

Resumen de conferencia del Dr. Ángel Mujica Sánchez

## **Innovaciones tecnológicas en los cultivos andinos conseguidas en la última década**

Ángel Mujica Sánchez<sup>1</sup>, Ernesto Chura Yupanqui<sup>1</sup>,  
Gladys Moscoso Mujica<sup>2</sup>, <sup>3</sup>Nilda Dora Vignale

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, Investigador en Quinoa y Cultivos Andinos. E. mail. [amhmujica@yahoo.com](mailto:amhmujica@yahoo.com)

<sup>2</sup>Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Nota del editor (RJCC): El siguiente texto destaca los aspectos principales de la conferencia dictada por el Dr. Ángel Mujica Sánchez en la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, el 8 de agosto de 2018.

### **Resumen**

En la producción, transformación, utilización, alimentación, comercialización, conservación de recursos genéticos y gastronomía de los cultivos andinos, se han logrado innovaciones importantes en los últimos años, que han impactado favorablemente en la producción e incremento de rendimientos y son brevemente revisados en esta presentación.

**Palabras clave:** Cultivos andinos, innovación, producción, transformación, comercialización, recursos genéticos.

### **Abstract**

Important innovations have been achieved in recent years in production, transformation, use, food, marketing, conservation of genetic resources and gastronomy of Andean crops, which have had a positive impact on the production and increase of yields, which are briefly mentioned in this presentation.

**Keywords:** Andean crops, innovation, production, transformation, marketing, genetic resources.

### **Introducción**

Los cultivos andinos, divididos en granos y fabáceas andinas (Mujica, 1992; Mujica, 1994), tubérculos, raíces, frutales, aromáticas, medicinales y cucurbitáceas, han logrado innovaciones muy valiosas en estos últimos años, alcanzando cambios y avances

importantes en los aspectos de: producción, transformación, comercialización, utilización, alimentación y nutrición, conservación de los recursos genéticos y gastronomía. Consecuentemente, han impactado favorablemente en la mayor producción, incremento de los rendimientos, aumento del consumo de la población, difusión por el mundo, mejoramiento de la tecnología de producción, transformación e incremento de las negociaciones comerciales, teniendo avances trascendentales.(Mujica *et al.*, 2001). El objetivo de esta presentación es visibilizar, mostrar y sistematizar los avances y logros obtenidos en esta última década en los granos andinos.

### **Herramientas de análisis**

La metodología empleada consistió en visitas programadas y concertadas a los diferentes centros de producción, transformación, investigación y comercialización de cultivos andinos y empresas de productos transformados, así como a centros de comercialización campesina y empresarial andina en los diferentes departamentos de Perú y en los países de los andes sudamericanos. Se realizaron visitas a los centros de investigación donde se realizan trabajos de mejoramiento y uso de tecnologías de avanzada con los cultivos andinos en los países andinos, desde Venezuela hasta Chile, con los llamados granos, tubérculos, raíces, frutales, aromáticas, medicinales andinas. Se visitaron también las comunidades de pueblos originarios en los andes sudamericanos que condujeron, conservaron, utilizaron y transformaron cultivos ancestrales, durante más de cuarenta años. Se asistió a más de 15 congresos internacionales de cultivos andinos realizados en sud América, 6 congresos mundiales de la quinua, 3 congresos mundiales de kiwicha, 15 congresos internacionales sobre tarwi (Tapia, 1997), donde se cumplieron roles tanto como conferencistas o ponentes sobre temas relacionados a la investigación, tecnología, transformación y uso de los cultivos andinos. Se asistió también a congresos internacionales sobre Etnobiología en los Andes y a conferencias en Europa sobre cultivos andinos. Del mismo modo, durante los trabajos de consultoría, se evaluaron proyectos de carácter nacional e internacional, para diferentes instituciones y proyectos dirigidos y formulados para su desarrollo en los Andes. Por otra parte, se conformaron redes de investigación nacional e internacional y de docencia universitaria en diferentes universidades del país y del extranjero. Además, se llevaron a cabo entrevistas con funcionarios, empresarios y tomadores de decisiones en los Andes.

