



*"Quinua, cañahua, amaranto y tarwi: diversidad
que nutre, ciencia que transforma"*

LIBRO DE RESÚMENES

22 - 23 de agosto 2025

El Alto - La Paz - Bolivia

LIBRO DE RESUMENES

1er. Congreso Nacional de Granos Andinos

Quinua, Cañahua, Amaranto y Tarwi

“Diversidad que nutre, ciencia que transforma”

22 - 23 de agosto 2025

**La Paz, El Alto - Bolivia
2025**

Editores

Sonia Susana Hannover Saavedra

Juan Pablo Rodríguez Calle

José Luis Soto Mendizábal

Nancy Huanca Alanoca

Bruno Condori Ali

©2025 Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), Proyecto Granos Andinos.

Ing. Ernesto Huanca Limachi
Responsable Proyecto Granos Andinos
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)


M.Sc. Susana Hannover Saavedra
Coordinadora General
1er Congreso Nacional de Granos Andinos


Editores

MSc. Sonia Susana Hannover Saavedra
Salud Pública. Gerencia de Servicios
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)
 <https://orcid.org/0000-0003-4896-6974>

Ph.D. Juan Pablo Rodríguez Calle
Investigador en Ciencias Vegetales
Centro Federal de Investigación de Plantas Cultivadas (JKI), Alemania
 <https://orcid.org/0000-0003-3670-6972>

MSc. José Luis Soto Mendizábal
Investigador en Desarrollo Rural
Especialista en Cultivos Andinos, consultor independiente, Puno, Perú
 <https://orcid.org/0000-0002-0888-9196>

MSc. Nancy Huanca Alanoca
Investigadora en Recursos Genéticos
Productores de Camélidos y Quinua (PROCAMQUI)
 <https://orcid.org/0009-0000-8074-113X>

Ph.D. Bruno Condori Ali
Investigador en Ciencias Biológicas y Agronómicas
Universidad Pública de El Alto (UPEA)
 <https://orcid.org/0000-0001-6537-0625>

Comité Científico

Ph.D. Juan Pablo Rodríguez Calle
Julius Kühn-Institut,
Alemania

Ph.D. Bruno Condori Ali
Universidad Pública de El Alto (UPEA)
El Alto, La Paz, Bolivia

Ph.D. Juan Carlos Vilaseca Berrios
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria
y Forestal (INIAF)
La Paz, Bolivia

Ing. M. Sc. Nancy Huanca Alanoca
Productores de Camélidos y Quinoa
(PROCAMQUI)
La Paz, Bolivia

Ing. M.Sc. Roberto Carlos Vera
Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF)
Potosí, Bolivia

Ing. Gonzalo Quispe Choque
Universidad Pública de El Alto (UPEA)
La Paz, El Alto, Bolivia

Ing. M.Sc. José Luis Soto Mendizábal
Especialista Granos Andinos
Perú – Bolivia

Ing. José Luis Lima Jacopa
Universidad Pública de El Alto (UPEA)
La Paz, El Alto, Bolivia

Ing. M.Sc. Lic. Erick Paye Huanca
Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)
La Paz, Bolivia

Ing. M.Sc. Marco Patiño Fernández
Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)
La Paz, Bolivia

Comité Organizador

Ing. Ernesto Huanca Limachi
Responsable Proyecto Granos Andinos,
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria
y Forestal (INIAF)

Ing. Ramiro Salazar
Investigador Proyecto Granos Andinos,
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria
y Forestal (INIAF)

Ph. D. Juan Carlos Vilaseca Berrios
Investigador Proyecto Granos Andinos,
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria
y Forestal (INIAF)

Ing. M. Sc. Luis Carbajal Paco
Director Carrera de Ingeniería Agronómica,
Universidad Pública de El Alto (UPEA)

Ing. M. Sc. José Luis Lima Jacopa
Docente Investigador
Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad
Pública de El Alto (UPEA)

Ing. M. Sc. Nancy Huanca Alanoca
Investigadora
Productores de Camélidos y Quinoa
(PROCAMQUI)

Ing. M.Sc. Trigidia Jiménez Franco
Coordinadora Nacional
Red Nacional de Cañahua

Moderadores:

M Sc. Ing. Pedro Mamani Mamani
M Sc. Ing. Simar Fernando Catari C.
Ing. Rene Felipe Coronel Cortez
M Sc. Ing. Ramiro Raul Ochoa Torrez
M Sc. Ing. Laoreano Coronel Cortez
Ing. Ewin Guarachi Laura
Ing. Daniel Condori Guarachi
Ing. Freddy Ayala Huacara
Ing. Jaime Antonio Reyes Ortiz Tumiri

Ph.D. Bruno Condori Ali
M Sc. Ing. Ciro Raul Quiape Callocosi
Ing. Soledad Chavez Vino
Ing. Isaac Elias Condori Tinta
Ing. Vicky Ruth Villca Calle
M Sc. Ing. Pastor Condori Mamani
Ing. Teófilo Serrano Canaviri
M Sc. Ing. René Huayta Choque
M Sc. Ing. José Luis Lima Jacopa

Primera edición 2025

Impreso en Bolivia

Depósito Legal: 4-1-789-2025 P.O.

ISBN: 978-9917-9709-4-1

Esta obra publicada bajo licencia



Se distribuye bajo una Licencia Creative Atribución-No Comercial-Compartir Igual

Libro de Resúmenes: 1er Congreso Nacional Granos Andinos, quinua, cañahua, amaranto, tarwi “diversidad que nutre, ciencia que transforma” 22 – 23 de agosto de 2025. Hannover Saavedra, Sonia Susana; Rodríguez Calle, Juan Pablo; Soto Mendizábal, José Luis; Huanca, Nancy, y Bruno Condori Ali (editores).

El contenido científico y la redacción técnica en los resúmenes de las investigaciones en la presente memoria son de exclusiva responsabilidad de los autores.

El comité editor trabajó en la sistematización de la información, la estructuración del documento, y la estandarización de formatos de acuerdo con la convocatoria del 1^{er} Congreso Nacional de los Granos Andinos.

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)

Proyecto Nacional de Granos Andinos

Calle Cañada Strongest, Edif. Melisa 1er Piso, La Paz, Bolivia

Facebook: <https://www.facebook.com/profile.php?id=61565922586487>

Correo electrónico: granos.andinos.bo@gmail.com

PRESENTACIÓN

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), a través del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) y del Proyecto Nacional de Granos Andinos, en coordinación con la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto (UPEA), y la Red Nacional de Cañahua, presenta el **Libro de Resúmenes del 1er Congreso Nacional de Granos Andinos: Quinua, Cañahua, Amaranto y Tarwi, “Diversidad que nutre, ciencia que transforma”**, celebrado los días 22 y 23 de agosto de 2025 en la ciudad de El Alto.

Este congreso marcó un hito histórico al consolidarse como un espacio de encuentro y reflexión en torno a los **granos andinos**, cultivos originarios de nuestras culturas milenarias que constituyen no sólo una fuente invaluable de nutrientes y un pilar fundamental de la **soberanía alimentaria, la seguridad nutricional y las políticas públicas de desarrollo rural**.

La quinua, la cañahua, el amaranto y el tarwi son **símbolos de resistencia, adaptación y diversidad biocultural**. Estos cultivos han acompañado por siglos a las comunidades campesinas e indígenas en los Andes durante siglos, produciendo y transmitiendo no solo alimentos, sino también **sabiduría, identidad y prácticas ancestrales de cultivo sostenible**. Hoy en día, la ciencia se une a estos conocimientos, complementando y fortaleciéndose para hacer frente a los desafíos del cambio climático, la producción sostenible y el acceso justo a los mercados.

Este libro reúne los resúmenes de investigaciones presentadas en diversas áreas, como los recursos genéticos, el mejoramiento genético, la transformación, la biotecnología, los sistemas productivos, la tecnología de alimentos, la nutrición, el medio ambiente, la economía y las políticas públicas, conocimientos, saberes y las prácticas ancestrales, y refleja la riqueza del conocimiento académico, técnico y empírico que converge en el país. Cada aporte supone un paso hacia la **revalorización de los granos andinos como patrimonio vivo y recurso estratégico** para el desarrollo integral de Bolivia y del mundo.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a los **estudiantes, investigadores, docentes - investigadores, productores y especialistas en granos andinos** que compartieron sus conocimientos mediante ponencias orales y contribuciones científicas; al **comité científico**, por su rigurosa labor de evaluación; a los **moderadores**, que facilitaron el intercambio de ideas, y al **equipo logístico y organizador**, cuyo esfuerzo y compromiso hicieron posible el éxito de este congreso.

Este **primer congreso nacional** y su libro de resúmenes son, una invitación a seguir construyendo colectivamente un futuro en el que la **ciencia y los saberes ancestrales se reconozcan mutuamente**, y en el que los granos andinos recuperan el lugar central que les corresponde en nuestras mesas, en nuestras economías y en nuestras políticas estatales.

COMITÉ ORGANIZADOR

TABLA DE CONTENIDO

RECURSOS GENÉTICOS, MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA

El tarwi silvestre (<i>Lupinus sp.</i>) en la rotación con quinua y selección artificial por precocidad y tamaño de grano similar <i>Lupinus mutabilis</i> Alejandro Bonifacio, Milton Villca y Miriam Alcon	17
Avances en el estudio del amaranto: biotecnología agrícola y alimentaria Verónica Cepeda Cornejo, Enrique Ortiz Torrez, Dalia Molina Romero y Lorena Milflores Flores	18
Resistencia de tres ecotipos de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> , Willd.) a diferentes niveles de salinidad en la germinación Edwin Marcelo Gonzales Torrico	19
Desarrollo de la variedad de quinua tropicalizada Mcq-01 Achachairu, como cultivo alternativo para la zona de valles y llanos del Departamento de Santa Cruz Marín Condori, Rosa Lenny Cuadros y José Santos Ajoururo	20
Explorando el potencial de la quinua colombiana: productividad, desarrollo fenológico y contenido de saponinas triterpénicas Elsa Helena Manjares Hernández	21
Análisis comparativo in silico de la variabilidad y localización funcional de marcadores SSR en quinua a partir de registros GenBank Oscar Ranulfo Ayala Aragon, Milenka Vanessa Almanza Lopez	22
Diversidad morfológica del grano de tarwi en variedades tradicionales de la zona Andina de Bolivia Juan José Vicente Rojas, Milton Pinto y David Quispe	23
Selección de nuevas variedades de quinua con agricultores investigadores para las condiciones del Altiplano Central de Bolivia Eliseo Mamani, Alejandro Bonifacio, Wilfredo Rojas y Aida Ferreira	24
Evaluación bibliométrica y sistematización de 24 años de investigación en quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés Lialiana Mamani Julian, Marco Antonio Patiño Fernandez, Lucy Daniela Huayllucu Huayllucu	25
La contribución de PROINPA en el desarrollo de variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Cresencio Calle, Walter Fuentes	26

Caracterización molecular de la diversidad genética de accesiones de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) del Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas del INIAF	27
Silene Veramendi, Carla Escobar, Lizath Hinojos y Ruth Guzman	
Segregación espontánea y heteromorfismo de grano en planta individual de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) y ajara (<i>Chenopodium sp.</i>)	28
Alejandro Bonifacio, Silvia Condori y Mariel Bonifacio	
Análisis del rendimiento y sus componentes de 10 líneas promisorias de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	29
Gonzalo Quispe Choque, Nancy Huanca Alanoca y Miriam Quispe Gómez	
Desarrollo de líneas de amaranto, como cultivo alternativo para la zona de valles y llanos cruceños del Departamento de Santa Cruz	30
Marín Condori, Rosa Lenny Cuadros y José Santos Ajoruro	
Evaluación de dos especies de <i>Lupinos</i> en diferentes ambientes de las zonas de valles y altoandinas de Bolivia	31
Juan E. Vallejos y A. Gandarillas	
Selección de genotipos promisorios de cruas interespecíficas del género <i>Chenopodium</i> en condiciones de La Molina	32
Claudia Fiorella Ortega Morales y Luz Gómez Pando	
Evaluación del comportamiento agronómico de una variedad seleccionada de ciclo semi corto frente a la variedad Chucapaca, como estrategia de mitigación de riesgos climáticos en el municipio de Patacamaya	33
Juan Oyardo Lopez, Carmenio Mamani Flores, Braulia Condori Mamani, Emma Nina Huanaco y Miguel A. Barrantes Costas	
Acondicionamiento de la semilla de qañawa y quinua para acelerar la germinación y emergencia de la semilla en un contexto de sequía	34
Silvia Condori, Alejandro Bonifacio, Miriam Alcón, Cristian Condori y Eliseo Mamani	
Variabilidad fenotípica de diez accesiones de quinua silvestre (<i>Chenopodium sp.</i>) en la estación experimental de Kallutaca	35
Juan Fernández, Félix Marza y Nancy Huanca	
Detección molecular de <i>Peronospora variabilis</i> para la evaluación de pretratamientos de semillas de quinua	36
Micaela Reyna Claire Mollo, Maria Fernanda Caceres Cruz, Keyeen Fernando Vásquez Vargas y Patricia Andrea Mollinedo Portugal	
Caracterización y evaluación agronómica de dieciséis accesiones de cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) del banco de germoplasma de Kallutaca	37
Mónica Flores Quino, Gonzalo Quispe Choque y Félix Marza	

Evaluación de la viabilidad de semilla de quinua en almacén y en siembra en suelo seco Miriam Alcón y Alejandro Bonifacio	38
Evaluación morfológica y agronómica de accesiones de cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) Luis Plata Huanca y Ruth Huanca Sosa	39
Saponinas de quinoa: Una revisión de su potencial para la prevención y el tratamiento de cánceres de mama y de útero Fazilat Zaboli	40
Microorganismos extremófilos simbioses de la quinua Noel Ortuño, José Antonio Castillo y Mayra Claros	41
Genotipos de cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) con características de alta productividad y calidad, en la Estación Experimental Choquenaira del Departamento de La Paz Rebeca Mamani Condori	42
Diversidad fenotípica en cruza interespecíficas de género <i>Chenopodium</i> Najheli Aguilar, Gonzalo Quispe Choque, Nancy Huanca Alanoca, Bruno Condori y Elna Álvarez	43
Identificación de genotipos de Amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) con resistencia a la Roya Blanca (<i>Albugo</i> sp), en el Municipio de El Villar Carlos Herculano Mayan Cabezas y Edwin Mayta Carrillo	44
Respuesta al estrés hídrico en especies silvestre y domesticadas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Sonia Chiara Mamani, Gonzalo Quispe Choque, Nancy Huanca Alanoca y Bruno Condori Ali	45
Rompiendo barreras en fitopatología con PLIMAN: detección automatizada del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en quinua Lourdes Sonia Osco Quisbert, Alex Ajata Tipula, Gonzalo Quispe Choque, Nancy Huanca Alanoca y Bruno Condori Ali	46
Consecuencias fenológicas y morfológicas del estrés abiótico en quinua Alejandro Bonifacio, Milton Vilca y Genaro Aroni	47
Efecto de inoculación con <i>Rhizobium</i> sp. más la aplicación de estiércol de ovino en tres variedades de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> S.) Jonny Leon Balderrama	48
Variación en el poder germinativo y velocidad de germinación de la semilla de ajara <i>Chenopodium quinoa</i> var. <i>Melanospermum</i> Alejandro Bonifacio y Silvia Condori	49

SISTEMAS PRODUCTIVOS

Efectos del estiércol en la producción de quinua en el Municipio de Llallagua, Departamento Potosí Rubén Salomón Ramos Colque, Valentín Laredo Gareca, Esteban Choque Conde	51
Desarrollo de innovaciones para mejorar la producción, consumo y acceso al mercado de la cañahua Wilfredo Rojas, Juana Flores, Luis Ruiz y Reinaldo Quispe	52
Efecto de los factores edafoclimáticos en la tropicalización de accesiones de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), en la Estación Experimental de Sapecho Luz Mery Flores Terán	53
Identificación del barrenador del tallo del cultivo de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en los valles mesotérmicos de Chuquisaca Walter Fuentes Fernández, Neslith Barja Salazar	54
Los amantes invisibles del Salar de Uyuni: simbiosis estratégica entre microorganismos extremófilos y la quinua Giovanna Plata, Milagros Alarcon, Bruno Condori	55
Caracterización de bacterias productoras de sideróforos y ácido indol acético presentes en la rizósfera del cultivo de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia: como futuros agentes de control Karina Ustariz, Jesús Cárdenas, Bertha Trujillo, Evelin Urquieta	56
Fertilidad y balance de macronutrientes en los suelos para el cultivo de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en el Altiplano Sur, Bolivia Jesús Cárdenas	57
Respuesta de cuatro accesiones de cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) a diferentes dosis de fertilización orgánica Mónica Flores Quino, Francisco Mamani Pati, Bruno Condori Ali	58
Prospección de plagas emergentes en quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.): Impacto de aves, roedores, malezas y enfermedades en el altiplano boliviano Reinaldo Quispe, Alejandro Bonifacio, Milton Villca	59
Evaluación del tiempo empleado en la cosecha manual y semimecanizada del cultivo de cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i>) en el Altiplano Norte de La Paz Fernando Peñasco, Luis Ruiz Mita	60

Producción e incorporación de materia orgánica a base de tarwi y cebada para el cultivo de quinua orgánica Milton Mamani Mollo	61
Efecto endófito de plantas de quinua inoculadas con <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre la preferencia de oviposición de hembras de <i>Helicoverpa quinoa</i> Cristhian Condori, Reinaldo Quispe	62
La quinua y el uso de suelo en el Altiplano Sur de Bolivia en 30 años Cresencio Calle, Santiago Lopez, Luis Barba, Sergio Nicasio, Milton Villca, Fernando Patiño	63
Mapeo de alta resolución de la biomasa de cultivos de quinua integrando datos de drones y satélites en modelos de machine learning Diego Tola, Frederic Satge, Lautaro Bustillos, Fanny Arragan, Marco Patiño Fernández, Ramiro Pillco Zola, Raúl Espinoza	64
Eficacia de bioinsumos a base de microorganismos en el control de larvas de <i>Eurysacca quinoae</i> y <i>Helicoverpa quinoa</i> insectos plaga de la quinua Beatriz Ortiz, Reinaldo Quispe, Jimmy Ciancas	65
Producción de semilla certificada Jach'a grano, en la comunidad de Huaraco provincia Aroma Salustio Rosales Canqui	66
Caracterización de la respuesta a la temperatura de <i>Helicoverpa quinoa</i> (Lepidóptera: Noctuidae), plaga de la quinua Ivan Nina, Reinaldo Quispe, François Rebaudo	67
Prevención de plagas en quinua mediante capacitación técnica y organización comunitaria: una experiencia de intervención participativa Eliana M. Callisaya Laura, Miguel A. Barrantes Costas, Guido Baltazar Sullcata, Néstor P. Colque Flores, Ximena Tola Quispe	68
Contribución de las franjas de vegetación en los agroecosistemas de producción de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia Alejandro Bonifacio, Wilfredo Rojas, Eliseo Mamani, Reinaldo Quispe, Milton Villca, Aida Ferreira, Miriam Alcon y Steven Vanek	69
Fertilidad del suelo, abonamiento orgánico, riego deficitario y productividad de la quinua Roberto Miranda Casas	70

Efecto del té de compost y té de estiércol de llama en el control de ticona (<i>Helicoverpa quinoa</i>) y el mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>), plagas de la quinua Marco Parí, Beatriz Ortiz y Reinaldo Quispe	71
Análisis de efecto del cambio del clima en cultivos de tarwi y su efecto en sistemas acoplados Edwin Yucra, Cristal Taboada, Milenka Iturralde y Luis Machicao	72
Efecto de dos raciones suplementarias en pellets a base de plantas de quinua en la condición corporal de cuyes, estación experimental Patacamaya Condori A. E. J. , Soliz G. J. B.	73
Requerimientos térmicos para el desarrollo de <i>Copitasia incommoda</i> , <i>Helicoverpa quinoa</i> y <i>Eurysacca quinoae</i> plagas de la quinua en el altiplano de Bolivia Reinaldo Quispe, Franz Callizaya, Jenny Flores, Iván Nina y François Rebaudo	74
Diagnóstico de suelo y manejo nutricional en el cultivo de cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen), hacia una producción sustentable Nancy Huanca, Juanito Aranda, Delia Mamani, Gonzalo Quispe y Luis Daniel Plata	75
Evaluación de genotipos de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), en épocas de siembra como respuesta a factores abióticos, municipio Llallagua Elmer Alex Alave Colque, Esteban Choque Conde, Valentín Loredo Gareca	76
Evaluación de materiales aislantes naturales en el diseño de una cocina solar tipo caja para comunidades altoandinas Cynthia Apaza Gonzales, Brian Manuel Collazos Álvarez, Lourdes Elianne Mamani Peralta y Armando Salinas del Carpio	77
Recolección y sistematización de datos agrícolas mediante la aplicación kobotoolbox y códigos QR: estudio de caso en el cultivo de quinua en la provincia Aroma, La Paz Sandra Aruni Ali y Rosmilda Quispe Vásquez	78
Efecto del pH del suelo sobre el desarrollo de cuatro ecotipos de cañihua (<i>Chenopodium pallidicaue</i> Aellen) en Puno, Perú Alvaro Alberh Alba Calle Barboza, Madeleiny Jackelin Cahuide Churata y Franz Karol Chura Cruz	79
Evaluación de la fertilidad del suelo para mejorar el rendimiento de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en el altiplano boliviano José Luis Lima Jacopa	80

Bioeconomía, enfoque global que potencia el valor escondido de los granos andinos para lograr desarrollo sostenible en las comunidades de Bolivia. Miguel Ángel Gonzales Aldana	81
Contribución del tarwi silvestre (<i>Lupinus sp.</i>) a la salud del suelo en los agroecosistemas de quinua en zonas áridas del Altiplano Sur de Bolivia Alejandro Bonifacio, Wilfredo Rojas, Eliseo Mamani, Aida Ferreira, Milton Villca, Miriam Alcon y Steven Vanek	82
Evaluación de bioinsumos para potenciar el desarrollo fenológico y la cobertura foliar en cultivares de Cañahua Fernando Butron Choque, Nancy Huanca Alanoca, Gonzalo Quispe Choque Nelson Gutiérrez Mamani	83
Obtención de nanopartículas de plata biogénicas a partir de semillas andinas como estrategia innovadora para el desarrollo de agentes antibacterianos Elia Mendoza Ocampo, María del Pilar Gutiérrez Durán, Eduardo Gonzales Dávalos, Laura Fozzatti, Paulina Laura Páez	84
Diagnóstico de suelos para el manejo sustentable del tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) en Bolivia Delia Mamani, Nancy Huanca, Juanito Aranda, Gonzalo Quispe y Daniel Plata	85
Evaluación de cuatro sistemas de riego tecnificado, en la productividad de dos genotipos de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en la comunidad de Chacala del Municipio de Uyuni Daniel Alizares Jaen, Edwin Mayta Carrillo	86
Efecto de Inoculación con <i>Rhizobium sp.</i> más a la aplicación de estiércol de ovino en tres variedades de Tarwi (<i>Lupinus Mutabilis</i> S.) en la Comunidad Kinsa Chata – Municipio de Mizque Jonny León Balderrama, Edwin Mayta Carrillo	87
Alternativa ecológica para el control de la polilla de quinua (<i>Eurysacca melanocampta</i>) a partir del control biológico, municipio de Viacha del Departamento de La Paz Humberto Nova Machaca, Edwin Mayta Carrillo, Carlos López Blanco, Yessica Ticona Huayta	88
Cultivo hidropónico de quinua con iluminación LED eficiente y automatización SCADA para agricultura sostenible Jean Marko Macias Hanco, Lex Yordy Gómez Toque, Armando Salinas del Carpio	89

El amaranto como cultivo de doble propósito para el consumo de hojas y grano: Respuestas estables de la cosecha de hojas en distintos genotipos y ambientes Natalie Hoidal, Maria Díaz Gallardo, Sven-Erik Jacobsen y Gabriela Alandia	90
Fertilización orgánica y aplicación de hidrogel para mejorar la producción del cultivo de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en la comunidad de Chacala – Municipio de Uyuni Mario Delgado	91
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	
La agricultura regenerativa y la economía circular en los sistemas de producción de Quinoa Real Cresencio Calle Cruz	93
Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.): Revisión científica de sus propiedades bioactivas y nutricionales en la última década Karina Eduardo, Erick Saldaña	94
Microencapsulación de extracto hidroalcohólico de compuestos bioactivos de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) negra collana mediante secado por atomización Tania Jakeline Choque Rivera, Luz Estrella Gutiérrez Zegarra, Carina Deysi Huaracallo Huacasi, Franklin Ore Areche, Armando Antonio Salinas del Carpio	95
Actividad antioxidante de las variedades de quinua roja y quinua negra en la viabilidad celular y fragmentación de ADN en macrófagos – Puno – Perú Zumaya Milagros Limache Chili, Amalia Quispe Romero	96
Análisis comparativo del impacto nutricional de quinua y cañahua en el sistema inmunológico y estado cognitivo en poblaciones vulnerables de la ciudad Potosí Roberto Carlos Vera, Pablo Cesar Azogue Claire, Luisa Orellana Salas y Roció Vargas Aramayo	97
Evaluación de las características fisicoquímicas del yogurt enriquecido con quinua Raquel Marcela Ticona Villca	98
Análisis del consumo de quinua en la ciudad de La Paz: hábitos, preferencias y percepción ciudadana cañahua Indira Colque Condori, Miguel A. Barrantes Costas, Ximena Tola Quispe Pamela Chuquimia Limachi	99
Evaluación sensorial y hedónica de galletas con harina de quinua y reducción de azúcar para niños en edad escolar Erick Saldaña, Jennifer Mamani, Karina Eduardo	100

Relevancia nutricional y aplicaciones alimentarias de la cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i>) Rosmilda Quispe Vásquez y Sandra Aruni Ali	101
Determinación de las condiciones de malteado de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>), variedad Oscar Blanco Verónica Bustillos Torrico	102
Selección por calibre de grano en progenies F7 de quinua y relación con el poder germinativo de la semilla Alejandro Bonifacio, Shirley Topoco, Silvia Condori y Miriam Alcon	103
Saponinas y sapogeninas biológicamente activas en variedades y residuos de Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Carolina Triguero, Yaquelin Sujo, Wendy Soria, Stina Oredsson, Giovanna R. Almanza, Yonny Flores, Santiago Tarqui, Eduardo Gonzales, Maribel Lozano	104

POLÍTICAS PÚBLICAS

Programa Nacional de Apoyo a la Producción y Comercialización de Granos Andinos Nancy Huanca, Juanito Aranda	106
Plan de negocios para la transformación y comercialización de productos funcionales a base de quinua: Caso Estación Experimental Patacamaya Yara Eliana Quino Tarifa, Marco Antonio Patiño Fernández y Carmen Rosa del Castillo Gutiérrez	107
Políticas públicas y desafíos para el consumo interno de quinua transformada en Bolivia Tatiana Rosales Remires	108
Signos distintivos, sellos de calidad e inocuidad alimentaria para elevar credibilidad y competitividad comercial de la quinua real del altiplano sur de Bolivia Eduardo Ramos	109
Formación técnica para la producción resiliente de quinua: un enfoque integrado desde la Universidad Mayor de San Andrés y las comunidades del Altiplano Central Marco Antonio Patiño Fernández, Salustio Rosales Canqui Tarifa, Jhoselin Noemí Cruz Mamani, Tatiana Rosales Ramires y Yara Eliana Quino Tarifa	110

Limitaciones y oportunidades del seguro agrario para la producción de quinua Orgánica en el altiplano boliviano Victoria Luna Calle, Marco Antonio Patiño Fernández	110
Reducción de la vulnerabilidad y apoyo a la sostenibilidad de la quinua real en la región intersalar de Bolivia, propuesta de plan de acción interinstitucional 2024 – 2029 Ermino Barrientos Pérez, Severo Choquecallata Crispín, Willy Choque Marca, Marcelo Gonzáles Torrico, Juan Pablo Rodríguez	112
Red Latinoamericana del Amaranto: Impulsos colectivos para el desarrollo del amaranto en contextos Latinoamericanos Verónica Bustillos Torrico	113

SABERES, CONOCIMIENTOS Y PRÁCTICAS ANCESTRALES

Versiones ceremoniales del huauhtli. El amaranto como recurso y patrimonio en México Sara Hirán Morán Bañuelos	115
La qañawa y sus hermanas traídas de las estrellas. Memorias Orales y Saberes que perduran en los Andes Hugo Fernández Peña	116
Pronósticos de bioindicadores naturales para la producción de quinua real orgánica en el Altiplano Sur de Bolivia Bernabé Choquetopa Rodríguez	117
Predominancia de especies de tholares y el riesgo de heladas del cultivo de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> , Willd), en el Altiplano Sur de Bolivia Edgar Ticona Muraña	118
Barbecho climático como estrategia de adaptación en la producción de quinua, percepciones y decisiones de los productores del municipio de Patacamaya – Bolivia Carmenio Mamani Flores, Juan S. Oyardo Lopez, Miguel A. Barrantes Costas, Emma Nina Huanaco, Braulia Condori Mamani, Ximena Tola Quispe	119
Bioindicadores o señas claves en la crianza de quinua de aynokas de Puno Wuilber Machaca Acero	120

Pasado y presente de la agricultura familiar, la quinua como fuente de sustento en el hogar Hilda Beatriz Manzano Chura y Angelino Manzano Condori	121
Recopilación de saberes ancestrales asociados con el cambio climático adverso Martha Gonzales Cochi	122
Memoria del 1er Congreso Nacional de Granos Andinos	124
Declaración de El Alto	128

RECURSOS GENETICOS

Biotecnología y Mejoramiento Genético



El tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) en la rotación con quinua y selección artificial por precocidad y tamaño de grano similar a *Lupinus mutabilis*

Alejandro Bonifacio^{1 y 2}, Milton Villca¹ y Miriam Alcon¹

¹Fundación PROINPA, ²Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia
a.bonifacio@proinpa.org

En los Andes, el género *Lupinus* presenta una amplia diversidad (de 85 especies) en el que se incluye el tarwi (*Lupinus mutabilis*) siendo la única especie cultivada del grupo, se cuenta con cerca de un centenar de especies silvestres de las que poco se conoce y mucho menos se emplea o se aprovecha en la agricultura. En la Fundación PROINPA a partir de 2008 se ha conformado una colección de trabajo *Lupinus sp.* mediante toma de muestras del altiplano Sur, Central y Norte con fines de uso y aprovechamiento inmediato o mediano. Las muestras de la colección fueron incluidas en la investigación de ciclo de vida, rotación con quinua en campo y la fisiología de semilla en laboratorio; por otra parte, se ha implementado la selección artificial por el método individual según precocidad y color de grano en progenies derivadas de la polinización abierta en predios de la Estación Experimental de Cota Cota UMSA y Kiphakiphani (Fundación PROINPA). Como resultado se ha determinado una importante diversidad genética expresada en el ciclo de vida (anual, bianual y perenne), grado de dehiscencia y dormancia de semilla, susceptibilidad a insectos plaga y enfermedades y adaptación (amplia y a nicho). Debido a la taxonomía compleja, algunas muestras han sido identificadas a nivel de especie y otras simplemente asignadas como ecotipos. En base a la adaptación de las especies y previa remoción de dormancia de semilla, se ha identificado dos ecotipos de ciclo bianual (Orinoca y Habas Cancha) para la rotación con quinua en el altiplano Sur y una especie (*Lupinus otto-butchenii*) para el altiplano Central y Norte. Por la amplia variabilidad constatada en muestras del altiplano Norte, se ha emprendido la selección artificial en función a la precocidad y características de su semilla (color, tamaño, viabilidad). Al cabo de ocho generaciones de polinización abierta, se obtuvo cuasi-líneas con ciclo productivo de 135 a 150 días claramente precoces frente a *Lupinus mutabilis* cuyo ciclo productivo varía entre 180 a 200 días, además se determinó colores y tamaño de semilla similares y diferentes al tarwi cultivado, deduciéndose que el material genético trabajado constituye el progenitor ancestral del tarwi (probablemente *Lupinus piurensis*). En conclusión, la investigación conduce a aprovechar las cualidades del lupino silvestre en rotación con cultivos, cobertura del suelo, descanso mejorado del suelo, uso forrajero (heno y ensilaje), la nueva domesticación y mejoramiento del tarwi (anual y perenne), así disponer de un recurso vegetal nativo similar a la soya para producir en el altiplano.

Palabras claves: Tarwi, quinua, precocidad, selección

Avances en el estudio del amaranto: biotecnología agrícola y alimentaria

Verónica Cepeda Cornejo¹, Enrique Ortiz Torres², Dalia Molina Romero³ Lorena Milflores Flores¹

¹ Laboratorio de Biotecnología Molecular y de Cultivos, Laboratorio de Cultivos, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. ² Campus Puebla, Colegio de Postgraduados. Boulevard Forjadores de Puebla, México.

veronica.cepeda@correo.buap.mx

El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.) ocurre en México desde antes de la llegada de los españoles, mucho antes de la llegada de los colonizadores europeos. Las semillas eran mezcladas con miel de agave y utilizadas en las ceremonias rituales, lo que evidencia su importancia cultural. El género *Amaranthus* comprende alrededor de 70 especies, de ellas 40 son nativas del continente americano, mientras que el resto se distribuyen en Australia, África, Asia y Europa. Las semillas y hojas del amaranto poseen un enorme valor nutricional. Las especies que se emplean en México para la obtención de semillas son *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*. Las hojas son ricas en proteínas, hierro, calcio, zinc, vitamina C, y vitamina A. Las semillas presentan entre 13-19% de proteínas, el aminoácido lisina y ácidos grasos de buena calidad: ácido linoleico (omega 6) y ácido fólico. En México, el estado de Puebla es el principal productor de este valioso cultivo con 1,813 hectáreas y una producción de 3,136.24 toneladas. Ante el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas es recomendable el uso de microorganismos que favorezcan el desarrollo de las plantas. MATERIALES Y MÉTODOS: Se realizó un proceso de aislamiento y caracterización mediante diversas pruebas de tinción y bioquímicas para identificar el género. Se realizó tinción de Gram para cada una de las cepas, así como la prueba de crecimiento en ambiente en presencia y ausencia de oxígeno, de catalasa con agua oxigenada, de oxidasa mediante tiras (Bactident Oxidase, Millipore). Se realizaron pruebas bioquímicas con medio TSI (Hierro de Triple azúcar) para la diferenciación de bacilos entéricos, medio MIO para analizar la movilidad, la producción de indol y la descarboxilación de ornitina, también se utilizó el medio basal OF, para medir oxidación-fermentación (BD). La identificación del género se realizó empleando el manual de identificación de Barrow y Feltham (2003). En cuanto a los estudios de producción de alimentos, se experimentó con la creación de una pasta a partir de 1) 25% de harina de amaranto y 75% de harina de trigo, 2) una formulación 50% de harina de amaranto y 50% de harina de trigo. El control es una pasta elaborada con 100% harina de trigo. RESULTADOS. Se aislaron en total 116 cepas con distintas características morfológicas. Se logró la identificación del género de 104 cepas, llegando a identificar la existencia de diez géneros: *Aeromonas*, *Bacillus*, *Bordetella*, *Cardiobacterium*, *Clostridium*, *Eikenella*, *Enterobacteria*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas* y *Staphylococcus*. Se encontraron 27 especies del género *Bacillus* y siete especies del género *Pseudomonas*. Es importante mencionar que los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* han sido reportados asociados a cultivos de *Amaranthus hypochondriacus* de Tulyehualco, Estado de México. La pasta enriquecida con amaranto, 25% y 50% mostró un incremento en los niveles de fibra y grasas. Esto sugiere que las pastas enriquecidas con amaranto son una opción saludable con respecto a los alimentos elaborados con solamente harina de trigo. CONCLUSIONES. La identificación de microorganismos asociados a la rizosfera es importante para la búsqueda de alternativas agroecológicas que disminuyan el uso de pesticidas y fertilizantes químicos. Como trabajos a futuro, se continuará con la identificación de especies y los ensayos en la evaluación del crecimiento de las plantas de *Amaranthus hypochondriacus*. En cuanto a la producción de alimentos, existe una amplia gama de opciones, desde la combinación de distintos porcentajes de harina de trigo y amaranto, hasta el uso de extractos vegetales que reducen el crecimiento de hongos y bacterias una vez que el alimento ha sido elaborado. Resistencia de tres ecotipos de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) a diferentes niveles de salinidad en la germinación

Palabras clave: Amaranto, biotecnología, crecimiento, plantas

Resistencia de tres ecotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) a diferentes niveles de salinidad en la germinación

Edwin Marcelo Gonzales Torrico

Universidad Técnica de Oruro, Bolivia

edwin.gonzales@doc.uto.edu.bo

En el altiplano boliviano, son escasos los estudios sobre los niveles de salinidad y su efecto en la quinua. El mayor problema de la salinidad se manifiesta en el estado fenológico de la germinación. Estudios realizados en laboratorio indican que, al aplicar una concentración de cloruro de sodio (NaCl) de 400 mM, la germinación se reduce en un 53 %, lo que influye directamente en el rendimiento de la quinua. El objetivo de este estudio es determinar qué ecotipo de quinua es resistente a diferentes niveles de salinidad en la germinación, evaluar qué nivel de salinidad puede soportar la quinua en esta fase y mejorar la emergencia y el establecimiento de plántulas en el campo. El estudio se realizó en el laboratorio de semillas de la Carrera de Agronomía de la Facultad Ciencias Agrarias y Naturales (FCAN). Se utilizaron los ecotipos K'ellu, Pinsankalla y Negra, procedentes del germoplasma de origen de la zona del Intersalar. El medio utilizado fue agar y agua. Se emplearon cuatro concentraciones de cloruro sódico (NaCl): 0, 300, 400 y 500 mM. Las variables de estudio fueron el porcentaje de germinación, la longitud de la radícula y la biomasa. Los resultados de este estudio demuestran que los porcentajes de germinación disminuyen en un 25 % cuando se incrementan los niveles de salinidad a 300 mM. Una salinidad superior a esta concentración reduce la germinación. No existen diferencias significativas entre los ecotipos, lo que podría deberse a que los tres ecotipos son del complejo de la quinua Real y se cultivan y producen en las orillas del salar de Uyuni.

La prueba estadística permite concluir que la quinua resiste un nivel máximo de 300 mM de cloruro sódico.

Palabras Clave: salinidad, quinua, germinación, ecotipos de quinua Real

Desarrollo de la variedad de quinua tropicalizada MCQ-01 Achachairu, como cultivo alternativo para la zona de valles y llanos del departamento de Santa Cruz

Marín Condor, Rosa Lenny Cuadros, José Santos Ajoruro

Comercializadora ALTEI S.A., Santa Cruz, Bolivia

marincondori7@gmail.com

La quinua es uno de los cultivos más antiguos de la cultura andina, desde hace más de 500 años estuvo marginado al igual que los otros granos nativos como la cañahua (*Chenopodium pallidicaule*). Actualmente, este cultivo ha cobrado mayor importancia en los últimos años, ya que esta especie nativa de nuestro país tiene un alto valor agronómico, nutritivo y de explotación. El estudio se centró en el valor agronómico de los genotipos de quinua. Los objetivos fueron los siguientes: a) Seleccionar genotipos tropicalizados para las condiciones de los llanos orientales y los valles cruceños del Departamento de Santa Cruz; b) Identificar materiales con buena adaptabilidad, estabilidad de comportamiento; c) Seleccionar genotipos con atributos agronómicos deseables como ciclo precoz, altura de planta baja, mayor longitud y diámetro de panoja y genotipos con elevado techo genético de producción. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con 15 tratamientos y tres repeticiones. La investigación abarcó cuatro campañas agrícolas: dos en verano en los valles cruceños (Vallegrande, Comarapa y Quirusillas) y dos en invierno en la zona de los llanos orientales (San Pedro y San Julián). Se utilizaron diferentes modelos estadísticos para interpretar mejor interpretación los datos: a) Análisis de varianza, b) Prueba de medias DMS, ambos con un nivel de probabilidad del 5%, c) Análisis de Estabilidad y Adaptabilidad mediante el modelo AMMI: Para la variable rendimiento (rend) los genotipos m653a, m15, m9, m3 y m8 (Achachairú) mostraron ser los más estables y los genotipos m1 y m653c se adaptaron mejor al ambiente de San Julián durante el invierno de 2018 que podría considerarse el ambiente más apropiado. No obstante, los genotipos m3, m6, m653c y m8 (Achachairú) fueron los más estables para la variable madurez fisiológica. d) Análisis de Estabilidad y Adaptabilidad mediante el modelo GGE: el genotipo con mejor rendimiento para los ambientes sj2018, vg1920 y cr1920 fue el genotipo m1, mientras que el genotipo con mejor rendimiento para los ambientes qr1819 y sp2019 fue el genotipo m8 (Achachairú). e) Análisis BLUP, para la variable rendimiento, según el modelo mixto, valores predichos y sus intervalos de confianza. Se puede confirmar que la selección del genotipo m1 tendrá una mayor ganancia genética, seguido de los genotipos m8 (Achachairú), m12, m4, m9, m653c y m5. f) Selección simultánea por desempeño promedio y estabilidad: según los tres índices de estabilidad basados en BLUPs, los genotipos que deben seleccionarse por desempeño y estabilidad de la variable rendimiento deben ser los genotipos m1, m8 (Achachairú) y m12. g) Índice de selección, el diferencial de selección de los genotipos seleccionados m8 (Achachairú) y m653a para desempeño promedio y estabilidad fue positivo para todos los caracteres, lo que sugiere que el método fue eficiente para seleccionar los genotipos estables y de mejor desempeño. En conclusión, el genotipo m8 (Achachairú) reúne todas las características agronómicas deseables en los diferentes ensayos comparativos de producción.

Palabras claves: Quinua, mejoramiento, genético, genotipo, estabilidad, adaptabilidad heredabilidad

Explorando el potencial de la quinua colombiana: productividad, desarrollo fenológico y contenido de saponinas triterpénicas

Elsa Helena Manjarres Hernández¹

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

elsa.manjarres@uptc.edu.co

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo ancestral de la región andina, el cual constituye un alimento básico para la dieta alimenticia de sus pobladores. En Colombia, el cultivo de la quinua se concentra principalmente en cuatro departamentos, donde ha adquirido relevancia económica y social. No obstante, la cadena productiva enfrenta limitaciones asociadas a la escasa disponibilidad de información sobre la identificación de materiales de siembra, el registro oficial de variedades, la certificación de semilla seleccionada, entre otros aspectos clave que dificultan su consolidación y escalamiento productivo. En este contexto, la evaluación integrada del rendimiento, la fenología y su relación con la presencia de metabolitos secundarios en las semillas constituye un análisis clave para profundizar en el conocimiento de la calidad nutricional del grano y su impacto en el potencial productivo del cultivo. Además, la quinua produce saponinas triterpénicas, metabolitos secundarios responsables del sabor amargo de las semillas, que, si bien pueden ser tóxicos en altas concentraciones, también poseen aplicaciones potenciales en las industrias farmacéutica, cosmética e incluso agroindustrial. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue caracterizar el rendimiento agronómico, la fenología y el contenido de saponinas en semillas de 30 accesiones de *C. quinoa* cultivadas bajo condiciones de invernadero, con el fin de identificar genotipos promisorios para su uso en programas de mejoramiento orientados a la calidad del grano y la productividad. Para ello las accesiones fueron establecidas bajo un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), con nueve repeticiones por genotipo. Se evaluaron siete descriptores definidos por la FAO para caracterizar el grano y la madurez fisiológica. Para determinar la concentración de saponinas, la extracción se realizó por microondas y la cuantificación mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Para las variables cuantitativas, se llevó a cabo un análisis descriptivo. Luego se verificaron los supuestos para los análisis paramétricos, mediante el software R y el paquete missMDA. Se estimó la correlación de Spearman y se graficó utilizando paquete de "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix (Versión 0.84). Para las variables cualitativas se realizó un análisis de frecuencias en el programa Infostat. Con el conjunto de variables cualitativas y cuantitativas se realizó un análisis factorial de datos mixtos, con el paquete Factoextra del programa R, finalmente se realizó un dendrograma mediante la distancia euclidiana y el método de agrupación jerárquico de varianza mínima de Ward, con el paquete FactoMineR, el cual está incluido dentro del programa R. Con base en su ciclo fenológico, las accesiones se clasificaron en semi tardías (56.7%), tardías (36.7%) y semi precoces (3.3%). Se observó una variación significativa para el contenido de saponina entre las accesiones evaluadas. El contenido de saponinas totales varió de 0.018 a 0.537%, siendo la Quinua semiamarga la que presentó el valor más alto (0.537%) y la más baja la Quinua ceniza (0.018%). Los análisis multivariados y de conglomerados conformaron grupos de accesiones con buenos rendimientos (>62.02 gramos de semillas por planta) y características morfológicas del grano deseables. Las accesiones más adecuadas para la producción de saponinas son la quinua semi amarga, quinua peruana y la Amarilla de Maranganí, y para uso alimentario la quinua Real y la quinua primavera las cuales podrán ser usadas como parentales en futuros programas de mejoramiento genético de quinua en Colombia.

