediante técnicas convencionales que permiten la amplificación de fragmentos de ADN (reacción en cadena de polimerasa PCR). Estos genes aleatorios son después introducidos en la levadura junto con un vector de clonación (plásmido) para que ocurra la clonación. Completado el proceso se puede obtener millones de células de levadura que albergan, establemente, un plásmido que contiene un gen aleatorio particular. Los plásmidos contenidos en la colección de estas células de levadura constituyen la biblioteca de plásmidos.

La base de datos del genoma de *Saccharomyces* (<https://www.yeastgenome.org/>) proporciona información biológica integral y completa sobre la levadura *Saccharomyces cerevisiae* junto con herramientas de búsqueda y análisis para explorar estos datos, lo que permite el descubrimiento de relaciones funcionales entre la secuencia y los productos en hongos y organismos superiores. Además, la velocidad de proliferación (2 h para duplicarse) en medios de cultivo artificiales y siendo el primer eucariota con su genoma secuenciado en 1996 (Goffeau et al., 1996). Además, la levadura presenta una alta velocidad de proliferación (2 h para duplicarse) en medios de cultivo artificiales y fue el primer eucariota con su genoma secuenciado en 1996 (Goffeau et al., 1996) por lo que es un organismo ampliamente estudiado y eficiente sistema de reparación de ADN por recombinación homóloga, en una herramienta valiosa para la investigación biotecnológica, lo que la convierte.

Esta patente de invención fue posible gracias al financiamiento recibido de InnovatePerú (FINCyT) y Prociencia (Fondecyt), solicitándose a INDECOPI la patente de invención (Expediente N° 000894-2019).

La Dra. Ana Kitazono, es de profesión Químico Farmacéutica y con grado de doctor en Ciencias Farmacéuticas y Biotecnología por la Universidad de Nagasaki, Japón y actualmente se desempeña como docente principal en el Departamento Académico de Química, en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Asimismo, bajo la dirección de la Dra. Ana, las coinventoras, Giuliana Chávez y Raquel Merino desarrollaron las tesis de grado "Construcción de una biblioteca de plásmidos para la producción de oligopéptidos de variadas secuencias en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*" e "Identificación de oligopéptidos de variadas secuencias fotoprotectora mediante un tamizado genético en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*" que tuvieron una calificación sobresaliente. La producción científica del laboratorio de la Dra. Ana, es muy importante en la comunidad académica y científica del Perú. Actualmente, desde junio del 2024, se encuentra ejecutando un proyecto de investigación "Desarrollo de un suplemento nutricional para favorecer su alta biodisponibilidad", financiado por Prociencia (Contrato PE501086303-2024-PROCIENCIA), que esperamos tenga más producción científica y soluciones a problemas de nuestra sociedad, contribuyendo además en la formación de jóvenes investigadores.

¡Invitamos a publicar en la Revista Tierra Nuestra!

Envía tu manuscrito a: tiernanuestra@lamolina.edu.pe

Revista Científica

Tierra Nuestra

Futuras ediciones

Enero a Junio
Vol. 19 N° 1 (2025)

Julio a Diciembre
Vol. 19 N° 2 (2025)

Ver revista:

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Patente de modelo de utilidad: Nuevo dispositivo ergonómico para corte de leña manual



Viviana Sanchez Huamán

Estudiante de la Facultad de Ciencias Forestales
Universidad Nacional Agraria La Molina
20181104@lamolina.edu.pe

Viviana Sánchez Huamán¹

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Un nuevo dispositivo ergonómico para corte de leña manual fue desarrollado por la investigadora de la Facultad de Ciencias Forestales, para mayor comodidad y protección del usuario al momento de trozar la madera para leña (Figura 1). Considerando que la ergonomía en herramientas manuales y maquinaria tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los operarios. Este nuevo equipo mejora la eficiencia y la seguridad del operario en el proceso de corte de leña.

Las características resaltan varias innovaciones que mejoran la eficiencia y seguridad en el proceso de corte de leña, destacando su diseño ergonómico, seguro y fácil de usar. Su impacto en la seguridad del usuario es notable, reduciendo los riesgos de accidentes asociados con el corte manual de leña. Cuenta con una cuchilla fija con las estrías y una placa de apoyo que brinda estabilidad durante el trozado para un agarre firme. Además, incorpora una cuchilla móvil accionada por una palanca para lograr un corte preciso, junto con elementos de fijación y agarre diseñados para la sujeción a superficies verticales (Figura 2).

Para el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi), la patente de modelo de utilidad es una invención que implica un cambio de forma o efectos técnicos de un objeto, instrumento o mecanismo, siempre que esa modificación le dé una ventaja técnica o mejore el funcionamiento del producto. Esta patente otorga un derecho exclusivo por un plazo en el Perú.

Este dispositivo, creado como parte del curso Maquinarias y Equipos Forestales de la facultad, está diseñado para satisfacer las necesidades de la población en zonas rurales, donde la leña es un recurso esencial para actividades domésticas como cocinar, calefacción y alfarería.

Es importante conocer el informe del INEI (2021) sobre el uso de la leña como alternativa de combustible en los hogares peruanos para cocinar, 29.6% (hogares rurales) y 1.9% (hogares urbanos). Además, la Sociedad Peruana de Gas Licuado (SPGL; 2021) advirtió el aumento del uso de leña en los hogares peruanos por el incremento del precio internacional del Gas Licuado de Petróleo (GLP), sumado a la inestabilidad económica, la menor ocupación laboral y, por ende, en la menor capacidad de compra de los peruanos, ha derivado en que actualmente sean muchas más las familias que emplean leña para cocinar y dejen de lado el GLP, lo cual es un tema de suma preocupación.



Figura 1. Troncos troceados

La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), dentro de su portafolio tecnológico cuenta con:

- 07 Patentes de modelo de utilidad.
- 01 Patente de invención.
- 02 Registros de *software*.

Viviana Sánchez. Es una destacada estudiante que participa activamente con otros estudiantes en el semillero Círculo de Investigación en Sistemas Socioecológicos (CISSEC) como parte de la línea de investigación "Gestión de Bosques y Cuencas", con más producción científica en la Facultad de Ciencias Forestales. Esta patente alienta a sus compañeros de estudio a buscar soluciones innovadoras para el poblador que utiliza esta tecnología.

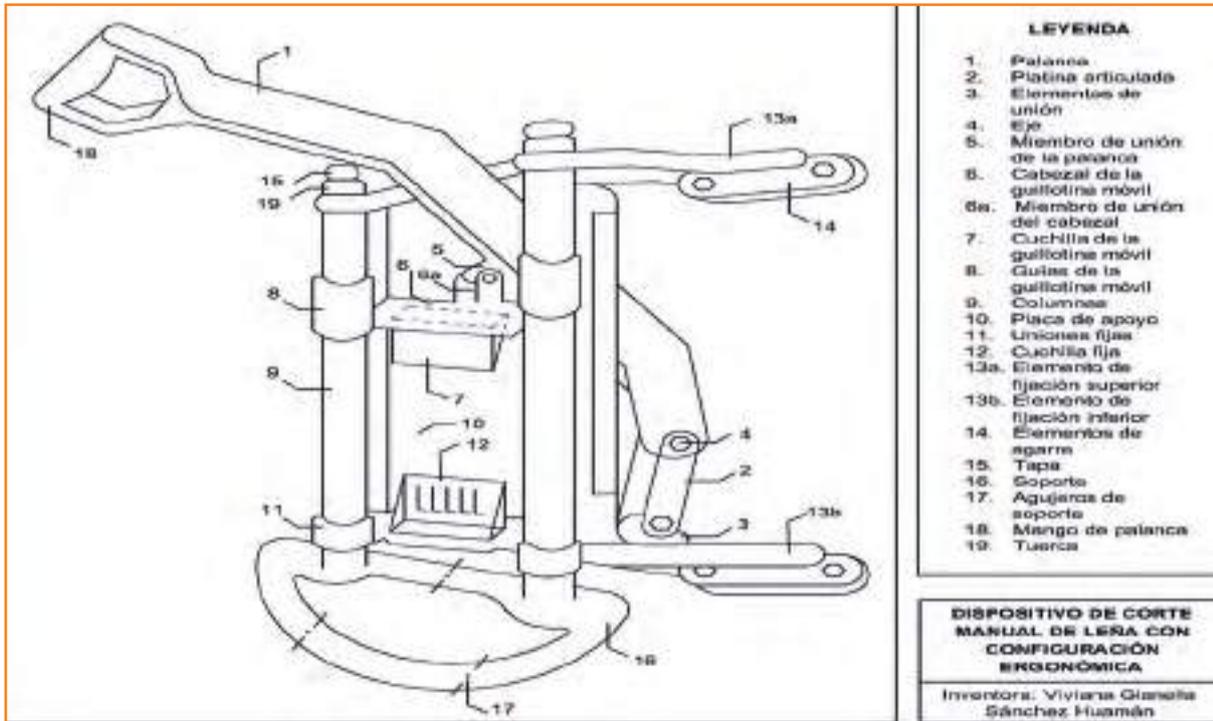


Figura 2. Dispositivo de corte manual

La Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica, mediante la Unidad de Propiedad Intelectual y Transferencia Tecnológica, brinda asesoramiento a investigadores y estudiantes en la identificación de estrategias de protección de derechos de propiedad intelectual de resultados de investigación, así como la consecución de registros de solicitudes de patentes, y otros tipos de propiedad intelectual.

¡Invitamos a publicar en la Revista Forestal del Perú!

Envía tu manuscrito a:
rfp@lamolina.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

Revista Científica

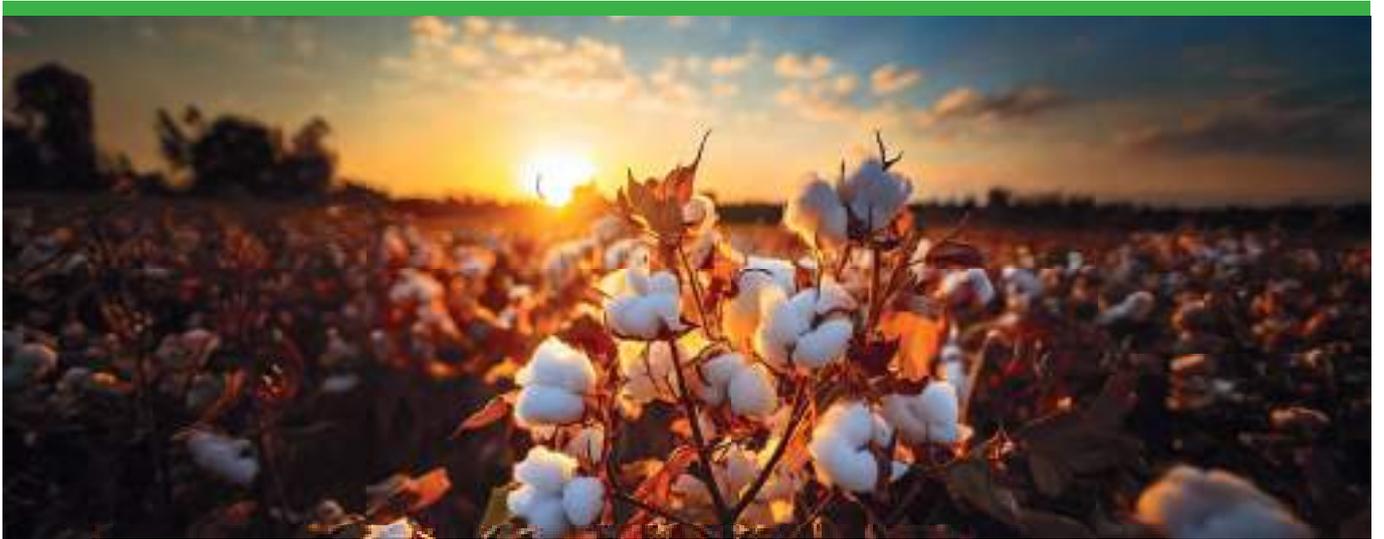
Revista Forestal del Perú

Futuras ediciones

Enero a Junio
Vol. 40 N.º 1 (2025)

Julio a Diciembre
Vol. 40 N.º 2 (2025)

Ver revista:



Validación y protección de la nueva variedad de algodón "Molinero Extralargo"

Una solución para el sector algodonero peruano

Raúl Blas Sevillano¹

Braulio La Torre Martínez¹

Enrique Adama Rojas¹

rblas@lamolina.edu.pe

7

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Este algodón posee una longitud, finura y suavidad extraordinarias que permiten producir un hilo uniforme y resistente para la fabricación de telas demandadas por los mercados más exigentes. El primer signo claro de domesticación del algodón proviene de Ancón, en la costa peruana, donde se encontraron bolas de algodón que datan del 4200 a. C. El algodón es la segunda fibra más importante en términos de volumen, después del poliéster, y representa aproximadamente el 22% de la producción mundial de fibra. Alrededor del 80% del algodón se utiliza en prendas de vestir, el 15% en muebles del hogar y el 5% restante se destina principalmente a aplicaciones no tejidas, como filtros y rellenos (FAO, 2025).

En el Perú, el algodón Pima peruano es considerado el mejor algodón del mundo y el algodón Tangüis también es uno de los más buscados. El algodón Pima peruano es una fibra de algodón de fibra larga que se cultiva en las regiones subtropicales costeras del Perú, donde se recolecta a mano para evitar daños en la fibra. Las fibras miden hasta 2 pulgadas de largo, lo que las hace al menos el doble de largas que el "algodón estándar". Muchas marcas internacionales han producido sus mejores camisetas y polos en Perú, utilizando Algodón Pima. Desde Lacoste, Armani y Ralph Lauren hasta marcas relativamente nuevas como Vineyard Vine, PsychBuyunny y marcas de ropa deportiva como Lululemon, existe un aprecio compartido por la fina calidad de esta fibra natural extralarga.