## Innovaciones tecnológicas

### 1. Aspectos agronómicos.

- La ampliación de la frontera agrícola a zonas de costa antes no cultivadas con el consiguiente incremento de la producción, en un período de cuatro meses, en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Bedoya-Perales *et al*, 2018) y de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) (Jacobsen y Mujica, 2003), así como también el menor uso de agua y la obtención de rentabilidades elevadas por aérea cultivada, utilizando variedades de alto rendimiento y propiciando mayores volúmenes de exportación a mercados recientes, en vista de obtener 21 t/ha/año. Esta fue una producción nunca vista anteriormente y que permite mayores ingresos para los agricultores
- La obtención del tarwi o chocho dulce (*Lupinus mutabilis* Sweet), sin contenido de alcaloides mediante el mejoramiento genético y selección (Baer *et al*, 1994).
- Tecnología de cultivo para diferentes condiciones edafoagroclimáticas donde se ha expandido el cultivo (Rea *et al*, 1997; Mujica *et al.*, 2004).
- La utilización del riego por goteo, la fertilización líquida y el uso del coeficiente de cultivo Kc, que permite emplear el agua necesaria que permite emplear el agua necesaria para el cultivo en base a los requerimientos en cada etapa fenológica sobre todo en Quinua y Kiwicha (Mujica *et al.*, 2004), son los adelantos que benefician a los agricultores de la zona andina.
- La producción de granos andinos totalmente mecanizada desde la preparación de suelos, siembra, abonamiento, control de malas hierbas, plagas, enfermedades, hasta la cosecha, la trilla y la selección del grano (Mujica, 1997).
- Posiblemente la innovación más impactante es la producción orgánica de granos andinos, sin uso de fertilizantes, herbicidas, pesticidas ni reguladores del crecimiento (Mujica *et al.*, 2013). Esta producción orgánica es ampliamente requerida por los países importadores de quinua y consumidores modernos, los que producen una serie de trastornos en el organismo humano; esta producción orgánica proporciona alimentos naturales, sanos y libres de contaminantes químicos, los cuales son ampliamente requeridos por los países importadores de quinua y consumidores modernos. (Mujica y Jacobsen, 2001)
- La siembra de quinua en zonas áridas y salinas (Jacobsen y Mujica, 2001), haciendo uso de sus mecanismos morfológicos, anatómicos, fisiológicos, bioquímicos y fenológicos para soportar déficit severo de humedad (Mujica y Jacobsen, 1999) y

- desarrollarse en suelos salinos (Jacobsen *et al.*, 2001), sembrándose y consumiéndose ahora en más de 136 países del mundo (Mujica *et al.*, 2016).
- El empleo de máquinas cosechadoras combinadas eficientes para quinua, dado que antes se efectuaban modificaciones a las máquinas de cereales.
  - Descubrimiento de los mecanismos de resistencia a factores abióticos adversos (Jacobsen *et al.*, 2003), principalmente al frío (Jacobsen *et al.*, 2005; Jacobsen *et al.*, 2007)), sequías (Mujica *et al.*, 2010b) y salinidad de Quinua y Kiwicha (Ajuste osmótico, manteniendo turgencia a pesar de tener potenciales hídricos bajos, debido al intercambio activo de solutos) (Mujica *et al.*, 2010c).
  - Fisiología de la resistencia a factores abióticos adversos para los cultivos andinos (Jacobsen y Mujica, 1999; Jacobsen *et al.*, 1999).
  - Estudios de la fisiología, fotoperiodo y relaciones de genotipo- ambiente de la quinua (Bertero *et al.*, 2004).
  - Identificación de genotipos silvestres con genes de resistencia a factores abióticos adversos procedentes de los ancestros silvestres de los cultivos nativos, considerados como genes valiosos para ser incorporados en las nuevas variedades a ser obtenidas en el futuro cercano (Mujica *et al.*, 2008).
  - Uso de variedades nativas en forma extensiva y con mayores ventajas competitivas y comparativas para el productor, consumidor y comercializador (Pasankalla, Kcoyto negra, Chullpi, Ayrampu, Choclito, etc.) (Mujica *et al.*, 2010 a), así como el uso y consumo de los parientes silvestres como: *C. carnosolum*, *C. petiolare*, *C. hircinum*, *C. quinoa* sub sp. *melanospermum*, *C. ambrosioides* y *C. insisum*) (Mujica y Jacobsen, 2006).
  - Desamargado y eliminación de alcaloides del tarwi, por el método húmedo y posterior secado mediante corriente de aire caliente (Mujica, 1990)
  - Control integrado de plagas en chocho o tarwi (Caicedo y Peralta, 2001).
  - Obtención del tarwi dulce “Inti” por selección con comportamiento intermedio en su potencial productivo (Mujica, 1994a).
  - Recuperación de saberes y conocimientos ancestrales andinos para quinua, sus parientes silvestres; Tarwi y sus ancestros andinos (Mujica, 2018).
  - Selección de genotipos de tarwi de alto contenido de proteína y aceites de bajo peso molecular (Mujica *et al.*, 2019).