Palabras clave: Ácido oleanólico, *Chenopodium quinoa*, fenología, saponinas, calidad del grano.

Análisis comparativo *in silico* de la variabilidad y localización funcional de marcadores SSR en quinua a partir de registros GenBank

Oscar Ranulfo Ayala Aragón¹ y Milenka Vanessa Almanza López ²

¹ Universidad Autónoma Tomás Frías, Bolivia, ² Consultor Ambiental, Bolivia

ayalaoscarr@gmail.com

La caracterización de marcadores moleculares tipo SSR en *Chenopodium quinoa* Willd., es fundamental para fortalecer las estrategias de conservación, el mejoramiento genético y la comprensión de la diversidad existente en este cultivo de alto valor nutricional y estratégico para las regiones andinas. Estos marcadores, por su elevado polimorfismo y reproducibilidad, constituyen herramientas clave para identificar variabilidad genética, trazar mapas de ligamiento y vincular regiones genómicas con características agronómicas de interés. En este trabajo se revisaron ciento cincuenta marcadores SSR disponibles en registros GenBank y, tras un proceso de selección basado en criterios de calidad y representatividad, se analizaron en detalle cincuenta de ellos mediante un enfoque *in silico*. El enfoque *in silico*, entendido como el análisis bioinformático de secuencias biológicas, aplicó alineamientos múltiples, búsquedas BLAST y análisis de motivos SSR, complementados con predicción funcional y minería de datos genómicos, optimizados mediante algoritmos supervisados para clasificar secuencias relevantes. Entre algunos de los marcadores seleccionados se incluyeron: QCA55, QCA66, QCA65, QCA63, QCA57, QCA56, QCA51, QCA48, QCA46, QCA30, QCA28, QCA19 y QATG9, que representan solo algunos de los 50 evaluados en este estudio. Las longitudes oscilaron entre 412 y 721 pares de bases, y se estudiaron en relación con la variabilidad de longitud, la composición de los motivos repetitivos y su posible localización funcional en el genoma de quinua. El objetivo fue identificar similitudes y diferencias estructurales entre los marcadores SSR y determinar su potencial asociación con regiones génicas o intergénicas. Para ello, se emplearon bases de datos y herramientas de alineamiento como, lo que permitió establecer la ubicación de cada marcador y detectar homologías con genes de función conocida. Las secuencias fueron obtenidas en formato FASTA y procesadas mediante alineamientos múltiples, análisis de similitud nucleotídica y proteica, y verificación de motivos repetitivos. La información se sistematizó en una matriz que integró longitud, tipo de repetición, porcentaje de identidad en los alineamientos y anotaciones funcionales derivadas de coincidencias significativas. Los resultados revelaron marcadores ubicados en regiones codificantes, como el QCA55 asociado a un exón del gen de la NADP-isocitrato deshidrogenasa, y otros situados en regiones no codificantes. Además, se detectaron variaciones en el número y tipo de repeticiones que sugieren usos diferenciados en estudios de diversidad genética y mapeo de rasgos. El análisis *in silico* de los cincuenta marcadores SSR permitió priorizar aquellos con mayor variabilidad y relevancia funcional, estableciendo una base sólida para investigaciones orientadas a la conservación y el mejoramiento de *Chenopodium quinoa*. La diversidad observada en su localización y estructura repetitiva refuerza su potencial para la caracterización de germoplasma y la identificación de regiones genómicas asociadas a rasgos de interés, especialmente en programas de selección genética adaptados a zonas altoandinas productoras de quinua.

Palabras Clave: Marcadores SSR, *Chenopodium quinoa* Willd., análisis *in silico*, variabilidad genética, mejoramiento genético

Diversidad morfológica del grano de tarwi en variedades tradicionales de la zona Andina de Bolivia

Juan José Vicente Rojas^{1, 2}, Milton Pinto², David Quispe¹

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Recursos Naturales (IIAREN), Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia; ² Facultad de Ingeniería Agronómica Universidad Pública de El Alto (UPEA)
juanjosevicente1505@gmail.com

El cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis*) se produce en la zona andina de Bolivia, donde esta especie aún encierra una amplia diversidad genética, la cual ha sido base de su producción en estas regiones, una característica de los cultivares de la zona andina del departamento de La Paz circundantes es su largo periodo productivo, que aumenta su vulnerabilidad frente a las lluvias tardías y heladas en floración. Con el propósito de establecer una colección de trabajo con variedades o cultivares tradicionales, se ha colectado germoplasma que ha comprendido cuatro departamentos de Bolivia (La Paz, Cochabamba, Potosí y Chuquisaca). En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue de caracterizar a nivel de grano 49 cultivares de tarwi como un primer paso para considerar a este germoplasma como base para el pre-mejoramiento en condiciones del departamento de La Paz, se considera que cultivares de otras latitudes de Bolivia pueden ofrecer alternativas importantes en cuanto rendimiento y precocidad. Como una tarea previa a la caracterización en campo, se plantea el presente estudio preliminar de caracterización del grano colectado, se han empleado descriptores cuantitativos (Peso de 100 semillas, longitud, ancho, grosor de la semilla o grano) y cualitativos basados en la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV) publicados por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). Los datos generados se analizaron mediante estadísticas descriptivas (tablas de frecuencia, tendencia central y de dispersión), y técnicas de análisis multivariado; análisis de componentes principales con cuatro variables cuantitativa y una variable cualitativa suplementaria (ornamentación de la semilla), Análisis de Conglomerados o Cluster Analysis mediante la distancia de Gower para datos mixtos y el método de aglomeramiento de enlace completo, para el análisis estadístico se empleó el paquete XLStat y Multivariate Análisis de R. En cuanto a los resultados, el color del grano predominante fue blanco (26 colectas, 53,1%), en Cochabamba se encontró mayor proporción de grano ornamentado o pigmentado sin embargo no se halló significación estadística entre la ornamentación y el departamento de origen. En caracteres continuos; el peso de 100 semillas fue la característica de mayor amplitud (13 a 25 g) con un coeficiente de variación de 11.44%, para el peso de 100 granos y grosor del grano se encontró mayor variabilidad en Cochabamba y Potosí. En referencia al análisis multivariado, el análisis de componentes principales explicó 97,50% de varianza, con el peso de 100 semillas, ancho, longitud de semilla representados en la primera componente principal, la ausencia de ornamentación o pigmentación del grano se asocia al espesor de grano, por otra parte, el análisis de conglomerados en función a los caracteres sugiere la conformación de cinco grupos de cultivares. Se concluye que existe una importante variación morfológica a nivel de semilla tanto en caracteres continuos como cualitativos que pueden ser consideradas en futuros trabajos de premejoramiento como base genética.

Palabras clave: *Lupinus*, grano, caracterización morfológica

Selección de nuevas variedades de quinua con agricultores investigadores para las condiciones del Altiplano Central de Bolivia

Eliseo Mamani, Alejandro Bonifacio, Wilfredo Rojas y Aida Ferreira

Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia

e.mamani@proinpa.org

La agricultura surgió cuando las comunidades empezaron a recolectar, sembrar y seleccionar semillas de las plantas en función de las características que consideraban más adecuadas para sus sistemas agrícolas locales. Miles de años después, el cambio climático y las preferencias del mercado hacen necesario seguir seleccionando nuevas variedades. Es el caso de los agricultores del Altiplano Central de Bolivia, que necesitan variedades de quinua de ciclo corto o semi tardío y de grano grande para hacer frente a la sequía en época de siembra y responder a la demanda del mercado. Desde 2017, la Fundación PROINPA trabaja con los agricultores bajo el enfoque de Redes de Agricultores Investigadores - RAI, que se enmarca en investigación participativa. Entre 2021-2024, se trabajó en el fitomejoramiento participativo de la quinua para las condiciones del Altiplano Central, con el objetivo de identificar, evaluar y seleccionar nuevos genotipos de quinua adaptados a las condiciones locales. La investigación comenzó con la búsqueda de materiales deseables (poblaciones de plantas) entre las variedades locales, y se exploraron 26 parcelas de quinua en la comunidad de Cañaviri, en el municipio de Umala (departamento de La Paz). Se identificaron siete genotipos con características de ciclo corto, grano y plantas grandes con panojas largas. Los genotipos identificados junto con la variedad testigo (la más cultivada en la región), fueron evaluados y seleccionados durante dos años consecutivos. El primer año, debido a la escasez de semillas, se sembraron los siete genotipos en una sola parcela; el segundo año, se sembraron en dieciséis sitios manejados por los agricultores investigadores. La selección se realizó en función del porcentaje de granos con diámetro $>2\text{mm}$, el ciclo productivo y el rendimiento. En el primer año, de siete genotipos, se seleccionaron cuatro: dos por su ciclo corto de 136 y 139 días hasta la madurez fisiológica y dos por su mayor porcentaje de granos de más de 2 mm, con valores del 6.3 y el 11.6%, respectivamente, superiores a los de la variedad testigo. En el segundo año, los agricultores, priorizando las variables porcentaje de grano de más de 2 mm de diámetro y rendimiento, y aplicando la técnica participativa de Matriz de Preferencias, además de emplear el Análisis de Varianza, se seleccionaron dos genotipos de los cuatro evaluados, que tuvieron un 31.2 y un 37.3% de grano de más de 2 mm de diámetro, superiores al testigo, que fue del 24.3%, y con rendimientos medios de 530 y 757 kg/ha, también superiores al testigo, que fue de 504 kg/ha. Estos genotipos tuvieron ciclos semi tardíos, lo que fue menos importante para los agricultores a la hora de seleccionar. Los otros dos genotipos ratificaron su precocidad, ya que alcanzaron la madurez en 134 y 137 días, pero tuvieron rendimientos bajos y un menor porcentaje de grano de más de 2 mm, por lo que fueron menos preferidos. En conclusión, se seleccionaron dos nuevos genotipos con características de grano grande, semitardío y mayor rendimiento que la variedad de control para responder a la demanda del mercado y al cambio climático.

Palabras clave: evaluación, rendimiento, semillas

**Evaluación bibliométrica y sistematización de 24 años de investigación en quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Facultad de Agronomía de la
Universidad Mayor de San Andrés**

Liliana Mamani Julián¹, Marco Antonio Patiño Fernández², Lucy Daniela Huayllucu Huayllucu

¹ Responsable Agropecuaria y Gestión de Riesgos del Municipio de Caquiaviri

² Estación Experimental Patacamaya, UMSA, La Paz, Bolivia

julianmamanililiana@gmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria y la resiliencia climática en Bolivia; sin embargo, la producción científica generada en la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) carecía de una sistematización integral que permitiera identificar avances, tendencias y vacíos en las investigaciones. El objetivo del presente estudio fue realizar una evaluación bibliométrica y sistematizar las líneas de investigación desarrolladas en la Facultad de Agronomía de la UMSA entre 2000 y 2024. Para la obtención de la información se accedió al repositorio institucional de la UMSA, a bases de datos académicas (*Scopus*, *Google Scholar*, *Redalyc*) y archivos de proyectos de investigación recopilando tesis de grado, trabajos dirigidos, artículos y reportes técnicos que incluyeran como palabra clave “*Chenopodium quinoa* Willd.” y “quinua”. La información fue organizada en una base de datos y analizada mediante herramientas de bibliometría y sistematización temática, clasificando los estudios en tres ejes: investigación agronómica, transformación/valor agregado y saber local. Los resultados muestran que el 85 % de los estudios corresponden a investigación agronómica (mejoramiento genético, manejo de cultivos y control fitosanitario), el 9 % a transformación y valor agregado, y el 6 % a saberes locales. En cuanto a la localización geográfica, la mayoría de los trabajos se desarrollaron en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, con énfasis en el Altiplano Central y Altiplano Sur, aunque también se identificaron en zonas urbanas como en la ciudad de El Alto. Se observó un crecimiento sostenido de la producción científica, con picos en 2011 y 2016 este crecimiento se debe a que la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2013 como el “Año Internacional de la quinua” en reconocimiento a las costumbres ancestrales de los pueblos andinos. Se concluye que la sistematización bibliométrica es una herramienta clave para orientar la planificación estratégica de la investigación en quinua, promoviendo la diversificación temática, el fortalecimiento de estudios en regiones menos exploradas y la integración interdisciplinaria para consolidar la cadena de valor y la resiliencia socioecológica del cultivo. Estos hallazgos no solo aportan a la generación de conocimiento científico, sino que también constituyen insumos fundamentales para el diseño de políticas públicas orientadas al desarrollo agrícola sostenible y a la seguridad alimentaria, así como para la actualización de programas de formación académica que respondan a las demandas emergentes del sector agroalimentario.

Palabras clave: bibliometría, investigación agronómica, sistematización, saber local, valor agregado

La contribución de PROINPA en el desarrollo de variedades de amaranto *Amaranthus caudatus*

Cresencio Calle, Walter Fuentes
Fundación para la Investigación y Promoción de Productos Andinos (PROINPA)
c.calle@proinpa.org

El amaranto *Amaranthus caudatus* L., es una especie que es propia de los valles andinos de Bolivia y Perú, habiéndose extendido hasta el norte de Chile y Argentina, así como parte del Ecuador. De acuerdo a varios estudios la especie cultivada se originó a partir de la domesticación *Amaranthus quitensis*. El amaranto, denominado también en lengua nativa “Millmi” o “Cuimi” en diferentes regiones de Bolivia. Las otras especies que producen grano aprovechable son *Amaranthus cruentus* L. y *Amaranthus hypochondricus* L. originarias de Centro América. Por razones económicas, sociales e incluso políticas se ha ido reduciendo el uso y la agrobiodiversidad. En este contexto se hace importante revalorizar y conservar de manera sostenible la agrobiodiversidad del amaranto. En Bolivia, Perú y Ecuador, esta especie fue catalogada como una especie olvidada y/o subutilizada; pero últimamente ha crecido la tendencia a revalorizar su uso y por ende a promover su cultivo, esto ha llevado a constituirse en un cultivo alternativo de importancia para el país, desde el punto de vista nutricional, social y económico. A partir del 2000 la Fundación PROINPA, enfocada en el uso sostenible de la agrobiodiversidad ha iniciado un trabajo de mejoramiento y desarrollo de variedades de amaranto. Este trabajo fue posible gracias al apoyo de diferentes organismos como el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), ECOBONA y el Programa de Innovación Continua (PIC) de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), además de ICCO (organización Inter-Eclesiástica de Cooperación para el Desarrollo, Holanda). Producto de este trabajo sostenido se han desarrollado las primeras 5 variedades de amaranto de las 7 registradas en el país a partir de genotipos locales, con características diversas, como la precocidad, resistencia a plagas y enfermedades, buen rendimiento, entre otras. Las variedades desarrolladas y registradas por PROINPA son: Pucará y Tomina (2015); Barbechos, Cotahuasi y Guindo Criollo (2016). El proceso de obtención de las variedades fue realizado mediante los procesos de selección por adaptación, los mismos que tomaron entre 4 y 6 ciclos agrícolas que pasaron por la evaluación participativa de ecotipos y ensayos de rendimiento en varias localidades en las zonas productoras de amaranto del departamento de Chuquisaca. El ciclo de las variedades desarrolladas varía desde los 90 días (Pucará) a 150 días (Guindo Criollo). El color de la panoja puede variar de verde amarillento (Pucará) hasta guindo (Guindo Criollo) pasando por rosada (Tomina). Respecto al color del grano se tienen blanco (Tomina), amarillo claro (Pucara, Barbechos, Guindo Criollo) y blanquecino (Cotahuasi). Los rendimientos de estas variedades varían desde 1 a 1,5 toneladas por hectárea. Estas variedades se utilizan principalmente para reventado (pop), hojuelas o harina para elaboración de galletas y otros transformados. Respecto a las variedades más sembradas por los productores, sobresalen Oscar Blanco con un 35%, seguida de la variedad Cotahuasi con un 32%, y Finalmente, la variedad Pucará con un 23% seguido de las otras variedades con un 10%.

Palabras clave: *Amaranthus caudatus*, variedades, fitomejoramiento

Caracterización molecular de la diversidad genética de accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas del INIAF

Silene Veramendi¹, Carla Escobar², Lizeth Hinojosa², Ruth Guzman²

¹ Laboratorio de Biología Molecular, INIAF, Cochabamba, Bolivia

² Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas, Toralapa-Cochabamba, Bolivia

silene.veramendi20@gmail.com

El Banco Nacional de Germoplasma Boliviano, resguardado por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), constituye un recurso estratégico, cuya utilidad depende de la información de caracterización disponible. Esta información es fundamental para un uso eficiente en mejoramiento del cultivo, obtención de nuevas variedades resistentes a plagas y enfermedades, en este caso con tarwi (*L. mutabilis* Sweet). La creciente demanda de alimentos con alto valor nutritivo para hacer frente a la desnutrición impulsa a la búsqueda de especies de importancia para la seguridad alimentaria. Por lo tanto, es importante caracterizar la diversidad genética de tarwi, no solo por su variabilidad en la arquitectura de la planta, adaptación de suelos, temperatura y altura, sino principalmente porque se perfila como una de las leguminosas con mayor contenido de proteínas 47,92 % /100 gr base seca. Además, esta leguminosa incrementa la fijación biológica de nitrógeno FBN y absorción de Nitrógeno de suelo ANS. Los marcadores Microsatélites, también conocidos como SSRs (Simple Sequence Repeats) o STRs, repeticiones cortas en tándem; consisten en unidades repetidas aleatoriamente de 2 a 6 pares de bases, por ejemplo: TG o AAT. El análisis con microsatélites involucra la detección de fragmentos específicos de ADN y nos da la medida de los alelos (en pares de bases, pb) en cada una de las regiones. El presente trabajo tiene por objetivo caracterizar a nivel molecular mediante microsatélites o SSRs, accesiones de tarwi (*L. Mutabilis* Sweet) del Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas del INIAF, con miras a su uso en programas de mejoramiento genético, de esta manera lograr la caracterización molecular de una de nuestras especies nativas para la cual no se cuenta aún con marcadores diseñados para tarwi. Se colectaron folíolos sanos de cada accesión en campo. El ADN genómico fue extraído mediante el protocolo de CTAB 3X (hexadecil bromuro de trimetil amonio, y se cuantificó por electroforesis en geles de agarosa al 1%. Se realizó la amplificación por PCR con los microsatélites en condiciones de: 94°C por 4 min; 35 ciclos con desnaturalización inicial 94°C por 1 min, T de hibridación (seleccionada para cada cebador) por 30 seg, y elongación 72°C por 45 seg. Los datos se analizaron mediante NTSys.pc V. 2.10. De un total de siete marcadores SSR, tres mostraron amplificación polimórfica en ADN de Tarwi, con las que se realizó la evaluación de la diversidad genética. Los resultados mostraron que estos microsatélites presentan un alto nivel de polimorfismo, con valores de PIC (índice de contenido polimórfico) que van de 0.54 a 0.65, es decir altamente polimórficos. Se generaron un total de 10 alelos, con un tamaño en pb que va de 150 pb a 380 pb. Con los datos generados, se construyó una matriz binaria de datos mediante el coeficiente de similitud de Jaccard y mediante el método de ligamiento promedio UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean). El análisis de conglomerados muestra una estructura genética al interior de la población, donde se observa la formación de un primer conglomerado que se compone de 22 observaciones y denota una mayor similitud por el nivel de corte del dendrograma encontrándose de 2 a 4 accesiones posiblemente duplicadas distribuidas en 5 ramas del dendrograma y un segundo conglomerado con 8 observaciones mostrando menor similitud con un par de accesiones duplicadas.

Palabras Clave: Marcadores Microsatélites, *L. Mutabilis* Sweet, Diversidad genética.

Segregación espontánea y heteromorfismo de grano en planta individual de quinua (*Chenopodium quinoa*) y ajara (*Chenopodium sp.*)

Alejandro Bonifacio^{1,2}, Silvia Condori² y Mariel Bonifacio²

¹ Fundación PROINPA, ² Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia
a.bonifacio@proinpa.org,

El saber local y técnico indica que las plantas de etnovariedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) presentan granos de color blanco, negro, rojo, rosado, amarillo y anaranjado en distintos tonos, mientras que las plantas de poblaciones de ajara (*Chenopodium sp.*) producen granos de color negro. Sin embargo, esta característica no es estable en la quinua, ya que segrega espontáneamente grano de color negro o marrón. En cambio, la ajara se considera genéticamente estable, ya que siempre produce grano de color negro. En la producción de semilla de quinua, la segregación hacia un color de planta o grano distinto al de la variedad en producción es un factor de observación o rechazo, ya que se consideran plantas atípicas. Por ello, se investigó la segregación espontánea en variedades de quinua y poblaciones de ajara, así como su relación con la germinación. Se evaluaron etnovariedades comerciales y variedades mejoradas por la frecuencia de segregación de plantas atípicas, haciendo hincapié en el color del grano tanto a nivel poblacional como individual. Pandela, Toledo, Pisanqalla, Sayaña y Jacha grano segregan plantas atípicas en un 5, 3, 4, 2 y 1 %, respectivamente, las cuales produjeron predominantemente granos de color negro o marrón. En las plantas individuales de ajara, se han observado por primera vez granos heteromórficos de color negro, marrón y blanco-crema. Estos morfotipos, sometidos a una prueba de germinación, mostraron diferencias estadísticamente significativas en el poder germinativo, con clara evidencia de dormancia los de color negro y sin dormancia en los de color blanco-crema (en la misma planta). Los resultados conducen a plantear al menos tres hipótesis: a) inestabilidad genética inducida por el estrés abiótico, b) cruzamiento espontáneo con la ajara y c) reacción epigenética e involución hacia formas silvestres. En el saber local, es común la creencia de que la ajara nace de la quinua de forma espontánea. En conclusión, la quinua presenta segregación espontánea, aparentemente inducida por el estrés ambiental (sequía, heladas, granizo) o por cruzamiento natural con la ajara. El grano negro o marrón segregado por la quinua, así como el morfotipo negro producido junto con grano blanco en la misma planta, presentan dormancia con diferencias significativas en el poder germinativo. La segregación y heteromorfismo de la planta de quinua permiten plantear trabajo de pre-mejoramiento a la hora de elegir parentales no segregantes en planes de hibridación con quinua.

Palabras clave: Germinación, dormancia, segregación

Análisis del rendimiento y sus componentes de 10 líneas promisorias de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Gonzalo Quispe Choque¹, Nancy Huanca Alanoca², Miriam Quispe Gomez¹

¹ Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA), La Paz, Bolivia,

^{1,2} Productores de Camélidos y Quinua (PROCAMQUI), La Paz, Bolivia

gonzalo24052011@hotmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), grano andino de alto valor nutricional, es una especie alotetraploide ($2n = 4x = 36$) que presenta herencia disómica predominante de sus rasgos cualitativos. Sus semillas, de tamaño reducido, poseen un balance óptimo de carbohidratos, lípidos y proteínas, superando significativamente en contenido proteico a los cereales tradicionales. El mejoramiento de líneas adaptadas a condiciones locales resulta crucial para incrementar su productividad y estabilidad, garantizando así una fuente sostenible de alimento de alta calidad para las poblaciones del Altiplano norte. El objetivo de este estudio fue evaluar caracteres morfoagronómicos y componentes de rendimiento en 10 líneas promisorias de quinua seleccionadas por caracteres de interés. El ensayo se realizó en la Estación Experimental Kallutaca de la Universidad Pública de El Alto (municipio de Laja, La Paz), bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones, en condiciones de campo durante la campaña agrícola 2020-2021, presentando temperaturas extremas en invierno agosto-diciembre (-12°C y <25 mm) con un verano lluvioso 110.7 mm con mínimas temperatura de -4°C . Las variables analizadas incluyeron: días a emergencia, días a floración inicial, días a 50% de floración, días a grano lechoso, días a grano pastoso, altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, espesor de grano, diámetro de grano, peso de 100 granos y rendimiento por planta. Se aplicaron análisis de estadística descriptiva, ANOVA, correlaciones simples, análisis de correspondencias múltiples, coeficientes de sendero, componentes principales (ACP), REML/BLUP para estimar los efectos genotípicos y el índice MGIDI (Multi-trait Genotype-Ideotype Distance Index) con una intensidad de selección del 30%. Se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre líneas para los caracteres agronómicos y de rendimiento, el análisis de componentes principales explicó el 84.8% de la variabilidad de los tres componentes, destacando asociaciones favorables entre longitud de panoja, diámetro de panoja, diámetro de grano, así como entre el rendimiento de grano y el peso de 100 granos. Mediante análisis de sendero, el espesor de grano (GES; efecto directo = 0,33) y el diámetro de tallo (TDM; efecto directo = 0,38) se identificaron como determinantes directos del rendimiento, con otros caracteres operando mediante efectos indirectos. El índice MGIDI identificó como superiores a los genotipos 15926, 1558 y 15936, mientras que el índice FAI-BLUP coincidió parcialmente seleccionando 15926, 1558 y 15870. Estos resultados evidencian la utilidad de índices multivariados para optimizar la selección en programas de mejoramiento.

Palabras claves: índice MGIDI, REML/BLUP, selección multivariada,

Desarrollo de Líneas de amaranto, como cultivo alternativo para la zona de valles y llanos cruceños del Departamento de Santa Cruz

Marín Condori, Rosa Lenny Cuadros, José Santos Ajoruro
Comercializadora ALTEI S.A., Santa Cruz, Bolivia
marincondori7@gmail.com

El principal productor del amaranto es el departamento de Chuquisaca, que aporta aproximadamente el 70 % de la producción nacional. Otros departamentos destacados son La Paz (20 %), seguido por Cochabamba, Tarija y Santa Cruz, aunque con volúmenes significativamente menores. Tradicionalmente, más del 80 % de la producción se ha destinado a la exportación, sobre todo a Europa, mientras que solo un 20 % se ha aprovechado en el mercado interno boliviano. El amaranto es un superalimento con un gran valor nutricional, ya que contiene entre un 15 % y 18 % de proteínas, es rico en aminoácidos esenciales como la lisina y en minerales como calcio, el hierro y el fósforo, y también contiene vitaminas A y C, fibra, grasas saludables, y escualeno. Además, es libre de gluten y se considera ideal para combatir la desnutrición infantil y fortalecer la seguridad alimentaria. El amaranto tolera bien a la sequía, por lo que es una excelente alternativa para hacer frente a los efectos del cambio climático. Sin embargo, el mercado interno es débil, ya que el consumo local apenas alcanza el 5 % de la producción. El amaranto es una especie con amplia capacidad de adaptación a diferentes zonas agroecológicas y buen potencial de rendimiento. El objetivo de este trabajo de investigación fue: a) Seleccionar genotipos adaptables a las condiciones de los llanos orientales y los valles cruceños del departamento de Santa Cruz, b) Identificar materiales con buena adaptabilidad y estabilidad de comportamiento y c) Seleccionar genotipos con los principales atributos agronómicos (ciclo precoz, altura de planta baja, mayor longitud y diámetro de panoja) y genotipos con elevado techo genético de producción. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar (DBA) con tres repeticiones en tres campañas agrícolas: dos campañas durante el verano en los valles cruceños (Vallegrande, Mairana y Quirusillas) y una en la campaña en invierno en la zona de los llanos orientales (Montero Hoyos y Cuatro cañadas). Cada unidad experimental constó de cuatro surcos de 5 m de longitud, separados entre sí por 0.5 metros, lo que dio una unidad experimental de 10 m². Todas las características agronómicas evaluadas se sometieron al análisis de varianza con un nivel probabilidad de 5 % mediante la prueba F. Los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas se sometieron a la prueba de comparación de medias (DMS), con un nivel de probabilidad del 5 %, en la que el genotipo 4004 presentó 130 días hasta la madurez fisiológica en los valles cruceños y 90 días en los llanos orientales con un rendimiento de 1500kg/ha. Le siguieron los genotipos 4154 y 4086 que también presentaron una buena adaptación agronómica. En conclusión, el genotipo 4004 reúne todas las características agronómicas deseables y reacción a las principales enfermedades de importancia económica, por lo tanto, es el genotipo que considerar como una futura variedad.

Palabras claves: Amaranto, mejoramiento genético, genotipo, estabilidad, adaptabilidad

Evaluación de dos especies de Lupinos en diferentes ambientes de las zonas de valles y altoandinas de Bolivia

Juan E. Vallejos, A. Gandarillas
Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia
j.vallejos@proinpa.org

En Bolivia, en seis municipios fueron evaluadas dos especies de lupinos durante la campaña agrícola 2015-2016. El objetivo fue evaluar el rendimiento de las variedades Blu-15 (*Lupinus albus*) y Lila (*Lupinus angustifolius*) en diferentes zonas de Bolivia. Para la evaluación de las variedades se implementaron 16 parcelas comerciales de la variedad Lila (*L. angustifolius*) y 8 parcelas de Blu-17 (*L. albus*) en ocho municipios de Cochabamba y Santa Cruz. La superficie de las parcelas comerciales varió de 2000 a 7000 m². Para la determinación de rendimiento se cosecharon muestras de un metro cuadrado en cada parcela comercial y en cada especie. Dependiendo de la superficie de la parcela, las muestras variaron desde cuatro a 20 muestras. Se analizó la interacción genotipo × ambiente considerando la variable rendimiento (kg/ha). El análisis de varianza y la comparación de medias se realizaron bajo un diseño de bloques completamente al azar con submuestreo, donde los bloques representan las localidades. La evaluación muestra que, en todas las localidades, la especie *Albus* fue superior en rendimiento que *angustifolius*. El mayor rendimiento se obtuvo en Colomi para las dos especies, sin embargo, *angustifolius* tuvo su mejor rendimiento bajo las condiciones de esta comunidad. La diferencia de rendimiento entre estas dos especies se debe a la precocidad de *angustifolius*, que favoreció al escape de la helada. De acuerdo con el análisis genotipo × ambiente, *angustifolius* muestra un comportamiento estable en todas las localidades evaluadas, a pesar de la poca diferencia de rendimiento entre las dos especies; sin embargo, la estabilidad no fue consistente debido a la variación en los datos. Por otro lado, *albus* tiene rendimientos superiores en ambientes favorables, contrariamente en ambientes desfavorables, la especie tiene rendimientos inferiores a la de *angustifolius*.

Palabras claves: *Lupinus sp.*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus*

Selección de genotipos promisorios de cruzas interespecíficas del género *Chenopodium* en condiciones de La Molina

Claudia Fiorella Ortega Morales y Luz Gómez Pando

Programa de Cereales y Granos Nativos, Facultad de Agronomía - Universidad Agraria La Molina,
Lima Perú.

luzgomez@lamolina.edu.pe

En el Perú se incrementa notablemente el área de cultivo de quinua desde la década del 2000 y se introduce la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en zonas de costa y yunga, con un incremento significativo del rendimiento, sin embargo, al mismo tiempo se identifican factores limitantes como su alta susceptibilidad a la enfermedad de mildiú (*Peronospora variabilis*) y su baja tolerancia a temperaturas superiores a los 25 °C durante la floración a grano pastoso suave, entre otros. Considerando que la quinua evoluciona en ambientes de climas fríos a templados se introduce material proveniente de cruzas interespecíficas desarrolladas por la Brigham Young University como parte de las actividades del convenio INIA/UNALM/BYU. El objetivo principal de esta investigación fue identificar material genético tolerante al calor y al mildiú con caracteres agronómicos y de calidad. **Materiales y métodos.** Material Genético: 147 líneas seleccionadas de cruzas de *Chenopodium quinoa* (Real 1, Línea 0654, Línea NL-6, Línea 11-54 y Co407) × *Chenopodium sp* (BYU 937- Accesoión de *Ch. berlandieri* var. *boscianum* colectada en Galveston Bay, Texas; BYU 1301 - Accesoión de *Ch. berlandieri* var. *boscianum*; BYU 1314 - Accesoión de *Ch. berlandieri* var. *Zschackei*; BYU 1101 (accesoión de *Ch. hircinum* colectada en Argentina). Se caracterizó morfológicamente empleando los descriptores de Bioversity International. El mildiú se evaluó utilizando la escala de Danielsén & Ames (2000). Se determinaron caracteres agronómicos y de calidad siguiendo los protocolos establecidos. Se llevó a cabo un análisis multivariado con los datos caracterizados, determinando los parámetros de estadística descriptiva, análisis de componentes principales (PCA), análisis de clúster y la distancia euclidiana. **Resultados.** La caracterización morfológica reveló amplia variabilidad en caracteres cualitativos morfológicos, identificando diversos colores de panoja, tallo, estrías, axilas del tallo, hojas y grano. Se observó variación significativa para caracteres como: floración (55 a 86 días), maduración (105 a 130 días), altura de planta (87 a 202 cm), rendimiento por planta (1.9 a 84.8 g) y severidad para la enfermedad de mildiú causada por *Peronospora variabilis* (0 a 80%). De igual modo se observó variación para el peso de mil granos (2.04 a 6.82 g), contenido de proteína de grano (10.3 a 17.9%) y contenido de saponina de los granos (0 - 2.73). En conclusión, se identificaron genotipos valiosos precoces, con menor altura de planta, con mejor resistencia al mildiú, mejor peso de mil granos, un menor contenido de saponina, mejor contenido de proteínas y rendimiento por planta. **Palabras clave:** genotipos promisorios, altura de planta, mildiú

Evaluación del comportamiento agronómico de una variedad seleccionada de ciclo semi corto frente a la variedad Chucapaca, como estrategia de mitigación de riesgos climáticos en el municipio de Patacamaya

Juan S. Oyardo Lopez¹, Carmenio Mamani Flores¹, Braulia Condori Mamani¹, Emma Nina Huanaco¹, Miguel A. Barrantes Costas²

¹ Estación Experimental de Patacamaya UMSA, ² Fundación para la Producción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)
oyardolopez@hotmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino de alto valor nutricional, relevante por su adaptabilidad a condiciones agroclimáticas diversas. Las variedades de ciclo semi-corto presentan ventajas en zonas con estaciones limitadas, ya que permiten una producción más eficiente y menos expuesta a riesgos climáticos. Sin embargo, es necesario conocer sus diferencias en madurez, rendimiento y calidad del grano respecto a la variedad Chucapaca, para su recomendación agronómica. Seleccionar variedades con madurez temprana reduce el riesgo de pérdidas por factores climáticos adversos y facilita el escalonamiento de cosechas, es esencial para acceder a mercados competitivos, tanto nacionales como internacionales. En la Estación Experimental de Patacamaya de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), se realizó la investigación comparativa de dos variedades: uno de ciclo semi-corto (quinua seleccionada y multiplicada por 3 años) y otra de ciclo normal con la variedad de Chucapaca. El estudio fue llevado a cabo bajo un diseño experimental, estudiando un solo factor (variedad), donde se evaluó la madurez, rendimiento y calidad de grano, además de características fenológicas (días a la emergencia, días al panojamiento, días a floración y madurez), productivas (rendimiento, calidad de grano). El análisis estadístico incluyó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de medias de Duncan, con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Los resultados muestran diferencias estadísticas entre tratamientos para algunas de las variables evaluadas, mientras que en otras no se detectaron diferencias significativas. Las variables estadísticamente diferentes fueron: En cuanto al rendimiento, la quinua de ciclo semi corto presentó un incremento del 21,19 % respecto a la variedad local. El tiempo de emergencia fue de 4 días para la variedad semi-corta y de 5 días para la variedad local. El primer panojamiento se registró a los 30 días y el segundo a los 60 días después de la siembra. El inicio de floración ocurrió a los 45 días en la variedad semi-corta y a los 80 días en la local. La madurez fisiológica se alcanzó a los 120 días en la variedad semi-corta y a los 153 días en la local. En cuanto a altura de planta, se observó un promedio de 97,21 cm en la variedad semi-corta y de 111,51 cm en la variedad local, sin diferencias estadísticas significativas para esta variable ($p > 0.05$). Se tomó un análisis más descriptivo para el diámetro de grano quien presentó variación entre categorías grande (2,0–2,2 mm) y mediana (1,8–2,0 mm), con una proporción de granos grandes del 83,96 % en la variedad semi-corta y del 93,42 % en la local. En conclusión, la quinua de ciclo semi corto proveniente de la selección de quinua precoz local expresaron mayor rendimiento, ciclo fenológico más corto, calidad de grano aceptable, lo que en un futuro pueden ser liberadas como nueva variedad de grano amargo o dulce.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa* Willd., quinua precoz, adaptabilidad, rendimiento, calidad

Acondicionamiento de la semilla de qañawa y quinua para acelerar la germinación y emergencia de la semilla en un contexto de sequía

Silvia Condori¹, Alejandro Bonifacio^{1, 2}, Miriam Alcón¹, Cristian Condori¹ y Eliseo Mamani¹

¹ Fundación PROINPA, ² Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA),

La Paz, Bolivia

silvia.apanqui@gmail.com

La semilla es un componente tecnológico en la producción de cultivos, donde la germinación es la primera función fisiológica de la semilla para generar una nueva planta. Este proceso ocurre en el suelo o cama de siembra. La humedad del suelo es uno de los factores que determina el éxito de la germinación y establecimiento del cultivo. En el altiplano, la producción de qañawa y quinua tiene lugar en un sistema a secano, donde la etapa de germinación tiene limitaciones para establecer el cultivo. Ante situaciones similares, se ha desarrollado el acondicionamiento de semilla que es parte de la tecnología de mejora para contribuir al éxito de la germinación. El acondicionamiento de la semilla incluye la ruptura de la dormancia, la aplicación de sustancias nutritivas, protectoras o potenciadores del crecimiento mediante el recubrimiento o peletizado de la semilla. Con tales antecedentes, se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar el acondicionamiento de semilla de qañawa en una variedad (Illimani) y cuatro cultivares locales (Qañawiri, Iñacamaya, Condornaira y Saiwa-1), y en quinua tres variedades (Jacha Grano, Kurmi y Chucapaca) y una línea (Púrpura). En qañawa, los tratamientos fueron: grano con perigonio, sin perigonio y lavado; en quinua: semilla entera, lavado y peletizado con bioinsumo (Tricobal). Para fines comparativos, el control fue el grano con perigonio en qañawa y la semilla entera (sin acondicionar) en quinua. La evaluación de la germinación se realizó bajo un experimento factorial, independiente para cada especie. En qañawa, el factor A correspondió a la variedad o cultivares locales y el factor B al tipo de acondicionamiento; en quinua, el factor A fue las variedades o línea y el factor B el tratamiento de acondicionamiento. La emergencia de las semillas acondicionadas se evaluó en ambientes de invernadero, en el Centro de Innovación Agrícola Alejandro Bonifacio (CIAAB) de la Fundación PROINPA, registrando los días desde la siembra hasta la emergencia. Los resultados en qañawa muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, alcanzando los valores más altos de germinación en el grano lavado y sin perigonio (53% y 59 % respectivamente, a las 10 y 14 horas de prueba). Además, el tiempo de letargo fue menor en la semilla sin perigonio. En quinua, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ni entre materiales genéticos. En ambas especies, el tiempo de emergencia fue menor en semillas acondicionadas respecto a las semillas sin acondicionar, aunque este efecto fue más notable en qañawa. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan. En conclusión, el acondicionamiento de semilla de qañawa acorta el tiempo de letargo y aumenta el poder germinativo, mientras que en la quinua no se encontró diferencias significativas. La emergencia de plántula ha registrado menor tiempo desde la siembra para la semilla acondicionada especialmente en qañawa. La técnica de acondicionamiento de semilla junto al encapsulado con bioinsumos y a futuro con nanopartículas (zinc, nanoarcillas) puede ser una innovación interesante para mejorar la germinación y emergencia en semillas de qañawa y quinua.

Palabras clave: variedades, cultivares locales, qañawa, quinua

Variabilidad fenotípica de diez accesiones de quinua silvestre (*Chenopodium sp.*) en la Estación Experimental de Kallutaca

Juan Fernández¹, Felix Marza¹ y Nancy Huanca¹

¹ Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal-INIAF, MDRyT, La Paz, Bolivia
fernandezvillcajv10@gmail.com

El objetivo de este trabajo fue evaluar la variabilidad fenotípica de diez accesiones de quinua silvestre procedentes del banco de germoplasma de quinua del INIAF, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Las variables cuantitativas y cualitativas fueron analizadas mediante métodos estadísticos univariados y multivariados. Se observó una alta variabilidad en el rendimiento del grano, el diámetro de panoja, la longitud de panoja, el número de dentaduras en las hojas, el número de ramas primarias, los días hasta la emergencia, el peso de 100 granos, el ancho máximo de las hojas y altura de la planta. Se identificó una correlación significativa entre las variables fenológicas, los días a la emergencia, los días al grano lechoso, días al grano pastoso y días a la madurez fisiológica. A través del análisis de componentes principales, se lograron identificar cuatro grupos de variables que, descompuestos en dos componentes, alcanzan a explicar el 75% de la variabilidad del estudio, entre las que destacan las correspondientes a componentes de rendimiento de las variables de adaptabilidad. El análisis de agrupamiento jerárquico permitió identificar cuatro grupos de accesiones, el primero conformado por las accesiones BOL 01, BOL 09, BOL 07, BOL10 y BOL02, con un promedio plantas de altura media, hojas de tamaño medio y presencia de ramas hasta el segundo tercio de la planta. Panojas grandes, glomerulares y compactas; granos oscuros, medianos y pesados; tolerancia alta a las heladas y baja severidad de mildiu; panojas de 4 colores a la madurez fisiológica (gris, marrón, púrpura y rojo-verde), y madurez fisiológica alcanzada en 174 días. Las accesiones BOL04, BOL 05 y BOL 08 son plantas altas con tallos gruesos y hojas grandes. Sus panojas son medianas, con granos lenticulares, grandes y pesados. Los perigonios son de color crema, café oscuro y café rojizo, y la episperma de color café, negro y café oscuro. Tienen tolerancia a las altas heladas y baja severidad de mildiu. Sus panojas tienen 3 colores en la madurez fisiológica (verde, rosado y púrpura) y alcanzan la madurez fisiológica a los 172 días. El tercero, BOL 03, tiene un hábito de crecimiento ramificado, con panoja principal no definida, alcanza la madurez fisiológica en 177 días. El rendimiento del grano es bajo (13 g por planta). Cuarto: BOL06, con altos rendimientos de grano por planta (68 g por planta), granos medianos y pesados, plantas de media altura, hojas medianas, panojas amarantiformes medianas, granos cónicos medianos, perigonios y episperma de color negro, tolerancia alta a las heladas y baja severidad de mildiu. En conclusión, se evidenció una amplia variabilidad fenotípica entre accesiones evaluados, lo que representa un recurso valioso para programas de mejoramiento genético y adaptación de la quinua silvestre a condiciones agroclimáticas diversas.

Palabras claves: *Chenopodium sp.*, quinua silvestre, variabilidad fenotípica

Detección molecular de *Peronospora variabilis* para la evaluación de pretratamientos de semillas de quinua

Micaela Reyna Claire Mollo¹, María Fernanda Cáceres Cruz¹, Keveen Fernando Vásquez Vargas¹,
Patricia Andrea Mollinedo Portugal²

¹Carrera de Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Puras y Naturales (FCPN), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), ²Instituto de Ciencias Químicas, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)
mclaurem@fcpn.edu.bo

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un cultivo de gran relevancia nutricional y socioeconómica en Bolivia, pero su producción se ve seriamente afectada por el Mildiu, causado por *Peronospora variabilis*. Este patógeno puede transmitirse a través de las semillas, lo que resalta la necesidad de implementar métodos de detección temprana y estrategias de desinfección eficaces. En este estudio se estandarizó un método de detección molecular basado en PCR, validado con semillas libres de patógeno, para la identificación de *P. variabilis* en semillas de quinua. Se aplicó un protocolo modificado de extracción de oosporas, seguido de amplificación con marcadores de tubulina (200 pb), confirmando la presencia del patógeno mediante visualización en gel de agarosa. Con el método validado se evaluaron pretratamientos convencionales de descascarado (C) y descascarado con lavado (CL), aplicados a semillas provenientes de un invernadero (UMSA) y de asociaciones productoras de Toledo y Bolívar. Los resultados mostraron que, si bien los pretratamientos redujeron parcialmente la carga del patógeno, no lograron eliminarlo completamente. Se detectó alta presencia de *P. variabilis* en semillas de invernadero y Toledo, mientras que las de Bolívar resultaron libres de infección. Estos hallazgos confirman la eficacia del protocolo como herramienta de vigilancia sanitaria y evidencian la necesidad de optimizar los métodos de desinfección de semillas antes de su siembra o comercialización, a fin de proteger la producción de quinua y garantizar la seguridad alimentaria en comunidades productoras.