La producción de algodón en el Perú ha disminuido significativamente en los últimos 10 años. (USDA, 2025, <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/2631000>). En 1963 se cultivaban aproximadamente 256,800 hectáreas, pero en el 2023 solo 6,424 hectáreas, lo que ha generado una crisis en el sector algodonero. Los principales factores

de esta caída incluyen el alto costo de producción, el uso de semillas de baja calidad y la falta de nuevas tecnologías.



Figura 1. Equipo de Investigación del PIPS en Algodón. De izquierda a derecha: Mg. Sc. Braulio La Torre Martínez, Ing. Teodorico Veramendi Hidalgo, Ing. Betzabeth Chávez Chávez, Ing. Alicia Porras Jorge, Ph. D. Raúl Blas Sevillano e Ing. Enrique Adama Rojas

Ante ello, la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), a través del Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS) en Algodón (Figura 1), ha desarrollado una nueva variedad de algodón, denominado "Molinero extralargo", que tiene altos rendimientos y una fibra de calidad para la industria textil. Su origen de esta variedad se remonta en 1987, cuando se introdujo el cultivar UNA N°1, de la variedad Tangüis, con un rendimiento de 75 qq/ha, fibra de más de 32 mm de longitud, finura menor a 4.6 micronaire y resistencia mayor a 26 g/tex.

Esta variedad (UNA N°1) sigue utilizándose en la costa central y sur del Perú por su rendimiento y pureza varietal. En los últimos 15 años los investigadores de PIPS en algodón vienen trabajando con la variedad "Molinero Extralargo", obtenida del cruce entre Tangüis y Pima que tienen un rendimiento superior a 90 gg/ha, fibra de entre 36 a 39 mm de longitud, resistencia mayor a 36 g/tex, finura menor a 4.5 micraire, uniformidad superior al 86%, y tolerancia a plagas y enfermedades. Ahora, han iniciado el proceso para registro de Obtentor Vegetal.

La validación de variedad "Molinero extralargo" se realizará mediante ensayos en parcelas de agricultores de la costa, evaluando su productividad y calidad de fibra. Además de evaluar su adaptabilidad a los cambios climáticos y pruebas para uso industrial de la fibra en colaboración con la empresa MERCADEO COMERCIAL S. A. Las bondades de esta nueva variedad "Molinero extralargo" presenta un incremento del 12% en rendimiento respecto a UNA N°1 y del 23% frente al cultivar Tangüis L.M.G-2-95, debido a un mayor número y peso de bellotas, color de fibra blanco brillante, tolerante a plagas y enfermedades.

Esta nueva variedad de algodón "Molinero extralargo" representa una solución viable para mejorar la competitividad del sector algodonero peruano, ya que por sus características de alta productividad y calidad de fibra la hacen ideal para la industria textil. El proceso de validación y protección de esta variedad, se realizará en colaboración con organismos como SENASA e INDECOPI, lo que permitirá su registro y posterior comercialización como semilla certificada.

El Dr. Raúl Blas, posee estudios de Maestría y Doctorado en Ingeniería Biológica y Ciencias Agronómicas de la Facultad Universitaria de Ciencias Agronómicas de Gembloux, Bélgica. Uno de sus logros más importantes es ser Cofundador del Instituto de Biotecnología de la UNALM (IBT), donde se desarrollan estudios de diversidad genética de diferentes especies nativas de importancia agronómica del Perú. Su producción científica es notoria, a la fecha ha publicado 27 artículos científicos, siendo citados por 236 publicaciones científicas.

Más de 8000 pequeños productores algodoneros serán beneficiados debido al convenio entre el MIDAGRI y el CITE Gamarra, que ha firmado una alianza para impulsar la cadena productiva del algodón.



Figura 2. Capullo de algodón (<https://acortar.link/LXoK5x>)

¡Invitamos a publicar en el Peruvian Journal of Agronomy!

Envía tu manuscrito a: pja@lamolina.edu.pe

Revista Científica

Peruvian Journal of Agronomy

Futuras ediciones

Enero a Abril
Vol. 9 N° 1 (2025)

Mayo a Agosto
Vol. 9 N° 2 (2025)

Septiembre a Diciembre
Vol. 9 N° 3 (2025)

Ver revista



Mejora la calidad del cacao mediante el uso de hojas de plátano durante la fermentación

Andres Soto Torres¹

Sergio Leguía Vargas¹

María Lozada Ramírez¹

Gabriela Chire Fajardo¹

gchire@lamolina.edu.pe

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

El cacao, una de las principales especies del género *Theobroma*, es de gran valor para la industria de los alimentos por las propiedades sensoriales de sus derivados, especialmente el chocolate. En el departamento de San Martín, Perú, el cacao CCN 51 se cultiva y ha sido objeto de estudio debido a su rendimiento y calidad.

El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades bioquímicas del cacao durante el proceso de fermentación y analizar el efecto del uso de hojas de plátano en dicho proceso. La investigación se llevó a cabo en el PIPS en Cereales y Granos Andinos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Dentro del curso de Bioquímica de Alimentos de la Maestría en Tecnología de Alimentos (MTAL) se realizaron

visitas al campo experimental del PIPS-UNALM para identificar los plantones (Figura 1), genotipos y tiempos de cosecha del cacao adaptados a la costa del Perú. Se utilizó el genotipo de cacao CCN51 (Figura 2) procedente del distrito de Uchiza, provincia de Tocache en San Martín, Perú. El cacao fue sometido a un proceso de poscosecha que incluyó fermentación (Figura 3) y secado, controlados (Figura 4) en Laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias (FIAL). Los genotipos del PIPS-UNALM fueron diversos, de tamaño pequeño y su tiempo de cosecha se estima cada 15 días. El cacao en baba CCN 51 fue dividido en dos grupos: T1, como tratamiento control, y T2, en el que se incorporaron trozos de hojas de plátano. Diariamente se registraron indicadores bioquímicos como peso, temperatura, acidez total y pH. Al finalizar, se evaluó la calidad del cacao en la poscosecha determinando el índice de fermentación (IF) mediante la prueba de corte y la prueba de probeta para los tratamientos T1 y T2 (Figura 5).



Figura 1. Plantación de cacao PIPS en Cereales y Granos Andinos



Figura 2. Variedad de cacao CCN51



Figura 3. Proceso de fermentación del cacao CCN 51: a) Vista interior de la caja de fermentación y b) Vista exterior con medición de temperatura

Los indicadores bioquímicos durante la fermentación mostraron cambios significativos. El peso de los granos disminuyó en un 55.7%, mientras que la temperatura aumentó de 22.9 °C a un máximo de 44.3 °C antes de estabilizarse en 38 °C. La acidez total (ácido acético) aumentó significativamente, alcanzando un 0.83% en el tratamiento control y con un 0.80% en el tratamiento con hojas de plátano. El pH disminuyó de 6.32 a 5.59 en ambos tratamientos. Los resultados del índice de fermentación indicaron que el tratamiento con hojas de plátano (T2) tuvo un índice de fermentación del 79% en la

prueba de corte y del 83% en la prueba de probeta, lo que sugiere una mejora en la calidad del cacao fermentado.

La inclusión de hojas de plátano durante la fermentación del cacao contribuyó a mejorar la calidad sensorial de los granos, lo que se reflejó en un mayor índice de fermentación. Estos resultados abren nuevas posibilidades para optimizar el proceso de fermentación del cacao en las regiones productoras. Futuros estudios incluirán otros frutos de la familia *Theobroma* como *Theobroma grandiflorum* (copoazu) y *Theobroma bicolor* (macambo).



Figura 4. Cacao en proceso de secado

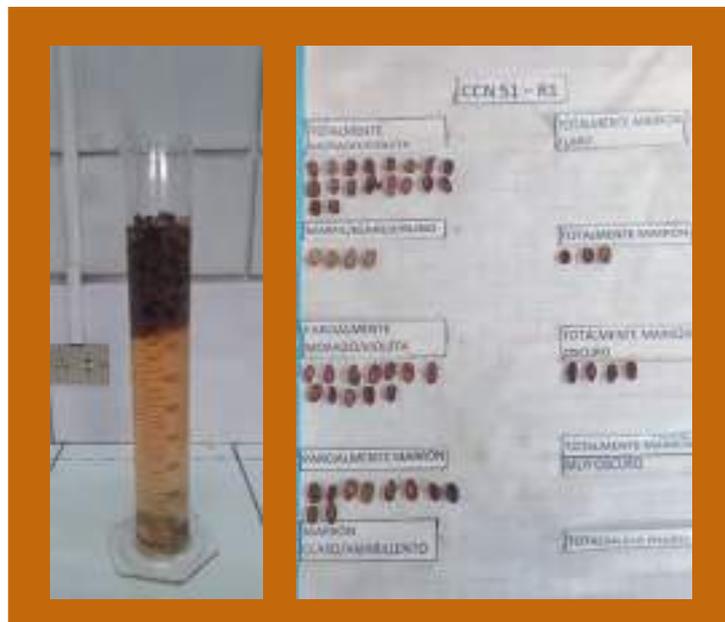


Figura 5. Clasificación del cacao, según el índice de fermentación

REFERENCIAS

Cacao de Excelencia. (2024). Guía para la Evaluación de la Calidad y el Sabor del Cacao. Compilado por el programa de Cacao por Excelencia de la Alianza de *Bioversity International* y CIAT, en colaboración con los miembros del Grupo de Trabajo de *International Standards for the Assessment of Cacao Quality and Flavour - (ISCQF)*. *Bioversity International*. 216.



Zapallo Quimera: Un ideotipo en construcción

Alexis Dueñas Dávila¹ | Luis Dávila Cruz² | Juan Saldaña Palomino² | Mauricio Maguiña Melgar¹
 Isabel Montes Yarasca¹ | Rodrigo Zumaeta Barbaran² | Alejandro Risco Mendoza¹ | Raúl Blas Sevillano¹
 Roberto Ugas Carro¹ | Andrés Casas Díaz¹ | cda@lamolina.edu.pe

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

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

El proyecto de investigación del zapallo peruano del Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS) en Hortalizas del Departamento de Horticultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) viene estudiando el zapallo peruano, que es un recurso filogenético de amplio uso y de gran diversidad genética, particularmente la especie zapallo tipo loche (*Cucurbita moschata* Duchesne), presenta una amplia diversidad genética (Arbizu et al., 2022), quienes encontraron en las poblaciones de *C. moschata* la presencia de *C. pepo* y *C. máxima*.

En este contexto, las poblaciones del zapallo de tipo loche, presentan además patrones de variación en tallos, hojas, flores y hasta frutos. A estos últimos se añade la presencia del denominado efecto de “quimerismo”, caracterizado por

la mezcla de genotipos (Figura 1), ampliamente conocido en campo, pero que ha concitado interés por parte de la ciencia y del fitomejoramiento en particular.

Uno de los objetivos del proyecto de “Zapallo Quimera” es obtener linajes avanzados mediante la metodología de ideotipos (Donald, 1976; Rasmusson 1984; Peng et al., 2008; Brunel-Muguet et al., 2011), con el fin de mejorar el rendimiento y la calidad. El estudio se realizó en el PIPS Hortalizas de la UNALM, utilizando familias de Zapallo Quimera previamente seleccionadas por sus características agronómicas. Se usaron indicadores biométricos, resultantes de análisis de componentes principales (PCA) y de conglomerados (clústeres) (Figura 2), evaluando parámetros como longitud, diámetro y peso del fruto, contenido de materia seca, grados Brix y resistencia a virus.



Figura 1. Desarrollo del Zapallo Quimera: a) Crecimiento vegetativo del ideotipo Arca 0-PIPS-UNALM y b) Fruto de ideotipo ARCA 02-PIPS-UNALM

El proyecto ha contado con el apoyo de los siguientes tesistas: Rodrigo Zumaeta, David Ortega, Jacob Hinojosa, Sol Flores, Kelly Ruiz, Antuanet Leonardo, Nayelle Ayala, Suli Reyes, Fiorella Gonzales, Pablo Portocarrero y Anderson Pacheco.