- Otros cultivos nativos y conservación de la agrobiodiversidad nativa mediante aynokas (Mujica y Jacobsen, 2000).
- Modificaciones ambientales como Andenes, Warus, Cochas, Canchas. (Mujica, 2010).
- Incorporación del empleo de drones para la aplicación de reguladores del crecimiento, abonos foliares y hongos endófitos benéficos para los cultivos andinos y la utilización de feromonas para el control de plagas importantes en los cultivos andinos con buenos resultados y que apoyan a la producción orgánica.

## **2. Transformación y Agroindustria.**

- Los cultivos andinos tienen enorme potencial agroindustrial por su alto contenido de proteína, grasas, almidones, saponinas (Mujica, 2012) y alcaloides (Zavaleta *et al*, 2018).
- Redescubrimiento del chuño de olluco (Mallullo o Lingly), previa cocción y luego helado por el frío de las noches en los andes (Mujica *et al.*, 2017).
- Obtención de miel de llacón (*Smallanthus sonchifolius*) para diabéticos, aprovechando las raíces y hojas por el alto contenido de inulina y capacidad hipoglicémica.
- Incorporación de la Maca (*Lepidium meyenii*), completamente industrializada, en harina, licores, jarabes, etc. y producción de almidón de arracacha para adultos mayores y niños, obtención del kispíño snack crocante de quinua, peske en polvo de quinua (Mujica *et al.*, 2006).
- Caracterización electroforética de la proteína de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) (Moscoso-Mujica *et al*, 2018).
- Separación óptica de granos por el color de la semilla (muy utilizada en las industrias comercializadoras nacionales y de agroexportación)
- Transformación orgánica y ecológica mediante la utilización de acero inoxidable en todos los procesos de transformación.

## **3. Comercialización.**

- Perú y otros países andinos, se han convertido en productores y exportadores de quinua en el mundo, superando a Bolivia que era el que lideraba este rubro, teniendo amplia adaptación agroecológica y con distintos valores nutricionales, dependiendo de la composición nutricional de sus semillas en los lugares que actualmente se siembran,

(Reguera *et al.*, 2018) y adaptándose adecuadamente a los efectos nocivos del cambio climático, debido a su amplia diversidad y variabilidad (Mujica, 2011).

- Acuerdo de libre comercio firmado con China, España, E.U, Unión Europea y un Protocolo fitosanitario aprobado para exportar quinua a diferentes mercados aprobado para exportar quinua al mercado Chino, lo cual permite extender las áreas de cultivo, incrementar los rendimientos y mejorar la calidad del producto, debido a las exigencias que dictan los mercados internacionales; se ha logrado la apertura a muchos mercados para los granos andinos, no previstos anteriormente como los Emiratos Árabes, China, Japón, Grecia, Rumania, Rusia, etc .
- Se está utilizando la trazabilidad en la comercialización de cultivos andinos, de tal manera que se conoce exactamente la procedencia de determinado producto, con muchos detalles más de la propia producción y sistemas productivos.
- Algunas organizaciones de productores comenzaron a efectuar su propia comercialización, sobre todo en costa y en los países vecinos como Bolivia, Ecuador, Chile; disminuyendo los eslabones de la cadena de comercialización y obteniendo mejores beneficios para los productores.