Palabras clave: mildiu, desinfección, semillas de quinua

Caracterización y evaluación agronómica de dieciséis accesiones de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) del banco de germoplasma de Kallutaca

Mónica Flores Quino¹, Gonzalo Quispe Choque², Félix Marza²

¹ Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), Bolivia

² Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA), Bolivia

mfloresquinogmail.com

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un pseudocereal andino subutilizado, de alto valor nutricional y notable tolerancia a heladas, sequías y suelos de baja fertilidad, cualidades que la convierten en un cultivado estratégico frente al cambio climático. El estudio evaluó dieciséis accesiones del banco de germoplasma de la carrera de Ingeniería agronómica-UPEA, con el objetivo de identificar genotipos con alto potencial de rendimiento en condiciones del altiplano norte. El ensayo se desarrolló bajo un diseño de bloques completo al azar con tres repeticiones, se registraron diecisiete variables fenológicas y morfológicas: días a emergencia (DE), días a la madurez fisiológica (DMF), días a la ramificación (DR), días a la floración (DF), días estado de grano lechoso (DEGL), altura de planta (AP), Numero de ramas primarias (NRP), diámetro de tallo central (DTC), cobertura vegetal (CV), Longitud máxima de lámina foliar (LMLF) y ancho máximo de la lámina foliar (AMLF). Las variables de productividad se evaluaron después de la cosecha y el beneficiado: Índice de cosecha (IC), rendimiento de planta (RDTP), rendimiento (RDTO), peso de mil granos (PM), diámetro del grano (DG) y espesor del grano (EG). Para analizar los datos se emplearon estadística descriptiva y análisis de componentes principales (ACP). Se explicó más del 70% de la varianza total y permitió identificar combinaciones de caracteres clave asociados a productividad y fenología. Los resultados mostraron rangos significativos en días a madurez fisiológica (105–115 días), altura de planta (23,5–58,8 cm) y rendimiento (291,1–1.016,2 kg/ha), evidenciando amplia diversidad genética. El ACP permitió agrupar variables claves asociadas a la productividad y fenología, facilitando así la selección de cuatro accesiones (BNGA-222, ILLPA-INIA, BNGA-616 y BNGA-CUPI) que superaron el promedio poblacional en rendimiento, combinando precocidad y arquitectura de planta favorable. Estos resultados consolidan la base genética de diversificación del cultivo de cañahua en zonas altoandinas y fortalecer la seguridad alimentaria en regiones de alta vulnerabilidad climática.

Palabras claves: diversidad, mejoramiento productivo, germoplasma

Evaluación de la viabilidad de semilla de quinua en almacén y en siembra en suelo seco

Miriam Alcón; Alejandro Bonifacio
Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia
m.alcon@proinpa.org

El proceso de deshidratación durante la maduración del grano implica la pérdida de agua vacuolar, que es fundamental para mantener la viabilidad y el potencial de almacenamiento de la semilla. La semilla de quinua se clasifica como “ortodoxa” y pueden almacenarse durante largos períodos bajo condiciones adecuadas. En la práctica, la semilla de quinua se conserva en almacenes o depósitos donde se asume que reduce su poder germinativo según el régimen de temperatura y humedad del almacén. Por otra parte, los productores almacenan la semilla sin quitar completamente el perigonio. Otra forma de pérdida de viabilidad de la semilla ocurre cuando se siembra en suelo seco con la esperanza de que en algunos días ocurra la lluvia, germine y desarrolle la planta. Sin embargo, no se conoce la reducción de la viabilidad de semilla en condiciones de almacenamiento y siembra en suelo seco. Por lo que se investigó el poder germinativo de tres variedades de quinua (Jacha Grano, Kurmi y Blanquita) almacenados durante 2 y 3 años en almacén empleando grano cubierto por el perigonio y sin perigonio, por otra parte, se ha simulado la siembra en suelo de semilla con y sin perigonio manteniendo la semilla dispuesta en suelo seco por 10 días. La germinación de las semillas fue evaluada bajo un diseño factorial con 3 repeticiones con lecturas periódicas de 4 horas abarcando desde 8 horas hasta 68 horas. El análisis de varianza mostró diferencias significativas en la primera lectura, luego no son significativas. En algunos casos la semilla de 2 y 3 años superó en el poder germinativo a la semilla fresca de 2025, lo cual se explica por la lluvia prolongada hasta la época de madurez de la quinua. Por otra parte, la simulación de siembra en seco ha mostrado reducción en el poder germinativo, lo que conduciría a aumentar la densidad de siembra en caso de siembra en seco. En conclusión, la semilla de quinua almacenada por 2 a 3 años reduce ligeramente la viabilidad, pero al cabo de 14 años en ambientes de almacén, la viabilidad se reduce a 5 %. La semilla cubierta con y sin perigonio no muestra diferencias significativas en la germinación.

Palabras clave: Almacenamiento de semilla, germinación y siembra en seco.

Evaluación morfológica y agronómica de accesiones de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

Luis Plata Huanca, Ruth Huanca Sosa
Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA), La Paz, Bolivia
luisdanielplatahuanca@gmail.com

La cañahua es un cultivo andino originario del altiplano boliviano, que se desarrolla entre 3.800 y 4.000 m s.n.m., destacando por su resistencia a sequía, heladas y suelos salinos, así como por su alto valor nutricional. Ante los efectos del cambio climático, como pérdida de tierras agrícolas, plagas, degradación de suelos y eventos climáticos extremos, la cañahua representa una alternativa para la seguridad alimentaria. Se evaluaron 13 accesiones del Banco de Germoplasma de la UPEA en Kallutaca (La Paz) durante el ciclo agrícola 2023–2024. La siembra fue en noviembre de 2023 y la cosecha en mayo de 2024. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; cada parcela tuvo tres surcos de 5 m y distancias de 0,5 m entre hileras y 0,3 m entre plantas. El cultivo se manejó en secano, sin fertilización, aplicándose deshierbes manuales. Se midieron variables morfológicas y agronómicas como altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas, cobertura vegetativa, dimensiones foliares, longitud de pecíolo y rendimiento de semilla. Se aplicaron análisis estadísticos univariados y multivariados (ANOVA, ACM, ACP y conglomerados). Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre accesiones en la mayoría de las variables. ACC-055, ACC-015 y ACC-016 registraron los mayores rendimientos por planta (24,6 g; 22,25 g y 21,68 g), mientras que ACC-043 y ACC-053 tuvieron los más bajos (~13,8 g). El análisis univariado indicó que la mayoría de las variables presentaron valores de asimetría y curtosis dentro de rangos aceptables, respaldando la normalidad de los datos. En promedio, la altura de planta fue de 37,3 cm, el diámetro de tallo de 0,6 mm, el número de ramas de 7,5, la cobertura vegetativa de 25,6 cm y el rendimiento de 19,3 g. El análisis de correspondencia múltiple (ACM) evidenció asociaciones entre hábito de crecimiento, altura, dehiscencia, forma de hoja, rendimiento y número de ramas. Aunque la mayoría fueron variables cualitativas, las cuantitativas se transformaron en categorías mediante rangos, conformando seis grupos. Las plantas Saihua (erectas, porte alto) alcanzaron 54–60 cm, presentaron dehiscencia regular, hojas ovadas, rendimientos de 21–36 g y tres ramas. Las Lasta (semierectas) midieron 35–46 cm, con dehiscencia persistente, hojas ovadas, rendimientos de 25–30 g y 11–13 ramas. Las Pampalasta (postradas) tuvieron 19–21 cm, dehiscencia ligera, hojas romboidales, rendimientos de 17–24 g y 9–13 ramas. El ANOVA indicó diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) en altura, diámetro de tallo, cobertura, pecíolo y rendimiento; y significativas ($p < 0,05$) en número de ramas y dimensiones foliares. La prueba de Duncan confirmó a ACC-055, ACC-015 y ACC-016 como las de mejor rendimiento, y a ACC-043 y ACC-053 como las más bajas. El ACP explicó el 68 % de la variabilidad total: el primer grupo correlacionó longitud de hoja, rendimiento y diámetro de tallo; el segundo, cobertura y ancho de hoja, con correlación moderada entre grupos e inversa entre número de ramas y longitud de pecíolo. El análisis de conglomerados agrupó las accesiones en dos clústeres: uno mayoritario con características similares y otro con dos accesiones de diferencias marcadas. Estos resultados evidencian un importante potencial para seleccionar genotipos de alto rendimiento y características agronómicas deseables, reforzando la viabilidad de la cañahua como cultivo estratégico frente a condiciones adversas.

Palabras clave: Cañahua, rendimiento, análisis multivariado, caracterización, morfológico

Saponinas de quinua: Una revisión de su potencial para la prevención y el tratamiento de cánceres de mama y de útero

Fazilat Zaboli,
Compañía Agrícola Golden Seed Hoti
hotigoldenseed@gmail.com,

Los cánceres de mama y de endometrio (uterino) se encuentran entre las principales causas de mortalidad por cáncer en mujeres. Las limitaciones de las terapias actuales, incluyendo efectos secundarios graves, farmacorresistencia y altos costos, resaltan la necesidad de descubrir nuevos agentes terapéuticos con menor toxicidad. Las saponinas de quinua (SQ), compuestos bioactivos secundarios presentes en la testa de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), han sido reconocidas cada vez más como candidatas prometedoras para la prevención y el tratamiento adyuvante de estos cánceres. Este artículo de revisión resume y analiza la evidencia científica disponible sobre los efectos anticancerígenos de las SQ y sus mecanismos de acción. Estudios *in vitro* e *in vivo* demuestran que las SQ ejercen efectos antiproliferativos selectivos en células de cáncer de mama y de endometrio mediante la inducción de la apoptosis, la detención del ciclo celular, la inhibición de la angiogénesis y la metástasis, una potente actividad antiinflamatoria y antioxidante, y la modulación de las vías de señalización dependientes de estrógenos. A pesar de los prometedores resultados preclínicos, desafíos importantes como la biodisponibilidad, la determinación de la dosis segura para aplicaciones preventivas a largo plazo y la falta de estudios clínicos en humanos requieren una atención especial. La investigación futura debe centrarse en superar estos desafíos y evaluar el verdadero potencial de la quinua en estrategias clínicas.

Palabras clave: Cáncer de endometrio, Quimioprevención, Terapia oncológica, Compuestos anticancerígenos naturales, Apoptosis, Biodisponibilidad

Microorganismos extremófilos simbiotes de la quinua

Noel Ortuño, José Antonio Castillo y Mayra Claros
Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Bolivia
noelortunocastro@gmail.com

La evolución y adaptación de la quinua en el Altiplano boliviano fue en condiciones extremas, con temperaturas de -3°C a 21°C , humedad ambiental entre 14,6 y 60,7 %, clima semiárido con baja precipitación de 250 mm/año y altitudes entre 2800 a 4000 m.s.n.m., suelos con menos del 1% de materia orgánica, alta salinidad y estructura débil sin agregados, escasa vegetación y fuerte erosión eólica. Estos parámetros indican condiciones extremas para la producción agrícola en estas zonas. Para detectar los simbiotes de la quinua, se aislaron microorganismos del rizoplaneo, rizósfera, endófitos de raíces, hojas, ramas y semillas de las plantas de quinua, de las zonas de Llica, Uyuni y Chacala (Potosí) y de Challapata, Quillacas y Salinas de Garci Mendoza (Oruro). Se aislaron con técnicas convencionales de microbiología, los que posteriormente fueron identificados molecularmente, descubriéndose fundamentalmente bacterias y hongos filamentosos y otras. Estos microorganismos fueron analizados para comprender la relación funcional con la planta, determinando la capacidad de producción de fitohormonas, el reciclado de nutrientes, y la supresión de patógenos del suelo. También se analizó el efecto de los metabolitos que generan los hongos filamentosos simbiotes. Estos microorganismos que brindan sus servicios ecológicos a las plantas de quinua, una vez aislados fueron seleccionados con diferentes propósitos, como el reciclado de nutrientes y promoción del crecimiento de plantas. En general, la quinua alberga gran cantidad de diversas bacterias, de donde se aislaron 1429 bacterias, las cuales fueron seleccionadas con diferentes propósitos, de los géneros *Bacillus subtilis*, *B. liqueniformis*, *B. horikoshii*, *B. atrophaeus*, *B. amiloliquessfaciens*, *B. aryabhattai*, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *Rhizobium* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus thurigiensis*, *B. cereus*, *Azospirillum* sp. *Paenibacillus odorifer*. Se detectaron 235 fijadoras de Nitrógeno, 456 cepas seleccionadas como solubilizadoras de fósforo, siendo las mejores *Paenibacillus polymyxa*, *B. simplex*, *Paenibacillus* sp. y *B. megaterium*. Finalmente, 789 fueron analizados cualitativamente, respecto a su capacidad de producir la fitohormona AIA, siendo una auxina muy importante para el crecimiento de las plantas. Por otro lado, los hongos filamentosos aislados e identificados fueron: *Trichoderma harzianum*, *T. koningiopsis*, *T. aspereloides*, *T. afroharzianum*, *T. pseudoharzianum*. Complementariamente, se aislaron bacterias de plantas silvestres y de cañawa, habiéndose seleccionado e identificado a *Varioborax* sp. y *Varioborax pallidicaule*. Los simbiotes cultivables que también sirven como nuevas fuentes potenciales de microorganismos benéficos y generación de metabolitos bioactivos, con los cuales se puede desarrollar tecnología agrícola amigable al medio ambiente. Al mismo tiempo, estos microorganismos se desarrollan bajo características ambientales y de producción agrícola extremas, donde sobreviven estos microorganismos, y que pueden ser considerados microorganismos simbiotes facultativos, sicrofílicos o extramófilos, porque sobreviven entre -3°C y 21°C , humedad ambiental entre 16,6 en época seca y 60% en época lluviosa, suelos salinos, con baja CIC, con menos de 1% de M.O. Estos microorganismos tienen el potencial para desarrollar bioinoculantes.

Palabras clave: microorganismos, crecimiento de plantas, patógenos de suelo

Genotipos de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con características de alta productividad y calidad, en la Estación Experimental Choquenaira del Departamento de La Paz

Rebeca Mamani Condori

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) La Paz, Bolivia

mamanicondorirebeca31@gmail.com

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un cultivo altoandino con alto valor nutricional y potencial estratégico para la seguridad alimentaria ante el cambio climático. No obstante, el conocimiento sobre su potencial agronómico e industrial permanece limitado, principalmente debido a la escasez de investigaciones orientadas al mejoramiento genético y a la caracterización de genotipos con alto desempeño productivo y adaptabilidad. En este contexto, resulta fundamental seleccionar genotipos que superen en productividad y calidad de grano a las variedades actualmente utilizadas, para avanzar en programas de mejoramiento y fomentar su uso sostenible, impulsando así la innovación varietal. Con este propósito, el presente estudio de investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Choquenaira UMSA, con el objetivo de identificar genotipos de cañahua con características sobresalientes en productividad y calidad de grano. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) en donde los tratamientos consistieron en 5 genotipos denominados G1, G2, G3, G4 y G5 (Variedad Cañawiri). En el análisis de los resultados obtenidos, presentan diferencias estadísticas en algunas variables agronómicas. En cuanto a altura de planta (AP), aunque no se encontraron diferencias significativas, se observó que los genotipos mostraron una baja variabilidad, con un promedio de 37,95 cm. Para el diámetro de tallo (DT), el tratamiento G2 se destacó con un promedio de 6,08 mm, siendo el mejor, mientras que G3 fue el más inferior con 5,07 mm. En rendimiento (RTO), el tratamiento G2 nuevamente sobresalió con 1890 kg/ha, en contraste con G3, que mostró el rendimiento más bajo con 760 kg/ha. El índice de cosecha (IC) también favoreció al tratamiento G2 con un 25,77%, mientras que G3 registró el menor valor con 17,02 %. En cuanto al peso de 1000 granos (PMG), el tratamiento G2 alcanzó 1,23 g, siendo el más alto, mientras que G4 fue el más bajo con 0,76 g. Para el peso hectolítrico (PH), el tratamiento G2 nuevamente se destacó con un promedio de 95,00 kg/hL, mientras que G4 fue el más bajo con 92,00 kg/hL. En términos de pureza (P), el tratamiento G5 presentó el mayor porcentaje con 98,6%, mientras que G1 fue el más bajo con 97,77%. Finalmente, en el diámetro de grano (DG), el tratamiento G2 mostró el mayor diámetro con 1,37 mm, a diferencia de G4, que presentó el menor diámetro con 1,16 mm. Estos resultados subrayan la superioridad del tratamiento G2 en términos de rendimiento, mientras que G3 y G4 fueron consistentemente los tratamientos menos efectivos en múltiples aspectos evaluados.

Palabras clave: Productividad, calidad, rendimiento, genotipos

Diversidad fenotípica en cruzas interespecíficas de género *Chenopodium*

Najheli Aguilar¹, Gonzalo Quispe Choque¹, Nancy Huanca Alanoca^{1,2}, Bruno Condori¹, Elna Alvarez¹

¹ Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, Bolivia,

² Productores de Camélidos y Quinua (PROCAMQUI)

La Paz, Bolivia

gonzalo24052011@hotmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha pasado de ser un cultivo ancestral de los Andes a un recurso agrícola globalmente reconocido, gracias a su tolerancia a estreses abióticos y su excepcional perfil nutricional. Sin embargo, las variedades comerciales presentan una base genética estrecha, lo que limita su capacidad de adaptación a nuevas condiciones de estrés exacerbadas por el cambio climático. La hibridación interespecífica con parientes silvestres, particularmente *C. berlandieri*, ofrece la oportunidad de ampliar esta base genética incorporando genes asociados con tolerancia a salinidad, sequía y temperaturas extremas. Este estudio tuvo como objetivo determinar la diversidad fenotípica de cruzas interespecíficas del género *Chenopodium*. El ensayo se realizó en invernadero en la Estación Experimental de Kallutaca (17°22'S, 66°19'O; 2505 m s.n.m.), con 43 genotipos: 20 líneas F_{3:4} derivadas de la crua Real-1 × BYU 937 y 23 variedades cultivadas, sembradas en macetas con 2 kg de sustrato. La caracterización morfológica se basó en el descriptor de quinua de Bioversity International, lo que garantiza la comparabilidad de los datos. Se aplicó un análisis multivariado a descriptores cualitativos (forma y color de la panoja en floración y madurez) y cuantitativos (altura de planta, diámetro de tallo, días a floración e inicio de floración, diámetro y longitud de panoja). Estas variables permitieron caracterizar la diversidad fenotípica entre las cruza y variedades. El análisis incluyó estadística descriptiva, coeficientes de correlación y un Análisis de Componentes Principales (ACP) para identificar las principales fuentes de variación y agrupar los genotipos según sus características. Los genotipos de quinua evaluados mostraron una amplia diversidad en el color de la panoja, con tonalidades que incluyeron blanco, rosado, rojo, amarillo, marrón, gris, anaranjado y negro. Las variedades precoces (Canchis blanco, Jacha grano, Negra collana, Carequimeña, Huayllata, AJH-03, Luki, Toledo y Real roja) florecieron entre los 83 y 90 días después de la siembra y alcanzaron la madurez fisiológica a los 133 días, con panojas predominantemente glomeruladas (IFO=1). Las variedades semiprecoz (Achachairu, Surumi, Phisankhalla roja, Negra, Ayrampo y Utusaya) presentan colores más intensos como rojo, marrón y anaranjado, con floración entre los 105 y 124 días, y madurez entre los 160 y 180 días, mostrando panojas glomeruladas e intermedias (IFO=1 y 2). Las variedades tardías (Real-1/BYU 937 R9-115-1, R9-171-1, R9-95-1 y R9-164-3) exhibieron tonalidades oscuras como marrón, gris y negro, iniciando floración entre los 165 y 200 días, y alcanzando madurez fisiológica entre los 220 y 270 días, con panojas mayoritariamente glomeruladas. En general, el 76 % de los genotipos presentó panojas glomeruladas, el 18 % intermedias y solo el 6 % amarantiformes, estas últimas menos frecuentes y asociadas principalmente a líneas como Real roja y Toledo. La variabilidad observada en la forma y color de la panoja representa un rasgo morfológico clave para la identificación visual de los genotipos y su potencial adaptación a distintas condiciones agroecológicas.

Palabras clave: Biótico, genes, descriptor.

Identificación de genotipos de amaranto (*Amaranthus caudatus*) con resistencia a la Roya Blanca (*Albugo Sp.*), en el Municipio de El Villar

Carlos Herculano Mayán Cabezas, Edwin Mayta Carrillo
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), La Paz, Bolivia
e.maytacarrillo@gmail.com

El amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) es un grano andino de alto valor nutricional y de creciente relevancia en la seguridad alimentaria. En Bolivia, el departamento de Chuquisaca concentra aproximadamente el 70 % de la producción nacional (400 t/año), lo que lo posiciona como cultivo estratégico para la región. Sin embargo, la expansión de las áreas de cultivo ha favorecido también la incidencia de plagas y enfermedades, entre ellas la roya blanca (*Albugo sp.*). En estas zonas, el patógeno suele presentarse de manera aislada; no obstante, bajo condiciones ambientales favorables como prolongados periodos de lluvia y temperaturas frescas, principalmente entre enero y marzo, puede ocasionar pérdidas severas, superiores al 50 % del rendimiento y afectar la calidad del grano. Ante este escenario, se plantea la necesidad de identificar materiales con resistencia genética estable. Por ello, el presente estudio evaluó la resistencia de 15 genotipos de amaranto a *Albugo sp.* y su desempeño agronómico en condiciones agroclimáticas de la comunidad de Barbechos, municipio de El Villar (Chuquisaca), durante la campaña agrícola 2023–2024. El ensayo se estableció bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones, registrando variables fenológicas, incidencia (porcentaje de plantas infectadas en relación a las evaluadas), severidad (porcentaje de área foliar afectada, según la escala: 0 % = sin infección; 10 % = leve; 11–30 % = moderada; 31–50 % = alta; 51–70 % = muy alta; ≥ 71 % = extrema), rendimiento (kg/ha) y peso de 1.000 semillas (P1000, g). Para favorecer el desarrollo natural del patógeno, se mantuvieron con maleza los pasillos y franjas de división entre las unidades experimentales. Los datos fueron analizados mediante ANOVA, MANOVA y la prueba T^2 de Hotelling para comparación multivariada ($\alpha = 0,05$). Los resultados mostraron que las variables en estudio presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$), excepto en P1000 que resultó significativa al 95 % ($p = 0,0298$). Los genotipos T4 (BOL 4027 GA), T12 (BOL 4031 GA) y T14 (BOL 3981 GA) mostraron los mayores niveles de resistencia (37–48 % de incidencia; 4–6 % de severidad), mientras que T3, T5, T7, T8, T9 y T11 fueron altamente susceptibles (70–75 % de incidencia; hasta 12 % de severidad). En cuanto al rendimiento, T4, T10, T12, T14 y T15 superaron 1.118 kg/ha, con valores de P1000 entre 0,75–0,79 g, lo que evidencia estabilidad productiva bajo condiciones de estrés biótico. En conclusión, los genotipos BOL 4027 GA, BOL 4031 GA y BOL 3981 GA no solo presentaron menor incidencia y severidad de la enfermedad, sino también un rendimiento sobresaliente. Estos materiales representan recursos genéticos de alto valor para programas de mejoramiento y estrategias de manejo integrado orientadas a incrementar la resiliencia y sostenibilidad del amaranto en los sistemas productivos andinos.

Palabras clave: Genotipos, roya blanca, incidencia, resistencia, rendimiento

Respuesta al estrés hídrico en especies silvestre y domesticadas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Sonia Chiara Mamani¹, Gonzalo Quispe Choque¹, Nancy Huanca Alanoca^{1,2}, Bruno Condori Ali¹

¹ Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA), La Paz, Bolivia

² Productores de Camélidos y Quinua -(PROCAMQUI)

soniachara26@gmail.com

La región andina constituye uno de los principales centros de domesticación de plantas cultivadas a nivel mundial. Entre sus cultivos emblemáticos destaca la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), originaria de la cuenca del lago Titicaca, en la frontera entre Perú y Bolivia. La quinua es ampliamente reconocida por su tolerancia a la sequía, esta capacidad varía significativamente entre ecotipos y variedades. Diversos mecanismos fisiológicos de tolerancia han sido identificados, recursos genéticos y biotecnología incluyendo sistemas radicales profundos, cierre estomático, ajuste osmótico y producción de compuestos protectores. Las especies silvestres de quinua son valiosos reservorios de genes de resistencia contra diversos estreses bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (sequía, salinidad, heladas). Por tanto, el objetivo fue determinar la respuesta diferencial al estrés hídrico en especies silvestres y variedades cultivadas. Este estudio se realizó en la Estación Experimental Kallutaca (Universidad Pública de El Alto, municipio de Laja, La Paz), durante la campaña agrícola 2024-2025. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por 4 macetas que contenían 2 kg de sustrato. El factor principal fue el régimen de riego (riego normal vs. riego restringido), y el subfactor fueron nueve genotipos (Jacha Grano, Chillpi, Aynuqa, Pisankalla y más cinco especies silvestres: *Ch. álbum*, *petiolare*, *hircinum*) pertenecientes al banco de germoplasma del INIAF y colectas. Se evaluaron las siguientes variables: Días a emergencia (DE), Días a floración inicial (FI), Días a 50% de floración (50F), Días a 50% de madurez fisiológica (MF), Altura de planta (AP), Diámetro de tallo (DT), Longitud de panoja (LP), Diámetro de panoja (DP) y Área foliar (AF). Se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la fuente de variación del factor riego y genotipo para Altura de planta, Longitud de panoja y diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para diámetro de panoja, diámetro de tallo y área foliar. La prueba de Duncan reveló diferencias significativas ($p < 0.05$) en el área foliar bajo estrés. Los genotipos BOL-2928 (AF media: 1.30) y AYNUQA (AF media: 1.25) presentaron un área foliar significativamente mayor que BOL-16907 (AF media: 0.73). Notablemente, el genotipo AYNUQA bajo riego reducido (RR) mostró un área foliar media sustancialmente mayor (635.91) en comparación con el genotipo JACHA-GRANO bajo riego normal (RN) (media: 88.93), evidenciando un fuerte efecto de interacción genotipo \times riego, longitud de panoja como genotipo de superior está el BOL-2928 en el riego normal con un valor de promedio (0.44), en la prueba de Duncan, inferior genotipo BOL-16901 bajo riego reducido mostró el valor más bajo con una media de 0.19, menor respuesta en condiciones de estrés hídrico y diámetro de panoja genotipo, AYNUQA bajo riego reducido presentó el mejor resultado, con una media de 57.32, siendo superior al resto de los genotipos, el genotipo BOL-16907 bajo riego reducido tuvo el menor diámetro de panoja, con un valor de 25.72, como el de menor en esta variable.

Palabras claves: Estrés hídrico, tolerancia a la sequía agronómica, quinua

Rompiendo barreras en fitopatología con PLIMAN: detección automatizada del mildiú (*Peronospora variabilis*) en quinua

Lourdes Sonia Osco Quisbert¹, Alex AjataTipula¹, Gonzalo Quispe Choque¹,

Nancy Huanca Alanoca¹, Bruno Condori Ali¹

¹ Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto - UPEA

lourdes.osco.quisbert@gmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Se cultiva en el altiplano norte, centro y sur de Bolivia debido a su alto valor nutricional. Sin embargo, su producción se ve severamente afectada por el mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum). Esta enfermedad fúngica, que inicialmente se manifiesta con manchas cloróticas foliares y progresa defoliación, reduciendo significativamente el rendimiento hasta un 30% a 50%. El presente estudio buscó identificar genotipos de quinua con tolerancia al mildiú, empleando un enfoque de fenotipado de alto rendimiento. Para ello, se utilizó el paquete PLIMAN del software R, el cual permitió el análisis automatizado de imágenes para cuantificar de forma objetiva y precisa el daño foliar. Se evaluaron dieciocho genotipos de quinua, sembrados surco por entrada, cada unidad experimental ocupó un área de tres metros cuadrados, este estudio se estableció en el Centro Experimental Kallutaca ubicado a 3900 m. s.n.m. en la campaña agrícola 2024 - 2025. Durante el ciclo del cultivo se efectuaron evaluaciones visuales en campo de la incidencia y severidad del mildiú a los 84 días después de la siembra, con mediciones quincenales con el fin de monitorear la progresión de la enfermedad, esta evaluación visual se realizó bajo el protocolo de evaluación en campo de Danielsén. Simultáneamente se recolectaron fotografías muestras de hojas representativas de los tres estratos de las plantas para el análisis de imágenes. Este proceso incluyó la diferenciación y cuantificación del área de tejido afectado por el mildiú y el tejido sano, aprovechando las capacidades de segmentación y clasificación de PLIMAN para obtener datos detallados del daño. Los resultados del análisis de imágenes y las evaluaciones en campo revelaron diferencias significativas en la respuesta de los genotipos al mildiú. Se identificaron dos genotipos con menor afectación, indicativos de tolerancia: ACH (Achachairú), que presentó una incidencia del 26.67 % y una severidad del 1.3 %, y la accesión 3030, con una incidencia del 46.67 % y una severidad del 14.82 %. Estos valores fueron significativamente inferiores a los observados en la mayoría de los genotipos susceptibles evaluados, que mostraron rangos de incidencia entre 70% y 100%, y severidad entre 30.84% y 61.44%. Estos hallazgos sugieren que ACH y la accesión 3030 poseen características de tolerancia al mildiú, lo que los convierte en valiosos recursos para futuros programas de mejora genética de la quinua.

Palabras claves: tolerancia, fenotipado, severidad.

Consecuencias fenológicas y morfológicas del estrés abiótico en quinua

Alejandro Bonifacio^{1 y 2}, Milton Villca¹, y Genaro Aroni¹

^{1 y 2}Fundación PROINPA y,

²Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia

a.bonifacio@proinpa.org

En el Altiplano, la quinua se encuentra constantemente frente a factores estresores abióticos que tienen efectos adversos sobre la planta. A lo largo de milenios de domesticación del cultivo, se ha desarrollado tecnología que incluye variedades, producción en nichos ecológicos (ladera y cerro) y épocas de siembra. En las últimas décadas, las consecuencias del cambio climático han conducido a cambios en el uso de variedades (precoces), siembra en planicie (acceso a humedad) y en la época de siembra constante o retrasada según la zona. La helada, sequía, granizo y viento están causando una serie de lesiones en la planta. Por ello se investigaron los efectos perjudiciales directos de factores adversos abióticos sobre la fenología y morfología de la planta y en el proceso de recuperación después del estrés. En el trabajo, se ha dado seguimiento al comportamiento de variedades (Pandela, Jacha Grano, Real Negra y Mañiqueña en el altiplano Sur (Chita y Chacala) y Viacha en relación con épocas de siembra, la fenología y el ciclo productivo (número de días a madurez), registrando efectos de la sequía, helada, granizo, viento. Los resultados muestran que las épocas de siembra en el altiplano Sur se mantienen casi constante debido a la humedad del suelo proporcionada por la lluvia en estación previa, pero, la fase vegetativa se prolongó por sequía y se traduce en largo ciclo productivo. En el altiplano Central, la sequía ha forzado a una sola época de siembra dependiente del inicio de lluvia estacional. En el altiplano sur el estrés por sequía ha prolongado el ciclo productivo hasta 200 días, mientras que, en el altiplano Central, las mismas variedades alcanzaron su ciclo productivo entre 135 a 140 días. Lo contrario ocurrió cuando se introdujeron variedades del Altiplano Central en el Sur. Por la siembra tardía, el crecimiento de la planta coincide con el fotoperiodo corto y se adelanta la floración. La sequía provoca enanismo temporal, la helada no letal provoca la ramificación y alargamiento del ciclo productivo, necrosis de la epidermis del tallo, crecimiento tortuoso, agrietamiento vertical y fractura del tallo. El granizo destruye parcial o totalmente hojas y tallo y provoca aborto floral. El viento causa abrasión y encrespamiento de la hoja. En conclusión, el estrés abiótico provoca cambios fenológicos y lesiones variados. Los criterios de selección contra efectos adversos del estrés abiótico son la ausencia de lesiones descritas que deben ser evaluadas inmediatamente ocurrido el estrés y también mediante las secuelas que se presentan durante la recuperación.

Palabras clave: Lesiones, ciclo productivo, secuelas.

Efecto de inoculación con *Rhizobium* sp. más la aplicación de estiércol de ovino en tres variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.)

Jonny León Balderrama
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF);
jonnybalderrama@gmail.com

Lupinus mutabilis Sweet es una leguminosa andina de alto valor nutricional, adaptada a suelos de baja fertilidad y condiciones agroclimáticas adversas, posicionándose como un cultivo estratégico. En ese marco, se evaluó el efecto de inoculación con *Rhizobium* sp. y la aplicación de estiércol ovino en la comunidad de Kinsa Chata, municipio de Mizque. El experimento se estableció bajo diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo en parcelas subdivididas, tres repeticiones y tres factores: dosis de estiércol ovino (0, 4 y 8 t/ha), inoculación (con y sin *Rhizobium* sp.) y variedad de tarwi (Candela, Jatunta y Chejchita). Los resultados mostraron respuestas específicas para cada tratamiento: las mayores alturas de planta se registraron con 4 t/ha (148.67 cm) y 8 t/ha (149.22 cm) de estiércol ovino más el inoculante. El mayor diámetro del tallo se obtuvo exclusivamente con la aplicación de estiércol ovino con 4 t/ha (27.79 mm) y 8 t/ha (27.65 mm). Jatunta destacó con el mayor número de vainas por planta (27) bajo aplicación exclusiva del inoculante. Chejchita presentó el mayor diámetro de hoja (18.23 mm) con 4 t/ha de estiércol. La aplicación de inoculante en ausencia de estiércol tuvo un efecto significativo sobre Jatunta con un mayor peso de grano por planta (241,3 g), rendimiento (1,7 t/ha) y alta rentabilidad (B/C=2,03), respecto a los tratamientos evaluados. Por tanto, la inoculación con *Rhizobium* sp. y la aplicación de estiércol ovino para la optimización del rendimiento exige estrategias por variedad: Jatunta sólo requiere inoculación, Chejchita necesita sinergia inoculante más estiércol (4 t/ha), y en ausencia de inoculante, Candela responde a estiércol (4 t/ha).

Palabras Claves: Estiércol, inoculación, *Rhizobium*, tarwi y rendimiento

Variación en el poder germinativo y velocidad de germinación de la semilla de ajara ***Chenopodium quinoa var. Melanospermum***

Alejandro Bonifacio¹ y Silvia Condori²

¹ Fundación PROINPA, ² Facultad de Agronomía (UMSA) La Paz, Bolivia
a.bonifacio@proinpa.org

La ajara crece espontáneamente en parcelas en descanso después de la quinua o crece junto a la quinua, es planta rústica que rara vez fracasa en formar grano, es más precoz que la quinua y su calidad nutritiva es igual o superior a la quinua. En las zonas de producción tradicional de quinua, la ajara es recurso vegetal de colecta y consumo especialmente de las familias de escasos recursos y cuando la producción de quinua no tiene éxito. En un contexto de cambio climático, la ajara es un recurso para la seguridad alimentaria y fuente de genes de interés para el mejoramiento genético de la quinua. Es sabido que la ajara produce grano color negro, pero no se conoce bien el poder germinativo de la semilla. El conocimiento de las características de la ajara, puede conducir al mejor aprovechamiento y manejo en las comunidades rurales o incluir en planes de mejoramiento genético de la quinua. Por lo que se ha planteado investigar el color de grano, el poder germinativo y velocidad de germinación. En la investigación se han empleado 16 muestras de la colección de trabajo (PROINPA) y cuatro líneas de ajara seleccionadas. El color de grano fue descrito y probada la germinación en laboratorio bajo diseño completamente al azar (DBCA) con registros periódicos de germinación cada 8 horas hasta un total de 128 horas. En resultados se evidencia que la ajara presenta grano negro y café en su forma natural y blanco-crema como resultado de la selección artificial. El periodo de latencia de la semilla varía entre 8 y 40 horas para iniciar la germinación, el poder germinativo varía entre 13 y 100% y la velocidad de germinación a 8 horas entre 0 y 98% según las muestras. El análisis de varianza del poder germinativo a 8, 32 y 128 horas muestra diferencias estadísticas altamente significativas. Mediante la prueba de Duncan se ha conformado 7, 8 y 5 grupos de medias similares a 8, 32 y 128 horas de prueba respectivamente. En conclusión, la ajara presenta grano negro y café (natural) y blanco-crema (por selección que se reporta por primera vez). La Semilla de ajara presenta dormancia en rangos variables. El poder germinativo varía entre 0 y 97% a 8 horas de prueba, de 0 a 100% a 32 horas y 7 a 100 % a 128 horas y la velocidad de germinación presenta amplia variación (0 a 97% a 8 horas). En base a las muestras con alto poder germinativo, se propone la selección artificial para manejo y uso de la ajara como también incluir como parentales en cruzamiento con quinua para incorporar el carácter de precocidad a la quinua.

Palabras clave: Parientes silvestres, especie de colecta, consumo, fitomejoramiento



SISTEMAS PRODUCTIVOS, Tecnología e Innovación



Efectos del estiércol en la producción de quinua en el Municipio de Llallagua, Departamento Potosí

Rubén Salomón Ramos Colque, Valentín Loredó Gareca, Esteban Choque Conde
Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional "Siglo XX" (UNSXX),
Llallagua, Potosí, Bolivia
esteban.choquec@unsxx.bo

El objetivo de la presente investigación es estudiar los efectos del estiércol de vaca, oveja y llama, en tres densidades de siembra en condiciones a secano, durante la campaña agrícola 2023-2024. Materiales y métodos: La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación, Producción y Extensión Agropecuaria (CIPEA) de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la UNSXX, ubicado en el municipio de Llallagua, la región del Norte de Potosí, país Bolivia, entre las coordenadas de O, a una altitud de 3810 ms.n.m. El diseño experimental aplicado fue el de bloques al azar con dos factores de estudio: estiércol (de vaca, oveja y llama con dosis de 10 t/ha por tratamiento) y densidades de siembra (0,40 m, 0,55 m y 0,70 m entre surco). Resultados: Los rendimientos mostraron que la densidad de siembra tuvo un efecto altamente significativo, destacando la de 0,40 m, que alcanzó un promedio de 606,54 kg/ha, seguido de 0,70 m y 0,55 m con rendimientos de 400,78 kg/ha y 391,13 kg/ha, respectivamente. En cuanto a las dosis de estiércol no se lograron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, reportando rendimientos promedios similares de 469,79 kg/ha, 469,61 kg/ha. 459,06 kg/ha de vaca, oveja y llama, respectivamente, lo que se atribuye al bajo nivel de aporte de macronutrientes (N, P, K) y, las condiciones de suelo muy bajo en MO y N, moderado en P y alto en K, insuficientes a los niveles de demanda del cultivo de quinua. La interacción entre densidad de siembra y estiércol fueron estadísticamente significativas, lo que indica que la combinación entre estos factores influyó de manera conjunta en la variación del rendimiento. Los resultados promedios de las combinaciones se describen en orden descendente, (0,40 m + llama) 620,13 kg/ha, (0,40 m + oveja) 602,53 kg/ha y (0,40 m + vaca) 596,97 kg/ha, (0,70 m + oveja), 482,77 kg/ha, (0,55 m + vaca) 442,60 kg/ha, (0,55 m + llama) 407,27 kg/ha, (0,70 m + vaca) 369,80 kg/ha, (0,70 m + llama) 349,77 kg/ha y (0,55 m + ovino) 323,53 kg/ha. Además, los rendimientos, se encuentran superiores a los reportes del Centro Internacional de la Quinua (CIQ, 2025) para el departamento de Potosí de 404 kg/ha y 355 kg/ha del ciclo agrícola 2021-2023, a excepción de las dos últimas combinaciones (0,70 m + llama) y (0,55 m + llama). Conclusiones: Los resultados obtenidos evidencian que el mayor rendimiento de grano de quinua se logró con densidades estrechas (0,40 m) y en combinación con estiércoles de llama u oveja, lo cual, constituyen una tecnología agronómica sostenible y rentable para las condiciones del altiplano, representando una alternativa viable para mejorar la productividad y economía del cultivo de quinua en la región.

Palabras Clave: *Chenopodium quinoa* Willd., llama, oveja, vaca.

Desarrollo de innovaciones para mejorar la producción, consumo y acceso al mercado de la cañahua

Wilfredo Rojas, Juana Flores, Luis Ruiz y Reinaldo Quispe

Fundación para la Promoción de Investigación de Productos Andinos – PROINPA La Paz, Bolivia:

w.rojas@proinpa.org

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es una especie originaria de las zonas altas de Bolivia, las áreas de cultivo se ubican en las provincias de La Paz, Cochabamba y Oruro. Es un cultivo estratégico e importante por el valor nutritivo de su grano, es fuente de proteína de calidad (12,80 a 18,98%) para la población rural y urbana, y por sus cualidades de adaptación a condiciones climáticas extremas (heladas y sequías) y a factores bióticos. A pesar de esas bondades, los agroecosistemas de la cañahua del país están enfrentando desafíos, cada vez más acentuados por el cambio climático, como la falta de semilla de buena calidad, de variedades con mejor adaptación, de innovaciones que ayuden a un mejor establecimiento del cultivo y contribuya a la salud del suelo, de alternativas para disminuir el daño de la polilla que está ocasionando pérdidas entre un 30 a 70% de la producción. También es necesario fortalecer la promoción y consumo, así como generar alternativas que permitan a los productores enfrentar los desafíos de vincular su producción con el mercado. Asimismo, el cultivo recibe poco apoyo para la investigación y desarrollo de innovaciones. En este contexto, PROINPA ha impulsado avances significativos: en 2007 liberó las variedades Illimani y Kullaca, se contribuyó al sistema legal de certificación de semilla, y en 2020 la variedad Qañawiri, de ciclo corto (4 meses), resiliente al cambio climático y con reducción de pérdidas por desgrane (15%) por manipulación durante la cosecha o ante eventos como el granizo. Asimismo, desarrolló una estrategia para el manejo del cultivo a base de Prácticas Agrícolas Sostenibles (PAS), centrada en la salud del suelo, la nutrición del cultivo y el manejo de plagas, con el uso de bioinsumos (bioestimulantes, biofertilizantes, bio/eco plaguicidas y atrayentes), implementados a través de las siguientes PAS: 1) tratamientos de semilla: con bioinoculantes, lo que mejoró la emergencia, el vigor y la absorción de nutrientes, 2) instalación de trampas: con feromona para la polilla (4 trampas/ha) permitió disminuir la población de adultos de la plaga, 3) aspersión foliar: con biol y/o biofertilizantes, fortificó la nutrición de las plantas, además permitió que sean más resilientes ante la sequía y/o heladas, 4) aplicación foliar: de matriline (150 ml/mochila de 20 L) para el control curativo de larvas de polilla. Estas innovaciones permitieron incrementar el rendimiento entre 11% a 31% en los municipios de Jesús de Machaca y Caquiaviri. Paralelamente, para fomentar el consumo, se diseñaron y publicaron recetarios con nuevas formas de preparación, permitió incrementar de 2 a 4 alternativas de consumo e incrementar su frecuencia de 1 a 2 veces por semana. Respecto al acceso al mercado, se promovió y participó en el desarrollo de experiencias exitosas con productores de cañahua para vincular su producción, tanto a mercados internos como externos, entre ellas: 1) la articulación al Desayuno Escolar con productos transformados (Municipio Corocoro, 2018) en el marco de la Ley 622 se promovió la comercialización de panes y galletas de cañahua elaborados por AIPANE, 2) la articulación comercial del producto (Municipios Caquiaviri y Jesús de Machaca, 2019-2021), donde cuatro organizaciones comercializaron más de 13.000 kg de cañahua con una apropiación de los agricultores en el proceso y cumplimiento de contratos, y 3) la articulación comercial de cañahua orgánica certificada con empresas de alimentos (2014-2015), donde APPOA de Caquiaviri, generó un valor bruto de exportación de Bs. 311.150, bajo el enfoque de mercados inclusivos, los productores aplicaron de manera efectiva una ruta crítica de procesos y acciones para cumplir con sus compromisos productivos, comerciales y de certificación. Estos resultados evidencian que la investigación participativa y la innovación agroecológica fortalecen la resiliencia del cultivo, asimismo, promueven su producción sostenible, diversificación del consumo y mejor vinculación al mercado.