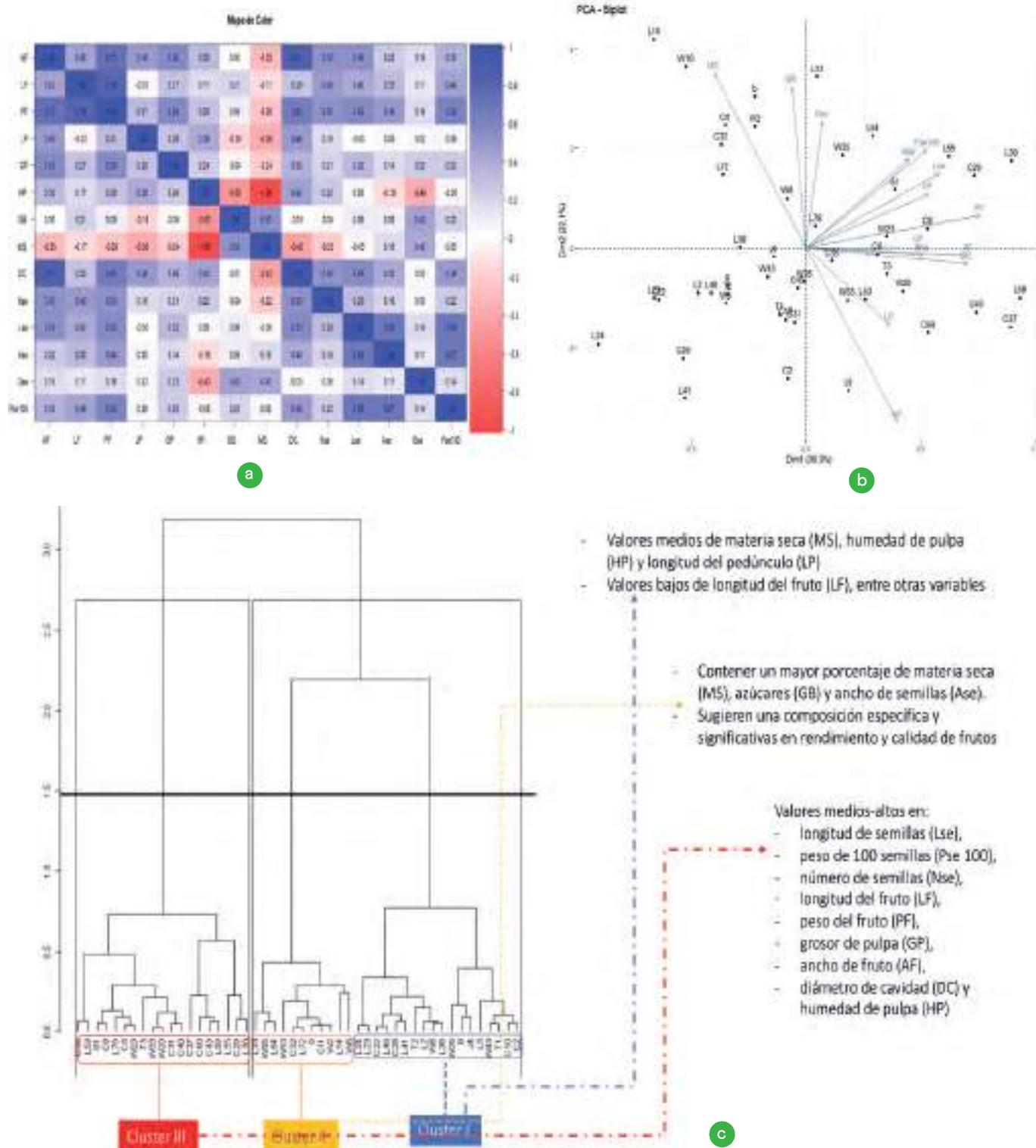


Figura 2. Resultados de análisis multivariado del Zapallo Quimera: a) se presenta una matriz de correlación policórica, donde las correlaciones positivas están representadas en tonos azules y las negativas en rojo (AF: ancho del fruto, LF: largo del fruto, PF: peso del fruto, LP: longitud del pedúnculo, GP: grosor de la pulpa, HP: humedad de la pulpa, GB: grados Brix, MS: materia seca, DC: diámetro de la cavidad, Nse: número de semillas, Lse: longitud de las semillas, Ase: ancho de semillas, Gse: grosos de las semillas y Pse100: Peso de 100 semillas), b) se muestran la ubicación en el biplot la distribución de los caracteres cuantitativos y las familias de Zapallo Quimera y c) se observa la agrupación (clusterización) de las familias de zapallo, destacando los ideotipos de mayor interés agronómico.

El ensayo agronómico se lleva a cabo en la casa malla "Paquito" con dos ideotipos principales, ARCA 1 y ARCA 2, que presentan diferencias en su arquitectura de planta, longitud de entrenudo y superficie foliar.

El análisis multivariado permitió identificar tres ideotipos (Figura 3c), los cuales muestran ventajas en cuanto a rendimiento y calidad. El contenido de materia seca y azúcares en estos ideotipos es superior al promedio (Figura 3a y 3b), además son fuente de resistencia a virus como el ZYMV, que molecularmente ha sido confirmado (3c). Asimismo, algunas familias presentan aptitud ornamental (Figura 3d y 3e) debido al color de sus hojas.

Características del cultivo

- Peso promedio del fruto: 4.3-6.4 kg.
- Número de semillas en 100g: 880.
- Peso de 1000 semillas: 128 g.
- Hábito de crecimiento: indeterminado.

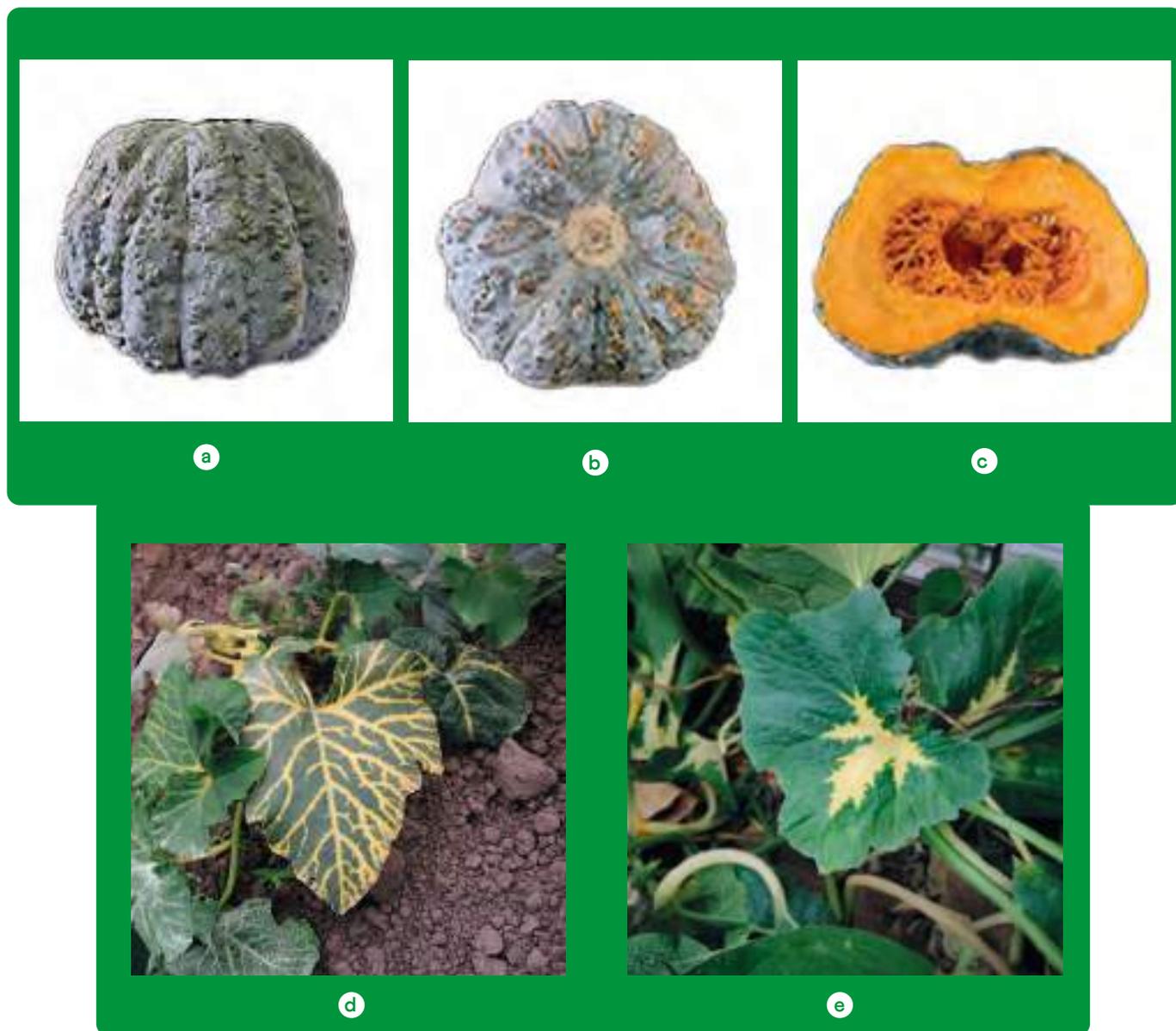


Figura 3. Detalle de los ideotipos identificados en diversas familias de Zapallo Quimera (*C. moschata* D): a) Fruto de 12.3 kg con forma globular, costillas profundas, textura de piel verrugosa de color verde opaco con cobertura blanquesina, b) Apreciación de costillas profundas, c) Pulpa de color naranja de intensidad intermedia, con grosor de 5.31 cm, cavidad de 21.4 cm de diámetro y un contenido de 536 semillas y valor de grados Brix de 5.4, d) Hoja con patrón de mosaico amarillo y e) Hoja con patrón de variegación asociado a un ideotipo específico

Tabla 1. Parámetros de tendencia central y dispersión de los 14 rasgos cuantitativos

Parámetros	Mínimo	Máximo	Media	CV (%)
Diámetro de fruto (cm)	7.50	34.50	23.32	21.87
Longitud de fruto (cm)	8.40	52.10	24.43	38.81
Peso del fruto (g)	0.95	8.11	3.41	60.62
Longitud del pedúnculo (mm)	21.98	144.42	55.88	44.89
Grosor de pulpa (cm)	2.45	7.48	4.29	24.74
Humedad de pulpa (%)	82.99	95.71	89.21	3.91
Grados Brix (%)	2.31	11.30	6.69	36.32
Materia seca (%)	4.57	17.01	8.25	43.20
Diámetro de la cavidad (cm)	6.36	25.64	15.84	24.84
Número de semillas	151.00	730.00	366.38	36.52
Longitud de semillas (mm)	12.70	20.07	16.67	15.91
Ancho de semillas (mm)	6.13	10.43	7.98	14.34
Grosor de semillas (mm)	1.63	3.78	2.49	14.54
Peso seco de 100 semillas	7.02	23.50	15.05	24.92

En la Figura 4 se aprecia el comportamiento de crecimiento y las diferencias observadas en cuanto a la arquitectura de planta de los ideotipos denominados ARCA 1 y ARCA 2, que mostraron patrones diferenciados de ramificación y longitud de entre nudo diferenciado, así como superficie foliar.



Figura 4. Comparación de la arquitectura de la planta entre los ideotipos Arca 1 y Arca 2: a) Se muestra la arquitectura del ideotipos ARCA 1 y b) Se presenta la arquitectura del ideotipo ARCA 2. Ambas imágenes destacan las diferencias en la estructura de la planta, incluyendo ramificación y longitud de entrenudo.

REFERENCIAS

- Arbizu, C. I., Blas, R. H., & Ugás, R. (2022). Genetic Diversity and Population Structure Assessed by SSR in a Peruvian Germplasm Collection of Loche Squash (*Curcubita moschata*, Cucurbitaceae). *Biol. Life Sci. Forum* 2022, 15,6. <https://doi.org/10.3390/IECD2022-12420>
- Brunel-Muguet, S., Aubertot, J.-N., & Dürr, C. (2011). Simulating the impact of genetic diversity of *Medicago truncatula* on germination and emergence using a crop emergence model for ideotype breeding. *Ann. Bot.* 107 (8), 1367-1376.
- Donald, C.M. (1963). Competition Among Crop and Pasture Plants, in Editor(s): A.G. Norman, *Advances in Agronomy, Academic Press*, 15, 1-118. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60397-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60397-1).
- Peng, S., Khush, G. S., Virk, P., Tang, Q., & Zou, Y. (2008). Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. *Field Crops Res.* 108 (1), 32-38.
- Rasmusson, D.C. (1984). Ideotype research and plant breeding. In: Gustafson, J.P. (Ed.), *Gene Manipulation in Plant Improvement, Proceedings of the 16th Stadler Genet. Symp. Plenum Press*, New York, NY (USA), pp. 95-119.

Herramientas digitales para analizar las raíces del maíz



Mg.Sc. Julian Chura Chuquija

Facultad de Agronomía
Universidad Nacional Agraria La Molina
chura@lamolina.edu.pe

Julian Chura Chuquija¹ | Andrea Santivañez Conteña¹ | Juan Mendoza Cortez¹ | chura@lamolina.edu.pe

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Conozcamos los *softwares* *RhizoVisión* e *ImageJ*

La interacción entre el suelo y las raíces es esencial para la absorción de nutrientes, impactando directamente en la productividad de los cultivos. Las raíces no solo absorben agua y nutrientes, sino que también promueven el desarrollo de la microbiota del suelo, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola y a la seguridad alimentaria. No obstante, la comprensión de la estructura radicular sigue siendo limitada, lo que dificulta su evaluación y aprovechamiento óptimo.

Las evaluaciones tradicionales de variables como el peso seco y longitud de raíces, presentan márgenes de error que limitan el análisis del sistema suelo-raíz-planta. La incorporación de tecnologías, como los *softwares* de código abierto *RhizoVision* e *ImageJ*, permiten evaluar diversas partes de las plantas con mayor precisión (Seethepalli et al., 2021). Sin embargo, estas herramientas han sido poco exploradas en el análisis radicular, a pesar de su relevancia para la comprensión y optimización de este sistema.



Figura 1. Raíces limpias de cada tratamiento

El estudio se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y tuvo como objetivo comparar la precisión de diferentes *software* en el análisis del sistema radicular del cultivo de maíz durante la fase vegetativa.

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar en esquema factorial 2x4, con cinco repeticiones por tratamiento. Los factores evaluados fueron dos *software* (*RhizoVision* e *ImageJ*) y cuatro variedades de maíz (dos híbridos, 8x7 y 2x1, y dos variedades comerciales, Dekalb 7088 y Atlas 777).