#### **4. Utilización y alimentación.**

- Los saberes y conocimientos ancestrales sobre los usos nutraceuticos de los cultivos andinos han permitido mayor difusión, utilización en la alimentación y prevención de muchas enfermedades (Mujica, 2007).
- Obtención industrial de colorantes vegetales de la Quinua y Kiwicha (Betacianina y amarantina) para uso alimenticio y coloración de alimentos.
- Obtención de la leche de quinua a partir de un genotipo de quinua específico (Mujica *et al.*, 2006), elaboración de Snack crocante kispño de quinua, Pesque de quinua en Polvo, etc., barras nutritivas de quinua, kiwicha y otros granos para el desayuno (que es una innovación importante ahora por ser muy utilizada en las grandes ciudades de América y Europa)
- Uso de Quinua y Kiwicha en la alimentación de astronautas, diabéticos, celíacos y después de la (Mujica *et al.*, 2018).
- Se ha recuperado la diversidad, variabilidad y tradiciones de consumo en zonas donde casi se ha perdido su cultivo como es el caso de los Mapuches (Sepúlveda *et al.*, 2004).

- Uso ortomolecular de Quinoa y Kiwicha (en pequeñas cantidades, se encuentran adecuadamente balanceadas todos los elementos necesarios para un adecuado desarrollo y crecimiento del organismo humano), necesarias para una alimentación de diseño.
- Uso de la quinua en la cocina Gourmet, Novo Andina, fusión, Vegana, etc. (Ortega y Mujica, 2019).
- Uso de quinua y kiwicha en barras nutritivas del desayuno e incorporación en la hojuelas de maíz.
- Uso del tarwi, en reemplazo de la soya como fuente de proteína para el consumo humano debido a que la soya, se produce en forma de organismo genético modificado (Transgénico) y se han encontrado muchas sustancias alergénicas en dichos alimentos (Wallace *et al*, 1998).

##### **5. Conservación de los recursos genéticos.**

- Se han logrado conservar los recursos genéticos en el llamado Arca de Noé del siglo XXI, llamado también banco de semillas del fin del mundo, por si ocurriera alguna conflagración mundial y por los cambios bruscos producidos por el cambio climático, conservando las semillas en las cámaras de almacenamiento de semillas la más grande del mundo a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el Permafrost, del archipiélago de Noruega, al final de un túnel de 150 m, donde se encuentra almacenada la diversidad genética de plantas comestibles que asciende a un millón (843,400 semillas, pertenecientes a 5,128 especies, habiendo contribuido 233 países). Dado que la seguridad alimentaria depende de las semillas, esto se construyó debido a la evidencia de que semillas encontradas recientemente congeladas desde hace 30,000 años en el Permafrost de Siberia, pudieron germinar.
- Descubrimiento del código genético de la quinua y secuenciación del genoma que permitirá en el futuro mejorar este cultivo en base a sus genes favorables identificados.
- Análisis de relaciones genéticas mediante el uso de ALFP (Amplified Fragment Length Polymorphism) (Medina *et al*, 2004).
- El uso de distancias genéticas, cruza simple y doble, utilizando índices de distancias genéticas entre los genitores, ha permitido seleccionar aquellas progenies con mayores potencialidades de producción y adaptación (Mujica *et al.*, 2017; Mujica *et al.*, 2018; Mujica *et al.*, 2019).

- Formación y validación de estrategias de formación de colecciones núcleo en bancos de germoplasma de quinua (Ortiz *et al*, 1998; Ortiz *et al*, 1999).
- Ubicación de los parientes silvestres de los granos y tubérculos andinos, con genes valiosos para la humanidad, siendo necesaria su utilización para mejorar las resistencias actuales a factores bióticos adversos (Mujica, 2009).

Juntamente a los usos nutracéuticos de los alimentos también se han recuperado saberes, conocimientos y tecnologías utilizadas para el uso sustentable de la quinua encontrado los siguientes: Conservación *In situ* de la diversidad y variabilidad como estrategia de vida en Aynokas; modificaciones ambientales y rediseño del paisaje; utilización de la diversidad y variabilidad de especies para uso alimenticio, medicinal, ritual, de acuerdo a las zonas agroclimáticas, tecnologías apropiadas de cultivo y cosecha de la diversidad y variabilidad; asociación de cultivos de acuerdo a requerimientos complementarios de las especies; producción orgánica y ecológica, selección de genotipos y mejoramiento genético con resistencia a factores adversos; utilización de bioindicadores para la conservación y manejo de la diversidad; utilización de parientes silvestres como alimento, medicina o biocida; uso de semilla seleccionada desde el campo; uso de Jamallachi como desinfectante, regulador del crecimiento y repelente natural; intercambio de semillas para mantener diversidad y variabilidad; aprovechamiento de mutaciones favorables y selección natural de individuos mejor dotados. Todo esto complementado por una organización comunal ancestral para conservar, manejar y utilizar racionalmente la diversidad y variabilidad de la quinua cultivada y parientes silvestres en la alimentación y como medicina.