Palabras clave: Cañahua, mercado, bioinsumos, Caquiaviri

Efecto de los factores edafoclimáticos en la tropicalización de accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la Estación Experimental de Sapecho

Luz Mery Flores Terán
Estación Experimental Sapecho, Facultad de Agronomía – UMSA
La Paz, Bolivia
lmflores9@umsa.bo

Entre los granos andinos, la quinua destaca su calidad en aminoácidos y versatilidad en formas de consumo por lo que su producción se ha difundido y migra hacia diferentes latitudes fuera de las zonas tradicionales de cultivo. Bajo estos antecedentes el presente estudio tiene como objetivo evaluar la tropicalización de 10 accesiones y variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Jacha Grano, Ximena, Acc-3078, Rojo, Kurmi, Chuspi Rojo, Huganda, Phitu Jupa, ACC-2940, Noventona, en el trópico de Yungas de La Paz. El ensayo se estableció en la Estación Experimental Sapecho de la Facultad de Agronomía (Universidad Mayor de San Andrés), municipio de Alto Beni ubicada en la provincia de Sud Yungas del departamento de La Paz, a una altitud de 450 m.s.n.m. Entre 15°32' de latitud sur y 67°23' de longitud oeste. Cada variedad se sembró en una parcela y se registraron las variables; días a la emergencia, longitud de panoja, altura de planta, diámetro de tallo, área de hoja, peso panoja, peso de semilla por planta. El diseño de investigación corresponde a un estudio correlacional. El análisis estadístico empleado comprendió desde la estadística descriptiva; tendencia central y dispersión, bivariada; coeficiente de correlación lineal, análisis de varianza, multivariada; análisis de componentes principales y conglomerados, mediante los programas XLStat y R 4.1.0. En cuanto a resultados del análisis descriptivo, se tiene el peso de panoja con $17,2 \pm 10,2$ g (CV= 59,15%), el peso de semilla por planta $8,5 \pm 3,3$ g (CV=38,92%), destacando los cultivares Chuspi Rojo, Huganda, Acc-2940, Acc-3078, en cuanto a la materia verde registró $9,25 \pm 4,23$ t/ha (CV=43,41%), valores que muestran una considerable variación atribuida al factor climático, también destacar los días a la cosecha; 88 ± 3 días con precipitación acumulada de 249 mm y temperaturas máximas de 34,11°C, temperaturas promedio de 24,1°C y temperaturas mínimas de 15,3°C, a las que se expuso a los cultivares de quinua. Por otra parte, se registraron los siguientes coeficientes de correlación; peso de semilla y longitud de panoja ($r=0.69$), peso de semilla y altura de planta ($r=0.70$), peso de panoja con peso de semilla ($r=0.89$). El análisis de conglomerados estructuró 3 grupos; Grupo 1; Jacha Grano, Noventona, Grupo 2; Ximena, Acc-3078, Kurmi, Phitu Jupa, Grupo 3; Rojo, Chuspi Rojo, Huganda, ACC-2940, donde el grupo 2 y grupo 3 presentaron un mejor promedio de variables agronómicas respecto del grupo 1, con diferencias significativas ($P<0,05$) según el análisis de varianza. Se concluye que la tropicalización de cultivares de quinua permitió seleccionar cinco cultivares: ACC -2940, Huganda, Rojo, Chuspi Rojo y Kurmi en proceso de adaptación a las condiciones climáticas de la región de Sapecho generando alternativas en este cultivo tanto para uso de grano como de la materia verde; el análisis de proteína en hoja seca: Huganda (27.38%), Ximena (27.39%), ACC -2940 (27.61%), Chuspi Rojo (31,07%) y Kurmi (27.39%).

Palabras clave: Quinua, variedades, tropicalización

Identificación del barrenador del tallo del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) en los valles mesotérmicos de Chuquisaca

Fuentes Fernández Walter, Barja Salazar Neslith
Fundación para la Promoción e Investigación De Productos Andinos (PROINPA) Sucre, Bolivia
w.fuentes17771@gmail.com

El amaranto es un cultivo muy importante para los valles mesotérmicos de nuestro país y en particular, para Chuquisaca, que es el principal productor de este cultivo con un 70% del total de la producción nacional. En los últimos años este cultivo se ha visto afectado por el ataque de diversas plagas. Una de ellas es el barrenador del tallo, que causa grandes pérdidas - hasta un 50% - en algunas variedades de amaranto. Este barrenador, debido a su régimen alimentario, ingresa al tallo y realiza galerías en su interior, lo que dificulta la circulación de agua y nutrientes por los tejidos vasculares de la planta. Esto impide el desarrollo normal del cultivo y causando daños en el tallo, las hojas y la panoja, lo que provoca la muerte de la planta. En este contexto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue: Identificar el insecto barrenador del tallo del cultivo de amaranto y proponer estrategias de manejo integrado a partir de su identificación. El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Experimental De Producción Agropecuaria (CEPA) dependiente de la UMRPSFXCH, ubicado en el Municipio de Alcalá, con las siguientes coordenadas geográficas longitud 64°27'30.04" y latitud sur 19°17'37.28" a una altura de 2200 msnm. La temperatura media anual es de 17,2 °C, y la precipitación anual, de 550 mm. Se estableció una parcela de 2000 m² bajo un diseño en bloques al azar, con tres variedades de amaranto: Oscar Blanco, Cotahuasi y Pucará las más cultivadas en la zona. A partir del inicio del panojamiento (aproximadamente 40 días), se realizaron muestreos, ya que es la etapa en la que se observa una mayor oviposición de esta especie, la hembra realiza un pequeño corte en el tallo para ovipositar genera un orificio y luego el tejido que se encuentra alrededor de la herida se torna castaño oscuro, característico de la presencia de esta plaga, la preferencia de oviposición e incidencia del barrenador fue mayor en la variedad Pucará con un 45%, seguida de la variedad Cotahuasi con 30% y finalmente O. Blanco con 25%, siendo estadísticamente diferente entre variedades. Se colectaron larvas y pupas de plantas con manchas en el tallo y daños en la panoja, y se llevaron a la cámara de cría del Laboratorio de Entomología del CEPA, para obtener los adultos y proceder a su identificación. Los adultos obtenidos de la cámara de cría se enviaron al laboratorio de El Vallecito dependiente de la UAGRM en Santa Cruz. El material fue determinado a nivel específico mediante claves taxonómicas, por especialistas del laboratorio. Los resultados de la identificación indican que se trata de un insecto del orden Diptera, género *Neosilba*, aunque aún queda por confirmar la especie, que podría ser *batesi* o *pendula*. A partir de la identificación de los adultos, se plantearon dos estrategias de manejo para este insecto. La primera es una estrategia química que plantea aplicar insecticidas sistémicos a base de Tiametoxam + Lambdacialotrina, (ENGEO o GAZARE) en una dosis de 25 ml/20 litros de agua, cuando se observe perforaciones en el tallo. La segunda estrategia es biológica y consiste en aplicar BAUMET *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* a base de trampas con atrayentes líquidos (leche, agua con azúcar) para que el insecto entre en contacto con el producto. La dosis recomendada es de 1 ml/1 litro de agua/Conidias (1.7x10⁹ ufc/g).

Palabras clave: Amaranto, insecto, plaga, manejo.

Los amantes invisibles del Salar de Uyuni: simbiosis estratégica entre microorganismos extremófilos y la quinua

Giovanna Plata¹; Milagros Alarcón¹, Bruno Condori²

¹ Fundación PROINPA, Bolivia, ² Universidad Pública de El Alto

g.plata@proinpa.org

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino excepcionalmente resiliente, adaptado a entornos marginales caracterizados por altitudes elevadas, precipitaciones bajas, temperaturas extremas y suelos pobres en nutrientes. Su alta tolerancia a los factores abióticos adversos, como la sequía, las heladas, los vientos, la salinidad y la erosión, la convierten en una opción estratégica para hacer frente a los efectos del cambio climático. Sin embargo, en el Altiplano Sur de Bolivia, particularmente en los alrededores del Salar de Uyuni, la producción de quinua se realiza sin utilizar fertilizantes químicos ni tampoco se repone sistemáticamente los nutrientes extraídos por el cultivo, lo que con el tiempo pone en peligro la fertilidad del suelo. Los suelos de esta región son predominantemente arenosos a franco-arenosos, con baja capacidad de retención de agua y nutrientes, y altamente susceptibles a la erosión eólica e hídrica debido a su débil estructura. En este contexto, el objetivo de la presente investigación es desarrollar biofertilizantes a partir de cepas nativas de microorganismos extremófilos, con tres objetivos principales: (1) aportar macronutrientes esenciales (N, P y K) para el crecimiento vegetal; (2) promover el desarrollo radicular mediante la producción de fitohormonas; y (3) repoblar los suelos del Salar con consorcios microbianos autóctonos que mejoren la productividad de la quinua. El aislamiento, la evaluación y la selección de microorganismos se están llevando a cabo en el laboratorio de PROINPA, utilizando medios de cultivo empobrecidos con adición de cloruro de sodio (NaCl) para simular condiciones salinas. Las muestras se obtuvieron de una parcela agrícola de la comunidad de Chacala. Se evaluaron tres mecanismos funcionales utilizando caldos de cultivo específicos para: la fijación biológica del nitrógeno, la solubilización del fósforo y del potasio, y la promoción del crecimiento vegetal mediante la síntesis de ácido indolacético (AIA) usando la solución de Salkowski. Durante la fase de aislamiento, se obtuvieron 15 bacterias y un hongo extremófilo. Del total de bacterias, sólo 13 bacterias pudieron ser caracterizadas: 10 eran Gram positivas y 3 Gram negativas. Todas crecieron en medios conteniendo 2 y 5% de NaCl, y solo cuatro lograron crecer con un 10%, lo que indica un alto nivel de tolerancia salina. En relación con la fertilidad: nueve cepas mostraron capacidad para fijar nitrógeno (cinco con alta eficiencia), cuatro solubilizaron fósforo y todas mostraron actividad en la solubilización de potasio, lo que posiblemente está relacionado con la composición mineral natural de los suelos del Salar. Además, nueve cepas son productoras de AIA. Las conclusiones preliminares sugieren que existen microorganismos nativos “halófilos” con potencial para ser formulados como biofertilizantes y/o bioestimulantes, tanto en formulaciones líquidas como sólidas. Con lo cual se va a lograr repoblar e incrementar la población autóctona del Salar. Su capacidad de adaptación a suelos salinos y pobres en materia orgánica los convierte en poblaciones autóctonas prometedoras para mejorar la fertilidad y funcionalidad de los suelos circundantes al Salar de Uyuni, contribuyendo así a una producción sostenible de quinua en condiciones extremas.

Palabras clave: Halófitos, Bioestimulantes, Biofertilizantes, cepas, autóctonas, Salkowsk

Caracterización de bacterias productoras de sideróforos y ácido indol acético presentes en la rizósfera del cultivo de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia: como futuros agentes de control

Karina Ustariz¹, Jesús Cárdenas², Bertha Trujillo¹, Evelin Urquieta¹

¹ CIF – La Violeta, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Bolivia, ² Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales, Carrera Ingeniería Agronómica, Bolivia jecar2165@gmail.com

La quinua es un cultivo andino con alto valor nutricional, sin embargo, la presencia de *Peronospora variabilis* o más conocida como “mildiu” ocasiona pérdidas importantes en el rendimiento, tanto en el Altiplano de Bolivia como en otras partes del mundo, así el uso de fungicidas químicos para el control de esta enfermedad se ha generalizado. Los sideróforos bacterianos sirven para el control biológico de hongos y bacterias Fitopatógenas, además, de contribuir en el mecanismo de promoción de crecimiento vegetal gracias a su capacidad para secuestrar hierro en presencia de otros metales y reducirlo a Fe^{2+} , una forma mucho más soluble y aprovechable para su nutrición. Actualmente existe escaso conocimiento acerca de la supresión biológica de patógenos fúngicos en quinua con la aplicación de bacterias productoras de sideróforos en Bolivia. El objetivo de este estudio fue caracterizar rizobacterias asociadas al cultivo de quinua, con respecto a la producción de sideróforos y ácido indolacético (AIA) como futuros agentes de control biológico contra *Peronospora variabilis*. Las muestras de rizosfera provinieron de siete zonas productoras de quinua de la región del altiplano sur de Bolivia. El aislamiento de rizobacterias fue realizado en medio LMA (agar de levadura y manitol) a partir de muestra de suelo rizosférico. Se evaluó en todas las cepas aisladas su capacidad de producción de AIA con el fin de determinar su potencialidad para promover el crecimiento vegetal y de producir sideróforos. La concentración de AIA fue cuantificada en todas las cepas utilizando una curva patrón, lectura a 530 nm. La producción de sideróforos fue evaluada en medio cultivo CAS-Agar (agar sensible a cationes), donde se depositó 10 μ L del cultivo a una concentración de 10^7 UFC/ml, observándose halos anaranjados alrededor de la colonia en los casos positivos. Se aislaron 78 rizobacterias, 19 cepas (24%) produjeron > 10 μ g/ml AIA y 42 cepas (54%) fueron positivas para la producción de sideróforos. La cepa 25.6.1 (*Pseudomonas* sp.) de Sivingani y las cepas 14.6.1 (*Pseudomonas* sp.) y 15.6.1 (*Pseudomonas fluorescens*) de Sacani dieron resultados elevados para la producción de AIA (> 30 μ g/ml) y la producción de sideróforos (índice > 200) por lo que se muestran como los mejores candidatos para usarse como agentes de biocontrol. Se debe implementar los ensayos en macetas y de campo, para en un futuro ser utilizadas en la promoción del crecimiento vegetal y control de enfermedades en el cultivo de quinua, y de esta forma contribuir sustancialmente al desarrollo de una agricultura sustentable.

Palabras claves: Quinua, sideróforos, rizobacterias, control biológico

Fertilidad y balance de macronutrientes en los suelos para el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el Altiplano Sur, Bolivia

Jesús Cárdenas

Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales, Carrera Ingeniería Agronómica (UTO),

Oruro, Bolivia

jesus.cardenas@doc.uto.edu.bo

El primer producto de exportación del departamento de Oruro son los minerales, seguido del grano de quinua. Por esta razón, es importante garantizar la sostenibilidad de este cultivo, que también destaca por su alto valor nutricional y su capacidad de adaptación a condiciones extremas (heladas, sequías y salinidad). La producción agrícola a nivel mundial se basa en más del 95% en el suelo de ahí la importancia de estudiar el recurso suelo en el altiplano Sur de Bolivia donde el 100% del cultivo de quinua se produce en el suelo. En la gestión de 2007 se tomaron 123 muestras de suelo en el Altiplano Sur. Durante las gestiones 2014 y 2021, se hizo un seguimiento de 14 parcelas de las 123 parcelas seleccionadas para monitorear los macronutrientes. Asimismo, se complementa la información con evaluaciones socioeconómicas y de sostenibilidad, realizadas en la zona. El objetivo principal fue evaluar la fertilidad del suelo y realizar un balance de macronutrientes, para comprender el estado del rendimiento del cultivo. Los suelos de la zona presentan en un 90% dos clases texturales predominantes: arena y arena franca, con estructura de tipo granular, asimismo, se reporta suelos de baja fertilidad, con bajo contenido de materia orgánica menor al 1% y muy bajo contenido de nitrógeno total (0,02%), el contenido de fósforo varía en los suelos del Inter Salar de bajo a muy alto, aproximadamente el 75% de las muestras se hallan en el rango de moderado a alto, el 83% de las muestras tienen contenidos moderados y altos de Potasio. Las variaciones de la materia orgánica, del nitrógeno total y del fósforo disponible en 14 parcelas, durante 3 gestiones (2007, 2014 y 2021), reportan la disminución que la MO es significativa estadísticamente al comparar las gestiones. En el caso del nitrógeno total, fósforo disponible y Potasio intercambiable, de igual forma se muestra una diferencia estadística significativa ($P<0.05$) con una disminución permanente. Por otro lado, el balance de nutrientes nos muestra que no podemos superar los 1000 kg/ha, principalmente por la falta de nitrógeno asimilable, aunque el fósforo y el potasio por ahora no suponen una limitación importante. Si deseamos superar rendimientos de 1000 kg/ha y llegar hasta 2500 kg/ha, se debe añadir nitrógeno. Se plantean dos opciones: primero el nitrógeno puede añadirse en forma mineral (fertilizantes nitrogenados) con un manejo convencional del suelo, o la segunda alternativa es mediante la incorporación de fuentes de materia orgánica, la fuente más abundante a nivel departamental es el estiércol de ovino y llama, pero la realidad actual encarece el coste de transporte de este recurso y, a esto se suma, la falta equipo o mano de obra para su incorporación. Ambas soluciones se ven limitadas por las escasas precipitaciones.

Palabras claves: Quinua, altiplano, fertilidad, balance de macronutrientes y rendimiento

Respuesta de cuatro accesiones de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) a diferentes dosis de fertilización orgánica

Mónica Flores Quino ¹, Francisco Mamani Pati², Bruno Condori Ali²

¹ Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, ² Universidad Pública de EL Alto, Bolivia

mfloresquinogmail.com

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) enfrenta diversos desafíos que afectan sus rendimientos, siendo uno de los principales la baja fertilidad edáfica de los suelos. Por tanto, surge la necesidad de una adecuada fertilización orgánica para optimizar el rendimiento y mejorar las propiedades físico-químicas del suelo. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol de oveja sobre el crecimiento y rendimiento de cuatro accesiones de cañahua, para determinar la dosis óptima de fertilización orgánica. El estudio fue desarrollado en la Estación Experimental de Kallutaca-Universidad Pública de El Alto - La Paz ubicado a 3.903,34 msnm, en la campaña agrícola 2015-2016. El ensayo fue establecido bajo un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial, considerando cuatro accesiones de cañahua ACC1, ACC3, ACC6 y ACC7 (Factor A) y tres dosis de estiércol de oveja de 0, 10 y 20 t/ha (Factor B), con un solo momento de aplicación que fue previo a la siembra, más el testigo (sin aplicación), generando un total de 12 tratamientos correspondientes a todas las combinaciones entre accesiones y dosis. Se evaluaron trece variables cuantitativas y cualitativas que incluyeron parámetros morfológicos y de rendimiento. La variable de rendimiento se correlacionó positivamente con las variables diámetro de tallos central, número de ramas primarias y área foliar, indicando que el desarrollo vegetativo favorece al rendimiento del cultivo. Todos los tratamientos que tuvieron la incorporación de estiércol de oveja en combinación con las diferentes accesiones de cañahua incrementaron su rendimiento hasta un 37.03%, con la incorporación de 10 t/ha combinada con la accesión ACC3 que tuvo un máximo rendimiento de 980.8 kg/ha siendo la mejor combinación. Asimismo, se observó que, a mayores dosis de estiércol ovino, la altura de plata incrementó significativamente; sin embargo, este mayor desarrollo vegetativo provocó la caída de ramas primarias, lo que resultó en una reducción del rendimiento del cultivo. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las accesiones y dosis de estiércol de oveja. Los tratamientos que no se les incorporó estiércol de oveja tuvieron rendimientos de 645.26 kg/ha, 632.38 kg/ha y 630.01 kg/ha, para las accesiones ACC1, ACC6 y ACC7, respectivamente inferiores a la ACC3 que obtuvo el mayor rendimiento. En conclusión, se puede indicar que la incorporación de 10 t/ha de estiércol ovino mejora el crecimiento y rendimiento del cultivo de cañahua, resultado el más favorecido la accesión ACC3.

Palabras clave: Fertilización orgánica, estiércol ovino, rendimiento, accesiones y cañahua

Prospección de plagas emergentes en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Impacto de aves, roedores, malezas y enfermedades en el altiplano boliviano

Reinaldo Quispe, Alejandro Bonifacio, Milton Villca
Fundación PROINPA, Regional Altiplano, La Paz, Bolivia
r.quispe@proinpa.org

En el Altiplano de Bolivia, el cultivo de quinua enfrenta pérdidas de rendimiento del 20 al 60% debido a insectos plaga tradicionales, principalmente *Helicoverpa quinoa* (“ticona”) y *Eurysacca quinoae* (“polilla”). No obstante, en la última década los agricultores han reportado un incremento en los daños ocasionados por nuevas amenazas, denominadas “plagas emergentes”, que incluyen aves, roedores, malezas, insectos y enfermedades no consideradas de importancia en el pasado. El objetivo de este estudio fue identificar y caracterizar las plagas emergentes asociadas al cultivo de quinua en tres zonas agroecológicas del altiplano boliviano (norte, centro y sur). Durante las campañas agrícolas 2023-2024 y 2024-2025 se monitorearon 12 parcelas (0,5–5 ha) en seis comunidades seleccionadas por su relevancia productiva, superficie cultivada, accesibilidad y antecedentes de reporte de plagas: Viacha y Tiahuanaco (Altiplano Norte, La Paz), Patacamaya y Ayamaya (Altiplano Centro, La Paz), y Puqui y Chita (Altiplano Sur, Oruro y Potosí). Se colectaron insectos y malezas, se registraron enfermedades y se documentaron daños causados por aves y roedores mediante evidencias fotográficas. Paralelamente, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a agricultores para complementar la información sobre percepción de nuevas plagas, intensidad de daños y prácticas de manejo empleadas. Los insectos recolectados fueron criados en el laboratorio de Entomología del Centro de Innovación Agrícola Alejandro Bonifacio (CIAAB, Viacha, La Paz) hasta el estado adulto para su identificación taxonómica, y las fotografías de daños por aves y roedores fueron contrastadas con registros previos de PROINPA. Como resultado, se identificaron 18 plagas emergentes en el agroecosistema de la quinua: 6 especies de aves, 4 de roedores, 4 malezas, 3 insectos y 1 enfermedad. En el Altiplano Norte destacó la alta incidencia del mildiu (*Peronospora variabilis*, ;80%) y de la maleza “muni muni” (*Bidens pilosa*, ;40%). En el Altiplano Centro, las aves *Zonotrichia capensis* (pichitanka), *Columba livia* (paloma azul) y *Metropelia melanoptera* (paloma ploma) provocaron pérdidas estimadas entre 20 y 40% del grano. En el Altiplano Sur se registraron daños ocasionados por el traycuchillo (ave aún en identificación), ratones (*Abrothrix andinus*, *Akodon boliviensis*) y liebre (*Lepus europaeus*), con pérdidas que oscilaron entre 10 y 50%, dependiendo de la localidad y las condiciones climáticas anuales. La identificación de estas plagas emergentes evidencia la creciente complejidad del manejo del agroecosistema quinua en el altiplano. Se recomienda ampliar los estudios en cobertura geográfica y temporal, y desarrollar estrategias específicas de manejo integrado, con énfasis en el control de aves y roedores en el altiplano centro y sur.

Palabras clave: agroecosistema quinua, liebre, palomas plaga

Evaluación del tiempo empleado en la cosecha manual y semimecanizada del cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule*) en el Altiplano Norte de La Paz

Fernando Peñasco y Luis Ruiz Mita
Fundación PROINPA
fdopevar@gmail.com

El cultivo de cañahua es un cultivo andino ancestral que ha sido cultivado principalmente en el altiplano de Bolivia, y se caracteriza por ser tolerante a condiciones climáticas adversas como sequías y heladas, en los últimos años la cañahua ha despertado el interés de consumidores de los países desarrollados por ser un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria por el alto valor nutricional. El objetivo fue determinar el tiempo empleado en la cosecha manual y semimecanizada. La etapa de evaluación se realizó en la madurez fisiológica, donde un grupo realizó la cosecha manual y el otro grupo utilizaron la cegadora para la cosecha de cañahua; los materiales para la cosecha manual fueron aguayos o lomas para recolectar la planta de cañahua, en la cosecha semimecanizada se utilizó una cegadora. Se registraron los tiempos de cosecha de las horas trabajadas, luego se determinó el monto invertido en la cosecha manual y con la cegadora. El resultado fue de 46 jornales empleados en la cosecha manual por hectárea y 16 jornales con la cegadora por hectárea. En los tiempos empleados se evidenció, la reducción de jornales en un 50% utilizando la cegadora en la cosecha, en la cosecha manual se registró mayor cantidad de jornales empleados durante la cosecha. Ambas tecnologías son apropiadas según el sistema de siembra utilizada y el área cultivada, donde la cosecha manual se adapta muy bien en un sistema de siembra al surco y la cosecha semimecanizada resulta mejor para un sistema de siembra al voleo después de la pasada de rastra de tractor agrícola.

Palabras clave: cañahua, cosecha manual, cegadora

Producción e incorporación de materia orgánica a base de tarwi y cebada para el cultivo de quinua orgánica

Nilton Mamani Mollo

Asociación de Productores de Quinua del Municipio de Sica Sica (APROQUIMSS), La Paz, Bolivia
aproquinmss@gmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es uno de los cultivos con mayor demanda en producción en el altiplano boliviano. Su cultivo demanda suelos fértiles con una adecuada provisión de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para garantizar altos rendimientos y calidad de grano. La variedad Pandela es apreciada por su resistencia y productividad, pero su rendimiento óptimo sólo se logra cuando los requerimientos nutricionales son cubiertos de manera equilibrada, al cultivar de manera consecutiva causa infertilidad, degradación y erosión del suelo. La incorporación de materia orgánica se ha vuelto una de las alternativas para mejorar la fertilidad del suelo. El tarwi (*Lupinus mutabilis*) y cebada (*Hordeum vulgare*) constituye una estrategia agroecológica eficiente para mejorar, como leguminosa, fija nitrógeno atmosférico, mientras que la cebada como cereal, aporta carbono orgánico y una considerable biomasa que al incorporarse incrementa la materia orgánica del suelo. Esta combinación no solo enriquece el perfil químico del suelo, sino que también mejora su estructura y la actividad biológica, contribuyendo a una producción sostenible de quinua. El lugar de estudio fue realizada en la Comunidad de Huaraco al norte del altiplano boliviano, caracterizado por clima frío semiárido, precipitaciones anuales entre 300 y 500 mm, y suelos francos arenosos de baja materia orgánica; la metodología utilizada consta en la siembra de tarwi y cebada en una superficie de una hectárea, utilizando el implemento agrícola de la surcadora, con el método de dos surcos de cebada y dos surcos de tarwi, durante el mes de diciembre con la adecuada precipitación fluvial, durante el mes de abril ambos cultivos fueron incorporados al suelo mediante labranza superficial de arado de suelo. Su aporte nutricional considerados: Tarwi: Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 25 kg/ha, Potasio 60 kg/ha, Materia orgánica 3 t/ha; Cebada: Nitrógeno 30 kg/ha, Fósforo 15 kg/ha, Potasio 40 kg/ha, Carbono orgánico 1,5 t/ha, Materia orgánica 5t/ha. Los requerimientos nutricionales de la quinua Pandela: Nitrógeno 150-180 kg/ha, Fósforo 35-45 kg/ha, Potasio 80-100 kg/ha. El resultado de la combinación de tarwi y cebada como cultivos antecesores a la quinua de variedad pandela aporta nutrientes en cantidades suficientes para cubrir sus requerimientos nutricionales sin necesidad de fertilización química adicional. Con esta estrategia de rotación optimiza la fertilidad física, química y biológica del suelo, incrementa la sostenibilidad del sistema de producción y reduce costos asociados a insumos externos, con un año de incorporación materia orgánica se puede producir la quinua 2 años de manera consecutiva sin necesidad de descanso del suelo durante varios años. La implementación de esta combinación es altamente recomendable en sistemas de producción de quinua orgánica del altiplano, ya que asegura un manejo integral de la nutrición del cultivo y preserva la salud del suelo a largo plazo.

Palabras claves: Materia orgánica, rendimiento, fertilidad, quinua, nutrientes

Efecto endófito de plantas de quinua inoculadas con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre la preferencia de oviposición de hembras de *Helicoverpa quinoa*

Cristhian Condori^{1,2}, Reinaldo Quispe²

¹ Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA), El Alto, Bolivia.

² Fundación PROINPA, Regional Altiplano, La Paz, Bolivia.

cristhiancondoriver@gmail.com

La producción de quinua orgánica se enfrenta a limitaciones debido al ataque de plagas como *Helicoverpa quinoa*, que provoca daños significativos que afectan al rendimiento del cultivo. Dada la limitada disponibilidad de herramientas de control compatibles con la producción orgánica, el uso de hongos entomopatógenos con capacidad endofítica se presenta como una estrategia prometedora. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto endofítico de las plantas de quinua inoculadas con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre la preferencia de ovoposición de las hembras de *H. quinoa*. La investigación se llevó a cabo en el Centro de Innovación Agrícola Alejandro Bonifacio (CIAAB) de Viacha, La Paz, mediante dos ensayos independientes. En el primer ensayo, la inoculación se realizó mediante el tratamiento de la semilla (variedad Jacha Grano) con una dosis de 300 g/ha, estableciendo tres tratamientos: 1) *B. bassiana*, 2) *M. anisopliae* y 3) testigo sin inoculación. En el segundo ensayo, se aplicó la misma dosis mediante aspersión foliar en la fase fenológica de seis hojas verdaderas, manteniéndose los mismos tratamientos. Cuando las plantas alcanzaron la fase de inicio de floración, se instalaron cámaras de cópula y oviposición, introduciendo una maceta con plantas de quinua por tratamiento y liberando cinco parejas de adultos de *H. quinoa* (con menos de 24 horas de emergencia), junto con una mota de algodón con miel al 10 % como fuente alimenticia. Cada 48 horas, las macetas se reemplazaron por otras nuevas y se registró el número de huevos depositados en las hojas (haz y envés) y los tallos de la planta. Ambos ensayos se condujeron bajo un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones (una maceta por repetición). Los resultados pusieron de manifiesto que, en ambos ensayos, las hembras de *H. quinoa* mostraron una mayor preferencia de oviposición en las plantas de quinua no inoculadas, con un 58,7 % (tratamiento de semilla) y un 70,5 % (aspersión foliar) del total de posturas. En contraste, las plantas inoculadas presentaron una notable reducción de la oviposición (inferior al 24 %), siendo *B. bassiana* la que indujo la menor preferencia: 17,4 % (tratamiento de semilla) y 7,6 % (aspersión foliar). Estos hallazgos sugieren un posible efecto disuasorio asociado a la colonización endofítica, especialmente cuando *B. bassiana* se aplica vía foliar. Aunque se trata de un estudio preliminar, los resultados abren nuevas perspectivas para el uso de hongos entomopatógenos endofitos como herramienta ecológica para el manejo sostenible de *H. quinoa* en el cultivo orgánico de quinua. Se recomienda realizar investigaciones complementarias que incluyan un mayor número de réplicas y validaciones en condiciones de campo.

Palabras clave: Hongos endófitos, *Helicoverpa quinoa*, quinua

La quinua y el uso de suelo en el Altiplano Sur de Bolivia en 30 años

Cresencio Calle¹, Santiago López², Luis Barba², Sergio Nicasio², Milton Villca¹, Fernando Patiño ¹

¹Fundación para la Investigación y Promoción de Productos Andinos (PROINPA), ²Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

c.calle@proinpa.org

El Altiplano Sur de Bolivia comprende la zona del intersalar ubicada entre los salares de Uyuni y Coipasa en los departamentos de Potosí y Oruro a altitudes por encima de 3600 msnm, esta región presenta fuertes restricciones de clima y suelo, por ciclo agrícola, llueve unos 200 mm al año. Las temperaturas son bajas principalmente en el invierno. Los suelos son arenosos y susceptibles a la erosión causada por los fuertes vientos. En los últimos años hubo cambios en la ocupación y uso del suelo afectando a la cobertura vegetal nativa la cual ha sido removida para cultivar más quinua por las oportunidades del mercado. El propósito del estudio fue analizar las tendencias del cambio del uso de los suelos en cuanto al cultivo de quinua, vegetación natural y suelo en descanso. Se hizo un análisis del cambio del uso del suelo usando imágenes satelitales Landsat 5TM+C2L2 y Landsat 7ETM+C2L2 usando 6 imágenes para cada año de análisis (1990, 2000, 2010 y 2020) cubriendo un periodo de 30 años. A través del estudio se evidenció que hubo una primera expansión de los cultivos de quinua durante la década de los 90 y hubo un segundo periodo de expansión de los cultivos de quinua en la década de 2010. El cultivo de quinua pasó de tener una cobertura de 34% en 1990 a 56% para el año 2020, principalmente en las planicies. Esta expansión fue principalmente a costa de la deforestación de la vegetación nativa compuesta principalmente por T'olares (arbustos) y pajonales. La cobertura vegetal nativa se redujo de 39% a menos del 10% entre 1990 y 2020. El suelo desnudo se incrementó de 27% en 1990 a 38,9% en el 2020. Asimismo, se realizó una validación en terreno abarcando 1317 campos o sitios en la región del altiplano sur. Resultado de esta actividad se encontró que predominan campos con cultivo de quinua (35%), terrenos con suelo desnudo (50%) y el resto está ocupado por vegetación nativa (15%). Los cambios en el uso de suelo constatados han derivado en procesos de degradación de los suelos principalmente en su exposición a la erosión eólica y pérdida de su fertilidad por la disminución de la materia orgánica. La principal razón de estos cambios se debe a motivaciones económicas tales como mercados de exportación para la quinua y precios altos en determinados periodos.

Palabras clave: Altiplano Boliviano, cobertura vegetal, barbecho

Mapeo de alta resolución de la biomasa de cultivos de quinua integrando datos de drones y satélites en modelos de machine learning

Diego Tola^{1,2}, Frédéric Satgé³, Lautaro Bustillos³, Fanny Arragan⁵, Marco Patiño⁵, Ramiro Pillco-Zola⁴, Raúl Espinoza²

¹ Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales (ACAPRN), Universidad Pública de El Alto, La Paz, Bolivia; ² Programa de Doctorado en Recursos Hídricos (PDRH), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú; ³ ESPACE-DEV, University Montpellier, IRD, University Antilles, University Guyane, University Réunion, Montpellier, France; ⁴ Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH), Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia; ⁵ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia

diegotolaguilar@gmail.com

La estimación precisa y oportuna de la biomasa es fundamental para una gestión agrícola eficiente a gran escala. Tradicionalmente la biomasa se mide colectando muestras de plantas, información que raramente está disponible. La Teledetección ofrece información de alta resolución espacial y temporal siendo una alternativa para el monitoreo de cultivos y sus distintas propiedades. En este contexto, se evaluó el potencial combinado de imágenes radar Sentinel-1 (S1) y ópticas Sentinel-2 (S2) para mapear el volumen de biomasa aérea (VBA) pre-cosecha de siete parcelas de Quinua (variedad Jacha Grano) ubicadas en la región central del Altiplano (Patacamaya y Sica Sica). Para este fin, primero, se cuantificó el VBA de referencia mediante imágenes RGB tomadas con dron combinando (1) técnicas de fotogrametría para obtener un modelo de altura de plantas y (2) modelo de clasificación supervisado (Convolutional Neuronal Network - CNN) para identificar el área ocupada por plantas de quinua en las parcelas estudiadas. De este primer paso se observó un alto nivel de heterogeneidad espacial del VBA dentro de las 7 parcelas consideradas (0.0001 – 9.0811 m³/100 m²). Segundo, el VBA de referencia se estimó a partir de imágenes satelitales, integrando variables espectrales (S2) y de radar (S1) en un modelo de regresión (Random Forest – RF). El modelo logró un rendimiento robusto ($R^2 = 0.74$, RMSE = 0.54 m³). Dentro de las variables consideradas, el índice espectral MSI2 —que combina bandas de infrarrojo cercano, de onda corta y rojo— emergió como el predictor más relevante (25% de importancia), subrayando la sensibilidad de estas regiones espectrales para estimar biomasa en quinua. Los resultados demuestran la viabilidad de usar datos S1 y S2 para mapear el VBA en parcelas agrícolas (quinua) con alta heterogeneidad espacial ofreciendo nuevas perspectivas para la gestión sostenible de los cultivos alto andinos.

Palabras clave: Volumen de biomasa aérea, quinua, Sentinel-1, Sentinel-2

Eficacia de bioinsumos a base de microorganismos en el control de larvas de *Eurysacca quinoae* y *Helicoverpa quinoa* insectos plaga de la quinua

Beatriz Ortiz¹, Reinaldo Quispe¹ y Jimmy Ciancas²

¹Fundación PROINPA, Regional Altiplano, La Paz, Bolivia, ²Fundación PROINPA, Regional Norte, Cochabamba, Bolivia
b.ortiz@proinpa.org

Eurysacca quinoae y *Helicoverpa quinoa* son insectos plaga clave en el cultivo de la quinua, que provocan pérdidas significativas en el rendimiento, especialmente en sistemas de producción orgánica como los que predominan en el altiplano boliviano. Con el fin de fortalecer el manejo sostenible de estas plagas, la Fundación PROINPA, a través de su Planta de Bioinsumos, desarrolla nuevos productos biológicos cuya eficacia debe ser evaluada y validada antes de su escalamiento. En este contexto, se evaluó la eficacia insecticida de dos bioinsumos a base de *Chromobacterium subtsugae* y *Saccharopolyspora spinosa* sobre larvas de tercer estadio de *E. quinoae* y *H. quinoa*, mediante bioensayos independientes realizados en el Laboratorio de Entomología del Centro de Innovación Agrícola Alejandro Bonifacio-CIAAB (Viacha, La Paz), bajo condiciones controladas ($21 \pm 1,2$ °C, 60 ± 5 % HR y 12 h luz). Se evaluaron seis tratamientos por cada bioinsumo considerando las dosis de 0,5; 0,75 y 1 kg/ha, además de dos testigos: uno absoluto (sin aplicación) y otro testigo de comparación un bioinsecticida Entrust® (30 g/ha). En el caso de *E. quinoae*, las larvas se alimentaron con hojas frescas de quinua cultivadas en invernadero, mientras que para *H. quinoa* se utilizó dieta artificial. Las evaluaciones de mortalidad acumulada se realizaron 1, 3, 5 y 8 días posteriores a la aplicación, y la eficacia de los tratamientos se calculó mediante la fórmula de Henderson-Tilton. En ambos ensayos se empleó el diseño completamente al azar, con siete tratamientos y cinco repeticiones (cada repetición consistió en cinco larvas). Los resultados mostraron que ambos bioinsumos ejercieron un efecto insecticida sobre larvas de *E. quinoae* y *H. quinoa*, con una eficacia creciente a medida que aumentaban la dosis y el tiempo de exposición. En el bioensayo con *E. quinoae*, el bioinsumo a base de *S. spinosa* alcanzó una eficacia del 100 % en la última evaluación con las dosis media y alta. En el caso de *H. quinoa*, los niveles de control fueron inferiores, aunque destacaron los tratamientos a base de *S. spinosa*, con una eficacia del 73,3 % al 8vo. día. El testigo de comparación Entrust® mostró una rápida acción, alcanzando 100 % de mortalidad en el tercer día en ambos casos. Estos resultados evidencian el potencial insecticida de los bioinsumos, particularmente el que está a base de *S. spinosa*, como alternativa viable para el control de plagas en quinua bajo esquemas de producción orgánica. No obstante, se requiere validar estos resultados en condiciones de campo para confirmar su efectividad y viabilidad operativa en parcelas de agricultores.

Palabras claves: Eficacia, bioinsumos, plagas quinua

Producción de semilla certificada Jach'a grano, en la comunidad de Huaraco provincia Aroma

Salustio Rosales Canqui

Asociación de Productores de Quinua del Municipio de Sica Sica (APROQUIMSS), La paz; Bolivia
aproquimss@gmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo ancestral de alto valor nutricional y cultural, considerado un pilar de la seguridad alimentaria en el altiplano boliviano. Su adaptabilidad a condiciones extremas como bajas temperaturas, suelos pobres y escasa disponibilidad de agua, la ha convertido en un recurso estratégico para las comunidades productoras. Dentro de la gran diversidad genética existente, la variedad Jach'a grano destaca por su tamaño de grano, calidad culinaria y alto rendimiento, características que le confieren una gran aceptación tanto en mercados locales como internacionales. El altiplano Norte de Bolivia, en especial el Municipio de Sica Sica por sus condiciones agroecológicas únicas con una altitud de 3.800 m.s.n.m., suelos con texturas arenosas y pedregosas, y un clima seco frío, ha permitido que esta variedad desarrolle adaptaciones particulares. En este contexto, la obtención de la denominación de origen para la semilla de quinua Jach'a grano cultivada en esta región no solo garantiza su autenticidad y trazabilidad, sino que también reforzaría el valor agregado de su producción en beneficio de los productores locales. La investigación tiene como objetivo obtener la certificación de la semilla de quinua variedad Jach'a grano adaptada en el altiplano norte de Bolivia, reconociendo sus características únicas derivadas de la interacción entre el material genético y el entorno agroecológico específico de la región. La investigación realizada en la Comunidad Huaraco, a una altitud aproximada de 3.800 m.s.n.m., en 3 parcelas distintas (arcillo-arenoso, franco-limoso y franco arenoso) la siembra se efectuó en el mes de octubre, aprovechando el inicio de la temporada de lluvias para favorecer la germinación y el establecimiento del cultivo, se utilizó la técnica de siembra por surco, en una parcela de 1,000 m² una separación de 60 cm entre hileras y 50 cm entre plantas, lo que facilita el control de malezas, la aireación del suelo y una distribución uniforme de la humedad, se emplearon prácticas de manejo tradicional complementadas con técnicas de conservación de suelos, como el barbecho largo y la rotación de cultivos. El monitoreo incluyó registros de crecimiento, análisis fenológico, control fitosanitario y medición de rendimiento final, así como la evaluación de la calidad física del grano cosechado. El rendimiento promedio obtenido fue de 7 quintales por parcela de grano bruto, con una producción de 5.5 quintales de semilla certificada y limpia. La calidad física fue sobresaliente, destacando el peso hectolitrito alto, el tamaño uniforme y la mínima presencia de grano partido. El suelo dulce de la región resultó óptimo para la producción de quinua bajo un manejo agrícola adecuado. La variedad, Jach'a grano mostró alta tolerancia al estrés hídrico y térmico, adaptándose perfectamente a las condiciones climáticas de la Comunidad Huaraco, garantizando beneficios económicos, culturales y ambientales para la región.

Palabra clave: certificación, semilla, adaptabilidad, textura de suelo, Jach'a grano

Caracterización de la respuesta a la temperatura de *Helicoverpa quinoa* (Lepidóptera: Noctuidae), plaga de la quinua

Ivan Nina^{1,2}, Reinaldo Quispe¹ y François Rebaudo³

¹ Fundación PROINPA, Regional Altiplano, La Paz, Bolivia; ² Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA), El Alto, Bolivia; ³ Instituto Francés para el Desarrollo (IRD), Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, Francia

i.nina@proinpa.org

El cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa*) es afectado en su rendimiento y calidad de grano por diversas plagas, entre las cuales destaca *Helicoverpa quinoa* (Lepidóptera: Noctuidae), capaz de reducir la productividad hasta en un 30 %. El desarrollo de los insectos está fuertemente influenciado por factores ambientales, particularmente la temperatura, aunque en el caso de *H. quinoa* esta relación aún no ha sido estudiada. En este contexto, el objetivo de caracterizar la respuesta térmica de *H. quinoa*, se evaluó su desarrollo biológico bajo cinco regímenes de temperatura ($10,8 \pm 2,4$; $17,1 \pm 1,3$; $20,6 \pm 1,3$; $24,7 \pm 1,5$ y $29,9 \pm 1,1$ °C), con 60 ± 5 % de humedad relativa y un fotoperiodo de 12 horas luz, en el Centro de Innovación Agrícola Alejandro Bonifacio-CIAAB (Viacha, La Paz). Para cada tratamiento térmico se utilizaron 200 huevos (<24 h de edad). Una vez alcanzado el estadio larval, los individuos fueron individualizados en recipientes de 50 ml con 1,5 cm³ de dieta artificial (a base de frijol y germen de trigo). En la etapa de pupa, se realizó el secado y pesaje, y al emerger los adultos, se introdujeron tres parejas reproductivas por temperatura en jaulas de oviposición. Se evaluaron los siguientes parámetros: duración del ciclo biológico (de huevo a adulto), porcentaje de supervivencia, temperatura base (Tb) y constante térmica (K), calculadas mediante regresión lineal simple. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco tratamientos (temperaturas) y cuatro repeticiones (50 individuos por repetición). Los resultados mostraron que la duración del ciclo biológico de *H. quinoa* disminuyó significativamente con el incremento de la temperatura, desde $46,1 \pm 13,5$ días a $10,8$ °C hasta $43,2 \pm 4,1$ días a $29,9$ °C. La supervivencia larval fue significativamente mayor a $20,6 \pm 1,3$ °C, lo que indica un desempeño óptimo en esta condición. La temperatura base estimada fue de $11,3$ °C y la constante térmica requerida para completar el desarrollo desde huevo hasta adulto fue de 740,5 grados-día (°D). Estos resultados permitirán predecir el desarrollo poblacional de *H. quinoa* en función de la temperatura ambiental, y constituyen una herramienta útil para el diseño de estrategias de manejo sostenible en el cultivo de quinua, especialmente bajo condiciones de cambio climático.