RhizoVision se distingue por su capacidad para escanear el sistema radicular con alta precisión y procesar grandes volúmenes de datos en menos tiempo. En contraste, *ImageJ* requiere imágenes de mayor calidad para analizar el sistema radicular, mostrando limitaciones en la detección de raicillas en comparación con *RhizoVision*.

El análisis del sistema radicular se realizó en el estadio vegetativo V_{11} (undécimo nodo de la planta que ha desarrollado una hoja completamente extendida).

En la toma de imágenes, se utilizó un escáner Epson Expression 1200XL y un celular iPhone XR. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias comparadas por la prueba Tukey al 5% de probabilidad (Tabla 1). Las plantas fueron cultivadas en macetas de plástico de 10 L de capacidad utilizando arena lavada como sustrato, donde se sembró una semilla por maceta.



Figura 2. Limpieza para evaluación del sistema radicular



Figura 3. Raíces extendidas para ser evaluadas mediante el *software ImageJ*

Tabla 1. Análisis de varianza y promedios de las variables diámetro y área radicular, en función de diferentes variedades de maíz amarillo duro y *software*, evaluados en el estadio fenológico v_{11}

Fuentes de variación		
<i>Softwares</i> (S)	59.42**	62.13**
Variedades (V)	1.17 ^{NS}	0.68 ^{NS}
SxV	0.32 ^{NS}	0.71 ^{NS}
CV (%)	20.46%	35.81%
<i>Softwares</i>	cm	cm ²
<i>RhizoVision</i>	0.21 ^{a#}	1068.91 a
<i>ImageJ</i>	0.13 b	409.27 b
Variedades	cm	cm ²
8x7	0.16 a	737.93 a
2x1	0.18 a	785.27 a
Dekalb 7088	0.17 a	642.06 a
Atlas 777	0.16 a	791.09 a

** : Significativo al 1% de probabilidad por la prueba F; ^{NS}: no significativo.

#Medias con la misma letra en la columna no difieren estadísticamente ($p > 0.05$) según la prueba de Tukey.

Diámetro radicular

A diferencia de las metodologías tradicionales, que son laboriosas, el análisis de raíces en contenedores o macetas permite obtener datos más precisos sin alterar el suelo (Figuras 1 y 2), lo que facilita una comprensión más detallada de este órgano subterráneo (Coronado, 2021).

Los resultados evidencian que ambos *software* son eficientes para estimar el diámetro y área radicular en las cuatro variedades de maíz, aunque el programa *RhizoVision* registró valores más altos para ambas variables, de acuerdo con la prueba de Tukey.

Según Seethepalli et al. (2021), la mayor precisión del *software RhizoVision* se debe a su capacidad para cuantificar las raíces laterales o pelos radiculares, a diferencia del *software ImageJ*. Al comparar ambos programas, la calidad de las imágenes se identificó como un factor limitante.

Aunque los programas utilizados son de acceso libre, la resolución y calidad de las imágenes obtenidas por los equipos empleados tuvieron un impacto significativo en la precisión de los resultados obtenidos (Figura 3).

El crecimiento de las raíces puede verse influenciado por factores como el agua, la disponibilidad de nutrientes, las

Área radicular

condiciones ambientales, el tipo de suelo y la presencia de patógenos. Los resultados obtenidos con el programa *RhizoVision* son más precisos en términos de diámetro promedio y área superficial, sin embargo, la elección del *software* dependerá de la disponibilidad de un escáner o una cámara fotográfica de alta calidad.

REFERENCIAS

Coronado, V. (2021). Fenotipado de alto rendimiento mediante el análisis de imágenes digitales en raíces de maíz (*Zea mays L*) (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/81948/1064995892.2021.pdf?sequence=3>

Mattupalli, C., Seethepalli, A., York, L. M., & Young, C. A. (2019). Digital Imaging to Evaluate Root System Architectural Changes Associated with Soil Biotic Factors. *Phytobiomes Journal*, 3(2), 102- 111. <https://doi.org/10.1094/PBIOMES-12-18-0062-R 5>

Seethepalli, A., Dhakal, K., Griffiths, M., Guo, H., Freschet, G. T., & York, L. M. (2021). RhizoVision Explorer: Open-source software for root image analysis and measurement standardization. *AoB PLANTS*

¡Invitamos a publicar en la Revista Anales Científicos!

Envía tu manuscrito a: analescientificos@lamolina.edu.pe

Ver revista:

Anales Científicos

Futuras ediciones

Enero a Junio
Vol. 86 N° 1 (2025)

Julio a Diciembre
Vol. 86 N° 2 (2023)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

Impulsando la competitividad en las comunidades rurales: UN PROYECTO QUE MEJORA VIDAS

Segundo Gamarra Carrillo¹

Ruth Meza Asto¹

Máximo Ramos Camasi¹

sggc@lamolina.edu.pe

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

El proyecto "Mejoramiento de la competitividad de los productores pecuarios y forestales en las comunidades campesinas de Oyón Huachus, San Juan de Yanacocha, Cochachinche, Buena Vista de Viroy, San Pedro de Acobamba, Angasmarca y San Francisco de Mosca", ubicadas en la carretera de Oyón-Ambo que conecta a las regiones de Lima, Cerro de Pasco y Huánuco, ha buscado fortalecer las capacidades técnicas de los productores agropecuarios mediante una combinación de asistencia técnica, capacitaciones y la implementación de infraestructuras clave. A través de un enfoque integral que abarcó la mejora de genética de animales, el manejo de pastos, la producción textil, y la formalización de asociaciones productivas, este proyecto ha logrado generar un impacto positivo tanto en la productividad como en el bienestar económico y social de las familias involucradas. Además, destaca cómo la colaboración entre el Estado-PROVIAS NACIONAL y la academia-Universidad Nacional Agraria La Molina puede transformar la vida de las comunidades rurales, preparándolas para un futuro más competitivo y sostenible.

El proyecto y sus metas

El principal objetivo de este proyecto fue fortalecer capacidades técnicas de los productores en la crianza de animales como cerdos, cuyes, vacunos, ovinos, así como en el manejo de pastos y plantaciones forestales. Durante más de un año de ejecución, desde mayo de 2023 hasta mayo de 2024, se implementó una serie de actividades orientadas a elevar la competitividad de las comunidades involucradas.

Uno de los principales logros ha sido la realización de 25 sesiones de capacitación a las que asistieron más de 400 productores. Estas capacitaciones abordaron temas esenciales para mejorar la producción agropecuaria, incluyendo la crianza de animales, la producción de pastos, la gestión forestal, y habilidades textiles. A través de estas sesiones, los productores no solo recibieron conocimientos teóricos, si no también prácticos, que les permitieron aplicar lo aprendido en sus propias actividades diarias. Además, se realizaron 926 asistencias técnicas a 271 productores. En las actividades de asistencia técnica se abordaron temas como instalaciones y buenas prácticas de manejo del ganado, nutrición y alimentación, manejo reproductivo y sanitario, siembra y mantenimiento de pastizales y manejo de plantaciones forestales.



Figura 1. Taller de capacitación técnica para productores rurales



Figura 2. Entrega de reproductores ovinos de raza Corriedale

Un éxito en la mejora genética

Una de las acciones más destacadas fue la entrega de animales de alto valor genético para mejorar la calidad de la producción en las comunidades. Por ejemplo, se entregó un toro de la raza Brown Swiss con Registro Genealógico n° 15751 - Asociación Brown Swiss del Perú a la comunidad de Yanacocha y reproductores ovinos de la raza Corriedale a los caseríos de Cachipampa y Leoncocha. Estos animales permitirán mejorar la productividad del ganado vacuno y ovino, contribuyendo a una mayor rentabilidad de las actividades ganaderas.

En cuanto a los cuyes, otro pilar importante en la producción rural, se entregaron más de 1500 ejemplares de la raza Perú a las comunidades de Cochachinche, Angasmarca, Buena Vista de Viroy y Huachus. Estos animales, criados con estándares genéticos de alta calidad, están contribuyendo a mejorar significativamente la producción local de cuyes, un alimento clave en la dieta de estas zonas. También, se introdujeron 26 marranas de la raza York-Landrace y 4 machos Duroc-Pietrain, en las comunidades de Uchucyacu, San Pedro de Acobamba y Acochacan, con el propósito de mejorar la genética porcina y rentabilidad de la crianza.

Capacitaciones: una herramienta de cambio

Los resultados de las capacitaciones han sido significativos. Por ejemplo, en la comunidad de Yanacocha, se ofrecieron talleres sobre el manejo de ganado vacuno, alimentación, reproducción y sanidad. También sobre el manejo y producción de derivados lácteos como el queso y el yogur. Estos productos no solo diversifican la oferta alimentaria local, sino que también pueden representar una fuente de ingresos adicionales para las familias.

De igual manera, en comunidades como Cachipampa y Leoncocha, los productores aprendieron técnicas avanzadas en el manejo de ovinos, desde la alimentación y reproducción hasta la identificación y tratamiento de enfermedades comunes.

En las comunidades de Cochachinche, Angasmarca, Buena Vista de Viroy y Huachus, las capacitaciones estuvieron orientadas al diseño de instalaciones, manejo alimenticio, sanitario y reproductivo en la crianza de cuyes. Las capacitaciones sobre las buenas prácticas de manejo en cerdos se desarrollaron en las comunidades de Uchucyacu, San Pedro de Acobamba y Acochacan.

Las capacitaciones también incluyeron la producción y manejo de pastos, un componente clave para la alimentación de ganado vacuno, ovino y cuyes. Se ofrecieron técnicas de siembra, fertilización, manejo de forrajes y conservación mediante henificación y ensilado, lo que permite a los productores asegurar una alimentación constante para sus animales.



Figura 3. Propagación de plántones de pino, eucalipto y quinal en los túneles del vivero forestal de la comunidad



Figura 4. Manejo sanitario de ovinos

Infraestructura para el desarrollo sostenible

En el marco del proyecto, se implementaron infraestructuras esenciales para mejorar las condiciones productivas. Por ejemplo, se construyó un vivero forestal en la comunidad de Oyón, con la capacidad para producir 37 mil plántones de especies como pino, eucalipto y quinal. Este vivero contribuirá a la reforestación y manejo sostenible de los recursos forestales de la zona, además de representar una fuente de ingresos a largo plazo para las comunidades.

También se implementaron talleres de confección textil en los caseríos de Santa Cruz de Racri y Virgen de Fátima, donde se instalaron equipos modernos como máquinas de coser y cortadoras de tela. Los participantes, en su mayoría mujeres, recibieron capacitación en técnicas de costura y confección, lo que les permitirá diversificar sus actividades económicas y generar ingresos a través de la producción de prendas de vestir.

Impacto económico y social

Este proyecto no solo ha mejorado las capacidades técnicas de los productores, sino que también ha tenido un impacto económico y social significativo. Se logró la inscripción en la SUNARP de tres asociaciones de productores agropecuarios, lo que formaliza las actividades productivas de las comunidades y les permite acceder a mayores beneficios y oportunidades de mercado.

En términos económicos, el presupuesto total del proyecto fue ejecutado con eficiencia y efectividad, lo que permitió alcanzar el 100% de las metas programadas al mes de mayo del 2024. Esto refleja el compromiso de las instituciones involucradas para asegurar que los recursos lleguen a las comunidades beneficiarias.

Hacia un futuro más competitivo

El proyecto de mejoramientos de la competitividad en la carretera Oyón-Ambo es un claro ejemplo de cómo la cooperación entre el Estado y la academia puede transformar la vida de las comunidades rurales. A través de la entrega de recursos, la capacitación técnica y la implementación de infraestructura clave, las familias campesinas han visto mejorar sus condiciones de vida, y están mejor preparadas para enfrentar los desafíos del mercado.

Con este tipo de iniciativas, se sientan las bases para un futuro más sostenible y competitivo, donde las comunidades rurales no solo preservan su tradición agropecuaria, sino que también innovan y crecen en un mundo cada vez más interconectado.



Figura 5. Entrega de certificados de capacitación a los pobladores de la comunidad

Áreas para óptimas plantaciones forestales de Cedro de altura en Paucartambo, Cusco, Perú

Conservación y valor ecológico en ecosistemas vulnerables

Mirella Villano Doria¹ | Violeta Terrones Cortez¹ | Luis Ronchi Farfan^{1,2,3} | Johnny Huamani Unoc^{1,3}
Ethel Rubin de Celis Llanos^{1,2,3} | erubin@lamolina.edu.pe

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ² Circulo de Investigación en Análisis, Evaluación y Monitoreo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ³ Sala de Observación Perú, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.



Figura 1. *Cedrela angustifolia*
Fuente: Walter Coraza Morveli, 2022

Los bosques de la provincia de Paucartambo en Cusco son esenciales para la biodiversidad y ofrecen importantes servicios ecosistémicos. Sin embargo, enfrentan amenazas significativas debido a la deforestación y la expansión (Blanco, 2015). Entre sus especies nativas destaca el *Cedrela angustifolia*, conocido como “cedro de altura”, valorado tanto por su importancia económica como ecológica y considerado vulnerable según la Lista Roja de la IUCN. Establecer plantaciones de cedro de altura puede ayudar a reducir la presión sobre los bosques naturales y favorecer su conservación. Para ello, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis multicriterio son herramientas eficaces para identificar áreas adecuadas para estas plantaciones.