## **6. Gastronomía.**

La gastronomía utilizando ingredientes andinos, ha revolucionado el mundo debido a la enorme diversidad y variabilidad de productos ya sean granos, tubérculos, raíces, frutales, aromáticas y cucurbitáceas utilizadas en la preparación, los cuales adecuadamente empleados y combinados en proporciones determinadas, ha conseguido dar al mundo los nuevos sabores y aromas, nunca antes vistos y consumidos, siendo actualmente los preferidos en diferentes partes del orbe y muy reconocidos en espacios destinados a la alimentación y nutrición de diferentes partes del mundo, por estas características únicas y excepcionales que poseen. Por ello ahora conocemos la Cocina novo andina, Cocina fusión, Cocina gourmet, cocina Vegana, Cocina para celíacos y

diabéticos, Cocina vegetariana, por lo que, los nutricionistas le han denominado alimento de diseño, nutracéutico, ortomolecular, médico y funcional.

Actualmente se ha innovado en la publicación de recetarios con información detallada para preparar platillos manteniendo los sabores y conservando sus valores nutricionales, mostrando estos últimos y sus usos medicinales. Para ello se ha recurrido a los saberes y conocimientos ancestrales de preparación, como es la cocción utilizando el vapor para su cocimiento, manteniendo los principios nutricionales y curativos.

## Conclusiones

Las experiencias de visitas, entrevistas, participaciones en congresos y jornadas, el armado de redes de investigación y docencia y otras acciones llevadas a cabo en esta experiencia mostraron los avances tecnológicos de los cultivos andinos en lo relacionado a la innovación, producción, mejoramiento genético y agronómico, transformación, comercialización, utilización, nutrición, conservación de los recursos genéticos y gastronomía de los cultivos andinos. En un sentido amplio, denominamos esta tarea “acompañamiento e intercambio de saberes y conocimientos con flujo de información bilateral y multilateral y enfoque etnográfico continuo a diferentes actores de las innovaciones tecnológicas en los Andes, durante 40 años (1970/2020)”.

## Bibliografía

- Baer, D. von., Lamperti, L., Baer, E. von., Vath, D., Hashagen, U., Mujica, A., Bartholdi, T., Alvares, M., Trugo, L.C. 1994. Potencial of *L. mutabilis* in comparison with *L. albus* in south Chile and in the Andean Highland. In: Advances in Lupin Research, Proceeding of the VII International Lupin Conference, Evora, Portugal. 18-23 abril 1993. J.M. Neves Martins & Beirao da Costa (Editors). Evora, Portugal. pp. 304-311.
- Bedoya-Perales Noelia S.; Guilherme Pumi, Ángel Mujica, Edson Talamini and Antonio Domingo Padula. 2018. Quinoa Expansion in Peru and Its Implications for Land Use Management. Sustainability 2018, 10, 532; doi: 10.3390/su10020532, www.mdpi.com/journal/sustainability.
- Bertero, D., De la Vega, A., Correa, G., Jacobsen, S.-E. and Mujica, A. 2004. Genotype and genotype-by-environment interaction effect for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of international multi-environment trials. *Field Crop Research* 89, 299–318.
- Caicedo, C. y Peralta, E. 2001. El Cultivo del Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Fitonutrición, Enfermedades y Plagas en el Ecuador. Quito, Ecuador. Editorial Tecnigrava. pp. 1-35.
- Jacobsen, S.-E. y Mujica, A. 1999. Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *I Curso Internacional*. (Eds.) 1–6 Diciembre, 1997, CIP DANIDA, UNAP, INIAP-PROINPA-KVL, Puno, Perú. 79 p.
- Jacobsen, S.-E. y Mujica, A. 2001. Quinoa: Cultivo con resistencia a la sequía y otros factores adversos: Fisiología de la Resistencia a factores adversos de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In: Jacobsen, S.-E., Mujica, A. y Portillo, Z. (eds.) *Memorias, Primer Taller Internacional sobre Quinoa: Recursos Genéticos y Sistemas de Producción*, 10–14 Mayo 1999. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. pp. 175-179.