Palabras clave: ciclo de vida, requerimientos térmicos, plagas quinua

Prevención de plagas en quinua mediante capacitación técnica y organización comunitaria: una experiencia de intervención participativa

Eliana M. Callisaya Laura¹, Miguel A. Barrantes Costas², Guido Baltazar Sullcata (†)³, Néstor P. Colque Flores¹, Ximena Tola Quispe ¹

¹ Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz-Bolivia, ² Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA), ³ GAM Umala, comunidad Cañaviri
callisayalauraelianamartha@gmail.com

La quinua se ha posicionado como el principal rubro de exportación no tradicional en la región andina, siendo una fuente importante de ingresos para las familias. Las plagas de insectos causan pérdidas significativas en el cultivo de quinua afectando tanto la calidad como la cantidad del grano entre 10 a 60% de pérdidas, la comunidad Cañaviri realiza un control mínimo de plagas en la aynoca comunal de quinua utilizando bioinsumos orgánicos y químicos según sus costumbres en una superficie aproximada de 500 hectáreas. El presente trabajo tiene como objetivo describir una experiencia de investigación participativa, en la cual se socializó un problema de plagas identificado por la comunidad. El estudio se realizó en el departamento de La Paz, Municipio de Umala, comunidad Cañaviri, ubicado a 3852 m.s.n.m. La implementación de esta experiencia se ejecutó en la gestión 2022, iniciamos eligiendo a 4 productores para realizar ensayos en 4 parcelas demostrativas, con una superficie de 250 m² por productor, dentro de este contexto se llevó a cabo 4 tratamientos (T0 = Testigo, T1 = Feromonas de ticona y polilla, T2 = Aplicación de insecticida biológico Spinosad, T3 = Feromonas más Spinosad), Cada siete días se realizó el conteo de adultos de ticonas y polillas capturados en las trampas instaladas, asimismo, se cuantificó el número de larvas por planta en las parcelas evaluadas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: En T0 = 1.083 larvas por planta; en T1= 1.194 larvas; en T2 = 1.756 larvas; y en T3 = 487 larvas. En cuanto a adultos de ticona y polilla capturados en las trampas, se registraron en T1 = 552 individuos y en T3 =415 individuos”; los datos fueron proyectados y socializados en un ampliado de la comunidad donde se mostró que el daño de plagas es de 36% lo que representa una pérdida económica de 150.352 Bs/qq, aun así muchos agricultores tuvieron incertidumbre y desconfianza, por ello se desarrolló una comisión de verificación directa en campo, evidenciando el impacto real de la plaga, esta acción motivó a productores a ejecutar una campaña fitosanitaria como medida de control y prevención a base del producto Spinosad. Durante la campaña fitosanitaria se dio asistencia técnica en la preparación, dosis, medidas de bioseguridad. Entre los resultados obtenidos durante la campaña fitosanitaria 89 personas estuvieron en el taller de sensibilización (afiliados de la comunidad Cañaviri), 57 personas (64%) llevaron a cabo la campaña fitosanitaria a 178 hectáreas de quinua de donde la producción estimada fue de 70 toneladas de quinua, el daño de plagas en parcelas donde no se realizó la campaña fue del 30% y con la campaña fitosanitaria fue del 13%, logrando que el 17 % no sea afectado por plagas, evitando una pérdida económica aproximada de bolivianos 71.000. En conclusión, los agricultores perciben que el manejo integral de plagas reduce pérdidas, mejora la calidad de grano y que las campañas fitosanitarias son una estrategia de organización efectiva. Tras esta experiencia se acordó implementar un control fitosanitario en las próximas campañas agrícolas para combatir las plagas clave que afectan al cultivo de quinua.

Palabras claves: Quinua, plagas de quinua, campañas fitosanitarias, sensibilización técnica

Contribución de las franjas de vegetación en los agroecosistemas de producción de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia

Alejandro Bonifacio¹, Wilfredo Rojas¹, Eliseo Mamani¹, Reinaldo Quispe¹, Milton Villca¹ Aida Ferreira¹, Miriam Alcon¹ y Steven Vanek²

¹ Fundación PROINPA, Bolivia, ² Universidad Estatal de Colorado, Estados Unidos

w.rojas@proinpa.org

En el Altiplano Sur de Bolivia en las parcelas de quinua, la erosión eólica ocasiona una pérdida de 7,5 kg de N/ha/año, además entierra plántulas de quinua. La Fundación PROINPA desde 2013 empezó a promover la implementación de franjas de vegetación con especies nativas en parcelas con suelos desnudos en comunidades del municipio de Uyuni del Altiplano Sur. Luego de 10 años, se evaluó la contribución de las franjas de vegetación en los agroecosistemas de producción de quinua. Se evaluaron nueve franjas establecidas en 2014, 2016 y 2017, además de las parcelas de quinua, se midió la retención del suelo que lleva el viento, la cobertura y biomasa de las franjas, la fertilidad del suelo, la actividad microbiana y la entomofauna presente en las franjas. Los datos fueron registrados aplicando diferentes métodos y técnicas según el tipo de variable, y analizados estadísticamente. Los resultados muestran que las franjas de vegetación retienen 9 kg/m²/año de suelo que arrastra el viento, equivalente a 2,7 t/año para una franja de 3 m de ancho y 100 m de largo. Las franjas en 10 años llegaron a cubrir en promedio el 76% de la superficie establecida, en 8 años 61% y en 7 años 44%. Acumularon en 10 años equivalente a 3542 kg/ha de biomasa, en 8 años 1977 kg/ha y en 7 años 1765 kg/ha, cifras muy significativas para una región árida. Asimismo, los suelos de las franjas de vegetación tuvieron mayor fertilidad en relación con las parcelas de quinua, materia orgánica particulada en promedio fue 2,86 mg/g y 1,73 mg/g; la materia orgánica 2,69% y 2,35%, fósforo disponible 3,94 y 3,63 (mg/100g) y nitrógeno total de 0,03% y 0,02%, respectivamente. Según la respirometría, los suelos de las franjas de vegetación tuvieron mayor cantidad de microorganismos (4,1 mgCO₂/kg.h) en comparación a la parcela de quinua (2,39 mgCO₂/kg.h); la actividad glucosidasa en la franja de vegetación fue 9,18 ug/g.h y en la parcela de quinua 6,72 ug/g.h, estas cifras muestran el rol de las franjas de vegetación. Respecto a la entomofauna, en la franja de vegetación se registró insectos de los órdenes Hymenóptera (avispa, abejas y hormigas), Díptera (moscas) y Hemíptera (chinchas) presentes en las especies vegetales arbustivas de *Parastrephia lepidophylla*, *Lepidophyllum quadrangulare*, *Eragrostis curvula*, *Anaterostipa venusta* y *Phalaris* sp., mientras que en las especies arbustivas como *Junellia seiphoides*, *Tarasa tenella*, *Baccharis tola*, *Tagetes multiflora*, *Parastrephia lucida* y *Pseudognaphalium cheiranthifolium* no se encontraron insectos. El estudio muestra que las franjas de vegetación establecidas en agroecosistemas de quinua tienen múltiples funciones, retienen suelo arrastrado por el viento, proporcionan cobertura al suelo, generan biomasa, mejoran la fertilidad del suelo y la actividad microbiana, y albergan a la entomofauna.

Palabras clave: biomasa, entomofauna, erosión, quinua

Fertilidad del suelo, abonamiento orgánico, riego deficitario y productividad de la quinua

Roberto Miranda Casas

Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andres (UMSA) La Paz, Bolivia

robertomicasa@gmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un grano andino con elevado valor proteico (14%), siendo uno de los cultivos que generan ingresos económicos para los agricultores del Altiplano Central y Sur de Bolivia, el cultivo se desarrolla en condiciones de bajas temperaturas, precipitación y fertilidad de suelos, lo que limita el rendimiento. El objetivo de esta investigación fue evaluar la productividad de la quinua, contenido de nitrógeno en los granos y el suelo en diferentes cantidades de abonamiento orgánico y riego deficitario. Se realizaron una serie de trabajos de campo en diseño de bloques al azar, en dosis de abonamiento de 0, 4, 8, 12, 15 y 30 t/ha de estiércol, en condiciones de riego deficitario en el altiplano sur y central de Bolivia. Los resultados indican que el rendimiento de quinua es influenciado por las condiciones edafoclimáticas, 200 a 300 mm anuales de precipitación, bajos contenidos de Nt, la incorporación de abono orgánico cinco a siete meses antes de la siembra de la quinua, favorece la productividad de granos, la dosis de abono orgánico entre 20 y 30 t/ha influye en el aumento de la productividad, así como el riego deficitario en la prefloración y floración llegando hasta 1500 kg de grano por hectárea.

Palabras clave: Abonamiento orgánico, productividad de la quinua, riego deficitario-

Efecto del té de compost y té de estiércol de llama en el control de ticona (*Helicoverpa quinoa*) y el mildiu (*Peronospora variabilis*), plagas de la quinua

Marco Pari ¹, Beatriz Ortiz² y Reinaldo Quispe²

¹ Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA), El Alto, Bolivia,

² Laboratorio de Entomología, ³ Fundación PROINPA, Regional Altiplano, La Paz, Bolivia.

marcospari47@mail.com

En el altiplano de Bolivia, el cultivo orgánico de quinua enfrenta serias dificultades para el manejo de *Helicoverpa quinoa* (larvas de ticona) y el mildiu causado por *Peronospora variabilis*, plagas que causan pérdidas en el rendimiento del cultivo entre un 15% al 60%. Una alternativa agroecológica para su manejo son los extractos líquidos fermentados, como el té de compost y el té de estiércol, aunque su información sobre su efecto en quinua aún es limitada. Con el objetivo de evaluar el efecto de estos bioinsumos en el control de la “Ticona” y el mildiu, se implementaron dos bioensayos independientes en ambientes del Centro de Innovación Agrícola Alejandro Bonifacio-CIAAB (Viacha, La Paz). Para la elaboración de ambos té, se utilizaron 2 kg de compost y 2 kg de estiércol de llama, colocados en sacos de tela tul (20×30 cm) e introducidos en baldes de 20 L con 18 L de agua sin cloro. Se empleó una bomba de pecera para oxigenación continua durante 24 horas, tras lo cual se obtuvo el té listo para su aplicación. En el primer bioensayo, orientado al control de larvas de ticona, se evaluaron tres tratamientos: 1) té de compost, 2) té de estiércol de llama y 3) testigo (sin aplicación). Las soluciones fueron aplicadas al 50% de concentración, complementada con aceite agrícola al 0,2%, mediante aspersión manual sobre hojas de quinua (var. Jacha Grano cultivadas en invernadero). Luego de 3 minutos, las hojas tratadas fueron ofrecidas como alimento a larvas de tercer estadio de *H. quinoa*. El bioensayo se condujo bajo un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y 5 repeticiones (cada repetición=4 larvas). La eficiencia de control fue registrada a los 7, 14, 21 y 28 días posteriores a la exposición. En el segundo bioensayo, dirigido al control del mildiu, plantas de quinua en estado de panojamiento fueron tratadas con los mismos tratamientos y condiciones de aplicación. Dos semanas después, se realizó la inoculación con esporas viables de *P. variabilis* recolectadas de campo. El diseño experimental fue completamente al azar con 5 repeticiones (cada repetición=3 plantas). Se revaluó la incidencia de la enfermedad a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación. Los resultados muestran que, en la primera evaluación (7 días), ninguno de los tratamientos controló eficazmente las larvas de ticona. Sin embargo, a partir de la segunda evaluación, se observaron porcentajes de control crecientes, que fluctuaron entre 5% al 50%, evidenciándose que al día 28, el tratamiento con té de compost mostró una mayor eficiencia comparando con el té de estiércol. En cuanto al mildiu, no se detectó incidencia en los tratamientos durante la primera evaluación; no obstante, en las siguientes fechas, el testigo presentó un incremento en la incidencia, alcanzando entre 20% al 60%. En cambio, los tratamientos con té de compost y estiércol registraron solo 7% y 20% de incidencia, respectivamente, al día 28. Estos resultados evidencian el potencial del uso de té de compost y estiércol de llama como herramientas en el manejo orgánico de *H. quinoa* y *P. variabilis* en el cultivo de quinua, contribuyendo al fortalecimiento de prácticas agroecológicas en el altiplano boliviano.

Palabras clave: plagas de la quinua, producción orgánica, té de compost y estiércol de llama

Análisis de efecto del cambio del clima en cultivos de tarwi y su efecto en sistemas acoplados

Edwin Yucra¹, Cristal Taboada¹, Milenka Iturralde¹ y Luis Machicao¹

¹ Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía,
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

eeyucra@umsa.bo

Las familias productoras del Altiplano de Bolivia han percibido desde hace muchos años los principales impactos en la producción agrícola a causa del cambio climático. Uno de los sistemas afectados y subvalorados es el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), cultivado según los conocimientos locales por pobladores en cercanías del lago Titicaca. Las nuevas condiciones climáticas han impulsado al Proyecto Tarwi de la CIPyCA, dependiente de la Facultad de Agronomía, a desarrollar investigaciones técnicas orientadas al análisis del comportamiento y las tendencias climáticas de la región. El estudio se fundamenta en datos climáticos históricos, complementados con percepciones locales recopiladas mediante métodos participativos. Esta aproximación ha permitido identificar los efectos del cambio climático sobre los sistemas humanos y naturales vinculados al cultivo del tarwi, así como las dinámicas de interacción entre ambos. El proyecto desarrolló su trabajo en cuatro municipios: Puerto Mayor Carabuco y Escoma de la provincia Camacho, Copacabana (provincia Manco Kápac) y Viacha (provincia Ingavi), zonas reconocidas por la producción de Tarwi, aunque con áreas dedicadas a este cultivo que no superan el 0.7% de su superficie productiva total. Actualmente, la falta de precipitaciones durante los períodos de siembra y floración —dentro de la ventana climática de producción— está provocando pérdidas en los cultivos. A esto se suman las heladas esporádicas que, pese al aumento general de temperaturas, siguen dañando las fases fenológicas más vulnerables. Dentro de los sistemas acoplados, el sistema humano presenta mayor vulnerabilidad, debido al envejecimiento de la población que permanece en el campo, la pérdida de conocimientos sobre el manejo del cultivo y la capacidad reducida para interpretar pronósticos climáticos. El cambio climático está modificando profundamente la producción de tarwi en el Altiplano boliviano, afectando tanto sistemas humanos como naturales. La vulnerabilidad aumenta por la pérdida de conocimientos locales y eventos climáticos extremos. Integrar saberes ancestrales con herramientas tecnológicas y fortalecer capacidades adaptativas comunitarias es clave para garantizar la resiliencia agroalimentaria y la sostenibilidad del cultivo.

Palabras clave: cambio climático, altiplano boliviano, conocimientos indígenas, sistemas acoplados

Efecto de dos raciones suplementarias en pellets a base de plantas de quinua en la condición corporal de cuyes, Estación Experimental de Patacamaya

Condori A. E. J.¹, Soliz G. J. B.²

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

² Estación Patacamaya, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

condoriapazaesme@gmail.com

El presente estudio tuvo como objetivo de diversificar la alimentación de cuyes mediante la formulación de pellets al 16.0 % de proteína bruta (PB), utilizando productos de plantas de quinua y ajara como base proteínica, combinado con un ingrediente local como es el pasto llorón, además de la torta de soya, afrecho y sales minerales. Se evaluó el efecto de dos raciones suplementarias en pellets sobre la condición corporal de cuyes recién destetados en la Estación Experimental de Patacamaya (EEP). El estudio se desarrolló durante 36 días con nueve animales distribuidos en tres grupos: dos recibieron pellets al 16.0 PB, calculados por el método de Pearson, una mezcla tuvo cinco ingredientes (torta de soya, plantas de quinua – ajara molida, afrecho de trigo, plantas de llorón molido y sales minerales; la segunda ración tuvo tres ingredientes: plantas de quinua – ajara, pasto llorón y sales minerales y el tercero recibió una dieta convencional como grupo testigo. Los pellets se elaboraron en una peletizadora y se evaluaron variables como ganancia de peso, eficiencia de conversión alimenticia, aceptabilidad y remanencia. La ración 1 mostró la mejor respuesta productiva con una ganancia de 174.0 g y una conversión alimenticia de 5.12 g alimento/g peso, mientras que la ración 2 alcanzó 132.0 g con conversión de 4.12 g/g peso, esta última registró una diferencia inferior leve con respecto al grupo testigo (140 g). La aceptabilidad del alimento fue alta en ambos tratamientos (91.88% y 89.96%) y la remanencia fue baja (9.12% y 10.04%), lo que indica buena respuesta alimentaria. Estos resultados reflejan que las plantas de quinua-ajara y pasto llorón, adaptadas a las condiciones climáticas del altiplano, son una alternativa nutricional viable, especialmente en épocas de escasez de forraje, contribuyendo a optimizar la alimentación animal en zonas rurales vulnerables. Además, el uso de ingredientes locales y el formato pellet favorecen el consumo, minimiza desperdicios y fortalecen la seguridad alimentaria. En conjunto, los pellets elaborados con quinua y ajara demostraron ser una alternativa efectiva, nutritiva y sostenible para mejorar la eficiencia alimentaria de cuyes en condiciones altoandinas.

Palabras claves: Quinua, ajara, suplementación, cuyes, alimentación, proteína.

Requerimientos térmicos para el desarrollo de *Copitarsia incommoda*, *Helicoverpa quinoa* y *Eurysacca quinoae* plagas de la quinua en el altiplano de Bolivia

Reinaldo Quispe¹, Franz Callizaya¹, Jenny Flores², Ivan Nina² y François Rebaudo³

¹ Fundación PROINPA, Regional Altiplano, La Paz, Bolivia; ² Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia; ³ Instituto Francés para el Desarrollo (IRD), Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, Francia

r.quispe@proinpa.org

En el Altiplano de Bolivia, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) puede sufrir pérdidas de rendimiento entre 20 y 60% debido al ataque de *Copitarsia incommoda*, *Helicoverpa quinoa* y *Eurysacca quinoae*. La biología de los insectos, al ser poiquiloterms, está estrechamente determinada por la temperatura. Sin embargo, los requerimientos térmicos de estas plagas aún no han sido estudiados en Bolivia ni en la región andina. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la temperatura sobre el ciclo de vida de *C. incommoda*, *H. quinoa* y *E. quinoae*, y estimar su temperatura base y constante térmica de desarrollo. Los insectos fueron criados a 10.3 ± 0.4 , 15.2 ± 1.2 , 19.9 ± 0.9 , 24.9 ± 1.1 y 29.8 ± 1.2 °C, con $60 \pm 5\%$ de humedad relativa y fotoperiodo de 12 h en el Centro de Innovación Agrícola Alejandro Bonifacio (CIAAB) (Viacha, La Paz). Se inició la cría con 200 huevos (<24 h de edad) por especie y temperatura. Las larvas de *C. incommoda* y *H. quinoa* fueron alimentadas con dieta artificial a base de quinua, mientras que las de *E. quinoae* recibieron hojas y panojas de quinua. En estado de pupa se determinó el sexo y los adultos se mantuvieron en jaulas de cópula y oviposición, alimentados con miel al 10%. El ciclo biológico se registró mediante observaciones diarias, y la temperatura base (T_b) y la constante térmica (K) se estimaron por regresión lineal. El análisis estadístico se realizó bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos (temperaturas) y cuatro repeticiones (50 individuos/repeticón). Los resultados muestran que la duración del ciclo de vida se redujo significativamente con el incremento de la temperatura, pasando de 202.2, 461.5 y 315.2 días a 38.6, 43.2 y 37.5 días para *C. incommoda*, *H. quinoa* y *E. quinoae*, respectivamente, entre 10.3 y 29.8 °C. Las temperaturas extremas afectaron negativamente la supervivencia, mientras que 19.9 °C favoreció el mejor desempeño biológico de las tres especies. La temperatura base (T_b) promedio fue de 7.1, 10.3 y 9.5 °C, y la constante térmica (K), para completar el desarrollo desde la postura hasta la emergencia del adulto, de 708.6, 740.5 y 390 °D para *C. incommoda*, *H. quinoa* y *E. quinoae*, respectivamente. Estos resultados constituyen la primera contribución sobre requerimientos térmicos de las principales plagas de la quinua en Bolivia, proporcionando información clave para el desarrollo de modelos de predicción fenológica, sistemas de alerta temprana y estrategias de manejo en escenarios de cambio climático.

Palabras clave: grados-día, constante térmica de desarrollo, temperatura base

Diagnóstico de suelo y manejo nutricional en el cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), hacia una producción sustentable

Nancy Huanca, Juanito Aranda, Delia Mamani, Gonzalo Quispey Luis Daniel Plata

Productores de Camélidos y Quinoa (PROCAMQUI), La Paz, Bolivia

cynanhuanca@gmail.com

El presente estudio se enfoca en la caracterización física y química de suelos para la producción de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en tres departamentos de Bolivia (La Paz, Oruro y Cochabamba). El objetivo fue evaluar la fertilidad edáfica, identificar limitantes productivas y proponer estrategias de manejo sostenible para incrementar el rendimiento sin comprometer el medio ambiente. La cañahua, grano andino de alto valor nutritivo, rico en proteínas y aminoácidos esenciales, tolera heladas, suelos pobres y sequía. Estas cualidades, junto con su relevancia cultural, la posiciona como cultivo estratégico para la seguridad alimentaria y la resiliencia ante factores adversos. Sin embargo, en las últimas décadas los sistemas de producción han cambiado por el incremento de la demanda, la expansión de monocultivos y la mecanización, ocasionando pérdida de materia orgánica, compactación, erosión y salinización. Se evaluaron 83 muestras de suelos productores de cañahua mediante muestreo en zigzag y en "X", recolectadas a 25 cm de profundidad, homogeneizadas y analizadas en laboratorio para 11 parámetros edáficos (pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg, textura y densidad aparente). Los datos se procesaron mediante estadística univariada. Para calcular requerimientos nutricionales se aplicó un balance de nutrientes considerando un rendimiento objetivo de 1 t/ha estimado necesidades de N, P y K y comparándolas con los niveles presentes en el suelo. En La Paz predominan suelos franco-arcillosos (23,68% de arcilla), densidad aparente óptima (1,36 g/cm³), baja materia orgánica (1,55%) y alta variabilidad en fósforo y magnesio. Oruro presenta condiciones similares, pero con déficit de calcio (5,75 meq/100g) y salinidad elevada (hasta 170 mmhos/cm). Cochabamba muestra suelos franco-arenosos (50,25% de arena), acidez moderada (pH 5,79), mayor materia orgánica (3,72%) y salinidad en algunos sectores (hasta 199 mmhos/cm), aunque su textura limita la retención de nutrientes. El pH varía de moderadamente ácido en Cochabamba a fuertemente alcalino en Oruro, afectando la disponibilidad de fósforo, hierro, zinc y manganeso. La conductividad eléctrica va de suelos no salinos a casos extremos en La Paz y Oruro. La materia orgánica es muy baja en La Paz (40,54% de muestras) y deficiente en Oruro, mientras que en Cochabamba es alta. El fósforo asimilable es bajo en gran parte de las áreas (50% de las muestras en Oruro y 41,67% en La Paz). El potasio es alto en todos los departamentos; calcio y magnesio, aunque suficientes, presentan desbalances. A nivel municipal, destacan salinidad y alcalinidad extremas en Papel Pampa; muy baja materia orgánica en Caquiaviri; alta salinidad en Toledo; acidificación en Caracollo; desbalances Mg:K y baja materia orgánica en Challapata; y acidez moderada, deficiencia de fósforo y salinidad incipiente en Tapacarí. La productividad de la cañahua está limitada por deficiencias de nitrógeno y fósforo, desequilibrios nutricionales y condiciones edáficas heterogéneas. La meta de 1 t/ha con 33,33 kg/ha de N, 23,33 kg/ha de P₂O₅ y 33,33 kg/ha de K₂O, es alcanzable con estrategias sostenibles adaptadas a cada zona. Se plantea aplicar estiércol ovino (628 kg/ha) por su disponibilidad y aporte de nutrientes, complementado con rotación de cultivos, abonos verdes, residuos de cosecha y conservación de cobertura para mejorar fertilidad y retención de humedad.

Palabras clave: Cañahua, fertilidad, materia orgánica, salinidad, producción sostenible

Evaluación de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en épocas de siembra como respuesta a factores abióticos, municipio Llallagua

Elmer Alex Alave Colque, Esteban Choque Conde, Valentín Loredó Gareca
Universidad Nacional "Siglo XX" (UNSXX), Carrera de Ingeniería Agronómica,
Llallagua, Potosí, Bolivia
valentin.loredo@unsxx.bo

En Bolivia la mayor producción de cultivo de quinua está distribuida en los departamentos de Potosí, Oruro y La Paz. La quinua es un cultivo con alta variabilidad genética en el país, que responde a diferentes condiciones climáticas y edáficas de la puna y altiplano. En el Norte de Potosí la producción del cultivo de quinua es escasa por falta de capacitación sobre las cualidades de genotipos resistentes a factores abióticos, por tal razón la producción es parcelaria en medianas y pequeñas superficies destinadas al autoconsumo (Quispe, 2018). El objetivo del estudio fue identificar genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), que muestren, resistencia a factores abióticos en dos épocas de siembra, para optimizar la producción del cultivo. Se realizó en el Centro de Investigación, Producción y Extensión Agropecuaria, de la carrera de Ingeniería Agronómica de la "UNSXX", ubicado en el Municipio de Llallagua del departamento de Potosí. Se trabajó con cinco genotipos de quinua (G1- Real noventón, G2- Rosa Blanca, G3- Mock'o, G4- Kellu anaranjado y G5- Roja), los cuales se sembraron en dos épocas. La investigación fue del tipo experimental, con el diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas de 10 tratamientos, relación genotipos y épocas con tres repeticiones. Las condiciones climáticas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo entre noviembre 2023 a abril 2024, reportó una temperatura máxima de 23 °C y mínima de 1 °C con una media general de 12.5 °C, con una precipitación acumulada de 502.2 mm, comportándose dentro el rango normal de uso consuntivo, El análisis químico del suelo mostró la existencia de nitrógeno asimilable (15,10 kg/ha) bajo, en fósforo (53,50 kg/ha) moderado y en potasio (57,45 kg/ha) bajo contenido. El genotipo adaptable a factores abióticos, como respuesta agronómica y de rendimiento, es para el genotipo (G5) Roja con 57.6 cm, y en la época 2 para altura planta. En el diámetro de tallo se describe con mayor significancia a los genotipos (G5) Roja y (G1) Real noventón con 0.62 cm. En la longitud de panoja, es altamente significativo al genotipo (G5) Roja con 14,5 cm. En el diámetro panoja es significativo al genotipo (G5) Roja con 5,87 cm. finalmente el promedio de rendimiento en interacción nos muestra al tratamiento (T10) (G5) Roja con 481 kg/ha en la época 2 (25 de noviembre). Cuyos rendimientos, se encuentran significativamente menores a los reportes del (Lordemann, 2024). El genotipo (G5) Roja implantado en la época 2 (25 de noviembre), muestra una adaptación óptima a las condiciones de la región como respuesta a los factores abióticos, con un rendimiento de 481 kg/ha, mostrándose significativa para las diferentes variables agronómicas del cultivo. El análisis económico reportó una Tasa Retorno Marginal (TRM) de 469,8% para el tratamiento T5 (E1-G5 época 1 genotipo roja); siendo la más rentable de la investigación.

Palabras claves: genotipo, época de siembra, factores abióticos, tasa de retorno marginal

Evaluación de materiales aislantes naturales en el diseño de una cocina solar tipo caja para comunidades altoandinas

¹Cynthia Apaza Gonzales, ¹Brian Manuel Collazos Álvarez, ¹Lourdes Elianne Mamani Peralta,

¹Armando Salinas del Carpio

¹ Universidad Nacional de Juliaca, Perú

c.apazag@unaj.edu.pe

En los últimos años, la sostenibilidad y la eficiencia energética han adquirido gran relevancia, especialmente en zonas altoandinas donde el acceso a combustibles limpios es limitado. Este estudio, consideramos que los deshidratadores y cocinas solares representan una alternativa prometedora para la preparación y conservación de granos altoandinos, contribuyendo tanto a la sostenibilidad ambiental como a la seguridad alimentaria y el desarrollo social de las comunidades altoandinas. En esta investigación, se desarrolla el diseño, construcción y evaluación de una cocina solar de tipo caja, con el propósito de optimizar su rendimiento térmico mediante el uso de materiales aislantes naturales disponibles en Juliaca, tales como paja (ichu), cáscara de café y aserrín. El prototipo elaborado consta de una caja de madera de 50 × 52 cm que alberga una caja de acero inoxidable de 44 × 46 cm, cuyas paredes internas están recubiertas de aluminio para mejorar la captación de radiación solar. El volumen interno útil es de aproximadamente 0.089m³ lo que permite alojar en su interior una olla de 2 Litros. Entre ambas cajas se colocó una capa de material aislante, que rodea toda la estructura. Las pruebas experimentales se realizaron durante tres días por cada material, bajo condiciones de irradiancia natural y temperaturas ambientales propias del clima de Juliaca, registrando la temperatura de la olla, del interior de la cocina y del ambiente. En condiciones de cielo parcialmente nublado, el aserrín alcanzó la mejor retención térmica, logrando temperaturas hasta 63,19°C en la olla y 60°C en el interior de la caja, manteniendo estabilidad térmica incluso en baja irradiancia. Estos resultados evidencian que el uso de materiales locales puede optimizar el rendimiento de las cocinas solares tipo caja, ofreciendo una alternativa de bajo costo con beneficios ambientales y sociales significativos para las comunidades rurales altoandinas. Como paso siguiente, se propone ampliar las pruebas a diferentes volúmenes y condiciones climáticas, así como evaluar la durabilidad de los materiales en uso prolongado.

Palabras clave: Cocina solar, materiales aislantes, combustibles limpios

Recolección y sistematización de datos agrícolas mediante la aplicación kobotoolbox y códigos QR: estudio de caso en el cultivo de quinua en la provincia Aroma, La Paz

Sandra Aruni Ali y Rosmilda Quispe Vásquez
Estación Experimental Patacamaya – UMSA.
sandraaruni44@gmail.com

En los sistemas agrícolas tradicionales, la recolección de información en campo suele realizarse mediante encuestas físicas en papel, lo que representa una debilidad significativa en términos de costo, tiempo y precisión. Este método no solo implica gastos en impresión y almacenamiento, sino también mayor trabajo al transcribir los datos manualmente, lo que puede generar errores y demoras en el análisis técnico. Frente a esta problemática, se plantea el uso de herramientas digitales como alternativa eficiente y sostenible. Este estudio presenta una experiencia de recolección y sistematización de datos agrícolas en el cultivo de quinua, desarrollada en tres municipios de la provincia Aroma (Sica Sica, Patacamaya y Umala) durante las gestiones agrícolas 2022 y 2023. En colaboración con la ONG PROSUCO, se implementó la herramienta digital *KoboToolbox* de libre acceso junto con códigos QR como parte de una propuesta piloto aplicada, se desarrolló con una muestra reducida de seis productores distribuidos en tres municipios de la provincia de Aroma. El objetivo fue mejorar la eficiencia en la recolecta de datos, el monitoreo técnico del ciclo productivo de la quinua, desde la siembra hasta la cosecha, como también contar con información en tiempo real. La metodología consistió en el diseño e implementación de encuestas digitales en *KoboToolbox* adaptadas a productores de quinua. Los formularios incluyeron datos personales, prácticas agrícolas, condiciones climáticas y sanitarias. Cada parcela fue identificada con un código QR único y dentro de esa parcela se identificó las plantas muestra lo que permitió rastrear su historial productivo desde la siembra hasta la cosecha. Esta integración digital facilitó la recolección de datos en tiempo real, redujo errores de transcripción y mejoró la trazabilidad técnica. Los resultados evidencian que el uso de *KoboToolbox* y códigos QR es una alternativa eficaz para la toma de datos en campo, reduciendo tiempos, errores y facilitando el análisis técnico inmediato. A manera de conclusión, el uso de *KoboToolbox* y códigos QR permitió reducir el tiempo de recolección de datos en aproximadamente un 50%, eliminando la transcripción manual. Además, la tasa de error bajó de un 12% en el método físico a menos del 2% con el sistema digital, lo que demuestra una mejora significativa en eficiencia y precisión.

Palabras clave: Quinua, sistematización de datos

Efecto del pH del suelo sobre el desarrollo de cuatro ecotipos de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en Puno, Perú

Alvaro Alberh Albacalle Barboza, Madeleiny Jackelin Cahuide Churata y Franz Karol Chura Cruz
Universidad Nacional del Altiplano Puno – Perú

aalbacalle@est.unap.edu.pe

Un factor principal que limita la eficacia agronómica del cultivo de cañihua es la falta de datos científicos completos sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo y la calidad del agua de riego. El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la calidad del suelo sobre el desarrollo de ecotipos de cañihua en Puno, Perú. Con este propósito, se emplearon semillas pertenecientes a cuatro ecotipos diferenciados de cañihua provenientes de la provincia de Azangaro: Chilliwa, Killu cañahua, Ramis y Pitojiura. Con el fin de determinar el efecto, se evaluó la variable altura de plántulas utilizando un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial de 2×4 , y para la comparación de medias entre tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al nivel de significancia del 5 % ($p \leq 0,05$). Para medir el largo de las plántulas se utilizó un calibrador Vernier milimétrico, modelo “UBERMANN”. El pH se evaluó mediante un análisis de suelos antes de la aplicación del compost, las cuales registraron un pH de 6,60, y posteriormente, después de la enmienda orgánica, se observó un aumento del pH a 7,08. Los resultados del análisis de varianza demuestran que la variable “Altura” presenta variaciones estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en función del tipo de pH y ecotipo. En cuanto al tamaño de plántula de los distintos ecotipos de cañihua, el análisis de comparación de medias mediante la prueba de Tukey indicó que el ecotipo Chilliwa presentó el mayor desarrollo con una longitud promedio de 34.24 ± 0.79 mm, siendo estadísticamente superior. Sin embargo, este valor no difiere significativamente del ecotipo Ramis, que registró un promedio de 31.39 ± 0.79 mm. A su vez, Ramis mostró una similitud estadística con los ecotipos Killu cañahua (29.77 ± 0.79 mm) y Pitojiura (29.30 ± 0.79 mm), evidenciando una agrupación homogénea entre estos tres últimos. Por otro lado, al evaluar el efecto del pH del suelo sobre el tamaño de plántula, el análisis de medias mediante Tukey reveló que el pH 7.08 promovió el mayor crecimiento, con una longitud media de 35.17 ± 0.56 mm. En contraste, el menor tamaño de plántula se observó en suelos con un pH de 6.60, con un valor promedio de 27.18 ± 0.56 mm. En conclusión, se evidencia que el pH del suelo tuvo un impacto significativo en el crecimiento de la altura de las plántulas. El ecotipo Chilliwa alcanzó la mayor altura promedio de 34,24 mm, mientras que el tratamiento con un pH del suelo de 7,08 registró la mayor altura promedio de 35,17 mm. Estos hallazgos demuestran que la altura de las plántulas de cañihua está altamente influenciada tanto por el ecotipo como por el pH del suelo.

Palabras claves: Cañihua, ecotipo, pH del suelo y tamaño

Evaluación de la fertilidad del suelo para mejorar el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano boliviano

José Luis Lima Jacopa

Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto (UPEA), El Alto, Bolivia

l.itonama@gmail.com

La quinua, cultivo nativo del Altiplano boliviano, ha adquirido gran importancia económica, aunque su rendimiento promedio es bajo (0,6 t/ha) comparado con otros países. La fertilidad del suelo es uno de los factores clave para incrementar el rendimiento agrícola. Este estudio examinó críticamente la fertilidad del suelo en el Altiplano boliviano y su efecto en la quinua, identificando factores clave y proponiendo recomendaciones técnicas. Se revisaron artículos científicos, tesis, informes técnicos y documentos oficiales. El método usado fue descriptivo, apoyado en el reporte de análisis de suelos del Altiplano, con el objetivo de diagnosticar la fertilidad del suelo y diseñar un plan de fertilización para incrementar el rendimiento de la quinua. Las actividades realizadas incluyeron recopilación y revisión de datos de suelos, sistematización de requerimientos nutricionales, evaluación del balance nutricional y formulación de una propuesta de fertilización adecuada. De 20 reportes de laboratorio de suelos de la cuenca Azanaque (departamento de Oruro), el 15% presenta un pH fuertemente ácido, el 75% moderadamente ácido y el 10% suavemente ácido. Esta condición limita la disponibilidad de fósforo, aunque su contenido es relativamente adecuado; sin embargo, el nitrógeno es deficitario en todos los casos. Además, el 25% de las muestras evidencia antagonismos entre Ca/Mg y Mg/K que generan deficiencias de magnesio, afectando el rendimiento de la quinua. En la comunidad Irpani (municipio de Salinas de Garci Mendoza), el suelo denota un pH de 8,57 (fuertemente alcalino), condición que limita la absorción de fósforo, presente en niveles moderados. Aunque el nitrógeno es moderado, requiere ser suplementado. La relación Ca/Mg es alta (10), con un 86,38% de Ca, reduciendo la disponibilidad de magnesio. Asimismo, las relaciones Ca/K (37,25) y (Ca+Mg)/K (41) provocan la deficiencia de potasio, el cual, se encuentra en un nivel moderado en el suelo. En consecuencia, estas relaciones generan deficiencias que deben ser atendidas para incrementar el rendimiento. Situación similar se presenta en Bengal Vinto (municipio de Aullagas), con deficiencia de fósforo relacionado con el pH alcalino y deficiencia de magnesio atribuible a su menor contenido (7,81%) en el suelo. En Quillacas (municipio de Quillacas), aunque las relaciones catiónicas son adecuadas, la Capacidad de Intercambio Catiónica es muy baja (3,53), indicando un suelo pobre con deficiencia de fósforo debido al pH alcalino. En Corpuma (municipio de Jesús de Machaca), la relación Ca/Mg es de 1,77 reflejando un bajo nivel de calcio respecto al magnesio, condición que podría limitar el rendimiento de quinua. El resto de los parámetros de fertilidad son favorables para el cultivo. Concluyéndose que, para mejorar los rendimientos de quinua en las diferentes zonas analizadas, es fundamental corregir los desequilibrios edáficos clave: ajustar el pH para mejorar la disponibilidad de fósforo, suplir el nitrógeno deficitario, equilibrar las relaciones catiónicas para evitar deficiencias de calcio, magnesio y potasio, aumentar la materia orgánica para mejorar la fertilidad y retención de nutrientes. Un manejo integrado y adaptado de la fertilidad del suelo a las condiciones específicas de cada región potenciará la producción de quinua de manera eficiente y sostenible.

Palabras clave: balance nutricional, fertilidad del suelo, pH del suelo, relaciones catiónicas, quinua

Bioeconomía, enfoque global que potencia el valor escondido de los granos andinos para lograr desarrollo sostenible en las comunidades de Bolivia.

Miguel Ángel Gonzales Aldana ¹

¹ Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Pública de El Alto (UPEA); El Alto, Bolivia

micky.maga@yahoo.es

La bioeconomía es un enfoque a nivel global que utiliza los recursos renovables (plantas, animales, microorganismos) para producir alimentos, energía y bienes industriales, favoreciendo la sostenibilidad de los sistemas productivos agrícolas, por medio del uso de avances tecnológicos de vanguardia y con principios de economía circular, la integración de productores primarios con la industria de largo plazo, reduciendo el uso de combustibles fósiles que resultan en una menor emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Este enfoque, ha sido puesto en práctica en Bolivia desde hace algunos años. En las últimas décadas, la búsqueda de mejores alimentos hizo que la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* A.), el amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), el tarwi (*Lupinus mutabilis* S.) y la quinua (*Chenopodium quinoa* W.), tengan importancia global por su alta calidad nutraceútica, que ha promovido las exportaciones como materia prima, disminuyendo el interés de aprovechar las demás cualidades que tienen. El objetivo de este trabajo es dar a conocer el potencial de los granos andinos bajo el enfoque de la bioeconomía. Metodológicamente, el trabajo es una prospección bibliográfica y de experiencias observadas, es descriptiva, analizando las potencialidades de los granos andinos bajo el enfoque de la bioeconomía, que permita una nueva visión productiva. Lo encontrado muestra que los granos andinos, son materia prima para obtener proteína, con la bioeconomía, se puede generar desarrollo sostenible por la diversificación de productos, menor generación de residuos, mayores ingresos al aprovechar las demás propiedades de estos cultivos. Son productos andinos libres de gluten, demandados por los celíacos (1-2 % de la población mundial; sus hojas y tallos pueden ser utilizados en la alimentación animal, o el desarrollo de industrias en base a la celulosa, la farmacéutica que requiere sustancias anticancerígenas (escualeno del amaranto), que hasta el 2030 significa un movimiento de 241.6 millones de dólares o de 1,3 billones de dólares para la prevención de Alzheimer, contienen antioxidantes, o son materia para la generación de leche vegetal (tarwi), contenido de alcaloides y saponinas en el uso de pesticidas y productos veterinarios, la cosmética. En Bolivia las comunidades tienen este enfoque resaltando el respeto de la Madre tierra. El enfoque de la bioeconomía permite que los residuos de la obtención del grano se conviertan en recursos, beneficiando a los productores familiares. Es un mundo nuevo para mejorar la eficiencia productiva, la generación de recursos y reducción del impacto ambiental. Un gran potencial de estos maravillosos granos andinos que pueden lograr el desarrollo de las comunidades.

Palabras clave: Bioeconomía, granos andinos, desarrollo sostenible, GEI, agricultura familiar

Contribución del tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) a la salud del suelo en los agroecosistemas de quinua en zonas áridas del Altiplano Sur de Bolivia

Alejandro Bonifacio¹, Wilfredo Rojas¹, Eliseo Mamani¹, Aida Ferreira¹, Milton Villca¹, Miriam Alcon¹ y Steven Vanek²

¹ Fundación PROINPA, Bolivia, ² Universidad Estatal de Colorado, Estados Unidos

e.mamani@proinpa.org

El Altiplano Sur de Bolivia es una zona árida, con una precipitación media de 150 mm/año y una temperatura media de 8,5 °C, con mínimas que descienden hasta los -8,9 °C. Estas condiciones climáticas hacen que solo se cultive quinua y se críen llamas en la región. La superficie de quinua en la región alcanzó las 40.000 ha/año y un volumen de producción de entre 20.000 a 23.000 t/año, cantidad que se mantuvo entre 1987 y 2005. Sin embargo, el auge de la quinua, entre 2010 y 2014, produjo un aumento de la superficie cultivada hasta superar las 100.000 ha/año, lo que afectó la vegetación nativa, y a la fertilidad del suelo y provocó rendimientos bajos de quinua. Para contribuir a la sostenibilidad de la producción de quinua, PROINPA propuso desde 2008 aprovechar la diversidad local de leguminosas, entre ellas el tarwi silvestre (*Lupinus sp.*). Se identificó al ecotipo “Orinoca” como una alternativa para el descanso mejorado de parcelas de quinua, ya sea como cultivo de relevo o sembrado en parcelas para cobertura del suelo en época sin cultivo. La investigación se llevó a cabo durante la fase 2021 – 2024 del proyecto “Revitalización de agroecosistemas de quinua en zonas semiáridas y áridas del altiplano boliviano” financiado por la Fundación McKnight, en dos comunidades del municipio de Uyuni, en el departamento de Potosí, Bolivia. Las unidades de investigación fueron nueve parcelas en descanso con tarwi silvestre y nueve parcelas en descanso sin tarwi silvestre. Se cuantificó la abundancia de tarwi silvestre, y el peso de la materia verde y seca, y se estimó la cantidad de nitrógeno mediante el método de Alometría. También se realizó un análisis del suelo en diferentes momentos en función del manejo del descanso mejorado y de la producción de quinua. Por último, se mantuvo un diálogo con los agricultores, tanto de manera individual como colectiva, para conocer sus percepciones sobre el tarwi silvestre. Según los resultados obtenidos, las parcelas en descanso con tarwi silvestre presentaron un mayor número de plantas en promedio (12 plantas/m²) que las parcelas sin tarwi silvestre (2,9 plantas/m²). El descanso con tarwi silvestre contribuye a la cobertura vegetal del suelo y aporta con mayor biomasa (3932 kg/ha) en comparación con las parcelas sin tarwi silvestre (397 kg/ha). Además, el tarwi silvestre aporta 24,4 Kg N/ha gracias a la fijación de nitrógeno atmosférico, en comparación con los 1,8 Kg N/ha de las parcelas sin tarwi. El análisis del suelo en función del tiempo reveló también un aumento de materia orgánica en las parcelas con tarwi silvestre de 0,78 a 1,25% en un año, en relación con las parcelas sin tarwi silvestre donde se incrementó de 0,91 a 1,05%. La productividad de la quinua aumentó en un 29,6% en las parcelas que tuvieron un periodo de descanso con tarwi silvestre, en comparación con las parcelas que no tuvieron tarwi silvestre. Los agricultores ven al tarwi silvestre como una buena alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos, además embellece el paisaje árido. En conclusión, el tarwi silvestre aporta 3535 kg/ha de biomasa por ciclo, 1222 kg/ha de materia seca como abono verde, 22.6 kg N/ha por fijación de nitrógeno atmosférico, 0,47% de materia orgánica en un año, todo ello permite incrementar el rendimiento de grano de quinua.