La provincia de Paucartambo, en Cusco, Perú se extiende entre las coordenadas UTM 226284 E y 8544294 N en la zona 19 S, abarcando un área de 6,295 km². Limita con Madre de Dios y alberga parte del Parque Nacional del Manu, reconocido por su importancia ecológica. El objetivo del estudio fue identificar y caracterizar las áreas óptimas para el establecimiento de plantaciones de *Cedrela angustifolia* en Paucartambo, Cusco, utilizando herramientas de SIG y análisis de variables climáticas, topográficas y edáficas.

Para realizar el estudio, se utilizó el software ArcGIS Pro 3.0.2 para delimitar las áreas de interés y excluir las zonas urbanas, apoyándose en capas de Zonificación Ecológica Económica (ZEE) y delimitaciones administrativas de Perú (*.shp). También se empleó Microsoft Excel para gestionar los datos tabulares.

El análisis incluyó datos de pérdida de bosque (2001-2022), cobertura de bosque/no bosque (2000-2023), y un modelo de elevación (ASTER GDEM) para evaluar las condiciones topográficas. Las variables climáticas (temperatura y precipitación) se obtuvieron de estaciones meteorológicas convencionales (2014-2021) y automáticas (2020-2023) y fueron interpoladas mediante el método IDW, utilizando datos del SENAMHI. La topografía se analizó a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM de 30 m) proporcionado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), generando mapas de pendiente y altitud. Para las variables edáficas, se empleó el Mapa Mundial de Suelos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La especie seleccionada para el análisis, *Cedrela angustifolia*, fue elegida por su importancia ecológica y económica, además de su clasificación como especie vulnerable de la Lista Roja de la IUCN. Se aplicó una evaluación multicriterio, adaptada de Cerón (2021), para identificar áreas óptimas según sus

requerimientos ambientales. Para esto, se asignaron pesos a los criterios climáticos, topográficos y edáficos, validados mediante la escala de Saaty (1980), con apoyo de la opinión de un experto en plantaciones forestales.

Posteriormente, se contribuyeron matrices de comparación para ponderar los criterios y subcriterios, calculando el índice de Consistencia (CI) y el Ratio de Consistencia (CR) para asegurar la fiabilidad del modelo. Con la herramienta "Weighted Overlay" de ArcGIS, se integraron las capas de datos para clasificar las áreas en zonas aptas, moderadamente aptas y no aptas. Finalmente, se interceptó la capa de pérdida de bosque con la de aptitud para evaluar los resultados en función de las áreas de deforestación.

La Tabla 1 presenta los datos bioclimáticos de la provincia de Paucartambo y los requerimientos de *Cedrela angustifolia*, en tres categorías de aptitud: alta, media, baja. Cada categoría de aptitud refleja las condiciones ideales y limitantes para el establecimiento y desarrollo de la especie.

En la Tabla 2, se destacan los pesos asignados a diferentes subcriterios, donde la altitud (variable topográfica) resulta

ser el factor más relevante con un 37.87%, seguida de la precipitación (variable climática) con un 34.09%. El Ratio de Consistencia (CR) fue menor a 0,1, lo que indica que las comparaciones realizadas fueron consistentes y fiables, permitiendo integrar con confianza las capas de datos para el análisis.

La Figura 2 presenta el mapa resultante de la superposición ponderada para seleccionar áreas potenciales de plantación de cedro de altura en la provincia de Paucartambo, Cusco. Este mapa es una herramienta visual útil para identificar zonas aptas para la plantación de cedro de altura, clasificadas según su nivel de aptitud. La información topográfica y de aptitud se combina con datos de infraestructura y áreas protegidas, lo que refleja un enfoque en la reforestación sostenible y la conservación de la biodiversidad local.

Se identificaron 33,239.07 hectáreas en Paucartambo como viables para la reforestación, predominando las áreas de aptitud media (15,575.04 ha, 62.5%) sobre la aptitud alta (9,361.53 ha, 37.5%), como se muestra en la Figura 4. La Figura 3 detalla las áreas potenciales por distrito, destacando a Kosñipata como el de mayor aptitud.

Tabla 1. Datos bioclimáticos de Paucartambo y requerimientos de la especie *Cedrela angustifolia*

Del sitio	8-24	1614	1000-4000	15-45	Cambisol, regosol	X, F, P
Aptitud	T(°C)	pp (mm/año)	Altitud (msnm)	Pendiente (%)	Tipo de suelo	CUM
Alto	18 a 28	1500 a 3000	1800 a 3500	7 - 45	I-Bd-Rd-c, I-Bd-c	Xn, F1se, F15se, P2se
Medio	10 a 18	1000 a 1500	1000 a 3500	46 - 90	I-Bh-c, I-HI-KI-bc	A2sec, XSe, C2se, A2se, F2se-Xse
Bajo	<10	<1000	<1000	<7	KI3-3a	F3se-C3se, F3se-Xse

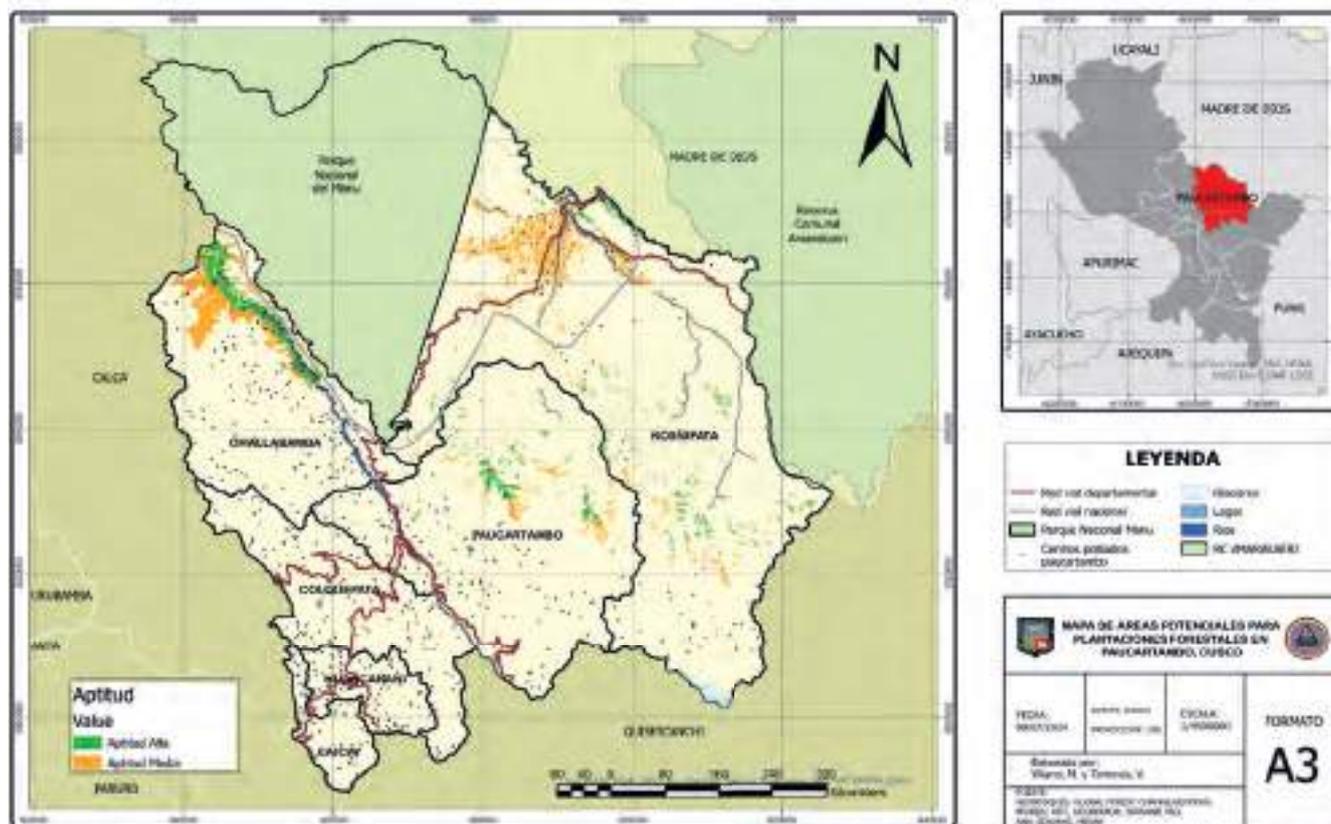


Figura 2. Mapa de áreas potenciales para plantaciones forestales de *Cedrela angustifolia* en la provincia de Paucartambo, Cusco

Tabla 2. Asignación de pesos por subcriterios

Variables	Ponderación primaria	Subcriterios	Ponderación secundaria	Ponderación final	%
Variables climáticas	0.45	T	0.25	0.11	11.36
		PP	0.75	0.34	34.09
Variables edáficas	0.09	Tipo de suelo	0.83	0.08	7.58
		CUM	0.17	0.02	1.52
Variables topográficas	0.45	Altitud	0.83	0.38	37.87
		Pendiente	0.17	0.08	7.58

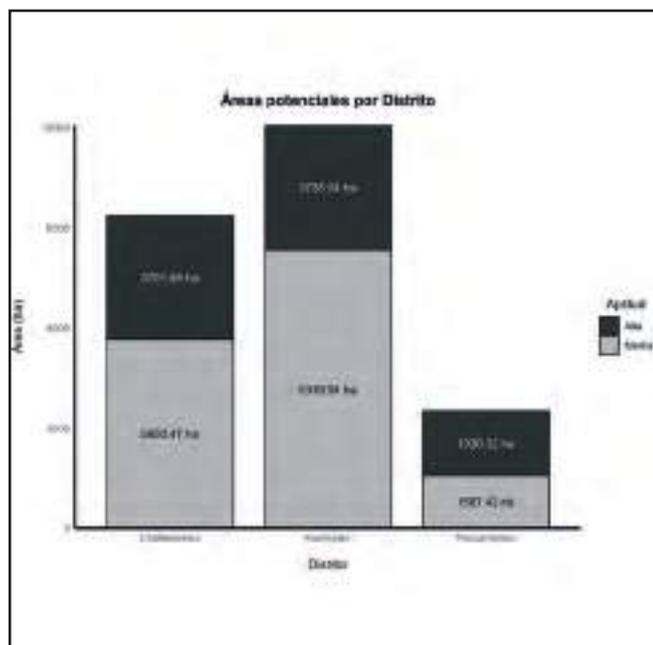


Figura 3. Áreas potenciales por distrito

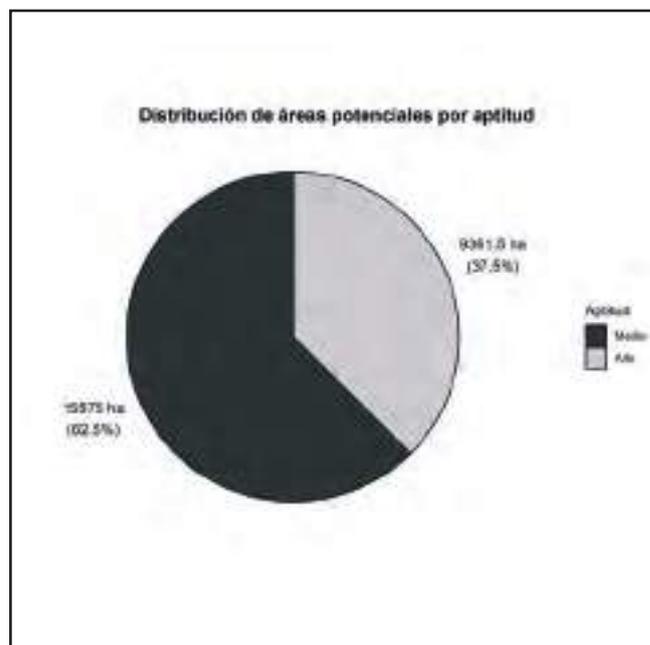


Figura 4. Distribución de áreas potenciales por aptitud

En conclusión, la integración de datos climáticos, edáficos y topográficos en un SGI, junto con un análisis multicriterio, permite identificar áreas óptimas para las plantaciones de *Cedrales angustifolia*, facilitando la conservación de esta especie vulnerable y reduciendo la presión sobre los bosques naturales. Esta metodología se presenta como una herramienta útil para los profesionales forestales en la gestión y conservación de recursos.

REFERENCIAS

- Blanco, Y. (2015). Identificación y priorización de áreas para restauración ecológicas en el distrito de Kosñipata, provincia de Paucartambo-Cusco [Tesis de Título Ingeniero Agrónomo], Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Cerón, Z. (2021). Áreas potenciales para plantaciones forestales con especies nativas en la provincia de Tarma-Piura [Tesis de Título de Ingeniería Forestal]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Repositorio Institucional UNALM <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/c28a4537-7402-4f23-974f-9a9d4b388269>
- Saaty (1980). The Analytic Hierarchy Pocees. Ed. Mc. GrawwHill



Estimación de la cobertura vegetal en La Loma Capac en el departamento de Arequipa, Perú

Hans Samame Rodríguez^{1,2} | Katherine Saavedra Porroa^{1,2} | Frank Cartagena Matos^{1,2} | Luis Ronchi Farfan^{1,2,3}
Ethel Rubin de Celis Llanos^{1,2,3} | Jhonny Huamani Unoc | erubin@lamolina.edu.pe

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ² Circulo de Investigación en Análisis, Evaluación y Monitoreo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ³ Sala de Observación Perú, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Importancia del estudio de la cobertura vegetal en las lomas

Las lomas de Perú son ecosistemas frágiles esenciales para la biodiversidad y el equilibrio ambiental. Funcionan como reservorios de agua en zonas áridas, capturando la humedad de las neblinas y recargando acuíferos, además de albergar especies endémicas y servir de refugio para la fauna. Evaluar su cobertura vegetal permite monitorear su conservación y detectar cambios vinculados al cambio climático, expansión urbana y actividades extractivas. Estos estudios apoyan estrategias de manejo sostenible, esenciales para la resiliencia de las comunidades y el equilibrio ambiental frente a los desafíos climáticos.