- Jacobsen, S. & Mujica, A. 2003. The genetic resources of Andean grain Amaranthus (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentus* L., and *A. hypochondriacus* L.) in America. Plan Genetic Resources. Newsletter, 2003, N°13: 41-44. FAO- IPGRI. Roma, Italia.
- Jacobsen, S.-E., Nuñez, N., Stolen, O. and Mujica, A. 1999. Que sabemos sobre la resistencia de la quinua a la sequía? In: Jacobsen, S.E. and Mujica, A. (eds.) *Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)*. CIP, Lima, Perú, pp. 65–69.
- Jacobsen, S.-E., Quispe, H. and Mujica, A. 2001. Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes. In: *Scientists and Farmer-Partners in Research for the 21st Century*. CIP Program Report 1999–2000, pp. 403–408.
- Jacobsen, S.-E., Mujica, A. and Jensen, C.R. 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Reviews International* 19, 99–109.
- Jacobsen, S.-E., Monteros, C., Christiansen, J.L., Bravo, L.A., Corcuera, L.J. and Mujica, A. 2005. Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa*) to frost at various phenological stages. *European Journal of Agronomy* 22, 131–139.
- Jacobsen, S.-E., Monteros, C., Corcuera, L.J., Bravo, L.A., Christiansen, J.L. and Mujica, A. 2007. Frost resistance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *European Journal of Agronomy* 26, 471–475.
- Medina, W., Janiak, A., Szarejko, I., Mujica, A. and Jacobsen, S.-E. 2004. Análisis de relaciones genéticas entre variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) utilizando la técnica de ALFP (Amplified Fragment Length Polymorphism). In: *Libro de Resúmenes XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. Cochabamba, Bolivia.
- Moscoso-Mujica, Gladys; Amparo Zavaleta, Ángel Mujica, Marco Santos, Robert Calixto. 2017. Fraccionamiento y caracterización electroforética de las proteínas de las semillas de kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Rev Chil Nutr* Vol. 44, N° 2, 2017. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182017000200005>
- Mujica, A. 1990. Advances in *Lupinus mutabilis* Sweet Research in Peru. In: VI International Lupin Conference. Proceedings. Temuco, Pucón, Chile, November 25-30. D. von Baer (editor). Asociación Chilena del Lupino, GTZ. Temuco, Chile. pp. 95.
- Mujica, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. En: Hernández, J., Bermejo, J. and León, J. (eds.) *Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492*. Producción y protección de plantas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma. Series N° 26. Roma, Italia. pp. 129–146.
- Mujica, A. 1994. Andean grains and legumes. In: Hernando Bermejo, J.E. and León, J. (eds.) *Neglected Crops: 1492 From a Different Perspective*. Plant Production and Protection Series No. 26. FAO, Rome, Italy. pp. 131–148.
- Mujica, A. 1994 (a). Potencial del tarwi dulce “Inti” (*Lupinus mutabilis* Sweet) en los Andes Peruanos. En: Resúmenes: VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos y su proyección al tercer milenio. 21-26 marzo 1994. Agro sur. Volumen 22, marzo 1994. Valdivia, Chile. pp. 6.
- Mujica, A. 1997. *Cultivo de Quinoa*. Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA, Serie Manual RI, N° 1-97. Lima, Perú. 130 p.
- Mujica, A. 2007. Usos etnofarmacobotánicos de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y parientes silvestres en el altiplano Peruano. In: *Avances de la Farmacobotánica en Latinoamérica (2004–2007)*. IX Simposio Argentino y XII Simposio Latinoamericano de Farmacobotánica, 4–6 Julio, Tucumán, Argentina, pp. 42–43.
- Mujica, A. 2009. Rol de las comunidades indígenas en el desarrollo y uso sustentable de los recursos fitogenéticos en los países de América Latina y el Caribe: Caso Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In: *Proceeding: VII Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe*, 28–30 Octubre, Pucón, Chile, pp. 107–108.
- Mujica, A. 2010. Determinación de la distribución e identificación de parientes silvestres y variedades nativas de canigua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para su conservación *ex situ* e *in situ* en el altiplano Peruano. In: *Anales del Encuentro Científico Internacional 2010 INVIERNO, ECI 2010i*, 2–6 Agosto 2010, Lima, Perú. pp. 1–20.
- Mujica, A. 2011. Conocimientos y prácticas tradicionales indígenas en los Andes para la adaptación y disminución de los impactos del cambio climático. In: *Compilación de Resúmenes Workshop: Indigenous Peoples, Marginalized Populations and Climate Change: Vulnerability, Adaptation and Traditional Knowledge*, 19–21 July 2011, IPMPCC, México, D.F.
- Mujica, A. 2012. Extracción de saponina de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para uso industrial. Universidad Nacional del Altiplano. Oficina Universitaria de Investigación. Editorial Universitaria. Puno, Perú. 97 p. Libro. DL.BNP. 2012-5737.