Palabras clave: biomasa, nitrógeno, productividad

Evaluación de bioinsumos para potenciar el desarrollo fenológico y la cobertura foliar en cultivares de cañahua

Fernando Butron Choque¹, Nancy Huanca Alanoca^{1,2} Gonzalo Quispe Choque¹,
Nelson Gutiérrez Mamani¹

¹ Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, ² Productores y Camélidos y
Quinoa (PROCAMQUI), La Paz, Bolivia
fernandobutronchoque@gmail.com

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* A.) es un cultivo andino de alto valor nutricional, resistente a condiciones extremas. Sin embargo, su manejo presenta limitaciones en la sincronización fenológica y la cobertura foliar. Ante ello, el uso de bioinsumos foliares se plantea como alternativa sostenible para mejorar el crecimiento y estabilidad del cultivo. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos bioinsumos en la sincronización fenológica y la cobertura foliar de cañahua, con el fin de optimizar su manejo. El experimento se realizó en el Centro Experimental de Kallutaca durante la campaña agrícola 2024–2025, bajo un diseño de Bloques Completos al Azar con parcelas divididas y tres bloques. El factor principal fue los bioinsumos foliares: testigo (sin aplicación, A1), BIOUMSS (A2), Rendifol (A3) y Nutribiol (A4). El subfactor fueron tres variedades: Wila (C1), Janco (C2) y Samiri (C3), conformando 12 tratamientos. Cada parcela tuvo 2,4 m² de área útil y cinco plantas seleccionadas al azar para evaluación. La siembra se efectuó el 30 de noviembre de 2024 a una densidad de 6 kg/ha, y la cosecha el 25 de abril de 2025. Los bioinsumos se aplicaron foliarmente a razón de 1 L/ha, diluidos en 200 L de agua, mediante un atomizador manual. Se realizaron dos aplicaciones: la primera a los 40 días después de la siembra y la segunda en prefloración el 8 de febrero del 2025. Se evaluaron variables vegetativas: altura de la planta, diámetro del tallo central, número de ramas primarias, cobertura vegetativa, área foliar, longitud de pecíolo, longitud máxima de la lámina foliar y ancho máximo de la lámina foliar; y variables fenológicas: días a emergencia, días a ramificación, días a 50% de floración, días a grano lechoso, días a grano pastoso y días a madurez fisiológica. La cobertura vegetativa se evaluó proyectando el follaje en el surco central, y el área foliar se estimó a partir de cinco plantas por parcela, cuyas hojas fueron fotografiadas a 50 cm de altura e interpretadas con el software Easy Leaf Area. El análisis de varianza ($p < 0,05$) mostró diferencias significativas en altura de planta y en fenología. La combinación BIOUMSS × Wila adelantó la ramificación (30,33 días), mientras que Rendifol × Janco y Rendifol × Samiri prolongaron la madurez fisiológica (121,00–121,67 días). El coeficiente de variación fue bajo para variables fenológicas (CV < 3 %), lo que refleja alta precisión experimental. En el caso del área foliar, se obtuvo un CV de 21,80 %, el análisis de varianza confirmó que no existieron diferencias significativas entre factores ni en sus interacciones. Se encontraron correlaciones muy altas ($r = 0,96–0,99$) entre cobertura, área foliar y dimensiones de lámina, lo cual se explica porque estas variables están directamente relacionadas en la morfología de la hoja; asimismo, las fases fenológicas mostraron correlaciones superiores a 0,97 debido a su secuencia estrictamente dependiente. En conclusión, la interacción bioinsumo × variedad incidió más en la sincronización fenológica que los factores individuales, mientras que las variedades influyeron principalmente en los caracteres morfológicos.

Palabras claves: Sincronización fenológica, cobertura foliar, variedades andinas

Obtención de nanopartículas de plata biogénicas a partir de semillas andinas como estrategia innovadora para el desarrollo de agentes antibacterianos

Elia Mendoza Ocampo¹, María del Pilar Gutiérrez Durán², Eduardo Gonzales Dávalos², Laura Fozzatti³, Paulina Laura Páez¹

¹ Facultad de Ciencias Químicas. Unidad de Investigación y Desarrollo en Tecnología Farmacéutica. (UNITEFA CONICET) Universidad Nacional de Córdoba Córdoba. Argentina; ² Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas. Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas “Luis Enrique Terrazas Siles” (IIFB). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia

elia.mendoza@unc.edu.ar

Las semillas de *Lupinus mutabilis*, *Chenopodium quinoa* y *Amaranthus caudatus* son ricas en proteínas, minerales y compuestos bioactivos. Estas semillas han mostrado efectos preventivos frente a enfermedades no transmisibles (hipertensión, diabetes mellitus y cardiometabólicas). La nanotecnología estudia y manipula materiales a escala nanométrica, definiendo las nanopartículas como nanomateriales de 1 a 100 nm. Las nanopartículas de plata (AgNPs) pueden sintetizarse mediante extractos vegetales, utilizando compuestos fitoquímicos con funciones reductoras y estabilizantes que facilitan la síntesis de AgNPs. **Objetivo:** Comparar las características morfológicas y la actividad antibacteriana de AgNPs obtenidas a partir de extractos hidroetanólicos de *L. mutabilis* desamargado (Td), amargo (Td); *C. quinoa* sin lavar (Q₀), lavada (Q₁₀) y *A. caudatus* (Am) e identificar los diversos componentes bioactivos en la envoltura de las AgNPs. **Materiales y métodos:** Para la biosíntesis de AgNPs, se diluyeron extractos hidroetanólicos Td, Ta, Q₀, Q₁₀ y Am con AgNO₃ a 5 mM. La biosíntesis de las AgNPs@Td, AgNPs@Ta, AgNPs@Q₀, AgNPs@Q₁₀ y AgNPs@Am, se determinó por espectroscopía UV-vis en el rango de 200 a 600 nm. El tamaño y la morfología se determinó por microscopía electrónica de transmisión. El potencial Z e índice de polidispersidad se determinó mediante dispersión dinámica de luz. Los grupos funcionales mediante de los extractos y AgNPs obtenidas se analizaron por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier. Para la determinación de la actividad antibacteriana, se realizó el ensayo de difusión en agar. Se sembraron alícuotas de 40 µL de AgNO₃, AgNPs@Td, AgNPs@Ta, AgNPs@Q₀, AgNPs@Q₁₀, AgNPs@Am y de los extractos en pocillos de 8 mm; como control negativo se utilizó PBS y como control positivo vancomicina para *Staphylococcus aureus* y levofloxacina para *Escherichia coli*. También se realizó la determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) y Bactericida Mínima (CBM). **Resultados:** Las AgNPs@Td, AgNPs@Ta, AgNPs@Q₀, AgNPs@Q₁₀ y AgNPs@Am mostraron picos de absorción que oscilaron entre 405 a 470 nm, confirmando la biosíntesis. La AgNPs presentaron forma esférica, con un tamaño entre 7,35 a 24,76 nm. La potencial zeta osciló entre -21,03 a -36,50 mV y el índice de polidispersidad entre 0,43 a 0,67. Para las AgNPs@Td, AgNPs@Ta, AgNPs@Q₀, AgNPs@Q₁₀ y AgNPs@Am, se observaron halos de inhibición de 23,67; 24,33; 24,75; 25,25 y 22,00 mm y una CIM de 30, 46, 2, 12 y 11 pM para *S. aureus*; respectivamente. Para *E. coli*, se observaron halos de inhibición de 21,67; 19,67; 23,00, 23,50 y 19,67 y una CIM de 30, 46, 2, 6 y 11 pM; respectivamente. En todos los casos se obtuvo un efecto bactericida. **Conclusión:** Las AgNPs biológicas están condicionadas por los componentes bioactivos presentes en los extractos, los cuales actúan como agentes reductores y estabilizantes, modificando su actividad antibacteriana. Las AgNPs@Q₀ y AgNPs@Q₁₀ presentan menor tamaño que las AgNPs@Td, AgNPs@Ta y una mayor actividad antibacteriana, siendo una estrategia innovadora para el desarrollo de nuevos antibacterianos.

Palabras clave: semillas andinas, nanopartículas biogénicas, actividad antibacteriana

Diagnóstico de suelos para el manejo sustentable del tarwi (*Lupinus mutabilis*) en Bolivia

Delia Mamani, Nancy Huanca, Juanito Aranda, Gonzalo Quispe y Daniel Plata
Productores de Camélidos y Quinua (PROCAMQUI), La Paz, Bolivia
deliaprocamqui2025@gmail.com

El Altiplano y los valles altos de Bolivia constituyen el centro de origen y domesticación de cultivos andinos ancestrales como la quinua, la cañahua, el amaranto y el tarwi reconocidos por su elevado valor nutricional y resiliencia ecológica. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la fertilidad edáfica y diseñar estrategias de manejo nutricional para incrementar el rendimiento del cultivo de tarwi. Se recolectó 88 muestras de los departamentos de La Paz (29), Potosí (22), Cochabamba (31) y Chuquisaca (6) comprendiendo el 15% del total de los beneficiarios del proyecto Granos Andinos. Los parámetros evaluados fueron 17 variables edáficas de los cuales 14 de fertilidad química y 4 de fertilidad física. El análisis estadístico se realizó con R (v4.3.1), incluyendo estadística descriptiva, correlaciones, análisis de componentes principales (PCA) y agrupamiento jerárquico. La interpretación textural se realizó mediante el triángulo textural del USDA, los patrones edáficos se visualizaron con gráficos de burbuja y matrices de correlación. El común denominador de la clase textural de suelo es franco; desde franco arenosa en los departamentos de La Paz y Chuquisaca, franco arcilloso en Cochabamba y franco en Potosí. En primer lugar, se sitúan los suelos francos que abarcan un 48,9% del total muestreado, evidenciando la textura adecuada para el tarwi. La materia orgánica (MO) en estos suelos es moderada, con un promedio de 2,27% y presenta una acidez moderada, con un pH de 5,63. En segundo lugar se encuentran los suelos franco-arenosos con un 22,7%, MO de 2,47% con pH moderadamente ácido, posteriormente los suelos franco arcilloso-arenosos se encuentran en menor proporción 1,1 % con un alto contenido de arena 48,29% y MO moderada de 3,46%. En cuanto a la conductividad eléctrica (CE) los suelos de Cochabamba y Chuquisaca son 100% no salinos, mientras Potosí y La Paz presentan predominio de este rango con 95,45% y 93,10% respectivamente; en la variable Nitrógeno total (NT) Chuquisaca presenta 66,67% en bajo y 33,33% en moderado; Potosí registra moderado (50%), bajo (40,91%), muy bajo (4,55%) y alto (4,55%); La Paz evidencia predominio de bajo (55,17%) complementado con muy bajo (24,14%), moderado (17,24%) y alto (3,45%); mientras Cochabamba muestra moderado (54,84%), alto (25,81%), bajo (16,13%) y muy bajo (3,23%). El estudio concluye que, si bien los suelos cuentan con texturas adecuadas para el cultivo de tarwi, presentan limitaciones nutricionales importantes, acidez moderada y deficiencias en la retención hídrica que condicionan la producción. Para alcanzar un rendimiento estimado de una tonelada por hectárea, es necesario suplementar nutrientes esenciales con 41,67 t/ha de nitrógeno, 60 t/ha de P₂O₅, 41,67 t/ha de K₂O, CaO y MgO. Además, se requiere corregir las deficiencias puntuales con 37,72 kg/ha de fósforo asimilable y 0,84 kg/ha de potasio disponible. Como recurso para lograrlo, el estiércol de ganado caprino se identificó como un enmiendo orgánico efectivo, aplicando 24 t/ha complementado con 56 sacos de 50 kg de roca fosfórica para mejorar la disponibilidad de fósforo.

Palabras clave: materia orgánica, rendimiento, suelos, tarwi

Evaluación de cuatro sistemas de riego tecnificado, en la productividad de dos genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la comunidad de Chacala del Municipio de Uyuni

Daniel Alizares Jaen, Edwin Mayta Carrillo

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), La Paz, Bolivia

e.maytacarrillo@gmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es reconocida por su alto valor nutricional, su capacidad de adaptación a diversos ambientes y su tolerancia a suelos de baja fertilidad y elevada salinidad. No obstante, bajo condiciones de déficit hídrico experimenta reducciones significativas de rendimiento, particularmente en etapas críticas como la floración y el llenado de grano. En este contexto, se evaluó la respuesta agronómica y productiva de dos genotipos de quinua (Toledo y Rojo Precoz) bajo cuatro sistemas de riego: Exudación (E), Goteros integrados (GI), Goteros pinchados (GP) y Golden spray (GS), además de un tratamiento testigo sin riego (SR). El ensayo se desarrolló en la comunidad de Chacala, municipio de Uyuni (Potosí, Bolivia), bajo un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas y tres repeticiones. El riego se aplicó en tres fases fenológicas: 5 hojas alternas = 81 mm, 13 hojas alternas = 98 mm y floración = 154 mm, con una lámina total de 333 mm. Las condiciones de operación fueron: presión de trabajo (E = 0,75 bar; GI = 1,6 bar; GP = 1,5 bar; GS = 2,0 bar) y caudal por emisor (E = 0,5 l/h; GI = 5,0 l/h; GP = 2,2 l/h; GS = 23,0 l/h). Los datos se sometieron a ANOVA y prueba Duncan ($p \leq 0,05$). En las variables morfológicas no existió interacción significativa entre sistemas de riego y genotipos: altura de planta ($F = 0,26$; $p = 0,8966$), diámetro de tallo ($F = 0,59$; $p = 0,6767$), longitud de panoja ($F = 1,92$; $p = 0,1843$) y diámetro de panoja ($F = 0,87$; $p = 0,5128$). Sin embargo, se detectó interacción significativa en las variables de rendimiento: peso de 1.000 semillas ($F = 4,35$; $p = 0,0270$) y rendimiento de grano ($F = 5,04$; $p = 0,0174$). Los resultados del análisis principal evidenciaron diferencias significativas para sistemas de riego en altura de planta ($F = 6,18$; $p = 0,0144$), longitud de panoja ($F = 7,25$; $p = 0,0091$) y diámetro de panoja ($F = 5,14$; $p = 0,0239$). Asimismo, para genotipos se detectaron diferencias en altura de planta ($F = 17,26$; $p = 0,0020$) y diámetro de panoja ($F = 6,00$; $p = 0,0343$). La prueba de Duncan indicó que el riego por exudación promovió los mayores valores morfológicos: altura de planta de 81,33 cm (+55,7 % respecto al testigo), longitud de panoja de 29,53 cm (+58,5 %) y diámetro de panoja de 49,50 cm (+49,3 %). En cuanto a genotipos, Toledo alcanzó mayor altura de planta (74,29 cm) y diámetro de panoja (44,01 cm), superando en 21,5 % y 13,5 % a Rojo Precoz, respectivamente. En términos de productividad, la combinación riego por exudación \times Rojo Precoz obtuvo el mayor rendimiento (1.890 kg/ha), con un incremento del 181,3 % en comparación con el testigo (670 kg/ha). Esta misma combinación reflejó un retorno económico favorable con una tasa de retorno marginal del 1,3 %, evidenciando su potencial como tecnología eficiente para enfrentar condiciones de déficit hídrico en quinua.

Palabras Clave: Quinua, riego, rendimiento, genotipos

Efecto de Inoculación con *Rhizobium* sp. más la aplicación de estiércol de ovino en tres variedades de tarwi (*Lupinus Mutabilis* S.) en la Comunidad Kinsa Chata – Municipio de Mizque

Jonny Leon Balderrama, Edwin Mayta Carrillo
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), La Paz, Bolivia
e.maytacarrillo@gmail.com

Lupinus mutabilis Sweet es una leguminosa andina de alto valor nutricional, adaptada a suelos de baja fertilidad y a condiciones agroclimáticas adversas, lo que la posiciona como un cultivo estratégico. Sin embargo, los rendimientos en Bolivia (916 kg/ha) se encuentran muy por debajo de los reportados en países vecinos como Perú (1.388 kg/ha). La inoculación con cepas nativas de *Rhizobium* mejora la nodulación, incrementa la biomasa aérea y eleva significativamente el contenido de nitrógeno en el suelo. De manera complementaria, el estiércol ovino mejora la estructura y retención de agua en el suelo, favorece la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes, condiciones que en conjunto potencian el rendimiento de leguminosas. En este contexto, se evaluó el efecto de la inoculación con *Rhizobium* sp. y la aplicación de estiércol ovino. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar con parcelas subdivididas, tres repeticiones y tres factores: dosis de estiércol ovino (0, 4 y 8 t/ha), inoculación (con y sin *Rhizobium* sp.) y variedades de tarwi (Candela, Jatunta y Chejchita). El análisis de varianza mostró efectos diferenciados tanto de los factores principales como de sus interacciones. En las variables morfológicas, la altura de planta presentó diferencias significativas únicamente para la interacción estiércol \times inoculación ($p = 0,0151$), mientras que el diámetro de tallo respondió al factor estiércol ($p = 0,0129$). El diámetro de hoja fue significativo en la interacción estiércol \times variedades ($p = 0,0211$). En las variables de rendimiento, el número de vainas por panoja estuvo influenciado por la interacción inoculación \times variedades ($p = 0,0133$). Tanto el peso de grano por planta ($p = 0,0427$) como el rendimiento de grano ($p = 0,0433$) respondieron significativamente a la inoculación, destacándose además interacciones altamente significativas entre estiércol \times inoculación ($p = 0,0025$) y estiércol \times inoculación \times variedades ($p = 0,0376$). Los mayores valores de altura de planta se alcanzaron con 4 t/ha (148,67 cm) y 8 t/ha (149,22 cm) de estiércol en combinación con la inoculación. El mayor diámetro de tallo se obtuvo con 4 t/ha (27,79 mm) y 8 t/ha (27,65 mm) de estiércol, independientemente de la inoculación. La variedad Jatunta registró el mayor número de vainas por planta (27) bajo inoculación exclusiva, mientras que Chejchita presentó el mayor diámetro de hoja (18,23 mm) con 4 t/ha de estiércol. En términos de productividad, la inoculación en ausencia de estiércol mostró un efecto sobresaliente en Jatunta, alcanzando un rendimiento de 1,7 t/ha lo que representa un incremento del 86 % respecto al promedio nacional y un peso de grano por planta de 241,3 g. Esta misma interacción reflejó la mayor rentabilidad ($B/C = 2,03$), evidenciando su potencial como tecnología eficiente para optimizar el desempeño agronómico y productivo del tarwi en condiciones de campo.

Palabras Claves: Estiércol, inoculación, *Rhizobium*, tarwi y rendimiento

Alternativa ecológica para el control de la polilla de quinua (*Eurysacca melanocampta*) a partir del control biológico, municipio de Viacha del Departamento de La Paz

Humberto Nova Machaca¹, Edwin Mayta Carrillo¹, Carlos López Blanco¹, Yessica Ticona Huayta²

¹ Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), La Paz, Bolivia

² Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia

e.maytacarrillo@gmail.com

La polilla *Eurysacca melanocampta* constituye una amenaza significativa para el cultivo de quinua, ya que en su estado larval destruye las inflorescencias y los granos en formación, provocando pérdidas de rendimiento de entre 15 y 60 %, con repercusiones económicas negativas para los agricultores. Los hongos entomopatógenos son un grupo diverso de microorganismos que desempeñan múltiples funciones en los sistemas agroecológicos, destacando su capacidad para regular poblaciones de insectos plaga. Entre ellos, *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch se considera una de las especies más relevantes debido a su actividad patogénica sobre diversos órdenes de insectos, incluidos Coleóptera, Homóptera, Lepidóptera y Díptera. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en los agroecosistemas andinos, particularmente por encima de los 2.800 m.s.n.m., donde prevalecen bajas temperaturas, lo que lo convierte en una alternativa promisoría para el manejo sostenible de plagas en la región. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de aislamientos de *B. brongniartii* como alternativa biológica para el control de *E. melanocampta* en condiciones de laboratorio. La investigación se realizó en la Estación Experimental Choquenaira - UMSA, municipio de Viacha, departamento de La Paz, bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos correspondientes a diferentes hospedadores del hongo, a un nivel de concentración (Dosis 10^8 c.ml⁻¹), aplicado homogéneamente a larvas de *E. melanocampta*. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para todas las variables de mortalidad. En la mortalidad con transformación angular, el aislamiento CT (Coleóptero Tigre) registró la mayor eficacia (59,21 %), superando a GC (Gallina Ciega, 38,07 %), GA (Gorgojo Andes, 37,22 %) y CN (Coleóptero Negro, 37,14 %), mientras que GF (Gorgojo Follaje) fue el menos eficaz (28,08 %). De manera similar, la mortalidad diaria simple y exponencial fue mayor para CT (3,49 % y 6,56 %, respectivamente) en comparación con los demás tratamientos, cuyos valores oscilaron entre 1,11 % y 2,72 %. La mortalidad acumulada también mostró mayor efectividad para CT (73,33 %), seguido por GC (40,00 %), GA y CN (36,67 %) y GF (23,33 %), evidenciando una limitada efectividad de este último. En consecuencia, los resultados sugieren que *B. brongniartii* aislado del Coleóptero Tigre constituye una alternativa biológica prometedora para el control de *E. melanocampta*. Su validación a escalas piloto y posterior transferencia a productores permitiría consolidar estrategias de manejo integrado de plagas, reducir la dependencia de insecticidas sintéticos, disminuir costos de producción y riesgos para la salud de los agricultores, y favorecer la sostenibilidad del cultivo de quinua en el altiplano boliviano.

Palabras clave: *Alternativa ecológica, Eurysacca melanocampta, Beauveria brongniartii*

Cultivo hidropónico de quinua con iluminación LED eficiente y automatización SCADA para agricultura sostenible

Jean Marko Macias Hancoco, Lex Yordy Gomez Toque, Armando Salinas del Carpio

Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ), Perú

jm.maciash@unaj.edu.pe,

El cultivo hidropónico de quinua con iluminación LED eficiente y automatización SCADA representa una solución innovadora para los desafíos productivos en zonas andinas, donde la escasez hídrica y la degradación de suelos limitan el rendimiento tradicional. Este estudio desarrolló un sistema integrado que combina la técnica NFT (Nutrient Film Technique) con iluminación LED de espectro específico (rojo:azul 7:2, 300W) y un sistema de control SCADA con sensores de pH, conductividad eléctrica, temperatura y humedad. Los materiales incluyen canales de PVC, solución nutritiva adaptada, paneles LED programables y una plataforma de monitoreo en tiempo real con alertas automáticas, implementado en condiciones controladas que simulan el altiplano boliviano (3,600 msnm). Las condiciones experimentales mantuvieron una temperatura de $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante el día y $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante la noche. La humedad relativa se controló entre 55-65%. El fotoperiodo fue de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. La irradiación promedio fue de $400\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. La metodología evaluó durante 120 días parámetros de crecimiento (altura, biomasa), eficiencia de recursos (agua, energía) y calidad nutricional. Se comparó el sistema automatizado con cultivos tradicionales de quinua a campo abierto bajo condiciones del altiplano peruano (Puno, 3.800 m s. n. m.), con manejo convencional de riego por gravedad y fertilización mineral. Los resultados demostraron un incremento del 70% en rendimiento (126.1 vs 74.3 g/planta). Se logró un 73% de ahorro hídrico (45 L/kg vs 167 L/kg) y 58% menos consumo energético respecto al sistema de riego convencional por bombeo. El control SCADA mantuvo parámetros óptimos (pH 5.8 ± 0.2 , CE $1.8\pm 0.1\ \text{mS}/\text{cm}$) con 95.2% de precisión basada en el error medio absoluto (EMA <5%) entre valores establecidos y medidos. Los resultados fueron validados por análisis estadísticos (ANOVA, $p<0,001$; $R^2=0,89$). Nutricionalmente, se obtuvo quinua con 33% más proteína (18.2 g/100g) determinada por método Kjeldahl ($n=15$, tres repeticiones por tratamiento) y 60% menos saponinas cuantificadas por método espectrofotométrico ($n=9$), mejorando su calidad comercial. Los beneficios económicos fueron significativos, con un ROI del 38% (vs 15% tradicional) basado en supuestos de precio de quinua orgánica (\$4,5/kg), costos operativos anuales (\$2.800), vida útil de equipos de 8 años y periodo de recuperación de 18 meses. La proyección a 5 años estima retornos de \$23,100 por unidad productiva, demostrando viabilidad financiera. Ambientalmente, el sistema redujo la huella de carbono en 58% y aumentó la eficiencia espacial en 285%, aprovechando infraestructuras verticales. Estos resultados fueron consistentes en tres ciclos de cultivo, verificando la estabilidad del sistema bajo condiciones variables. Como conclusión, la integración de hidroponía, iluminación LED y automatización SCADA supera las limitaciones del cultivo tradicional de quinua, ofreciendo una alternativa sostenible para regiones con estrés hídrico y climático. La tecnología desarrollada es escalable a otros granos andinos y adaptable a agricultura urbana, con potencial para transformar cadenas agroalimentarias. Este trabajo aporta tanto bases técnicas validadas como un modelo económico replicable, alineado con los ODS 2 (hambre cero), 6 (agua limpia) y 12 (producción responsable).

Palabras clave: Hidroponía NFT, quinua andina, espectro LED, control SCADA, eficiencia hídrica, agricultura de precisión

El amaranto como cultivo de doble propósito para el consumo de hojas y grano: respuestas estables de la cosecha de hojas en distintos genotipos y ambientes

Natalie Hoidal^{1,2}, Maria Díaz Gallardo³, Sven-Erik Jacobsen^{1,4} and Gabriela Alandia^{1,5}

¹ Departamento de Ciencias Vegetales y Ambientales, Universidad de Copenhague, Copenhague, Dinamarca, ² Departamento de Ciencias Hortícolas, Universidad de Minnesota

³ Instituto Pensamiento y Cultura en América Latina, Universidad Comunal Intercultural de Cempoaltépetl Barrio el Calvario, Tlahuitoltepec Mixe Oaxaca, México,

⁴ Quinoa Quality, Regstrup, Dinamarca, ⁵ Departamento de Ciencias Agroalimentarias, Medioambientales y Animales de la Universidad de Udine, Udine, Italia

gabriela.alandia@uniud.it

Los sistemas de producción de doble propósito que utilizan tanto las hojas verdes como las semillas del amaranto tienen alto potencial para los pequeños productores en distintas latitudes. El amaranto es muy prometedor para los pequeños agricultores de todo el mundo. Las hojas son una importante fuente de nutrientes para todos los miembros de una familia productora, mientras que las semillas pueden generar ingresos. Sin embargo, los agricultores que utilizan el amaranto como cultivo de doble propósito cuestionan sobre el impacto de la defoliación en el rendimiento de las semillas. En este experimento se probó la defoliación a diversas intensidades y frecuencias (0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 % de defoliación; 1, 2 y 3 veces) bajo condiciones controladas y un diseño completamente aleatorio, así como en condiciones de campo en Dinamarca y México bajo un diseño de tres bloques completos al azar. Se evaluó la tolerancia a la defoliación en un total de siete variedades que abarcan las tres especies principales de amaranto de grano: *A. cruentus*, *A. hypocondriacus* y *A. caudatus*. En todas las variedades evaluadas y en todos los entornos evaluados, se observó que ni el rendimiento ni la calidad de las semillas se veían afectados por una sola defoliación que implica la eliminación de hasta el 50 % de las hojas ($p>0.05$). Se observaron respuestas similares con dos y tres defoliaciones consecutivas ($p>0.05$), en las que se eliminó el 25 % de las hojas. Los demás tratamientos del experimento con mayor frecuencia e intensidad de defoliación dieron lugar a una reducción del rendimiento de las semillas en algunos entornos, mientras que la calidad de las semillas (contenido de proteínas y peso de 1000 granos) no se vio afectada. Se deben promover los sistemas de producción de doble uso entre los pequeños agricultores de todo el mundo como sistemas con potencial para mejorar la nutrición local y mantener los beneficios de la producción de semillas. Este documento proporciona directrices básicas para los agricultores sobre las intensidades y frecuencias recomendadas para la cosecha dirigida al consumo de las hojas.

Palabras clave: proteína vegetal, defoliación, nutrición, producción a pequeña escala, verdura de hoja verde

Fertilización orgánica y aplicación de hidrogel para mejorar la producción del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la comunidad de Chacala – Municipio de Uyuni

Mario Delgado¹

¹ Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)
mdelgado666@gmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino de notable valor nutricional, destacado por su perfil proteico completo y su capacidad de adaptación a condiciones edafoclimáticas adversas. Sin embargo, su rendimiento se ve afectado por estrés abiótico, como la escasez de agua, heladas, vientos intensos y baja fertilidad del suelo, que superan sus niveles de tolerancia. En este sentido, la implementación de alternativas tecnológicas, como la fertilización orgánica y estrategias para optimizar la disponibilidad hídrica, se presenta como una solución fundamental para garantizar su productividad. El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad de Chacala, municipio de Uyuni, con el objetivo de evaluar el efecto combinado de la fertilización orgánica y el Hidrogel RAW como agente humectante del suelo para mejorar la producción de quinua. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con los siguientes tratamientos: T1 (Estiércol 100 g/m²), T2 (Humus 100 g/m²), T3 (Mezcla de Estiércol y Humus 100 g/m²), T4 (Bioinsumos Tricobal 25 g/m² y VigorTop 25 ml disueltos en 10 l de agua), T5 (Estiércol 100 g + Hidrogel RAW 3 g/m²), T6 (Humus 100 g + Hidrogel RAW 3 g/m²), T7 (Mezcla de Estiércol y Humus 100 g + Hidrogel RAW 3 g/m²), T8 (Bioinsumos Tricobal 25 g y VigorTop 25 ml + Hidrogel RAW 3 g/m² disueltos en 10 l de agua) y T9 (Testigo). Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose los tratamientos T7 y T8, que alcanzaron rendimientos promedio de 1239,33 y 1187,33 kg/ha, respectivamente. Seguidos por el T6 con 1072,67 kg/ha, el T4 con 934,00 kg/ha, el T3 con 894,00 kg/ha, el T2 con 854,67 kg/ha, y el T1 con 808,00 kg/ha, mientras que el testigo obtuvo el valor más bajo (722 kg/ha). Asimismo, en cuanto al peso de 1000 granos, los tratamientos T7 y T8 presentaron los valores más altos, con promedios de 4,14 y 4,06 g, seguidos por el T6 con 3,89 g, mientras que el testigo apenas alcanzó 3,23 g y el T1 3,15 g. Además, el porcentaje de humedad del suelo aumentó un 33,67 % en el T7, seguido por los tratamientos T6, T3 y T8, que lograron promedios de 30,33, 30,00 y 29,33 %, respectivamente, en comparación con el testigo que obtuvo un 23,33 %. Por tanto, el tratamiento T7 (Mezcla de Estiércol y Humus 100 g con Hidrogel RAW 3 g/m²) se destaca como el más eficaz, logrando los mayores rendimientos y una notable mejora en la eficiencia hídrica.

Palabras clave: Estrés abiótico, hidrogel, humectante de suelo, fertilidad orgánica, bioinsumos



TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Salud, Nutrición y Gastronomía



Pan



Yogurt



Fideos



Arroz



Galletas



Chips



La agricultura regenerativa y la economía circular en los sistemas de producción de Quinoa Real

Cresencio Calle Cruz

Fundación para la Investigación y Promoción de Productos Andinos (PROINPA)

c.calle@proinpa.org

En el Altiplano Sur de Bolivia, donde se produce el complejo de quinoa Real, las actividades agrícolas y ganaderas han estado muy relacionadas a lo largo del tiempo en un entorno caracterizado por un clima propio de las regiones áridas, con precipitaciones escasas y estacionales y bajas temperaturas la mayor parte del año. En estas condiciones limitantes, los sistemas productivos basados principalmente en la producción de quinoa siguen funcionando, habiendo tenido un incremento en superficie debido a los altos precios en relación con los de hace 15 años. Estos sistemas ejercen una fuerte presión sobre la escasa cobertura vegetal, basada principalmente en “t’olares” (arbustos) y pastizales (pajonales), pero, sobre todo, sobre el recurso suelo, que presenta indicadores de degradación en un contexto de baja disponibilidad de agua. El resultado del deterioro de la vida del suelo debido a prácticas agrícolas no sostenibles afecta a la producción, el empleo y los ingresos de los productores. En este contexto, la Fundación PROINPA y el IPC promueven, con el apoyo de Al Invest Verde, una iniciativa cuyo objetivo es promover el crecimiento sostenible de la cadena de valor de la Quinoa Real, en la que participan productores de comunidades del Altiplano Sur de Bolivia. Las acciones que se promueven son mediante la validación de prácticas de agricultura regenerativa en parcelas de productores que producen quinoa real con procesos de certificación orgánica y cuyo principal comprador es la empresa Jach’a Inti una de las principales exportadoras de quinoa orgánica. La sostenibilidad de estos sistemas de producción se basa en promover prácticas de agricultura regenerativa que permitan aumentar los rendimientos y reducir los costos de producción, incorporando elementos para el uso eficiente de los recursos y la economía circular. La agricultura regenerativa que se promueve se basa principalmente en la restauración de los suelos, la disminución de la deforestación, la captura carbono a través del mejorar el balance orgánico y la reducción del laboreo del suelo. Con la aplicación de estas prácticas se pretende contribuir a transformar el proceso de producción agrícola para hacerlo más sostenible, eficiente, baja en carbono y con énfasis en economía circular. Se espera que los productores incrementen sus rendimientos, reduzcan sus costos, reutilicen sus residuos sólidos y sean más competitivos. En este marco, se promueven prácticas de economía circular tales como devolver los restos de cosecha (jipi, broza) al campo e incluso de los subproductos que las empresas generan tras el perlado o beneficiado de la quinoa (saponina o mojuelo), que se devuelve al campo para contribuir a mejorar el balance orgánico de los sistemas de producción. La mejora de la cantidad y la calidad de la materia orgánica en los suelos es un elemento clave de la sostenibilidad de estos sistemas frágiles. La salud del suelo abarca la estabilización de la estructura del suelo, el mantenimiento de la vida y la biodiversidad del suelo, la retención y liberación de nutrientes de las plantas y el mantenimiento de la capacidad de retención de agua en las zonas de producción de la Quinoa Real. Como resultado de la aplicación de estas prácticas, los productores pueden acceder a la certificación de agricultura regenerativa u otras similares que cumplan los requisitos del mercado de la Unión Europea y de los Estados Unidos de Norteamérica, para lo que se incorporan elementos de un sistema de trazabilidad. La implementación de prácticas de agricultura regenerativa y economía circular conducen a sistemas agroalimentarios sostenibles, incrementan los ingresos y disminuyen los costos de producción.

Palabras clave: Economía circular, agricultura, producción

Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*): Revisión científica de sus propiedades bioactivas y nutricionales en la última década

Karina Eduardo^{1,2}, Erick Saldaña¹

¹ Sensory Analysis and Consumer Study Group, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Moquegua, Perú; ² Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

kari9edupa@gmail.com.pe

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es un pseudocereal andino con alto valor nutricional, destacando por su contenido en proteínas de calidad, aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos como flavonoides y saponinas. Debido a estas propiedades, ha despertado creciente interés científico. Este estudio realizó una revisión bibliométrica y sistemática de la literatura publicada entre 2019 y 2025 sobre sus compuestos bioactivos, valor nutricional y aplicaciones. Se utilizaron los términos “compuestos bioactivos quina”, “*Chenopodium quinoa Willd.*” y “Quinoa” en la base de datos Scopus, siguiendo el protocolo PRISMA. Tras filtrar 70 documentos, se seleccionaron 50 para su análisis mediante Bibliometrix (R) y VOSviewer. China, España y Perú lideran la producción científica en este campo. Se identificaron tres grandes líneas de investigación: (1) antioxidantes y compuestos bioactivos, (2) valor nutricional y compuestos fenólicos, y (3) estudios químicos. Un 30% de los artículos analizó propiedades bioactivas en granos, hojas y brotes; un 16% se enfocó en procesos que las modifican, y otro 16% en productos alimenticios procesados. La germinación y los tratamientos térmicos mejoran sus propiedades funcionales. Esta revisión evidencia el potencial de la quinua como alimento funcional y destaca las tendencias enfocadas en optimizar su valor nutricional y bioactivo.

Palabras clave: Aplicaciones alimentarias, tendencias de investigación, antioxidantes, compuestos

Microencapsulación de extracto hidroalcohólico de compuestos bioactivos de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) negra collana mediante secado por atomización

Tania Jakeline Choque Rivera¹, Luz Estrella Gutiérrez Zegarra¹, Carina Deysi Huaracallo Huacasi¹, Franklin Ore Areche¹, Armando Antonio Salinas del Carpio¹

¹ Universidad Nacional de Juliaca, Perú,

atj.choquer@unaj.edu.pe

La quinua negra Collana es un grano rico en compuestos bioactivos como polifenoles, flavonoides y betalaínas, pero su valor se ve limitado por su susceptibilidad a la degradación. Para resolver esto, la investigación optimizó la microencapsulación de su extracto hidroalcohólico utilizando secado por atomización. Esta técnica crea una barrera protectora, demostrando ser un método efectivo para mejorar la estabilidad y funcionalidad de los compuestos. El éxito del estudio permite proteger y liberar de manera controlada los bioactivos, lo que es crucial para su uso en la industria alimentaria y en el desarrollo de productos finales. La presente investigación tuvo como objetivo extraer y micro encapsular el extracto hidroalcohólico de compuestos bioactivos de la quinua Negra Collana mediante secado por atomización. El tratamiento 7 mostró la mayor concentración de compuestos bioactivos durante la extracción, a una temperatura de 40 °C y un pH de 4.5. Se obtuvieron 3.194±0.013 mg/100 g de betalaínas totales, 68.456±0.169 mg catequina/100 g de flavonoides y 130.848±0.217 mg GAE/100 g de compuestos fenólicos. Para la microencapsulación del extracto hidroalcohólico de la quinua Negra Collana se consideraron dos concentraciones de C1: gelatina sin sabor + maltodextrina (3 %:7 %); C2: gelatina sin sabor más maltodextrina (6 %:14 %) a temperaturas de entrada de 160 °C y 180 °C. Como mejor tratamiento y mayor eficiencia de microencapsulación fue la C1 a una temperatura de entrada de 160 °C. Las eficiencias de microencapsulación fueron: 92.38±1.368 % de EMB, 85.30±0.332 % de EMF y 51.218±0.066 % de EMCF. Se caracterizó al mejor tratamiento las propiedades fisicoquímicas y físicas de las microcápsulas, las cuales fueron: humedad 4.5±0.010 %, 0.198±0.1 actividad de agua, higroscopicidad 8.80±0.1 %, densidad aparente 0.402±0.00 g/cm³, solubilidad 99.17±0.023 % y rendimiento 42.87±0.678 %. Los parámetros de color fueron: (L*) 104.7±0.064, (a*) 1.207±0.064 y (b*) 3.63±0.108. Se obtuvieron morfologías en forma esférica y poliédrica y un diámetro promedio de 8.68 µm. El impacto más significativo del estudio es la vinculación de estos compuestos micro encapsulados con beneficios para la salud, respaldados por evidencia científica. Los compuestos bioactivos de la quinua Negra Collana, estabilizados mediante microencapsulación, tienen efectos antioxidantes y antiinflamatorios que combaten el estrés oxidativo. La investigación demuestra su potencial para la prevención de enfermedades cardiovasculares al reducir la presión arterial y propiedades anticancerígenas de las betalaínas. La estabilidad lograda maximiza su potencial terapéutico, ofreciendo una base sólida para el desarrollo de alimentos funcionales y suplementos.

Palabras claves: compuestos bioactivos, eficiencia, Microencapsulación, secado por atomización.

Actividad antioxidante de las variedades de quinua roja y quinua negra en la viabilidad celular y fragmentación de ADN en macrófagos – Puno – Perú

Zumaya Milagros Limache Chili, Amalia Quispe Romero
Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú
Zlimache.c@gmail.com

El estrés oxidativo causado por radicales libres está asociado con el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas como cáncer y enfermedades cardiovasculares. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), reconocida por su valor nutricional excepcional, contiene compuestos bioactivos con potencial antioxidante. Este estudio evaluó la actividad antioxidante de extractos metanólicos de quinua roja (variedad Pasankalla) y quinua negra (variedad Collana) y su efecto citoprotector sobre macrófagos sometidos a estrés oxidativo. **Materiales y Métodos:** Se obtuvieron extractos metanólicos de granos desaponificados de quinua roja y negra mediante maceración con metanol (1:5) durante 24 horas. La actividad antioxidante se determinó mediante el método de inhibición del radical DPPH a 515 nm. Se utilizaron macrófagos peritoneales de ratas *Rattus norvegicus* cepa Holtzman, expuestos a peróxido de hidrógeno 10 mM como inductor de estrés oxidativo. La viabilidad celular se evaluó mediante exclusión con azul de tripán durante 720 minutos, y la fragmentación del ADN se analizó por electroforesis en gel de agarosa al 1%. Se establecieron seis grupos experimentales: control, control A (quinua roja), control B (quinua negra), control inducido (H_2O_2), experimental A (quinua roja + H_2O_2) y experimental B (quinua negra + H_2O_2). **Resultados:** Los extractos metanólicos demostraron significativa capacidad antioxidante, con la quinua roja alcanzando 84.34% y la quinua negra 82.60% de inhibición del radical DPPH a los 5 minutos ($p < 0.05$). En los ensayos de viabilidad celular, los grupos tratados con extractos de quinua mantuvieron mayor porcentaje de células viables comparado con el control inducido. A los 720 minutos, el grupo experimental A (quinua roja + H_2O_2) mostró 77% de viabilidad versus 40% del control inducido, mientras que el experimental B (quinua negra + H_2O_2) alcanzó 71.33%. El análisis electroforético reveló que los extractos de quinua protegieron contra la fragmentación del ADN hasta los 360 minutos, mientras que en el control inducido la fragmentación fue evidente desde los 90 minutos. Los sistemas con extractos de quinua no mostraron fragmentación del ADN hasta los 720 minutos, sugiriendo un efecto protector prolongado. **Conclusiones:** Los extractos metanólicos de quinua roja y negra exhiben propiedades antioxidantes significativas y ejercen efectos citoprotectores contra el daño oxidativo inducido por H_2O_2 . La quinua roja mostró ligeramente mayor actividad antioxidante que la negra. Ambas variedades protegieron la viabilidad celular y previenen la fragmentación del ADN en macrófagos sometidos a estrés oxidativo, sugiriendo que los compuestos fenólicos y otros fitoquímicos presentes en estos extractos actúan como agentes preventivos del daño celular. Estos hallazgos respaldan el potencial de la quinua como fuente de antioxidantes naturales para aplicaciones nutraceuticas en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

Palabras clave: Antioxidantes, citoprotección, estrés oxidativo, fragmentación del ADN, Quinua, Viabilidad celular

Análisis comparativo del impacto nutricional de quinua y cañahua en el sistema inmunológico y estado cognitivo en poblaciones vulnerables de la ciudad Potosí

Roberto Carlos Vera¹, Pablo Cesar Azogue Claure², Luisa Orellana Salas³ y Roció Vargas Aramayo⁴

¹ Facultad de Ciencias y Tecnología Universidad Evangélica Boliviana, Santa Cruz, Bolivia

² Clínica del Hígado, Santa Cruz, Bolivia, ³ Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, Bolivia, ⁴ Academia Diplomática Plurinacional, FUNDESNAP, La Paz, Bolivia

robertormc@gmail.com

El presente estudio es el resultado de dos trabajos de investigaciones desarrollados entre el 2021 y 2024 enfocados en los productos andinos tradicionales, de quinua en combinación con otros cereales y un estudio nutricional basado en la cañahua, bajo el propósito de evaluar su contribución al fortalecimiento del sistema inmunológico y desarrollo cognitivo en contextos vulnerables con el fin de fortalecer las necesidades nutricionales y energéticas, especialmente en el marco crítico de la post-pandemia. El objetivo se centra en evaluar la capacidad de estos alimentos para mejorar la nutrición, energía y defensa inmune en las poblaciones estudiadas (niños y adultos). Para ello, el estudio sobre la quinua aplicó una metodología explicativa con corte longitudinal que describe el proceso artesanal y su impacto en la nutrición celular mediante mecanismos metabólicos relacionados con el ATP y el ciclo de Krebs. Por otro lado, el análisis de la cañahua también utilizó un enfoque longitudinal descriptivo en niños de primaria en la comunidad de San Antonio de la ciudad de Potosí, evaluando indicadores antropométricos e indicadores de rendimiento cognitivo y conductual en dos momentos temporales. Los resultados indicaron que el pan de quinua satisface las necesidades energéticas al potenciar la oxidación de macronutrientes para la producción de ATP, fortaleciendo el sistema inmunológico y contribuyendo a la prevención de enfermedades degenerativas. Por su parte, el consumo de cañahua mostró una reducción significativa de la desnutrición de un 47% a 26%, asimismo se evidencia cualitativamente las mejoras en el puntaje de habilidades cognitivas, considerando que la cañahua aporta proteínas de alta calidad, vitaminas del complejo B, minerales esenciales y antioxidantes que favorecen la función cerebral y la salud digestiva. En conclusión, ambos productos tradicionales demostraron beneficios nutricionales y funcionales relevantes para fortalecer la salud inmunológica y el desarrollo cognitivo en poblaciones con riesgos de desnutrición. La quinua preparada artesanalmente aporta energía crucial para el metabolismo celular, mientras que la cañahua contribuye a la mejora sustancial del estado nutricional y desempeño mental infantil. Estos alimentos andinos representan opciones viables, accesibles y sostenibles para estrategias nutricionales que abogan por la seguridad alimentaria y el bienestar en comunidades vulnerables.