Selección de la Loma Capac para el estudio

La elección de la Loma Capac como objeto de estudio se debe a su representatividad y ubicación estratégica en el departamento de Arequipa, Perú, una región que combina condiciones climáticas y geográficas particulares que influyen en la dinámica de sus ecosistemas. Esta loma es un ejemplo clave de los ecosistemas de lomas en zonas áridas, donde el régimen de neblinas es la principal fuente de humedad. Además, la Loma Capac es de interés por su inclusión en la Lista de Ecosistemas Frágiles por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) en 2017, lo cual resalta su vulnerabilidad y la necesidad de estudios que contribuyan a su conservación.

El objetivo del estudio fue estimar la cobertura vegetal en la Loma Capac a lo largo de diez años, utilizando *Google Earth*

- Según el artículo N° 17 de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, una de las funciones del SERFOR es aprobar la lista de ecosistemas frágiles, con el propósito de que el Estado destine mayores esfuerzos para garantizar su protección efectiva.
- En 2017, SERFOR incluyó a la Loma Capac en la lista de Ecosistemas frágiles (IPAMA, 2017).

Engine (GEE), una plataforma de acceso libre que permite trabajar con imágenes satelitales de resolución media para obtener resultados precisos. Con estas imágenes se generó el Índice Normalizado de Vegetación Diferenciada (NDVI), que ayudó a identificar la presencia y distribución de la vegetación en el área (Figura 1).

Al no contar con información bibliográfica confiable de esta zona, se empleó un umbral de NDVI de 0.15, basado en el estudio de Miyasiro & Ortiz (2016), para definir la presencia de vegetación. La cuantificación de la cobertura vegetal se realizó cada año con GEE, mediante el *script* que calculó valores estadísticos (máximo, mínimo, media, desviación estándar y mediana del NDVI), los cuales fueron fundamentales para caracterizar la loma (Figura 2).

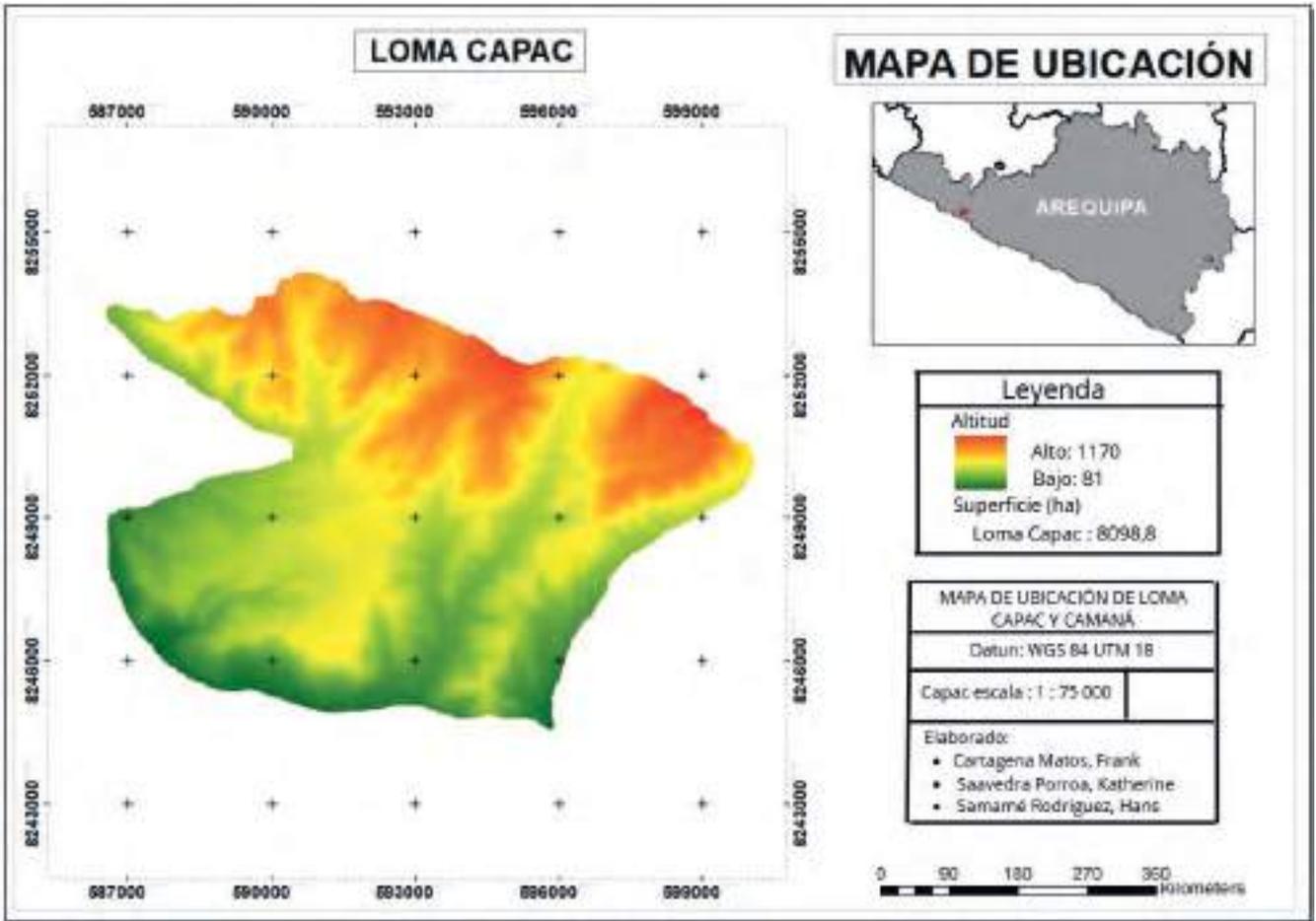


Figura 1. Mapa de ubicación de la Loma Capac

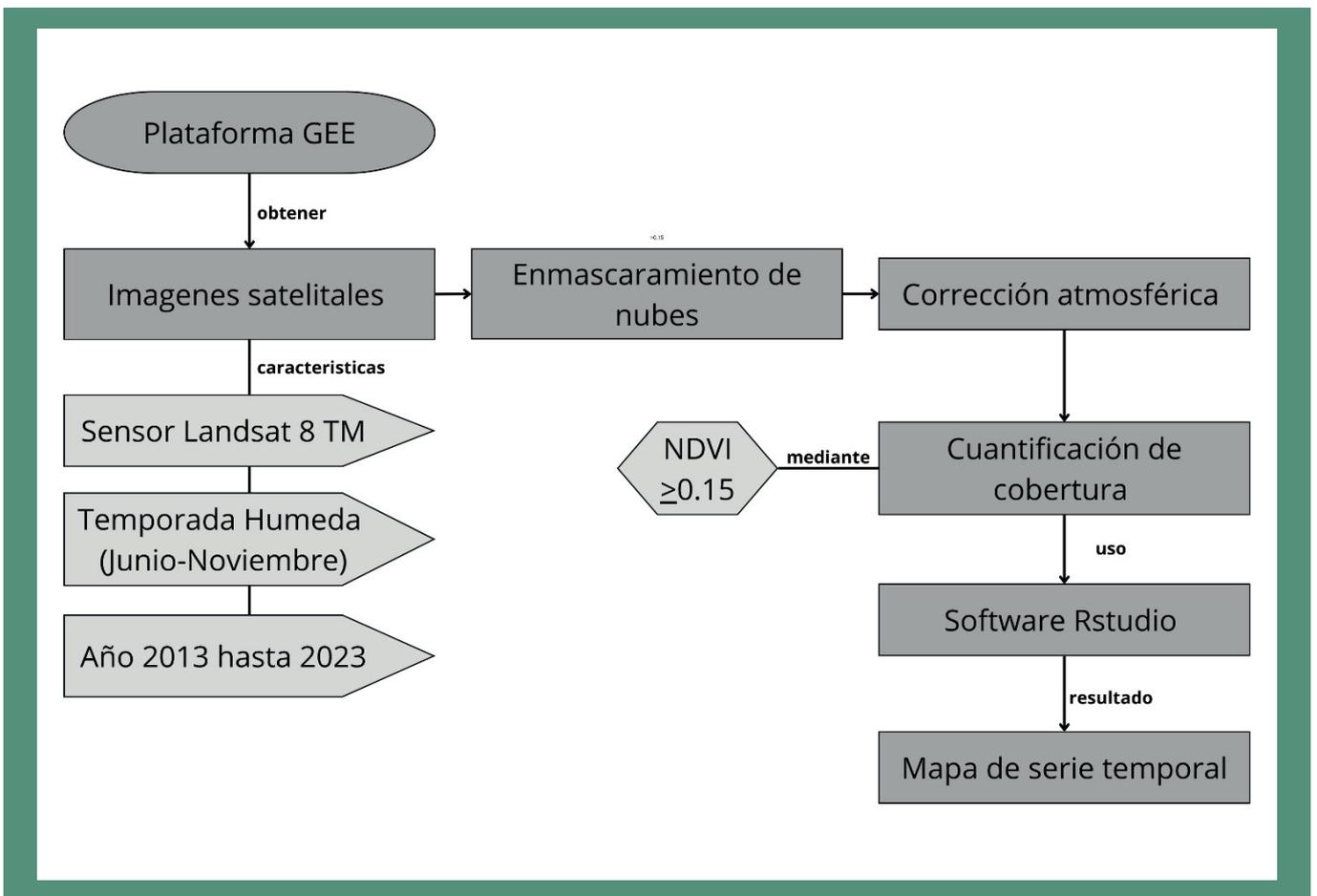


Figura 2. Metodología de Investigación

Resultados

Los resultados del estudio muestran los años de mayor y menor cobertura en la Loma Capac. En 2019 y 2020, se registraron los valores más altos de cobertura, con 59% y 58.9%, respectivamente, siendo 2019 el año con el índice NDVI más alto (0.606). Mientras que, en 2013 y 2014, la cobertura vegetal fue considerablemente baja, con apenas 1.74% y 1.4%, respectivamente. Estas variaciones pueden estar relacionadas con la disponibilidad de agua y el banco de semillas de cada año (Figura 3 y 4). Se observó también que la vegetación tiene una mayor presencia en las zonas con mayor altitud, lo cual se mantuvo constante a lo largo del tiempo. Esto coincide con Cuya (2016), quien estableció una relación lineal entre la altitud y la cobertura vegetal.

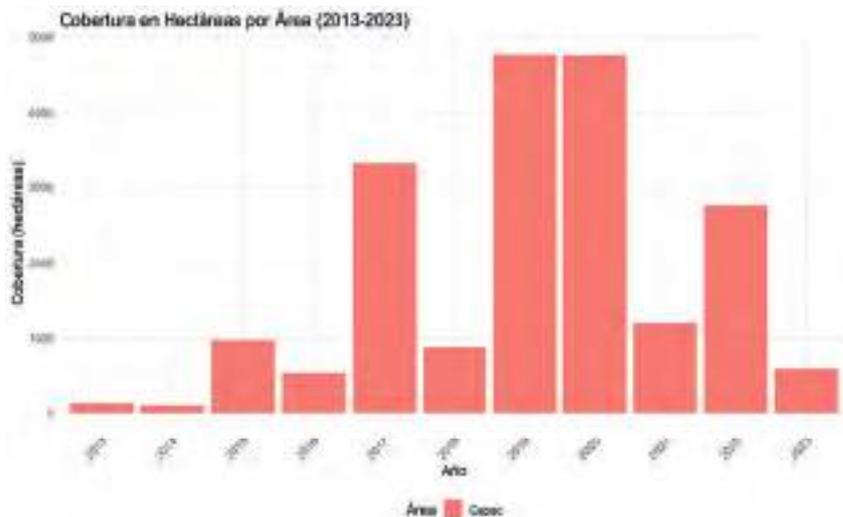


Figura 3. Acumulativo de barras de cobertura en hectáreas para la Loma Capac

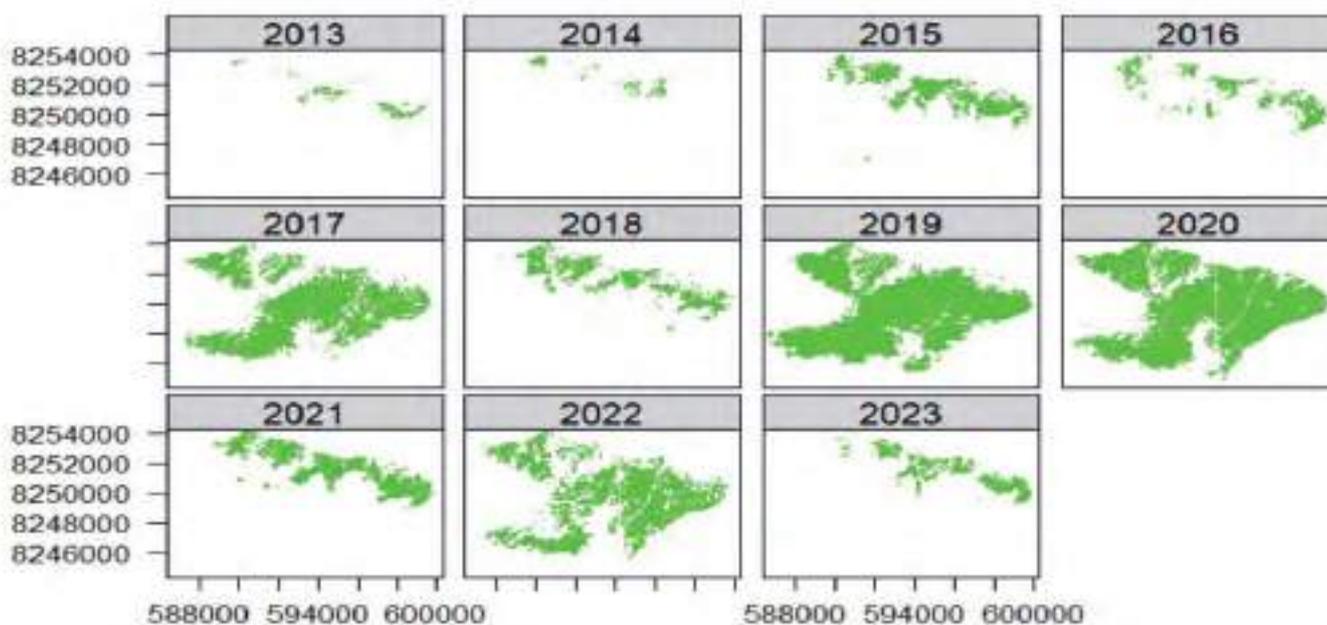


Figura 4. Dinámica de la cobertura vegetal de la Loma Capac

Conclusiones

El análisis de NDVI permitió caracterizar la cobertura vegetal de la Loma Capac de forma precisa y accesible, destacando el potencial de *Google Earth Engine* (GEE) como una herramienta útil para profesionales forestales. En 2019, la Loma Capac alcanzó su máxima extensión de cobertura vegetal con 478.2 hectáreas, mientras que en 2013 tuvo su mínima extensión, con solo 114.4 hectáreas.

Los valores estadísticos del NDVI obtenidos con GEE (mediana de 0.09, media de 0.1, máximo de 0.32, mínimo de 0.024 y desviación estándar de 0.04 entre 2013 y 2023), permitieron caracterizar de manera y efectiva de este ecosistema frágil. Esto demuestra que GEE es una herramienta innovadora y accesible que facilita el monitoreo y análisis de los ecosistemas de lomas, ofreciendo datos clave para su conservación y gestión.

REFERENCIAS

- IPAMA (2017). SERFOR incorpora a 35 lomas y a 1 humedal en la Lista de Ecosistemas Frágiles. Recuperado de: <http://ipama.org.pe/2018/07/20/serfor-incorporo-35-lomas-1-humedal-la-lista-ecosistemas-fragiles/>
- Cuya, O. A. (2016). Variación del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en relación con la gradiente altitudinal en las lomas de Atocongo (Lima-Perú) [Tesis de Pregrado], Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/972>
- Miyasiro, M. G., & Ortiz, M. (2016). Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas de distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-214) [tesis de Pregrado], Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de: <https://cybertesis.unsm.edu.pe/item/7a3158c6-234c-4928-a44b-1083bbbf3802>



Análisis del riesgo de deforestación en Chanchamayo, Junín, Perú hacia 2034

Yomer Amaro Taípe^{1,2}

Nicolas Miller Olivera¹

Luis Ronchi Farfan^{1,2,3}

Johnny Huamani Unoc^{1,3}

Ethel Rubin de Celis Llanos^{1,2,3}

erubin@lamolina.edu.pe

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ² Círculo de Investigación en Análisis, Evaluación y Monitoreo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ³ Sala de Observación Perú, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

26

La deforestación afecta a las zonas boscosas del Perú y del mundo, alterando los ecosistemas, biodiversidad y clima. En el Perú, evaluar la cobertura forestal es esencial para tomar decisiones acertadas en el sector forestal. La provincia de Chanchamayo, ubicada en el departamento de Junín, en la región central del país, enfrenta crecientes presiones antrópicas que amenazan sus bosques.

El objetivo del estudio fue cuantificar la posible pérdida de bosque en la provincia de Chanchamayo hacia el año 2034. Mediante el uso de un análisis de la pérdida de bosque utilizando el método de regresión lineal y la elaboración de un mapa de vulnerabilidad de riesgos, considerando la distancia al borde del bosque como una variable para predecir la deforestación al año 2034 en la provincia, mediante el sistema de información geográfica (SIG) para el análisis espacial y planificación territorial.

La metodología empleada para desarrollar el mapa de riesgos de deforestación fue el modelo UDEF-A (Unidad de Deforestación No Planificada - Amazonía), el cual se basó en la identificación de áreas afectadas por la deforestación sin planificación, a través del análisis de imágenes satelitales y datos geospaciales en el programa ArcGIS Pro. El desarrollo del mapa de riesgos incluyó dos fases (modelo y proyección) y dos etapas (prueba y aplicación). Sin embargo, el modelo UDEF-A no se llegó a desarrollar, ya que los datos proporcionados por el MINAM contenían las coberturas clasificadas (bosque y no bosque) (Figura 1).

El déficit de información sobre la deforestación del año 2023 se elaboró con los datos *Global Forest Change*, un conjunto de datos que monitorea la pérdida y ganancia de cobertura forestal a nivel mundial a partir de imágenes satelitales.



Figura 1. Fase de ajuste, predicción y etapas

Estos datos se integraron mediante la herramienta Remap que permite cambiar o reclasificar valores de los píxeles asignándoles otros, datos para ajustar las categorías de bosque y no bosque, facilitando la unión entre estas dos fuentes de información.

Entre los años 2000 y 2013, se analizó el nivel de coincidencia con el período 2013 a 2023. A ambas series de datos se les calculó la distancia promedio para crear un mapa de vulnerabilidad a la deforestación. Para proyectar la deforestación hasta el año 2034, se utilizó una regresión lineal en RStudio, basada en datos reales de deforestación entre 2000 y 2023. Esta proyección fue previamente calibrada y ajustada utilizando el Error Medio Absoluto (MAE).

En primer lugar, se estimó la deforestación del período 2013 a 2023. Posteriormente, se comparó esta proyección con los datos reales de deforestación de 2013 a 2023, lo que permitió calcular el MAE y mejorar así la precisión de la proyección para el año 2034 (Figura 2).

La proyección acumulada de deforestación al 2034 es de 28,246 ha, equivalente al 6% del área de la provincia de Chanchamayo. Aunque la tendencia entre 2013 y 2023 parecía decreciente pero la deforestación real aumentó por la migración rural-urbana. El análisis de vulnerabilidad permitió identificar que hasta el 74% de la deforestación ocurriría en un radio de 256 metros desde los límites del bosque.



El año 2020 fue devastador para la Amazonía peruana, con 203.272 hectáreas deforestadas, 54.846 hectáreas más que el año anterior (Agraria.pe, 2020)

Figura 2. Proyección de la deforestación de la provincia de Chanchamayo al 2034

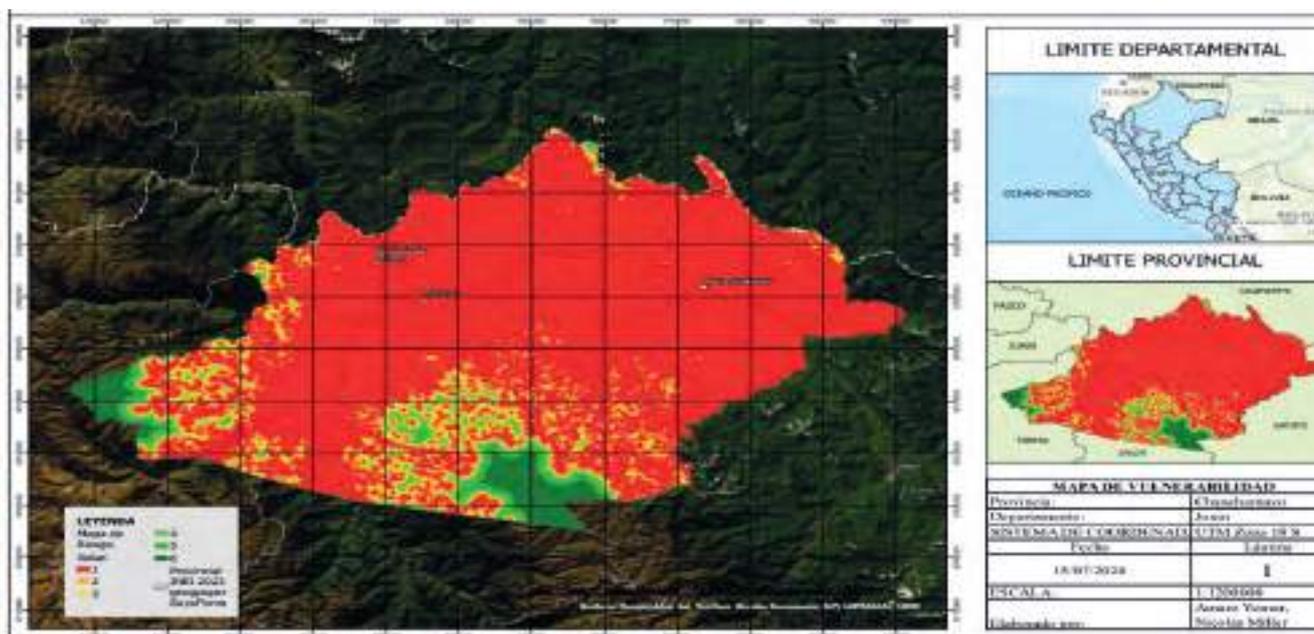
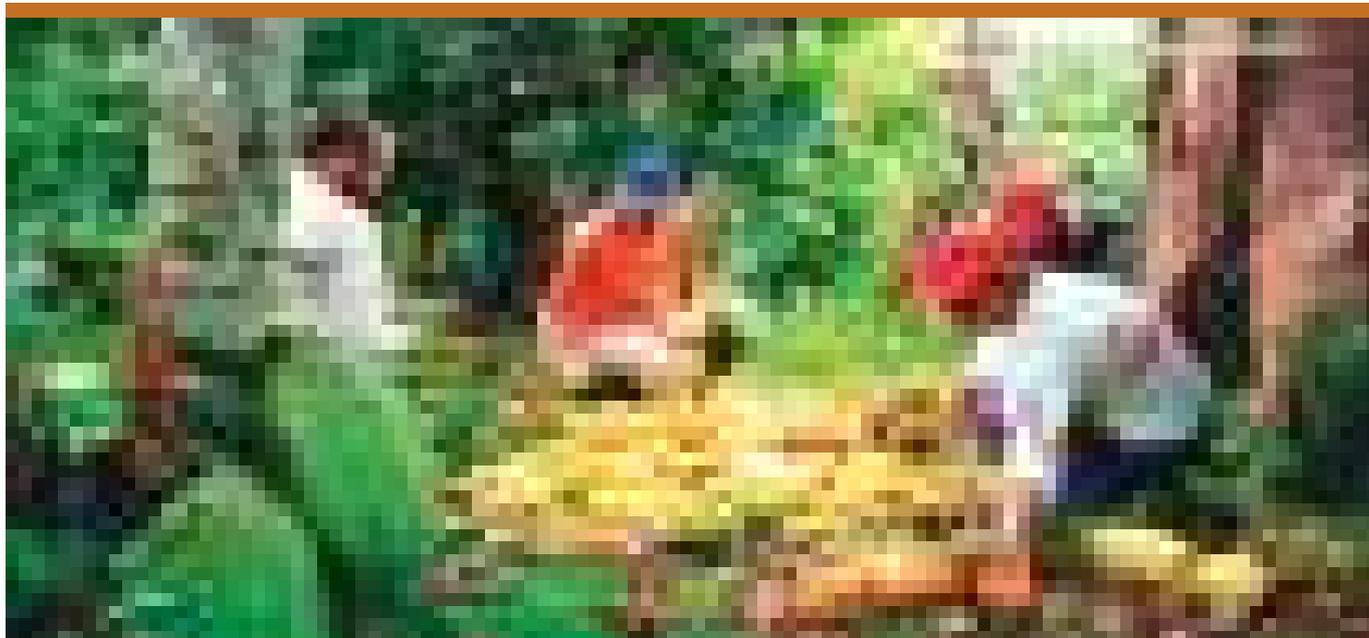


Figura 3. Mapa de vulnerabilidad de la provincia de Chanchamayo para el 2034

La predicción indica una pérdida significativa de bosques en Chanchamayo, resaltando la necesidad de medidas de protección para mitigar la deforestación.

REFERENCIAS

Agraria.pe. (2020). Minian: Área deforestada en 2020 fue la más alta en las últimas dos décadas. Recuperado de <https://agraria.pe/noticias/minian-area-deforestada-en-2020-fue-la-mas-alta-en-las-ultima-25916>



Fuente: agraria.pe

Determinación de cadmio en suelo y fruto de cacao en San Martín, Perú

28

Maira Elera Anicama¹ | José Obregón Yataco¹ | Milagros Brocano Fasabi¹ | Roberto Borjas Ventura¹ | rborjas@lamolina.edu.pe

¹ Círculo de investigación Cultivos Tropicales, Departamento Académico de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- **Condiciones de crecimiento:** El cacao crece en climas tropicales con temperaturas entre 21 -32 °C y alta humedad. Requiere sombra parcial, suelos bien drenados y pH entre 5.5 y 7.5.
- **Zonas de cultivo en Perú:** El cacao se cultiva principalmente en las regiones de San Martín, Cusco, Ayacucho, Ucayali y Huánuco.
- **Exportación:** Perú es un importante productor de cacao, destina gran parte de su cosecha a la exportación, especialmente de cacao orgánico y de alta calidad. En 2019, la producción alcanzó 50.8 mil toneladas, en 2020 fue de 45.8 mil toneladas, y en 2021 se registraron 51 mil toneladas.
- **Riesgos y desafíos:** La presencia de cadmio en el suelo representa un desafío para la exportación, ya que, el cacao con altos niveles de cadmio enfrenta restricciones en los mercados internacionales, especialmente en la Unión Europea.
- **Parámetros de calidad:** La calidad del cacao se evalúa con bases en factores como sabor, aroma, contenido de grasa, acidez y la proporción de componentes como los polifenoles (antioxidantes). Los grados Brix se usan para medir la dulzura de la pulpa.
- **Selección clonal:** Clones como CCN-51 se usan ampliamente por su alta productividad y resistencia a enfermedades, aunque puede tener distintos.