Palabras Clave: Nutrición, salud inmunológica, vitaminas de granos andinos, Quinua, Cañahua

Evaluación de las características fisicoquímicas del yogurt enriquecido con quinua

Raquel Marcela Ticona Villca

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca (USFX)
Sucre, Chuquisaca, Bolivia.

ticonavillcaraquel@gmail.com

El yogurt es uno de los productos más comercializados debido a su sabor, valor nutricional y beneficios para la salud. Sin embargo, la poca innovación tecnológica en el sector de los derivados lácteos ha ocasionado escasa generación de alimentos novedosos; ya que, dichos productos no cuentan con un valor nutritivo adicional natural que sea quinua. Bolivia cuenta con materia prima como la quinua, del cual es posible la formulación de yogurts naturales. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo “evaluar las características fisicoquímicas del yogurt enriquecido con quinua licuada y harina de quinua” durante su almacenamiento. El yogurt se elaboró con diferentes concentraciones de quinua, teniendo así 7 tratamientos incluido el testigo (T1). Para el análisis estadístico se aplicó el diseño completamente al azar. Se realizó análisis de las características fisicoquímicas, análisis microbiológico del tratamiento más estable y se determinó la vida útil de los yogures; utilizando las pruebas estadísticas como el ANOVA y pruebas de Duncan. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos en cuanto al pH, sólidos solubles y densidad indican que el tratamiento T3 es el más estable, varía levemente, siendo constante a partir del día 7 al 21. Respecto a las proteínas, grasas, fibra alimentaria, cenizas, calcio, magnesio, potasio, el tratamiento T4 es el que sobresale, por ejemplo, la proteína, magnesio y potasio incrementa en 35%, 244% y 120% respectivamente frente al testigo (T1). El tratamiento T7 es el más notable en cuanto a los carbohidratos y valor energético. Respecto al hierro y zinc el tratamiento T3 incrementa en 288% y 130% respectivamente frente al T1. El análisis microbiológico del tratamiento T3 muestra que los valores se encuentran dentro del rango recomendado por IBNORCA, mostrando que el producto es aceptable y seguro para el consumidor. La vida útil de T3 alcanzó a los 55 días. El tratamiento con mayor aceptabilidad y estabilidad es T3 adicionado con el 10% de quinua licuada con respecto al total del producto.

Palabras clave: Yogurt, quinua, estabilidad, almacenamiento, propiedades fisicoquímicas, análisis microbiológico, vida útil

Análisis del consumo de quinua en la ciudad de La Paz: hábitos, preferencias y percepción ciudadana

Indira Colque Condori¹, Miguel A. Barrantes Costas², Ximena Tola Quispe¹

Pamela Chuquimia Limachi¹

¹ Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz-Bolivia

² Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

colqueindira01@gmail.com

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ha sido cultivada por comunidades andinas desde tiempos prehispánicos, siendo actualmente un alimento valorado globalmente por su alto contenido de proteínas, aminoácidos esenciales, minerales y fibra. Bolivia es uno de los principales productores y exportadores de quinua del mundo, sin embargo, el consumo interno, especialmente en zonas urbanas, no refleja su importancia nutricional ni cultural. El propósito de este trabajo es compartir los resultados de un estudio exploratorio sobre cómo y cuánto se consume la quinua en las zonas urbanas del departamento de La Paz. Sobre la metodología el estudio se llevó a cabo en el municipio de La Paz, entre julio y agosto de 2025, para conocer de cerca los hábitos de consumo, se realizaron encuestas estructuradas a personas mayores de 18 años, elegidas de manera aleatoria en distintos espacios concurridos, como ferias, mercados y centros educativos. La aplicación de estas encuestas permitió abarcar a un grupo variado de la población urbana y recopilar información sobre: Con qué frecuencia se consume la quinua, cuáles son las preparaciones más habituales, cómo perciben su precio y disponibilidad, qué beneficios nutricionales reconocen, qué factores dificultan o incentivan su consumo. Los resultados de la encuesta realizada mostraron que los residentes de La Paz con una edad promedio entre 20 y 40 años, la cual reveló que el 82,9% de los encuestados consume quinua, principalmente de la variedad blanca, con una frecuencia semanal. Entre las personas que no la consumen, las principales razones son el precio y el sabor, ambas con un 33,3%. Sin embargo, la mitad de este grupo estaría dispuesto a consumirla en el futuro, especialmente si se le ofrece la oportunidad de conocer sus beneficios para la salud o si baja su precio. El consumo se justifica por el alto valor nutricional del grano, considerado un alimento saludable por el 80,6% de la población. A pesar de esta alta valoración, los resultados exponen una paradoja: la percepción del precio es la principal barrera para el consumo. Un 63,6% de los encuestados considera que la quinua es más cara que otros cereales, lo que ha llevado a un 72,7% a dejar de comprarla alguna vez por su alto costo. Para mitigar este problema, los consumidores optan por la compra a granel en mercados locales, priorizando un grano limpio y de bajo costo. Los hallazgos sugieren un gran potencial para aumentar el consumo, ya que el 90,9% de los encuestados estaría dispuesto a consumir más quinua si fuera más accesible y variada. Las recomendaciones de los participantes se centran en la necesidad de abaratar los costos, diversificar la oferta de productos derivados (como cereales y helados) y fortalecer las campañas de difusión sobre sus beneficios nutricionales. La desconexión entre la alta valoración del producto y las barreras económicas revela una brecha en la cadena de valor que afecta tanto a consumidores como a productores.

Palabras clave: Quinua, consumo, valor nutricional, barreras socioeconómicas, precio, Bolivia

Evaluación sensorial y hedónica de galletas con harina de quinua y reducción de azúcar para niños en edad escolar

Erick Saldaña, Jennifer Mamani, Karina Eduardo

Sensory Analysis and Consumer Study Group, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Moquegua, Prolongación Calle Ancash s/n, Moquegua 18001, Perú.

kari9edupa@gmail.com

La obesidad y la desnutrición infantil representan retos críticos a nivel global, especialmente en Perú, donde las galletas dulces son ampliamente consumidas, aunque frecuentemente presentan un bajo valor nutricional. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la reducción de azúcar y la incorporación de harina de quinua en la calidad sensorial y hedónica de las galletas. La finalidad fue identificar formulaciones aceptables para niños en edad escolar. Se elaboraron varias formulaciones de galletas con diferentes niveles de harina de quinua (0%, 15%, 30%) y reducción de azúcar (10%, 20%, 30%). Inicialmente, estas galletas fueron evaluadas por un panel de adultos jóvenes ($n=115$; 18–25 años) utilizando una escala hedónica de 9 puntos, complementada con la técnica CATA (check-all-that-apply) para identificar atributos sensoriales relevantes. Con base en estos resultados, se seleccionaron las tres formulaciones mejor valoradas para una segunda evaluación realizada por niños en edad escolar ($n=113$; 6–13 años). Los adultos jóvenes mostraron una aceptación moderada hacia todas las formulaciones, destacando los atributos “crujiente”, “miel” y “dulce” como impulsores positivos del agrado. En contraste, los niños otorgaron mayores puntuaciones de agrado general a las formulaciones seleccionadas, mostrando preferencia por atributos como “quebradizo” y “mantecoso”. Los resultados sugieren que es posible formular galletas con harina de quinua y menor contenido de azúcar que mantengan una buena aceptación sensorial en el público infantil. Esta estrategia de reformulación representa un enfoque viable para mejorar el perfil nutricional de productos dirigidos a niños, sin comprometer la calidad sensorial, aportando así información útil para la industria alimentaria y la formulación de políticas públicas en salud y nutrición infantil.

Palabras clave: Percepción hedónica; Reducción de azúcar; Harina de quinua

Relevancia nutricional y aplicaciones alimentarias de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule*)

Rosmilda Quispe Vásquez y Sandra Aruni Ali
Estación Experimental Patacamaya, Universidad Mayor de San Andrés, UMSA, La Paz-Bolivia
rosmilda77@gmail.com

La cañahua es un cereal andino de alto valor nutricional, ha ganado reconocimiento como superalimento debido a su perfil proteico superior, su equilibrada composición de aminoácidos esenciales y su rica presencia de ácidos grasos insaturados, como el linoleico y el oleico. A pesar de su potencial, la cañahua sigue siendo un cultivo subutilizado y su consumo está limitado principalmente a las regiones donde se cultiva, siendo poco difundido a nivel nacional e internacional. En comparación con otros cereales andinos como la quinua, los estudios sobre la cañahua son escasos, lo que justifica la necesidad de sistematizar la información existente sobre su valor nutricional y promover su consumo. El propósito de este estudio fue sistematizar los estudios disponibles sobre la cañahua para difundir sus propiedades nutricionales que contribuyan a la seguridad alimentaria humana y animal. La metodología consistió en tres fases: en la planificación se definió el marco conceptual del estudio y las palabras clave como *Chenopodium pallidicaule*, valor agregado, valor nutricional; la recolección de información se realizó a través del buscador Google Académico, donde se revisaron artículos de investigación, tesis y estudios, alcanzando un total de 30 trabajos comprendidos entre el periodo 2004 y 2024; finalmente en el análisis crítico de la información recopilada, se seleccionaron los estudios relevantes en función de su autenticidad, fecha de publicación y pertinencia para el tema. Los resultados evidenciaron que el cultivo es rico en compuestos bioactivos, particularmente flavonoides, que le confieren propiedades antioxidantes. Además, se destaca su contenido en proteínas de alta calidad, con un 18.8 % lo que la convierte en un alimento valioso para mejorar la dieta humana. En cuanto a sus aplicaciones alimentarias se destacan los múltiples usos potenciales en la elaboración de productos como bebidas lácteas, productos de panificación, galletas y suplementos nutricionales para animales. Sin embargo, para que la cañahua se establezca como un ingrediente relevante en la industria alimentaria global, es necesario superar barreras relacionadas con la falta de conocimiento sobre su valor nutricional y su limitada disponibilidad en mercados internacionales. A manera de conclusión, el estudio resalta la importancia de la cañahua como un cereal de alto valor nutricional y con potencial para la diversificación alimentaria. Aunque su producción y consumo siguen siendo restringidos, la evidencia científica muestra que tiene un rol clave en la mejora de la nutrición tanto humana como animal. Es esencial promover investigaciones adicionales y políticas que apoyen la expansión de su cultivo y consumo, para aprovechar plenamente sus beneficios como alternativa a los cereales de mayor difusión.

Palabras clave: Cañahua, *Chenopodium pallidicaule*, valor nutricional, Valor agregado

Determinación de las condiciones de malteado de amaranto (*Amaranthus caudatus*), variedad Oscar Blanco

Verónica Bustillos Torrico¹

¹ Universidad Nuestra Señora de La Paz/Red Latinoamericana del Amaranto, Bolivia.

veronica.bustillos@unslp.edu.bo

Mediante esta investigación se evaluaron las variables en el proceso de malteado del amaranto, para determinar las condiciones óptimas para su posterior utilización en subproductos, tales como panificación, bebidas proteicas y bebidas fermentadas, entre otros por su potencial nutricional, funcional y tecnológico. Caracterización de la materia prima: Se trabajó con una muestra de amaranto beneficiado de variedad Oscar Blanco. Se evaluó la calidad del grano, determinando el porcentaje de grano entero, grano partido e impurezas. Utilizando el método de cuarteo, selección manual y pesaje. Para la caracterización del grano, se determinó el tamaño de grano y el análisis proximal, mediante las normas de referencia NB 074:2000, para la determinación de humedad; NB 746, para la determinación de cenizas; Kjeldahl, AOAC 984.13, para proteínas; NB 312027:2006 para lípidos, el contenido de carbohidratos se determinó por diferencia. Los azúcares reductores mediante la norma NB 38010:2004. Remojo: Para el remojo se utilizó agua potable en una relación 1:1.5 grano: agua a temperatura de 20°C, durante 12 horas. Germinación: Se colocó una capa de 1 cm de grano sobre bandejas en una incubadora, manteniendo la temperatura constante a 20°C. Se realizó el seguimiento al crecimiento de la radícula, el porcentaje de granos germinados, azúcares reductores y proteína a las 24, 48 y 72 horas respectivamente. Secado: El secado se realizó en una estufa de secado, a temperatura constante de 50°C, con flujo de aire, durante 8 horas. Tras el proceso experimental, los resultados obtenidos fueron: Tamaño del grano (1.31 mm \pm 0.02), granos enteros (97.47 %), granos partidos (0.80%), impurezas (1.73%), humedad (11.00 \pm 0.10), cenizas (2.11 \pm 0.05), proteína (12.1 \pm 0.3), lípidos (7.13 \pm 0.22), carbohidratos (67.66), azúcares reductores (2.05 \pm 0.15). Después del remojo se registró una humedad final (42.2 \pm 0.06). En la germinación se registró el crecimiento de radícula a las 24 h (1.96mm \pm 0.01), a las 48 h (2.18mm \pm 0.02), a las 72 h (3.10mm \pm 0.01). Granos germinados tras 24 h (65%), 48 h (72%), 72 h (85%). Azúcares reductores a las 24 h (9.5 \pm 0.24), a las 48 h (19.9 \pm 0.35), a las 72 h (8 \pm 0.3). Proteína a las 24 h (13.5 \pm 0.32), a las 48 h (14.8 \pm 0.23), a las 72 h (15.9 \pm 0.25). Luego del secado, la malta presenta una humedad de 11.6 \pm 0.11. Se evidenció que el proceso de malteado del amaranto aumenta el contenido de proteína, obteniéndose el mayor porcentaje a mayor tiempo de germinación, sin embargo, la mayor cantidad de azúcares reductores se registró a las 48 horas, luego de este tiempo, disminuyó, esto debido a la utilización de estos nutrientes por el grano. Ambos aspectos son relevantes al momento de la utilización de la malta como materia prima para subproductos.

Palabras clave: Amaranto, kiwicha, *Amaranthus caudatus*, malta, germinación, grano andino

Selección por calibre de grano en progenies F7 de quinua y relación con el poder germinativo de la semilla

Alejandro Bonifacio¹, Shirley Topoco², Silvia Condori² y Miriam Alcon²

¹ Facultad de Agronomía UMSA, ² Fundación PROINPA

a.bonifacio@proinpa.org

La calidad comercial de quinua está predominantemente dada por el tamaño (grande) y color de grano (blanco o rojo). La quinua presenta heteromorfismo en tamaño de grano en la misma planta, por lo que en el proceso de selección se ha optado por el calibrado del grano y además determinar el porcentaje (peso/peso) de las distintas categorías de grano y tamaño (espesor y diámetro) de grano que tiene una muestra. La aplicación de estos criterios de selección además la relación del tamaño de grano con el poder germinativo fue investigada en 10 líneas F7 y un testigo bajo el diseño factorial (4 Línea × 4 Categoría de grano) con tres repeticiones y registros de germinación cada 6 horas (de 6 a 36 horas). En forma complementaria se ha evaluado el crecimiento de la raíz en etapa de germinación y emergencia. Los resultados muestran diferencias en tamaño de grano, porcentaje de grano en sus distintas categorías y poder germinativo, lo cual permitió seleccionar 4 líneas con espesor de grano entre 1.27 y 1.33 mm, el diámetro de grano que varía entre 2.75 y 2.82 mm. Las proporciones porcentuales de la categoría extragrande fueron 11.98, 13.75, 14.62, y 16.96 % en las líneas L10, L8, L9 y L4 respectivamente. El análisis de varianza para el poder germinativo de las líneas seleccionadas no fue significativo a 6 horas, sin embargo, a partir de las 12 a 36 horas de prueba, las diferencias fueron significativas para líneas, categorías de grano y la interacción Línea × Categoría. La prueba de Duncan ha conformado grupos de medias similares en cada caso, destacando la Línea 4 por presentar grano de categoría extragrande. Además, la semilla grande y extragrande registran mayor longitud de raíz y rápido crecimiento y en la semilla pequeña la longitud de raíz fue más corta y de lento alargamiento. En conclusión, la categorización del grano por calibre permite seleccionar líneas sobresalientes para calidad comercial de grano en el mejoramiento de quinua, además los diferentes tamaños de grano tienen relación con el poder germinativo y longitud de raíz en etapa de germinación y emergencia, lo anterior justificaría la selección de semilla por calibre.

Palabras clave: progenies quinua, categoría de grano, germinación, longitud de raíz

Saponinas y sapogeninas biológicamente activas en variedades y residuos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Carolina Triguero¹, Yaquelin Suño¹, Wendy Soria^{3,4}, Stina Oredsson⁴, Giovanna R. Almanza¹, Yonny Flores¹, Santiago Tarqui¹, Eduardo Gonzales⁵, Maribel Lozano^{1,2,5}

¹ Instituto de Investigaciones Químicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia; ² Centre for Analysis and Synthesis, Sweden; ³ Institute of Molecular Biology and Biotechnology, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz; Bolivia, ⁴ Department of Biology, Lund University, Sweden, Lund-Sweden; ⁵ Laboratorio de Farmacología, Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz Bolivia

marhilp@gmail.com

En Bolivia la quinua se produce en la zona intersalar donde las condiciones climáticas son muy adversas: suelos escasos de agua y nutrientes, elevada altura, radiación intensa, heladas frecuentes. La quinua durante su crecimiento produce saponinas que son consideradas no aptas para el consumo humano. Sin embargo, las saponinas poseen una variedad de propiedades biológicas entre ellas la propiedad antifúngica y antiinflamatoria entre otras, lo cual hace interesante su continua investigación. La Norma Boliviana establece que la presencia de saponinas en los granos para consumo es NB 0038 (< 0,12 %). Es por eso que se han establecido diferentes métodos de cuantificación de saponinas en quinua. Se evaluó el contenido de saponinas y sapogeninas en granos de diferentes variedades de quinua real por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS). Las variedades de quinua fueron colectadas en la localidad de Challapata del departamento de Oruro Bolivia, se obtuvo extractos hidroalcohólicos de saponinas que posterior a una reacción de hidrólisis ácida se obtuvo sapogeninas triterpénicas identificadas por Espectroscopía de Resonancia Magnética nuclear (RMN), posteriormente se obtuvo derivados Trimetilsilil que fueron analizados por GC/MS. Los resultados muestran una variación del contenido de saponinas en las diferentes variedades de quinua, determinando que la concentración de sapogeninas totales, el contenido de saponina en las variedades de quinua se encuentra en un rango de 0,8 a 1,4 % de saponinas. Por otro lado se evaluó la actividad antiinflamatoria de las sapogeninas y el extractos de sapogeninas mediante el modelo de edema de oreja de ratón inducido por aceite de croton y edema de pata inducido por carragenina, determinándose que el extracto de sapogeninas muestra una actividad antiinflamatoria significativa en el modelo de edema de oreja, mayor que las sapogeninas aisladas,; mientras que en el modelo de edema de pata se observó una actividad antiinflamatoria significativa en las sapogeninas aislados y sólo una actividad anti inflamatoria moderada en el extracto de sapogeninas. Adicionalmente, se ha evaluado la actividad citotóxica en células humanas de cáncer de mama JIMT-1 y células epiteliales de mama MCF-10A similares a células humanas normales, observando que las sapogeninas tienen citotoxicidad en ambas líneas celulares, pero el compuesto más activo es la hederagenina usa sapogenina ampliamente estudiada, que es más tóxica en las células JIMT-1 (IC₅₀ 27.3 µM) que en las células MCF-10A (IC₅₀ 39.6 µM). Por lo tanto, estos resultados muestran una alternativa para el desarrollo de nuevos medicamentos en base a estos extractos y compuestos de la quinua.

Palabras claves: saponinas, sapogeninas, derivatización, cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS)



POLITICAS PUBLICAS



Programa Nacional de Apoyo a la Producción y Comercialización de Granos Andinos

Nancy Huanca¹, Juanito Aranda¹

¹ Productores de Camelidos y Quinua (La Paz, Bolivia,
cynanhuanca@gmail.com)

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) de Bolivia estableció el *Programa Nacional de Apoyo a la Producción y Comercialización de Granos Andinos* para el período 2022–2025, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 4632 (1 de diciembre de 2021). Su objetivo central es fortalecer el sector agropecuario, contribuir a la soberanía alimentaria y apoyar la reconstrucción económica y productiva del país. El programa se focaliza en cuatro cultivos estratégicos —quinua (*Chenopodium quinoa* W.), cañahua (*Chenopodium pallidicaule* A.), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis* S.)— con miras a consolidar las cadenas de valor, atender la creciente demanda nacional e internacional y mejorar los ingresos de los productores. Con una inversión de 229,6 millones de bolivianos, la iniciativa beneficia directamente a 10.216 familias agricultoras en 53 municipios de los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba y Chuquisaca. Entre sus principales acciones destacan la implementación de normativas para la gestión social y el uso sostenible del suelo; el fortalecimiento de la comercialización de granos andinos; y la generación, adaptación y transferencia de tecnologías orientadas a la producción sostenible. De manera complementaria, se promueve el manejo fitosanitario integral para enfrentar plagas emergentes, incrementar los rendimientos y optimizar la competitividad en mercados nacionales e internacionales. En el ámbito de la investigación, se identificaron materiales genéticos promisorios de los cuatro cultivos, seleccionados por su adaptabilidad y productividad bajo condiciones de estrés hídrico y pes extremas, lo que constituye un aporte frente a los desafíos del cambio climático y la degradación de suelos. Asimismo, se desarrollaron y validaron equipos y maquinarias agrícolas adaptados a las condiciones del Altiplano y valles altos, reduciendo limitaciones críticas en las etapas de siembra, cosecha y postcosecha, y mejorando la eficiencia productiva. En materia de sanidad vegetal, el establecimiento de redes regionales de vigilancia fitosanitaria permitió la detección temprana de plagas en quinua y la caracterización de agentes bióticos que afectan a cañahua, amaranto y tarwi. Estos avances sentaron las bases para la formulación de calendarios fitosanitarios específicos y estrategias de manejo integrado de plagas. Paralelamente, se priorizó la mejora de la fertilidad de suelos mediante la realización de 1.790 análisis de laboratorio, información utilizada para diseñar planes de manejo edáfico adaptados a diferentes zonas productivas. La incorporación de imágenes satelitales posibilitó la identificación de áreas con alto potencial para la producción de quinua, constituyéndose en un insumo estratégico para la planificación territorial y la optimización del uso del suelo. Finalmente, la distribución de insumos y equipos a los productores consolidó la capacidad productiva local y generó condiciones favorables para una transición hacia sistemas agrícolas más sostenibles. En conjunto, los avances alcanzados proyectan un incremento significativo en la productividad y competitividad de los granos andinos en Bolivia.

Palabras clave: Producción, comercialización, planificación territorial

Plan de negocios para la transformación y comercialización de productos funcionales a base de quinua: Caso Estación Experimental Patacamaya

Yara Eliana Quino Tarifa, Marco Antonio Patiño Fernández y Carmen Rosa del Castillo Gutiérrez

¹Estación Experimental Patacamaya - UMSA

quinoeliana859@gmail.com

En el altiplano central boliviano, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo ancestral de alto valor nutricional y potencial agroindustrial, pero enfrenta limitaciones en su acceso a mercados con valor agregado, afectando las oportunidades económicas de productores e instituciones. Este trabajo tuvo como objetivo elaborar un plan de negocios para fortalecer su comercialización en el mercado de La Paz, con un enfoque integral y sostenible. Para el desarrollo del estudio se adoptó un enfoque metodológico mixto con un diseño exploratorio secuencial de carácter comparativo. La investigación se estructuró en tres fases: (i) planificación del estudio de mercado, (ii) recolección y sistematización de datos, y (iii) elaboración del plan de negocios. Para la encuesta se aplicó un muestreo aleatorio simple realizado en el Macrodistrato Centro (Distrito 1), obteniéndose una muestra de 380 personas, calculada con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Las entrevistas se realizaron mediante muestreo por conveniencia a tres productores, tres compradores frecuentes y una nutricionista, seleccionados por su experiencia y relevancia en el tema. Entre las posibles limitaciones metodológicas se reconocen sesgos de selección en las entrevistas, al enfocarse en actores específicos y sesgos de respuesta en las encuestas, relacionado a la sinceridad de los participantes. El análisis estratégico de los productos derivados de quinua de la Estación Experimental Patacamaya permitió fundamentar las decisiones del plan de negocios. Según el PESTEL, el fomento político a la producción agroecológica y la creciente preferencia sociocultural por productos saludables y sin gluten favorecen la promoción de productos orgánicos, mientras que riesgos como cambios normativos, inflación, limitaciones tecnológicas y variabilidad climática llevaron a priorizar la diversificación de canales de venta, la innovación en empaques y la mejora en la resiliencia productiva. La dimensión legal orientó la obtención de registros sanitarios y certificaciones orgánicas para garantizar competitividad y acceso a mercados diferenciados. El FODA evidenció fortalezas como el alto valor nutricional de los productos, variedad, precios accesibles y reconocimiento institucional, junto con oportunidades en mercados locales y nacionales, consumo saludable y promoción digital de la información. Estos hallazgos respaldaron decisiones estratégicas de diferenciación de marca, desarrollo de nuevos productos y campañas de comunicación enfocadas en los beneficios nutricionales de la quinua. Las debilidades y amenazas, como la limitada difusión, escasez de puntos de venta, competencia y variabilidad en producción, motivaron estrategias de expansión de cobertura, fidelización de clientes y optimización de procesos productivos. Finalmente, la Matriz BCG identificó productos de valor agregado, como galletas y barras energéticas, como “estrellas” con alto potencial de crecimiento, lo que justificó invertir en su promoción y desarrollo, mientras que la quinua en grano se mantuvo como “vaca lechera”, asegurando estabilidad financiera. El análisis evidenció un mercado potencial interesado en productos funcionales y orgánicos, pero con limitado conocimiento sobre la diversidad de productos derivados de quinua. En el análisis financiero, el plan de negocios demostró ser viable. La proyección hasta 2029 arrojó un Valor Actual Neto (VAN) de Bs 36.187,47, una relación beneficio/costo de 1,126 y una tasa interna de retorno (TIR) del 44%. Asimismo, se consideró el aprovechamiento de subproductos como la saponina, lo que permite diversificar ingresos y fomentar un modelo de economía circular. En conclusión, el plan de negocios para la transformación y comercialización de productos derivados de quinua en el altiplano central boliviano es económicamente viable y socialmente pertinente. Su implementación fortalece las capacidades institucionales, amplía el acceso de la población a alimentos funcionales y contribuye al desarrollo agroalimentario sostenible. La integración de actividades educativas, junto con canales de venta físicos y digitales, consolida una estrategia integral que responde a las demandas del mercado y promueve el consumo consciente de productos andinos.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa*, plan de negocios, valor agregado, comercialización sostenible, economía circular.

Políticas públicas y desafíos para el consumo interno de quinua transformada en Bolivia

Tatiana Rosales Ramires
Universidad Pública de El Alto (UPEA) El Alto, La Paz, Bolivia
tatiana.ros.ram@gmail.com

Ante la creciente necesidad de promover el consumo de granos andinos en Bolivia, especialmente en contextos de desafíos como el cambio climático y la inequidad en el acceso a recursos productivos, el fortalecimiento de las políticas públicas se vuelve fundamental. Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2022), Bolivia produjo más de 70 mil toneladas de quinua, de las cuales menos del 10% se destinó al consumo interno, lo que evidencia una fuerte dependencia del mercado externo y una baja incorporación en la dieta nacional. Este estudio se desarrolló mediante una revisión bibliográfica especializada de leyes, planes nacionales y programas estatales, con énfasis en la Ley No 3525, el PDES 2021–2025 y documentos técnicos vinculados al Productores de Camélidos y Quinua (PROCAMQUI). Se consultaron además investigaciones académicas que analizan la transformación productiva y las barreras de comercialización de la quinua en Bolivia. Los resultados muestran que, si bien existen avances normativos y se han impulsado mecanismos como la inclusión de quinua en subsidios estatales, persisten desafíos significativos. Entre ellos destacan la baja demanda interna de productos transformados (fideos, harinas, barras energéticas), la limitada articulación entre productores y mercados, la escasa promoción estatal y la necesidad de innovación tecnológica en la cadena productiva. Se concluye que para incrementar el consumo interno de quinua transformada es imprescindible fortalecer la coordinación entre productores, transformadores y el Estado, consolidar el rol de PROCAMQUI como articulador del sector y promover campañas educativas permanentes que valoricen sus beneficios nutricionales y culturales. De esta manera, la quinua puede convertirse en un eje estratégico para la soberanía alimentaria y el desarrollo sostenible del país.

Palabras clave: Granos andinos, soberanía alimentaria, agricultura familiar, fortalecimiento productivo

Signos distintivos, sellos de calidad e inocuidad alimentaria para elevar credibilidad y competitividad comercial de la quinua real del altiplano sur de Bolivia

Eduardo Ramos
Productores de Camélidos y Quinua (PROCAMQUI)
eduardo.ramos.alanoca@gmail.com

Una Denominación de Origen (DO) es un nombre de un lugar geográfico que identifica un producto como originario de una región específica, cuya calidad o características se deben principalmente a factores naturales y humanos de esa zona. Es un reconocimiento de la singularidad de un producto vinculada a su lugar de origen y a las prácticas tradicionales de producción. La quinua real boliviana es un cultivo milenario caracterizado por su origen ancestral, cultivado en el Altiplano Sur de Bolivia, y su adaptación a condiciones extremas como suelos salinos y altitudes superiores a los 3,600 m.s.n.m. de altitud, mediante un sistema de producción tradicional y mecanizado. El producto se reconoce y diferencia por el mayor tamaño de sus granos, su alto valor nutricional, la ausencia de gluten y la riqueza cultural tradicional y ancestral que acompaña a su producción agrícola. Además, posee una amplia diversidad de variedades y ecotipos nativos que expresan diferentes colores de grano. Con el fin obtener el sello de la denominación de Origen de la quinua Real del Altiplano Sur de Bolivia y demostrar la integridad del producto en términos de calidad e inocuidad, se está llevando a cabo una fase piloto con tres asociaciones de productores de quinua real y tres plantas beneficiadoras y exportadoras, se está ejecutando el proceso de registro ante la Unión Europea para lograr el reconocimiento pleno de la Denominación de Origen del Quinua Real del Altiplano Sur de Bolivia. Se espera que la Denominación de Origen de la quinua Real del Altiplano Sur de Bolivia, conlleve el reconocimiento y el prestigio, precios estables, protección y seguridad del origen del producto, regulación de la calidad, acceso a nichos de mercado estratégicos, sostenibilidad y trazabilidad, desarrollo rural e impacto económico local, y promoción e imagen del signo distintivo.

Palabras claves: Denominación de Origen, reglamento de uso, quinua Real

Formación técnica para la producción resiliente de quinua: un enfoque integrado desde la Universidad Mayor de San Andrés y las comunidades del Altiplano Central

Marco Antonio Patiño Fernández¹, Salustio Rosales Canqui Tarifa², Jhoselin Noemí Cruz Mamani¹,
Tatiana Rosales Ramires¹ y Yara Eliana Quino Tarifa¹

¹ Estación Experimental Patacamaya, UMSA; ²PAD UMSA, La Paz, Bolivia,

² Asociación de Productores de Quinua, Sica Sica, La Paz, Bolivia

mapatino1@umsa.bo

En el altiplano central boliviano, la combinación de crisis climática, degradación ambiental y limitada disponibilidad de servicios técnicos ha restringido el desarrollo de sistemas productivos resilientes, en particular en la producción de quinua orgánica. Frente a este escenario, el presente artículo analiza la experiencia del Programa Académico Desconcentrado (PAD) *Obrero Experto en Producción Orgánica de Quinua*, ejecutado entre 2023 y 2024 por la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), a través de la Estación Experimental Patacamaya y el Instituto de Desarrollo Regional (IDR-DU), en coordinación con entidades gubernamentales, las organizaciones no gubernamentales PROINPA y PROSUCO, y organizaciones de productores de quinua de los municipios de Sica Sica, Umala y Patacamaya. El objetivo del programa fue fortalecer las capacidades técnicas de 53 productores mediante una formación integral orientada al manejo sostenible de suelos, la producción de semilla certificada, la elaboración de bioinsumos, el control agroecológico de plagas y estrategias de comercialización con valor agregado. La metodología se estructuró en cinco fases: Priorización, implementación, monitoreo, evaluación y sistematización, intencionalmente alineadas con el ciclo fenológico del cultivo, lo que permitió la aplicación práctica y oportuna del conocimiento. La identificación participativa de necesidades posibilitó ajustar los contenidos a las realidades locales, generando alta aceptación y compromiso. La coincidencia temporal entre la formación y las labores agrícolas incrementó la pertinencia del programa, favoreciendo mejoras inmediatas en la calidad de las prácticas productivas. Las actividades prácticas desarrolladas en parcelas demostrativas como la preparación y uso de bioinsumos, el control agroecológico y el manejo postcosecha, fueron especialmente valoradas por su aplicabilidad directa. Los resultados evidencian impactos a corto plazo: aumento del 50% en la resiliencia productiva, asociado al uso de bioinsumos y herramientas tecnológicas de pronóstico climático; incremento del 40% en la rotación de suelos, aunque limitado por su carácter colectivo; desarrollo de nuevas alternativas de valor agregado en un 20% de las familias; y consolidación de un modelo formativo escalable y replicable para otros territorios. Esta experiencia se articula directamente con el Plan Nacional de Soberanía y Seguridad Alimentaria, en su componente granos andinos, y demuestra que la articulación universidad-comunidad, con enfoque agroecológico y territorial, puede fortalecer la resiliencia socioecológica, la soberanía alimentaria y el valor agregado desde los territorios.

Palabras clave: Quinua orgánica, formación técnica, política pública, valor agregado, resiliencia socio ecológica, interacción social, altiplano boliviano.

Limitaciones y oportunidades del seguro agrario para la producción de quinua orgánica en el altiplano boliviano

Victoria Luna Calle¹ y Marco Antonio Patiño Fernández²

¹ Investigadora en Sistemas de Producción Agroecológica; ² Estación Experimental Patacamaya
UMSA. La Paz, Bolivia
mapatino1@umsa.bo

La producción de quinua orgánica en el altiplano central boliviano enfrenta crecientes amenazas por la variabilidad climática, especialmente por la irregularidad y el retraso de las precipitaciones, así como por la mayor frecuencia de heladas. Esta situación ha reducido la productividad a niveles de 0,4–0,7 t/ha y ha generado pérdidas que oscilan entre el 15 % y el 85 %, dependiendo de la fase fenológica afectada. Actualmente el *Seguro Agrario Universal Pachamama*, otorga una compensación uniforme de Bs. 1.000 por hectárea afectada, sin ajustar la cobertura según la inversión realizada en las diferentes fases fenológicas del desarrollo del cultivo, lo que limita su eficacia. El estudio analizó la pertinencia y efectividad del seguro agrario para la quinua orgánica, considerando inversión y las pérdidas según la fase fenológica. Se empleó una metodología descriptiva y analítica, basada en revisión documental, experiencias de campo y modelación comparativa de pérdidas e inversiones por fase fenológica. Los resultados indican que la cobertura del seguro disminuye a medida que avanzan las fases fenológicas y aumentan las inversiones, cubriendo del 40 % al 16 % de los costos y apenas 4,5–7 % del valor potencial de la producción de quinua orgánica, cuyo rendimiento esperado es de 0,7–1 t/ha equivalente Bs. 14.000–22.000. Asimismo, se identificó interés de numerosos productores en un seguro paramétrico basado en índices climáticos con criterios de inclusión equitativa, prima accesible (10 %) subsidiada por el Estado, trámites simplificados y adaptabilidad a las condiciones locales de la agricultura orgánica. Este esquema no solo mitigaría el riesgo económico, sino que también incentivaría prácticas orgánicas sostenibles y facilitaría la obtención de la certificación del Sistema Participativo de Garantía (SPG) para acceder a mercados diferenciados y generar valor agregado. Se concluye que el seguro actual es útil en etapas tempranas, pero insuficiente en fases avanzadas del cultivo, cuando el riesgo económico y las expectativas de ingreso son mayores. Se recomienda reformular mediante coberturas diferenciadas por etapa fenológica y modalidad de producción, e incorporar un seguro paramétrico vinculado a eventos climáticos específicos por región, con subsidio estatal que incentive su adopción por parte de pequeños y medianos productores. Además, se propone articular el seguro con los SPG para coordinar asistencia técnica, financiamiento y acceso a mercados. Estas medidas contribuirán a contar con un diseño y reforma de políticas públicas al ofrecer un marco que protege la inversión agrícola, fomenta la producción orgánica certificada y fortalece la competitividad de los granos andinos en los mercados nacional e internacional, asegurando sostenibilidad económica y resiliencia frente a riesgos climáticos.

Palabras clave: Quinua orgánica, seguro agrario, altiplano boliviano, cambio climático, fases fenológicas, pérdidas agrícolas.

Reducción de la vulnerabilidad y apoyo a la sostenibilidad de la quinua real en la región intersalar de Bolivia, propuesta de plan de acción interinstitucional 2024 – 2029

Ermindo Barrientos Pérez¹, Severo Choquecallata Crispín¹, Willy Choque Marca¹, Marcelo Gonzáles Torrico¹, Juan Pablo Rodríguez²

¹ Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia, ² Julius Kühn Institute (JKI) – Federal Research Centre for Cultivated Plants, Braunschweig, Germany.

ermindo.barrientos@doc.uto.edu.bo

El presente estudio analiza la problemática actual y las perspectivas de la quinua Real en la región del intersalar de Bolivia, en base a fuentes de información secundarias y primarias (reuniones, encuestas, talleres de reflexión y diseño de una estrategia). La producción de quinua en Bolivia en los últimos años ha perdido competitividad en el ámbito internacional. Particularmente los productores de quinua Real de Bolivia están atravesando problemas de sostenibilidad principalmente en la producción primaria y la inestabilidad de los precios de venta en mercados locales e internacionales; sin embargo, la quinua Real del Altiplano Sur sigue siendo un gran producto potencial para su exportación como producto orgánico a partir de una agricultura regenerativa, con el uso racional de riego suplementario, además; con amplias perspectivas para mejorar un mayor consumo interno. Mediante una convocatoria por el Departamento de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales de la Universidad Técnica de Oruro a los diferentes actores del complejo quinua Real con influencia en la región de Salinas de G.M., con la participación de 12 Instituciones que apoyan directamente al desarrollo de la quinua Real y criadores de llamas, en coordinación con autoridades originarias de la marca Salinas junto a productores líderes de intersalar se realizaron reuniones, encuestas, talleres y plenarias que se desarrollaron en predios del Centro de Investigación de quinua (Salinas G.M., noviembre 2023) y posteriormente en talleres de validación (Oruro, mayo y agosto 2024) hasta la elaboración de un Plan Estratégico Sostenible de la quinua Real y crianza de llamas para 5 años identificando cuatro pilares o palancas de cambio: producción con un enfoque de sostenibilidad, formación permanente de recursos humanos, investigación que aborde problemas prioritarios y coordinación institucional. En cada pilar se desarrollaron y enunciaron actividades estratégicas con responsabilidad institucional y actores de la cadena productiva de quinua Real. Se concluye que la sostenibilidad del sector quinuero del altiplano sur requiere un enfoque integral que incluya buenas prácticas agrícolas en los diferentes sistemas de producción en armonía y cuidado del medio ambiente.

Palabras clave: gobernanza, sector quinuero, zona intersalar, quinua Real, sostenibilidad

Red Latinoamericana del amaranto: Impulsos colectivos para el desarrollo del amaranto en contextos Latinoamericanos

Verónica Bustillos Torrico¹

¹ Red Latinoamericana del Amaranto, La Paz, Bolivia

veronica.bustillos@unslp.edu.bo

El amaranto (*Amaranthus spp.*) es un grano andino, considerado un cultivo ancestral de gran relevancia para la seguridad alimentaria y la soberanía de los pueblos latinoamericanos. Presenta un alto valor nutricional por su alto valor proteico, aminoácidos esenciales, minerales y compuestos bioactivos, por lo que es considerado un alimento funcional y estratégico frente a los retos nutricionales actuales y la sostenibilidad agrícola. La RedLAAM, surge como una organización de personas e instituciones, que, desde diversos enfoques y disciplinas, en acción conjunta y coordinada, tiene como objetivo el aumento e intercambio de conocimiento y experiencia, con el fin de valorizar y posicionar el amaranto en el plano sociocultural y agroalimentario de los pueblos latinoamericanos mediante proyectos integrados. La conformación de la RedLAAM se desarrolló mediante una metodología participativa, articulando actores de siete países de la región; México, Guatemala, Ecuador, Chile, Perú, Argentina y Bolivia, a través de cuatro ejes estratégicos, a través de las cuales se implementó un mapeo regional de actores y proyectos, para identificar nodos clave y áreas de colaboración. Recursos genéticos y productividad: Analiza el papel de los recursos genéticos del amaranto ante el cambio ambiental y su potencial para crecer y desarrollarse en condiciones ambientales limitantes, se enfoca en la conservación de los recursos genéticos del amaranto bajo un enfoque complementario *in situ* y *ex situ*, en la utilización, mejoramiento, identificación y rescate de sus parientes silvestres, así como el intercambio de experiencias y conocimientos de forma horizontal y con la participación de agricultores, de manera que permitan caracterizar los sistemas de producción de las regiones. Alimentación y cultura: Sus acciones van dirigidas a la búsqueda y sistematización del conocimiento en torno a la tradición, saberes y la cocina del amaranto en las regiones mesoamericana, centroamericana y andina. Diseña y contribuye en la difusión del amaranto para su consumo e integración en la gastronomía y salud alimentaria. Promueve y participa en la generación de conocimiento en torno a la calidad alimenticia y nutraceutica del amaranto, así como su utilización en productos alimenticios saludables para las poblaciones vulnerables. Agroindustria y transformación: Se enfoca en promover el desarrollo de saberes técnico, tecnológico y científico en el eslabón de agroindustria, de manera que permita ampliar los usos del recurso amaranto en esquemas sustentables de beneficiado, extracción de componentes y transformación, tanto del grano como la planta. Emprendimiento y comercialización: Genera un marco cooperativo para promover, potenciar y compartir experiencias en el emprender a lo largo de la cadena de valor, analiza los procesos históricos latinoamericanos para la comercialización y el papel que ocupan en la actualidad la construcción de los sistemas alimentarios. La RedLAAM, ha consolidado una estructura funcional con representación de instituciones académicas, de investigación, comunidades indígenas, sectores agrícolas, productivos y de comercialización, con lo que se ha logrado la mejora en la conectividad interinstitucional y un aumento en la visibilidad del amaranto en agendas alimentarias, además ha demostrado ser un modelo efectivo de integración regional interdisciplinaria, con capacidad para incidir en políticas públicas, generar innovación, difundir el conocimiento científico y valorizar el conocimiento ancestral.

Palabras clave: Amaranto, red, estructura funcional, alimentación, cultura



**CONOCIMIENTOS,
PRACTICAS Y
SABERES ANCESTRALES**

Versiones ceremoniales del huauhtli. El amaranto como recurso y patrimonio en México

Sara Hirán Morán Bañuelos
Universidad Autónoma Metropolitana, México
hiranmoranb@gmail.com

El género *Amaranthus* está distribuido en todo el mundo y agrupa más de 60 especies, a su vez se divide en los sub géneros *Amaranthus*, *Albersia* y *Acnida*; en el primero de ellos se ubican las tres especies cultivadas *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*. En particular, *A. hypochondriacus*, *A. caudatus* y *A. hybridus* (su especie silvestre más cercana), se distribuyen ampliamente en México y las evidencias arqueobotánicas, documentales y lingüísticas indican que han sido plantas ampliamente utilizada por las civilizaciones Mesoamericanas y que el proceso de domesticación inició alrededor de 10 mil años atrás, en este territorio. El germoplasma que desde entonces se maneja consiste en variedades de amaranto que están en manos de las comunidades campesinas que, a pesar de la contundente reducción durante la invasión colonial, conservan e intercambian las semillas que han mostrado ventajas adaptativas y buen rendimiento de grano. Conscientes de ello, promovemos la valoración de los procesos culturales asociados al cultivo y el más importante es el uso ceremonial del *huauhtli* (término en lengua *náhuatl* con el que se hace referencia a las especies de amaranto). Las plantas y sus inflorescencias aparecen en los códices prehispánicos y coloniales como parte de la ornamentación floral de las celebraciones *mexihcas*, en lo que ahora constituye la Ciudad de México. También hay amplia evidencia de la elaboración de una masa hecha con harina de maíz tostado, harina de amaranto tostado y miel para modelar figuras de las deidades prehispánicas, figuras humanas, animales y elementos de la naturaleza, todos ellos reciben el nombre de *tzoalli*, es decir, las versiones ceremoniales del amaranto. Dichas figuras eran colocadas en los depósitos rituales y aún en la actualidad las comunidades de pueblos originarios continúan creándolas y es uno de los elementos reconocidos desde 2016 en la Declaratoria de la Alegría de Tulyehualco como Patrimonio de la Ciudad de México. La “alegría” es un alimento, tipo golosina, elaborado con semillas reventadas con calor y aglutinadas con miel de abeja o azúcar, y es la principal forma de consumo y comercialización de las semillas de las especies *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*. Las alegrías se modelan también en forma de cráneos humanos para colocarlas en las tradicionales ofrendas de “Día de muertos”. La producción de la materia prima para elaborar alegrías y otros alimentos a base de amaranto se concentra en los estados del centro y sureste del país: Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Morelos y Oaxaca; sitios con amplia agrobiodiversidad y riqueza cultural heredada de civilizaciones ancestrales como la mexicana, tlaxcalteca, nahua, mixteca, zapoteca, mixe, entre otras. Dada la importancia en esta región, agrónomos mexicanos han logrado, mediante mejoramiento convencional, la obtención de más de una docena de variedades adaptadas a esas condiciones, aprovechan atributos como el uso eficiente del agua en zonas con prolongados periodos de sequía, en suelos salinos y en aquellos con nutrientes limitantes; al mismo tiempo se ha observado que la plasticidad genética de las especies permite la modificación de su fisiología para asegurar la producción de semilla en condiciones de estrés biótico, como la herbivoría, la presencia de plagas y de enfermedades. Por otro lado, los beneficios nutrimentales al consumir las hojas y grano han sido ampliamente documentados, de ellos el más relevante es el aporte de proteínas de alta calidad con todos los aminoácidos esenciales, aunado también a la presencia de compuestos con capacidad antioxidante y valor funcional. La ausencia de gluten en las semillas lo convierte en materia prima para la elaboración de alimentos para las personas con enfermedad celíaca. Es por lo que investigadores, organizaciones e instituciones mexicanas participamos en estrategias para la conservación y aprovechamiento sustentable del recurso; buscamos ampliar la superficie cultivada con prácticas agronómicas adecuadas a cada contexto socioambiental y como parte de la Red Latinoamericana del Amaranto promovemos la continuidad de las prácticas culturales y agrícolas asociadas al *huauhtli*, recurso que compartimos con las culturas andinas.

La Qañawa y sus hermanas traídas de las estrellas: Memorias Orales y Saberes que perduran en los Andes

Hugo Fernández Peña¹

¹ Docente Carrera de Sociología (UPEA)

hhfernandezpp@gmail.com

Los Granos Andinos - como la quinua, el amaranto, la cañahua (qañawa) y el tarwi - han sido mucho más que alimento para los cuerpos; han nutrido culturas, sostenido economías familiares y comunitarias, y tejido memorias que atraviesan siglos. Esta investigación invita a mirar estos cultivos desde una perspectiva etnohistórica y oral, rescatando relatos, leyendas y cuentos que las comunidades originarias de los Andes mantienen vivos en su memoria y tradición. Desde tiempos remotos, las naciones quechuas y aymaras han transmitido historias que explican el origen de la quinua y la qañawa como semillas venidas de las estrellas. Una leyenda aymara narra cómo un joven campesino, tras ver desaparecer a una joven transformada en estrella, fue llevado por un Cóndor a un campo celestial donde descubrió la quinua, un alimento otorgado por la joven estrella para alimentar a su pueblo; este relato, que entrelaza amor, esperanza y un vínculo profundo con el cosmos, refleja la conexión espiritual que estos cultivos mantienen con la tierra, el cielo y la comunidad, y que se manifiesta en cada siembra y cosecha. Estas memorias orales no están aisladas, sino que dialogan de manera viva con los primeros relatos escritos por los cronistas coloniales que visitaron estos territorios como Pedro Cieza de León (1553), Guamán Poma de Ayala (1615), Bernabé Cobo (1653) y Ludovico Bertonio (1612), quienes, describieron con asombro cómo estos “granos pequeños” tenían un valor muy superior al trigo europeo; destacaron su uso ceremonial, medicinal y estratégico, y señalaron que eran elementos centrales en los rituales agrícolas y las ofrendas comunitarias, reflejando así una relación integral entre alimento, espiritualidad y vida social. Los granos andinos se entienden no solo como recursos alimenticios, sino como portadores vivos de identidad, memoria y resistencia cultural. El análisis cruzado entre las crónicas coloniales y las narraciones orales actuales revela un tejido simbólico profundo que posiciona a estos granos como elementos sagrados, políticos y culturales dentro del amplio universo andino, custodios de saberes ancestrales que se manifiestan en prácticas rituales, festejos y en el cuidado de la tierra. Es fundamental reconocer que estas semillas son mucho más que el origen biológico de una planta; son el corazón mismo de historias, relaciones y formas de vida que siguen latiendo en las comunidades andinas; por ello, resulta urgente y necesario que esta memoria, junto con los saberes ancestrales y rituales en torno a los granos andinos, sean preservados, respetados y transmitidos a las futuras generaciones, como un patrimonio intangible esencial para la vida y la identidad de los pueblos originarios.

Palabras clave: qañawa, quinua, amaranto, tarwi, granos andinos, saberes ancestrales, cosmovisión, crónicas coloniales, resistencia cultural.

Pronósticos de bioindicadores naturales para la producción de quinua real orgánica en el Altiplano Sur de Bolivia

Bernabé Choquetopa Rodríguez¹

¹ Científico y Productor de Quinua Orgánica - Camélidos

Bernabechoquetopa@gmail.com

En la zona del intersalar de Bolivia las labores agrícolas están orientadas fundamentalmente a la producción de quinua real orgánica, mientras que la ganadería se aboca a la crianza de ganado camélido. En esta puna o meseta de alta montaña o Altiplano, los indicadores naturales también denominados bioindicadores, son una herramienta de planificación que, ayuda a pronosticar la calidad y cantidad de la producción. La mayoría de los indicadores se interpretan para saber el futuro comportamiento de las lluvias, granizadas, heladas, sequías y otros eventos con una anticipación de tres o cuatro meses o inclusive algunos hasta un año. Las comunidades rurales se ayudan con este conocimiento para decidir cuándo y dónde sembrar cada año. Los indicadores naturales se dividen en tres: Indicadores biológicos, astronómicos y atmosféricos. INDICADORES BIOLÓGICOS: son plantas y animales. En las plantas se observa la floración, crecimiento, frutos y semillas. En cuanto a animales se interpreta el comportamiento, migración, forma y color de la piel. INDICADORES ASTRONÓMICOS: se observa la luna, el sol y las estrellas. INDICADORES ATMOSFÉRICOS: se observa las nubes, el viento, la nevada y otros. Entre todos estos, se tiene más de cien indicadores para pronosticar la producción del cultivo, heladas, granizos y otros. Mediante un calendario se observa todos los meses del año y en la siguiente tabla se presentan algunos ejemplos:

BIOINDICADORES	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Totora							x		
Lagarto							x	x	x
laqhu							x	x	
Liqi liqi							x	x	x
Estrellas			x	x					
Arco iris									x

Lagarto, es un reptil que vive en el altiplano, los meses de septiembre sale cuando calienta el ambiente y cuando llega el invierno se entra bajo tierra, aquí observar el color de la piel, cuando es negruzca habrá mucha lluvia o cuando es clara no habrá lluvia, cuando construye sus casas empieza la lluvia y cuando tapa su casa significa que va a congelar por el frío en la noche.

Arco iris, esto es un indicador natural cuando está alto va a cesar la lluvia y cuando está bajo va a continuar la lluvia.

Con todos estos indicadores naturales se saca un resumen para informar cómo va a ser la lluvia, regular o poca. Para la producción de quinua de igual manera se saca como va a ser la producción para el siguiente año buena, regular o mala.

PRONÓSTICO LOCAL POR INDICADORES NATURALES PARA EL 2026

LLUVIA	HELADA	GRANIZADA	COSECHA
Normal	Sin helada	Sin granizo	Buena
Poco	Leve	Leve	Regular
Irregular	Moderado	Moderado	Mala
Mucho	Intenso	Intenso	
Atrasado			

Estos son los pronósticos que se sacan de cada indicador natural para garantizar la producción de quinua orgánica, este año 2025 fue la cosecha regular, granizo moderado y helada leve y la lluvia fue mucho. El pronóstico con indicadores naturales se cumple al 90% en la zona andina. La mayoría de las familias quinueras tienen este conocimiento en la zona andina.

Palabras clave: Bioindicadores, producción de quinua, pronóstico Local

Predominancia de especies de Tholares y el riesgo de heladas del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd), en el Altiplano Sur de Bolivia

Edgar Ticona Muraña

Central de Cooperativas Agropecuarias Operación Tierra R. L. (CECAOT) Nor Lipez, Potosí, Bolivia.

ticonaedgar604@gmail.com

El Altiplano Sur de Bolivia es una zona clave para la producción de quinua, ya que es el único cultivo que puede crecer en estas duras y áridas condiciones climáticas debido a la mayor tolerancia de la quinua a los suelos secos y salinos. Además, el Altiplano Sur es una zona muy susceptible al cambio climático y a la sequía. La quinua sigue siendo el principal medio de vida de los pequeños agricultores rurales de esta región. Sin embargo, la probabilidad de las heladas es alta debido a su clima predominante semiárido frío, que tienen un efecto drástico para el cultivo de la quinua, lo que repercute negativamente en el rendimiento y, por ende, en los ingresos económicos y el bienestar de los agricultores. El objetivo de esta investigación es analizar la relación entre la predominancia de especies de tholares y el riesgo de heladas en el cultivo de la quinua. Se trabajó bajo el diseño completamente al azar; para ello se tomaron 754 muestras de productores de la Central de Cooperativas Agropecuarias “Operación Tierra”, distribuidas en diez comunidades del municipio de Colcha “K”, Nor Lipez, Potosí, Bolivia. Los resultados muestran que las especies arbustivas de mayor predominancia en las parcelas productivas de quinua están distribuidas en el siguiente orden: Tara thola (*Fabiana densa*), con el 43,8%; Lampaya (*Lampaya medicinalis*), con el 31,3%; Qhiru thola (*Parastrephia lepidophylla*), con el 21% y, finalmente la Phulica (*Parastrephia quadrangulare*), con solo el 4% del total de parcelas. Con respecto a la población total encuestada, el 23% de los productores indica que el riesgo de heladas es bajo en lugares donde abunda la Tara thola (*Fabiana densa*); en cambio el 13% indica que la presencia de heladas es muy baja en el cultivo de la quinua. El análisis de varianza confirma que el efecto de las heladas sobre las parcelas de la quinua en lugares de colonización de la especie vegetal tholares es estadísticamente significativo ($F=163.13$; con 3 grados de libertad, $p < 0,05$), lo que indica que la colonización de tholares ha influido en la presencia de heladas. Asimismo, los análisis post hoc realizados con la prueba de Tukey mostraron que el efecto de las heladas sobre la especie Qhiru thola difiere de manera significativa del efecto de las heladas sobre la especie Tara thola (*Fabiana densa*) ($p < 0,05$), lo que se atribuye a que estas especies se encuentran en las laderas. En conclusión, podemos señalar que existe una relación significativa entre la colonización de especies vegetales nativas y la presencia de heladas que afectan al cultivo de la quinua.

Palabras clave: Arbustos nativos, riesgo de helada, quinua, Altiplano Sur

Barbecho climático como estrategia de adaptación en la producción de quinua, percepciones y decisiones de los productores del municipio de Patacamaya – Bolivia

Carmenio Mamani Flores¹, Juan S. Oyardo Lopez¹, Miguel A. Barrantes Costas², Emma Nina Huanaco³, Braulia Condori Mamani³, Ximena Tola Quispe³

¹ Estación Experimental de Patacamaya UMSA, ² Fundación para la Promoción e Innovación de Productos Andinos PROINPA, ³ Universidad Mayor de San Andrés.

carhshalom@gmail.com

En la región altiplánica de Bolivia, la producción de quinua enfrenta crecientes desafíos debido a la variabilidad y el cambio climático. Entre las prácticas empleadas por los agricultores para enfrentar estos riesgos, el barbecho climático consiste en dejar descansar la tierra por un periodo determinado para conservar humedad, mejorar la fertilidad y reducir la población de plagas, el cual se ha convertido en una estrategia clave de adaptación. Este trabajo explora las percepciones y decisiones de los productores respecto a esta práctica, buscando comprender cómo influyen sus experiencias, conocimientos y condiciones locales en la adopción y manejo del barbecho climático. En el municipio de Patacamaya la producción de quinua fue afectada drásticamente en los últimos 4 ciclos de producción debido a las condiciones adversas que cada año son más agresivas como ser: sequía y heladas. Sin embargo, en las comunidades productoras de quinua del municipio de Patacamaya, las percepciones de algunos agricultores de quinua indican que en los últimos 4 años la producción de quinua ha reducido considerablemente, incluso algunos productores optaron por otros rubros como ganadería lo que ocasionó que dejaran de producir quinua; Con el paso del tiempo algunos agricultores se dieron cuenta que el no sembrar la quinua tiene beneficios porque el clima les obligó a dejar de sembrar por lo que ellos llamaron como un “Barbecho climático”, que ayuda a descansar los suelos para tener suelos “*Purumas*” (suelos fértiles en aymara). Un ejemplo es el señor Florencio Nina Flores de la comunidad Paurimani Grande del cantón Cauchi Titiri del municipio de Patacamaya nos cuenta que la primera actividad económica era la producción el cultivo quinua, pero en estos últimos 4 años se dedicó más a su segunda actividad, que es la ganadería incluso dejando de lado la producción de quinua en los últimos 2 años por los factores climáticos adversos como la (sequía y helada). El menciona que tiene un lado bueno, que su suelo está descansando y está recuperando su fertilidad, reducirá el ataque de plagas y, además, más adelante subirá el precio de la quinua, además, refleja que según sus conocimientos ancestrales la aynoka (barbecho) se practicaba como parte de sus labores culturales. Otro testimonio es de la Señora Blanca Flores Luna de la comunidad Hiru Centro, que nos cuenta textualmente lo siguiente: que desde año 2020 ya no ha cosechado bien la quinua, y que el año siguiente ha intentado de nuevo en pequeñas parcelas y tampoco a logrado producir bien, incluso ha perdido todo por la sequía y heladas, además la quinua ha bajado de precio en esa temporada y por eso se ha desanimado, por lo cual no ha roturado para la producción de quinua, aparte por el factor económico, además de que no había lluvia en esa temporada, indica que se da de cuenta que sus parcelas estaban pobres y ahora se están volviendo purumas, y mencionaba: “*hermano sabemos también nosotros los agricultores que van a volver las lluvias además parece que no han producido mucho mis otros hermanos/as y la quinua ha subido de precio*”. Como conclusión para los productores, el barbecho climático no es solo una técnica agrícola, sino una decisión que nace de la experiencia, del conocimiento del clima de su región y de la necesidad de cuidar la tierra para que siga produciendo. Adoptarlo demuestra la capacidad de la comunidad para adaptar sus formas de cultivar quinua ante los cambios del entorno, uniendo la sabiduría heredada de generaciones con el apoyo de nuevas herramientas y conocimientos técnicos.

Palabras clave: barbecho climático, percepciones, sequía, helada, Patacamaya, purumas, aynokas

Bioindicadores o señas claves en la crianza de quinua de aynokas de Puno

Wuilber Machaca Acero
Proyecto Comdeks Acora Puno Perú
wuilbermachaca3@gmail.com

Hace más de ocho mil años inicia la historia viva de la quinua y la cuenca del Titicaca como centro origen de la quinua es un paraíso biocultural donde los saberes hacen el diálogo de las señas la espiritualidad la organicidad, la alimentación dan continuidad a esa cultura milenaria, para las comunidades aymaras de Puno su crianza no es solo un hecho de producción u ocupación, sino un modo de vida, que trasciende y fluye de generación a generación. Como materiales se tiene Variedades nativas de quinua de color, aynocas y parcelas de las comunidades del distrito de Acora, Llave y Juli, los bioindicadores o señas de plantas (ccota, huaycha), señas de **animales** (heces del zorro, pisqi llauchi) señas astronómicas (pleyades qutu) y **señas atmosféricas** (phathi primeras lluvias de septiembre) y sueños que son de aviso a largo tiempo, tiempo intermedio y tiempo a corto plazo, es decir antes de la siembra, en el momento propicio de la siembra, durante el ciclo de cultivo se ha aplicado el método etnográfico y cualitativo y como resultado se tiene que el dialogo la observación y la predicción del clima y del tiempo aún es vigente se practica y pervive en la actualidad para pronosticar y asegurar una buena cosecha de la quinua así la muña se observa su floración en aynocas de suelos arenosos especialmente en el distrito de Juli y Acora, la planta de la ccota se observa sus frutos que se parecen a los granos de la quinua esa seña se da en aynokas de suelos francos en las aynokas de las comunidades de Llave, heces del zorro con granos de quinua desde junio hasta agosto se puede observar en los caminos, canto de pisqi llauchi un ave que nos avisa la buena producción de la quinua y la ocurrencia de la granizada, el gusano tikuchi en la papa en la campaña anterior, un indicador atmosférico es que a mediados de setiembre ocurre la presencia de las primeras lluvias llamada phathi con granizos pequeños parecidos a la grano de la quinua, eso ocurre faltando una semana para la fecha del momento óptimo de la primera siembra De los indicadores cósmicos se tiene el qutu aproximadamente desde el 14 hasta el 24 de junio ocurre la aparición del pleyades si son brillosos las estrellas indican que será buen año Como conclusión el cambio climático que enfrentamos hay variaciones por lo que el dialogo, la observación o la lectura fallan la certeza o asertividad como en los años anteriores ya no es igual por otro lado hay pocos sabios y sabias, en la juventud hay una desconexión intergeneracional sobre estos saberes y por eso es urgente que estos saberes ancestrales sean reafirmados y revitalizados y compartidos para que en la actualidad y en el futuro puedan seguir activos y la continuidad fluya en las generaciones venideras en la crianza de la quinua

Palabras clave: Quinua, Aymaras, siembra, cultivo

Pasado y presente de la agricultura familiar, la quinua como fuente de sustento en el hogar

Hilda Beatriz Manzano Chura y Angelino Manzano Condori

beatriz.chura@yahoo.es

En el altiplano de Perú la mayoría de los productores de quinua aún mantienen y valoran su identidad cultural, sus prácticas agrícolas y gastronómicas que realizan de manera tradicional. Sin embargo, varios factores limitan su participación en el mercado: la falta de hábitos de consumo, la poca diferenciación de la quinua orgánica y convencional, y los altos costos de producción de la quinua en la agricultura familiar. A consecuencia de esto el consumidor prefiere un producto con precios bajos, por ello algunos productores prefieren destinarlo para autoconsumo, debido a que las utilidades del sistema de producción tradicional no compensan los costos de producción de la pequeña agricultura. Ante la crisis alimentaria y la pandemia en el Perú, la cocina tradicional de los habitantes del altiplano ha permitido revalorar el consumo de la quinua. Así como en los tiempos de hambruna y escasez las familias consumían las diferentes variedades de quinua, durante la pandemia la quinua silvestre era más respetada porque las personas que no tenían posibilidad de alquilar una parcela cosechaban la quinua negra. Esto les permitía mitigar el efecto de la sequía. Las medidas impuestas por la pandemia y las restricciones en el tránsito dificultaron al pequeño productor cosechar sus parcelas de quinua. Las heladas no afectaron la campaña agrícola de los años 2022 y 2023, pero para el 2024, la ausencia de lluvias en temporada de siembra trajo consigo pérdidas en la agricultura, especialmente en la producción de quinua. Otro aspecto por mencionar son los conflictos sociales que se gestaron en Perú a fines del 2023, trayendo consigo el alza de precios de los productos de primera necesidad, sin embargo, el precio de la quinua se mantenía. Aun así, no se podía comercializar debido a que las vías de comunicación estaban restringidas; la preocupación por sostener la olla familiar se acrecentaba, porque la quinua es un producto que alimenta a las familias y a sus animales con el jipi (residuo de la quinua en el proceso de venteado) y las chacas (los tallos de quinua que se adquiere en la trilla). La economía de subsistencia y los saberes ancestrales permiten satisfacer las necesidades básicas en las familias del altiplano Puneño en tiempos de crisis.

Palabras Clave: Saberes Ancestrales, Cultura Aymara, Agricultura Tradicional, Soberanía Alimentaria, Perú

Recopilación de saberes ancestrales asociados con el cambio climático adverso

Martha Gonzales Cochi
Representante legal Productores de Quinua
Viacha, La Paz, Bolivia

El conocimiento de saberes ancestrales asociados al Cambio Climático es parte de la cultura de los productores agrícolas del Área Rural de Bolivia, y están siendo olvidados y relegados por nuevas tecnologías como predictores del clima computarizados. Con el objetivo de promover el respeto y aceptación de los saberes ancestrales, asociados al cambio climático, se realiza el presente análisis. A partir de un equipo técnico se hizo la recopilación de todos los saberes acumulados por nuestros antepasados: la convivencia armónica con la Pacha Mama a partir de la lectura de los indicadores que nos proporciona: hablamos de zooindicadores, astros, fenómenos naturales, fitoindicadores, los mismos en estos tiempos de cambios climáticos están más vigentes que nunca. La currícula educativa en el pasado desechó todo este conocimiento; es más lo proscribió. En consecuencia, actualmente, es muy poco lo que sabemos, así como son pocos los que aún conservan esa capacidad de leer ese libro abierto. Otro aspecto, aparte de lo señalado anteriormente, es la comprensión que tenemos de la "Madre naturaleza" (Pacha Mama), actualmente, desde la comprensión de la ciencia occidental, el hombre ejerce dominio sobre la naturaleza. Se constituye en dueño de la riqueza existente y puede disponer de ella como se le antoje. Bajo esta comprensión, hemos allanado el camino para la destrucción de nuestro planeta tierra. "Nuestra Casa Común", Nuestra tierra "está gravemente enferma" señalaba Eduardo Galeano. Es cierto porque por el mal manejo que hemos hecho de las leyes naturales que rigen la vida de nuestro planeta, hoy, con frecuencia sufrimos las consecuencias de los tsunamis, terremotos, el fenómeno del niño, de la niña, etc. Por el contrario, desde la sabiduría de las naciones indígenas originarias y afro bolivianas; heredada de nuestros ancestros, nuestro planeta se constituye en nuestra "Casa común", "Nuestra Casa Grande", la Madre Naturaleza cuida de nosotros y nosotros cuidamos de ella o mejor, nosotros somos la misma naturaleza, por tanto, si destruimos la "Madre naturaleza", estamos destruyéndonos a nosotros mismos. Esta es la forma más inteligente de comprender nuestra relación con nuestro planeta (nuestra madre Tierra) y la forma más feliz de vivir en ella. La naturaleza (Pacha Mama), es un libro abierto que nos ofrece toda la información que necesitamos en nuestra cotidianidad. En la Pacha Mama, tenemos toda la información sobre el estado del tiempo desde los más diversos indicadores: hay plantas, animales, minerales que nos proporcionan información para decidir en qué momento comenzar una actividad, que previsiones tomar para asegurar que se cumpla nuestro propósito y qué hacer cuando leemos tales informaciones. Por ejemplo, no es aconsejable sembrar cuando la luna está en su fase de luna nueva; porque la radiación que emana de nuestro satélite, sin duda es diferente en cada fase. Sin embargo, en la actualidad, esa capacidad nuestra de leer la naturaleza o el medio ambiente que nos rodea, ya la hemos perdido. Es necesario impulsar con políticas públicas la protección de estos conocimientos ancestrales los mismos están asociados a nuestros recursos naturales como las diferentes variedades de los diferentes cultivos. Es importante que en las escuelas se retome en nuestros niños la enseñanza de este tema para que no se pierda en el tiempo.

Palabras clave: Pacha Mama, bioindicadores, conocimientos ancestrales.



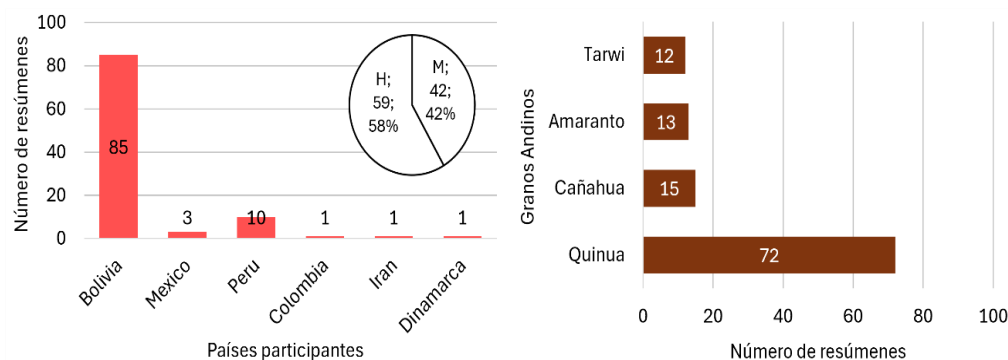
MEMORIA 1er. Congreso Nacional de Granos Andinos

Memoria de la participación en las áreas temáticas

En este primer Congreso Nacional de Granos Andinos, celebrado en la Universidad Pública de El Alto (UPEA) de la ciudad de El Alto, La Paz, Bolivia, se presentaron 101 resúmenes. Este evento permitió reunir a investigadores, estudiantes universitarios, productores y agricultores de granos andinos de Bolivia y otros países, dada la importancia de estos granos. El congreso contó con una participación del 42 % de mujeres como autoras de los trabajos y un 58 % de hombres. Los países vecinos que participaron fueron Perú, México, Colombia y otros de Asia y Europa. El grano andino que más trabajos de investigación tuvo fue la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), seguido por la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), el amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) (Figura 1).

Figura 1.

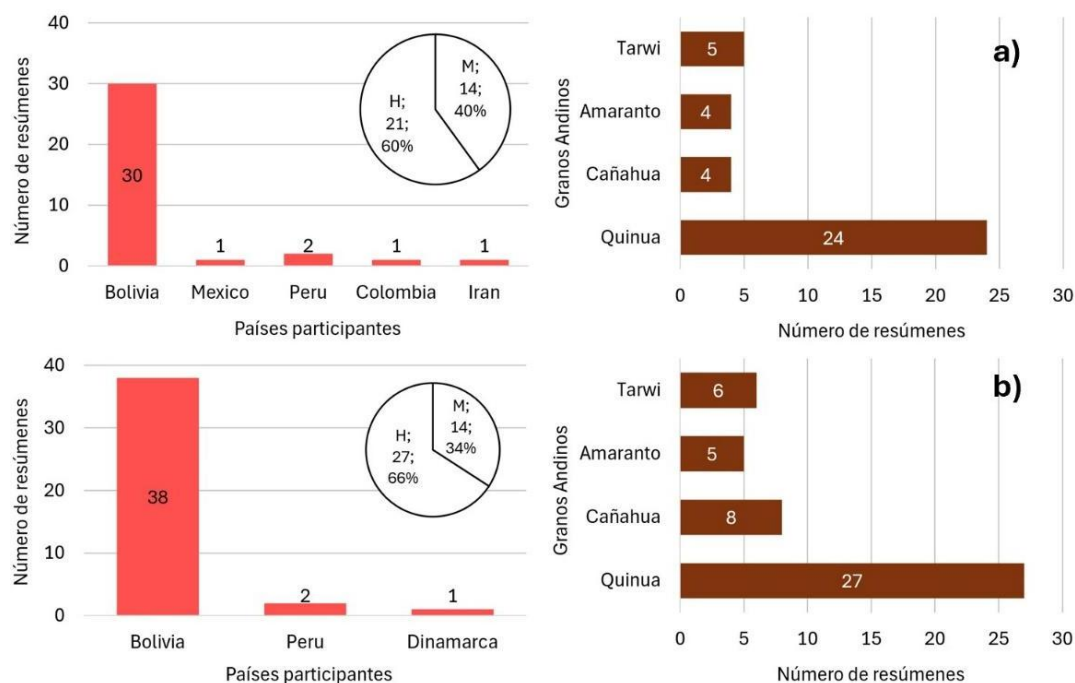
Participantes en las áreas temáticas durante el primer Congreso Nacional de Granos Andinos, celebrado en las instalaciones de la UPEA en El Alto (La Paz, Bolivia), mujeres (M), hombres (H).



Las temáticas con mayor número de resúmenes fueron los sistemas productivos (41), seguido de los recursos genéticos, el mejoramiento genético y la biotecnología (35), la tecnología de alimentos y la comercialización (12), las políticas públicas (5) y los saberes, conocimientos y prácticas ancestrales (8) (Figuras 2-3).

Figura 2.

Participación en las áreas temáticas: (a) Recursos genéticos, mejoramiento genético y biotecnología, y, (b) Sistemas Productivos

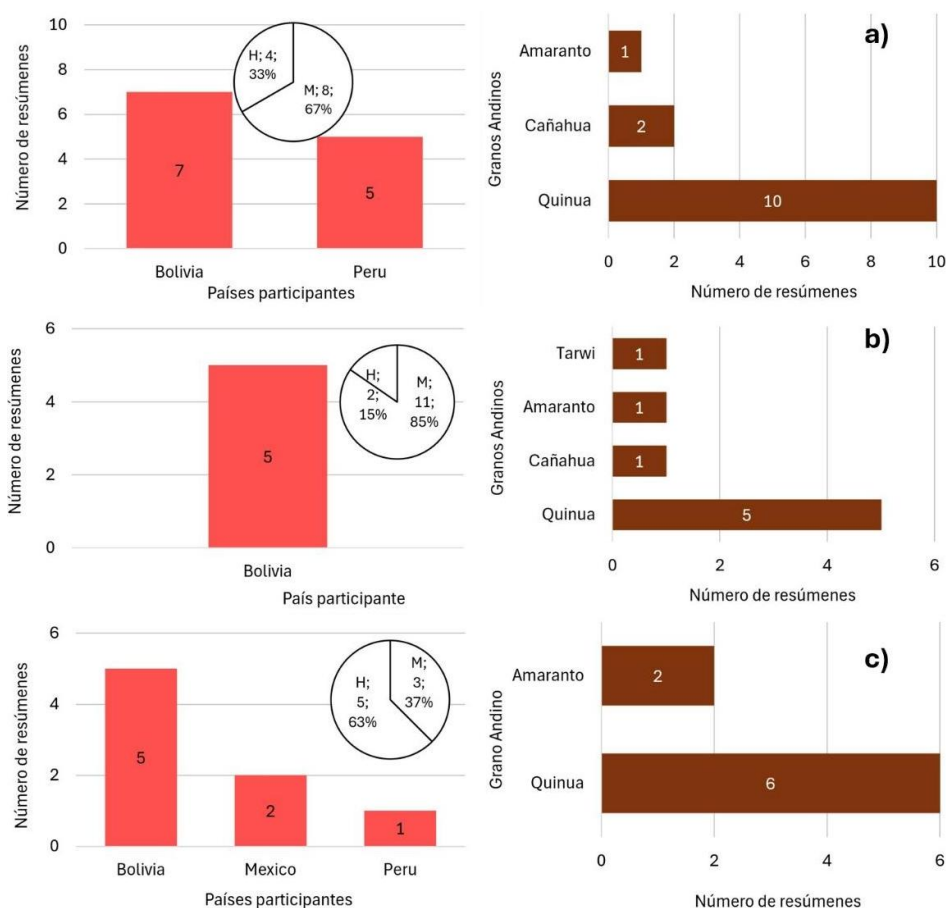


El área temática de **Recursos Genéticos, Mejoramiento Genético y Biotecnología** tuvo una participación del 60 % de hombres y un 40 % de mujeres, principalmente investigadores del país organizador, Bolivia, seguido de Perú, México, Colombia e Irán. El grano andino con más trabajos presentados fue la quinua, seguido por el tarwi, el amaranto y la cañahua (Figura 2a).

En el área temática de **Sistemas Productivos**, **Bolivia** presentó un gran número de resúmenes, principalmente centrados en la quinua, seguidos por la cañahua, el tarwi y el amaranto. Además, Perú presentó dos resúmenes y Dinamarca, un solo trabajo de investigación. La participación de las mujeres fue del 34 % y la de los hombres, del 66 % (Figura 2b).

Figura 3.

Participación en las áreas temáticas: (a) Tecnología de Alimentos y Comercialización (b) Políticas Públicas, y, (c) Saberes, Conocimientos y Prácticas Ancestrales



En el área temática de **Tecnología de Alimentos y Comercialización**, Bolivia y Perú tuvieron una gran participación. Además, es importante destacar que las investigaciones e iniciativas sobre la transformación de los granos andinos tuvieron relevancia gracias a la participación mayoritaria de mujeres (67 %) frente a los hombres (33 %). Los granos andinos objeto de investigación en materia de transformación, tecnología y comercialización fueron la quinua, la cañahua y el amaranto (Figura 3a).

En el área temática de **Políticas Públicas**, solo se presentaron cinco trabajos de investigación de Bolivia. Lo que destaca en este ámbito es la participación de las mujeres (85 %) y los hombres (15 %), que presentaron trabajos en los que se puso de relieve la quinua y los granos andinos (Figura 3b).

Para finalizar, el área temática relacionada con los **saberes, conocimientos y prácticas ancestrales** participaron Bolivia, México y Perú con trabajos de investigación centrados en la quinua y el amaranto. La participación de las mujeres (37 %) es importante por la práctica, así como la de los hombres (63 %) por la difusión. Estos dos granos, pertenecientes a la familia botánica Amaranaceae, son actualmente importantes en los tres países de América Latina (Figura 3c).



DECLARACION DE EL ALTO 1er. Congreso Nacional de Gra- nos Andino



DECLARACIÓN DE EL ALTO

1^{er}. CONGRESO NACIONAL DE GRANOS ANDINOS

Quinoa, Cañahua, Amaranto y Tarwi *“Diversidad que nutre, ciencia que transforma”*

22 – 23 agosto de 2025

El **Primer Congreso Nacional de Granos Andinos**, realizado en la ciudad de **El Alto, Estado Plurinacional de Bolivia**, constituye un hito en la coordinación de esfuerzos entre productores, investigadores, instituciones públicas y privadas, universidades, organizaciones sociales, comunidades indígenas y cooperación internacional, con el **objetivo de fortalecer de manera integral las cadenas de valor de la quinoa, la cañahua, el tarwi y el amaranto**.

Este evento nacional refleja los avances en **sostenibilidad productiva, innovación tecnológica y comercialización justa**, mediante la **integración del conocimiento científico con los saberes ancestrales** de los pueblos originarios.

1. Contexto Nacional

Bolivia, reconocida como **centro de origen y diversidad genética de los granos andinos**, conserva una rica herencia biocultural que durante siglos ha sustentado la seguridad alimentaria de las comunidades del altiplano y los valles interandinos.

Los granos andinos **quinoa, cañahua, tarwi y amaranto** son cultivos resilientes, de alto valor nutricional, ecológico y cultural. Estos cultivos representan una **alternativa estratégica frente al cambio climático** y constituyen la base de un modelo de **agricultura regenerativa, inclusiva y con identidad**.

No obstante, siguen existiendo desafíos estructurales, como la degradación de los suelos, la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, la baja tecnificación, la pérdida de conocimientos ancestrales y las barreras comerciales. Por ello, este Congreso declara la necesidad de consolidar una **Política Nacional para los Granos Andinos** con enfoque de **innovación, inclusión social, equidad de género y sostenibilidad ambiental**.

2. Diversidad Genética e Innovación Agroalimentaria

Las investigaciones presentadas durante el Congreso demostraron importantes avances, desde la **identificación de genotipos promisorios** hasta el **mejoramiento genético participativo**. Se puso de manifiesto el uso de la **biotecnología, la caracterización molecular** y las herramientas de manejo sostenible aplicadas a condiciones adversas como la salinidad, las heladas y las sequías.

El Congreso reafirma la importancia de fortalecer los **bancos de germoplasma**, los programas de **fitomejoramiento con enfoque territorial** y el registro de nuevas variedades de quinoa, cañahua, tarwi y amaranto.

Asimismo, se propone establecer un **modelo de agricultura regenerativa**, que recupere la capacidad productiva de los suelos, integre prácticas agroecológicas y articule **saberes ancestrales con innovación tecnológica** para diseñar sistemas productivos resilientes y sostenibles.

3. Revalorización de Saberes y Prácticas Ancestrales

El Congreso subraya que los **saberes, conocimientos y prácticas ancestrales** son pilares del equilibrio entre producción, biodiversidad y espiritualidad andina. Entre estas prácticas se incluyen el uso de **bioindicadores naturales para la predicción climática**, la rotación tradicional de cultivos, el manejo comunitario del agua y la utilización de **semillas nativas seleccionadas por las comunidades**.

El Congreso recomienda:

- Incorporar los saberes ancestrales en los programas de investigación, extensión y formación técnica.
- Promover **escuelas de campo intergeneracionales** en las que los productores transmitan su conocimiento a las nuevas generaciones.
- Establecer mecanismos de **propiedad intelectual colectiva** sobre los saberes tradicionales, para evitar su apropiación indebida.

4. Potencial Nutricional y Valor Cultural de los Granos Andinos

La **quinua, la cañahua, el tarwi y el amaranto** son cultivos de **alto valor nutricional y funcional**, con perfiles completos de aminoácidos esenciales, proteínas, micronutrientes y compuestos bioactivos.

Estos granos contribuyen a la **lucha contra la desnutrición infantil, la anemia y las enfermedades no transmisibles**, y son la base de una alimentación saludable y culturalmente pertinente.

El Congreso recomienda:

- la creación de un **Sello de Calidad Nutricional Andina** que certifique su origen, inocuidad y sostenibilidad, así como campañas nacionales de sensibilización que promuevan su consumo en todos los niveles sociales y educativos.

5. Diversificación y Valor Estratégico

El Congreso reafirma el valor estratégico de los **granos andinos: quinua, cañahua, tarwi y amaranto**, como pilares de la soberanía alimentaria, la resiliencia climática y el desarrollo rural sostenible. Su producción diversificada contribuye a la **rotación de cultivos, la regeneración de suelos, la seguridad nutricional y generación de ingresos**, lo que fortalece las economías locales y la identidad cultural de las comunidades andinas.

- **Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.):** es un cultivo emblemático del altiplano boliviano que goza de reconocimiento internacional por su calidad y adaptabilidad. Su alto contenido en proteínas y aminoácidos esenciales, así como su diversidad genética la convierten en un

referente mundial de alimentación saludable. El Congreso destaca la importancia de fortalecer los programas de **mejoramiento genético, eficiencia productiva, certificación orgánica y denominación de origen “Quinua Real del Altiplano Sur”**, así como de promover su diversificación en productos con valor agregado (snacks, bebidas, harinas, suplementos y cosméticos naturales).

- **Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)** es una especie endémica altamente resistente a las heladas y a la sequía, por lo que es ideal para los sistemas agrícolas de altura. Su alto contenido en proteínas y antioxidantes la posiciona como un **cultivo clave para la resiliencia climática y la seguridad alimentaria rural**. Se recomienda potenciar la producción de semillas certificadas y el desarrollo de productos innovadores derivados.
- **Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)** es una leguminosa que contiene más del 40% de proteína vegetal, es rica en aceites insaturados y compuestos bioactivos. Su capacidad para **fijar nitrógeno atmosférico** mejora la fertilidad del suelo y reduce la necesidad de utilizar fertilizantes químicos, por lo que es fundamental para la **transición agroecológica y la restauración de suelos**. Presenta un alto potencial industrial para la elaboración de harinas, bebidas proteicas y alimentos funcionales.
- **Amaranto (*Amaranthus caudatus* L.)** es un cultivo ancestral de ciclo corto que se adapta a condiciones áridas y tiene un perfil nutricional excepcional, ya que es rico en calcio, hierro, fósforo, lisina y escualeno. Es un ingrediente ideal para la **industria alimentaria, nutracéutica y farmacéutica**, y una alternativa para la diversificación de la producción de los pequeños productores de los valles interandinos y tierras bajas.

El Congreso recomienda:

- El fortalecimiento y **fomento integral de estos cuatro cultivos estratégicos**, priorizando:
- Programas de investigación y transferencia tecnológica.
- Fortalecimiento de las capacidades productivas locales.
- Impulso a la industrialización y certificación de origen.
- Inclusión en políticas públicas diferenciadas para **granos andinos de alto valor estratégico**.

6. Denominación de Origen y Acceso a Mercados Internacionales

- El Congreso destaca que el acceso competitivo a los **mercados europeos y de alto valor** exige certificaciones de **trazabilidad, sostenibilidad y denominación de origen (DO)**.
- Se reconocen los avances logrados con la **Denominación de Origen “Quinua Real del Altiplano Sur”**, y se insta a promover procesos similares para la **Cañahua del Altiplano Norte, el Tarwi de los Valles Interandinos y el Amaranto de Chuquisaca y Potosí**.
- Estos procesos fortalecerán la **identidad territorial**, protegerán la propiedad colectiva de los productores y aumentarán la competitividad de Bolivia en los mercados internacionales.

7. Fomento al Emprendimiento y Generación de Valor Agregado

Se destaca la necesidad de fomentar el **emprendimiento rural y la industrialización local** de los granos andinos.

El Congreso propone:

- Crear programas de **emprendimiento juvenil y femenino** enfocados en la transformación alimentaria, cosmética y farmacéutica.
- Impulsar **centros de innovación productiva** que integren el diseño, el empaque y la comercialización.
- Promover **alianzas público-privadas y comunitarias** para la creación de marcas colectivas y cooperativas de transformación.

8. Protección Social y Políticas de Inclusión para Productores

Los productores de granos andinos son **guardianes de la biodiversidad**, y su sostenibilidad social y económica debe ser garantizada por el Estado.

El Congreso propone:

- Diseñar **políticas de protección social y económica** que reconozcan el rol de los productores como **custodios del patrimonio genético**.
- Fortalecer los **seguros agropecuarios climáticos**, el acceso preferencial a créditos y los mecanismos de compra estatal.
- Incluir a los productores en programas de **seguridad social rural**, con enfoque de género y equidad generacional.

Conclusión

El **Primer Congreso Nacional de Granos Andinos** reafirma el compromiso colectivo con la **soberanía alimentaria, la sostenibilidad medioambiental, la innovación tecnológica y la revalorización cultural**.

Bajo la coordinación del **INIAF**, Bolivia asume el desafío de posicionarse como **líder regional en la producción, industrialización y exportación de granos andinos con identidad y valor agregado**, garantizando la justicia social, la equidad y la resiliencia de las comunidades productoras.



*"Quinua, cañahua, amaranto y tarwi:
diversidad que nutre, ciencia que transforma"*