El cultivo de cacao en Perú enfrenta una amenaza por el alto contenido de cadmio (Cd) en el suelo y plantas, lo que afecta tanto la exportación como la salud humana. Dado que el cacao se cultiva en zonas de pendiente, es fundamental entender la influencia de la ubicación en las concentraciones de cadmio para mejorar las prácticas agronómicas y asegurar la competitividad del cacao peruano.

El estudio se enfocó en analizar la influencia de la posición en una pendiente sobre los niveles de cadmio en el suelo y en la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.), clon CCN-51, en El Dorado, San Martín, Perú. Con un diseño completamente al azar y dos tratamientos (parte alta y parte baja de la pendiente), con cinco repeticiones, el análisis de cadmio empleó metodologías específicas y diversas fuentes bibliográficas para evaluar cómo la ubicación afecta esta concentración.

El muestreo se realizó siguiendo la metodología de Schweizer (2011) y Pérez et al. (2017):

- **Muestreo de suelo:** En cada posición de la ladera, se tomaron 5 muestras compuestas de 500 g por tratamiento, cada una representando 12 submuestras de suelo a 0-20 cm de profundidad.
- **Muestreos de cáscara:** Para el cadmio en la cáscara, se obtuvieron 5 muestras compuestas de 3 submuestras de mazorcas maduras y sanas.

Las submuestras se mezclaron y homogeneizaron utilizando el método del cuarteo. Las muestras fueron enviadas al laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales para analizar los niveles de cadmio.

El análisis estadístico de cadmio, mediante ANOVA, mostró que la concentración en el suelo era mayor en la parte alta de la pendiente (p-valor: 0.000446) (Tabla 1). No se encontraron diferencias significativas en los niveles de cadmio en la cáscara entre ambas posiciones (p-valor: 0.85).



Figura 1. Granos de cacao

Tabla 1. Concentración de cadmio en suelo y cáscara de cacao según posición en la ladera y peso de la muestra compuesta

Tratamientos	Repetición	Peso de la muestra compuesta (kg)	Cadmio en suelo (mg/kg)	Cantidad de cadmio en cáscara (mg/kg)
T1 (Parte baja de la ladera)	R1	0.64	0.30	0.10
	R2	0.70	0.30	0.20
	R3	0.54	0.30	0.25
	R4	0.60	0.40	0.25
	R5	0.50	0.30	0.35
Promedio			0.32	0.23
T2 (Parte alta de la ladera)	R1	0.55	0.40	0.15
	R2	0.56	0.40	0.25
	R3	0.47	0.50	0.20
	R4	0.71	0.50	0.30
	R5	0.55	0.50	0.30
Promedio			0.46	0.24

En conclusión, la posición en la ladera influye significativamente en el cadmio en el suelo, pero no en el fruto, lo cual tiene implicancias importantes para el manejo agronómico en cultivos de cacao en pendientes.

REFERENCIAS

- Schweizer, S. (2011). Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. INTA. Recuperado de: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/p33-9965.pdf>
- Contreras, J., Pérez, M., & Gómez, R. (2017). Instructivo para el control de calidad de granos de cacao. Editorial, Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico SwissContact. Recuperado de: <https://isbn.cloud/9789585621206/instructivo-para-el-control-de-calidad-de-granos-de-cacao/>



Fuente: <https://goo.su/oyh0h9> O

Pruebas *in vitro* en *S. cerevisiae* con bloqueadores solares para una protección solar eficaz

José Cordero Flores¹ | Jean Pérez Alania¹ | Alfred Román Contreras¹ | Milagros Salinas Guadalupe¹
Astrid Mejía Nössing¹ | Jesús De La Rosa Tápia¹ | Jarod Uculmana Morales¹ | Joaquin Pardo Rodriguez¹
Mitsel Hilario Sedano¹ | Ana Kitazono Sugahara¹ | anakitazono@lamolina.edu.pe

¹Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

30

- La exposición a la radiación UV puede dañar la piel y causar su prematuro envejecimiento, aumentar el riesgo de cáncer, además de afectar la vista.
- Se recomienda usar protector solar, lentes apropiados, sombrero de ala ancha y ropa adecuada para protegese de la radiación UV. Además, permanecer bajo la sombra durante las horas de mayor intensidad solar.
- El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) ofrece el pronóstico del tiempo y de la radiación ultravioleta (UV), disponible en su sitio web oficial (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=radiacion-uv>).
- La radiación UV aumenta en un 4% por cada 300 metros de altitud.
- Es importante difundir por un lado los daños que puede causar la radiación solar y por el otro, las medidas de protección que deben aplicarse, sobre todo en los lugares de mayor altitud.

Los bloqueadores solares son muy útiles para la fotoprotección, pero para que estos sean efectivos, deben ser aplicados correctamente (Portilho et al., 2022); deben cubrir completamente las áreas de la piel que están expuestas, la aplicación debe hacerse por los menos 20 minutos antes de la exposición y repetirse después de un baño o en caso de sudoración excesiva; y, sin importar el nivel de actividad repetir la aplicación cada 2 horas. El nivel de protección que ofrece un bloqueador solar es usualmente definido por un factor de protección solar (FPS en español o SPF en inglés), que suele presentarse con valores superiores a 30 en los productos comerciales. Es importante destacar que el valor de FPS se relaciona con el tiempo adicional que una persona

podrá exponerse a la radiación solar hasta presentar una quemadura leve (eritema). En consecuencia, si una persona presenta un eritema ante una exposición de 2 minutos sin la aplicación de un bloqueador solar, un producto de FPS 30 extenderá ese tiempo hasta 60 minutos. Por esta razón, cada persona debe seleccionar un producto de acuerdo a su tipo de piel, ya que no siempre será necesario adquirir un producto de alto valor FPS. Más aún, la selección del tipo de bloqueador solar debe basarse en dos importantes factores: Primero, los bloqueadores solares deben ser aplicados a la piel por lo menos cada dos horas durante un periodo de exposición y, por tanto, no es realmente necesario el uso de productos con altos valores de FPS aunque estos aparentemente, podrían ayudarlos a extenderlos a más de 120 minutos. Segundo, por lo general, los productos de mayor valor de FPS presentan un precio más elevado (Merino et al., 2018) y además, debido a su mayor contenido de activos fotoprotectores, podrían ocasionar más daños a los ecosistemas acuáticos.



Figura 1. Equipo de estudiantes que participaron en este estudio

Debido a los altos índices de radiación UV en Perú, especialmente en las zonas andinas, es fundamental conocer los daños que causan a la salud y las medidas de protección que se deben adoptar. Por esta razón, es importante la implementación de campañas educativas que no solo recomienden el uso de estas medidas, sino que también demuestren, mediante simples estudios, los daños que pueden ocasionar la radiación solar. Este reporte presenta un estudio que demuestra el impacto de la radiación solar en la proliferación de la levadura de panificación *Saccharomyces cerevisiae*.

Los ensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química Biológica y Bioanálisis del Departamento Académico de Química, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el semestre académico 2023-II, con la participación de tesis y estudiantes voluntarios de los cursos de Bioquímica y Enzimología (Figura 1).

Los ensayos consistieron en disponer sobre láminas de celofán, papel aluminio (Al), o cantidades similares de una loción humectante (H), bloqueadores solares comerciales de FPS50 (50) o FPS100(100). Cada lámina de celofán fue dividida en cuatro áreas para distribuir la muestra a ensayar (Figura 2), dejando una libre para que pueda evidenciar el efecto de la radiación solar. Inmediatamente antes de la exposición, una lámina de celofán fue colocada sobre una placa Petri que contenía un medio de cultivo con la suspensión de células de la levadura. Las placas con las láminas de celofán fueron colocadas en una bandeja para proceder a la exposición a la radiación solar por 30 o 45 minutos, en diferentes lugares de Lima y a diferentes horas.

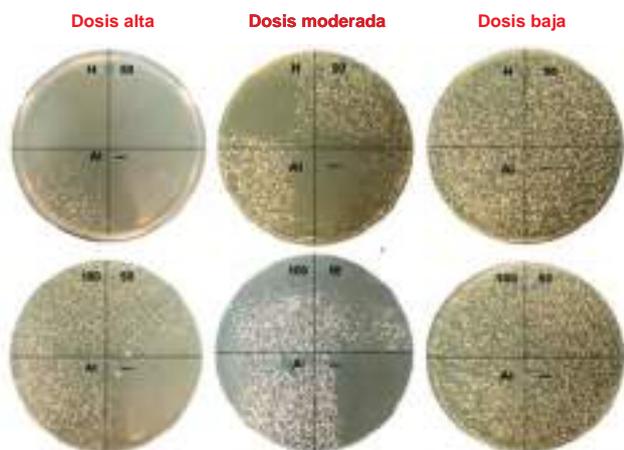


Figura 3. Placas de cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* expuestas a la radiación solar bajo diferentes condiciones y tras 48 horas de incubación.

Cada placa muestra el contenido del área correspondiente de la lámina de celofán que la cubrió durante su exposición a la radiación solar. Según los niveles de radiación UV determinados por el luxómetro se establecieron los rangos para clasificar las dosis como alta, moderada o baja. "H" indica que se incluyó la loción humectante en la lámina de celofán; "50" o "100", el correspondiente bloqueador solar de FPS50 o FPS100; "Al", papel de aluminio; y "(-)", que no se incluyó ninguna muestra.

En cada caso, se midieron la temperatura ambiental, y la intensidad de la radiación UV con un luxómetro clasificándolas en dosis alta, moderada o baja. Terminada la exposición a la radiación solar, las láminas de celofán fueron descartadas y se procedió a tapar las placas Petri para su traslado hasta el laboratorio e incubación por 2 días.

La Figura 3 muestra algunos resultados que demuestran que el ensayo permite diferenciar los efectos de la radiación solar según la dosis, así como los efectos protectores del papel de aluminio y los bloqueadores solares de FPS50 y 100. Respecto a estos últimos, es importante destacar que, bajo las condiciones de este ensayo, los efectos protectores Obtenidos fueron similares. Asimismo, los resultados con las dosis moderadas evidencian las diferencias en los niveles de proliferación en las muestras que incluían la loción humectante o el bloqueador FPS50.

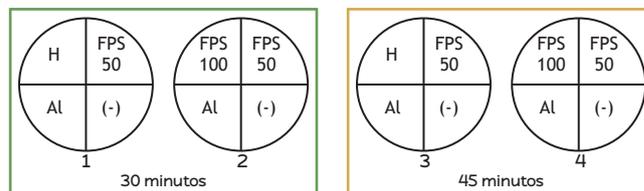


Figura 2. Ejemplo representativo de un ensayo realizado para demostrar el efecto de la radiación solar sobre la proliferación de la levadura y la capacidad fotoprotectora de los bloqueadores solares

El panel superior muestra la distribución de las muestras sobre las cuatro áreas de una lámina de celofán y los tiempos de exposición. "H" indica la posición de la loción humectante usada como control, "Al" la del papel aluminio, FPS50 y FPS100 las de los correspondientes bloqueadores solares, y "(-)" los lugares que quedaron vacíos sin ninguna muestra aplicada. La foto muestra un ejemplo representativo de una exposición con una lámina de celofán posicionada sobre la placa de Petri conteniendo al medio de cultivo con la suspensión de la levadura.

Dos conclusiones importantes de estos ensayos son: Primero, que permiten demostrar que la radiación solar puede causar la muerte de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, tanto en exposiciones altas como moderadas. Segundo, es posible demostrar el efecto fotoprotector de los bloqueadores solares, resaltando la importancia de su aplicación correcta para prevenir los daños a la piel durante la exposición a la radiación solar.

REFERENCIAS

- Portilho, L., Aiello, L. M., Vasques, L. I., Bagatin, E., & Leonardi, G.R. (2022). Effectiveness of sunscreens and factors influencing sun protection: a review. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 58, e20693. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902022e20693>.
- Sherman, F. (1998). An introduction to the genetics and molecular biology of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *The encyclopedia of molecular biology and molecular medicine*, 6, 302-325.
- Merino, R., Mansilla, S. N., Gutiérrez, L. G., & Kitazono, A. A. (2018). Comprobación de los efectos de bloqueadores solares comerciales usando ensayos basados en la sobrevivencia de células de levadura a la irradiación UV. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84 (3), 385-396.

Universidad Nacional Agraria La Molina ocupa el

7^{mo} puesto

Entre universidades peruanas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA



La UNALM se ubica en el **puesto 111** en América Latina y nos destacamos entre los **10 mejores universidades** del Perú.



La UNALM está en un rango = **134**, con una **puntuación global de 36,9** en América Latina y el Caribe.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA



HOMINEM ET
AGRUM