- Mujica, A. 2014. Medicinal uses and ancient nutraceuticals knowledge of andean grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and Kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) in the andean area. Congreso Internacional de Etnobotánica. Universidad de Córdoba- España, Córdoba, España. 17 al 26 de Noviembre 2014. Córdoba, España.
- Mujica, A. 2018. Fabáceas andinas y Oleaginosas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Editorial Universitaria. Puno, Perú. 453 p. ISBN: 978-612-00-3524-5.
- Mujica, A. y Jacobsen, S.E. 1999. Resistencia de la quinua a la sequía y otros factores abióticos adversos y su mejoramiento. En: Fisiología de la Resistencia a factores adversos de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). I Curso Internacional. 1–6 Diciembre, 1997, CIP, DANIDA, UNAP, INIAP-PROINPA-KVL, Puno, Perú. pp. 71- 79.
- Mujica, A. y Jacobsen, S.-E. 2000. Agrobiodiversidad de las aynokas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la seguridad alimentaria. Proc. Seminario- Taller Agrobiodiversidad en la Región Andina y Amazónica. 24-25 noviembre 1998. UNALM. Lima, Perú. pp. 151–156.
- Mujica, A. y Jacobsen, S.E. 2001. Importancia de los factores abióticos adversos en la agricultura andina. Fisiología de la Resistencia a factores adversos de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En: Jacobsen, S.-E., Mujica, A. y Portillo, Z. (eds.) *Memorias, Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos Genéticos y Sistemas de Producción*, 10–14 Mayo 1999. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. pp. 169-173.
- Mujica, A., Marca, S. y Jacobsen, S.E. 2001. Producción actual y potencial de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Perú. En: Jacobsen, S.-E., Mujica, A. y Portillo, Z. (eds.) *Memorias, Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos Genéticos y Sistemas de Producción*, 10–14 Mayo 1999. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. pp. 307-313.
- Mujica, A., Izquierdo, J., Jacobsen, S.E. Marathe, J.P. 2004. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Cultivo Ancestral, Alimento del Presente y el Futuro (Eds.). FAO.UNAP,CIP. Santiago Chile. 315 p.
- Mujica, A. and Jacobsen, S.-E. 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. In: Moraes, M., Ollgaard, B., Kvist, L.P., Borchsenius, F. and Balslev, H. (eds.) *Botánica Económica de los Andes*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, pp. 449–457.
- Mujica, A. y Berti, M. 1997. El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus* spp.): Producción, mejoramiento genético y utilización. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO. Roma, Italia. 186 p.
- Mujica, A. y E. Chura. 2012. Cultivo de Granos Andinos y Cereales. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Oficina Universitaria de Investigación. Editorial Universitaria. Puno, Perú. 410 p. Libro: ISBN: 7442 7478.
- Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A., Jacobsen, S. 2006. Agroindustria de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los Países Andinos. PNUD, CONCYTEC, UNA-Puno, PROINPA, BOLIVIA, UNC, COLOMBIA. Editorial Altiplano. Puno, Perú. 113 p.
- Mujica, A., Vinas, O., Mamani, F., Dela Torre, J. and Jacobsen, S.-E. 2008. Conservación *in situ* de parientes silvestres de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con genes de resistencia a factores abióticos adversos en el altiplano Peruano-Boliviano-Chileno. In: *Memorias del 13° Congreso Latinoamericano de Genética y VI Congreso Peruano de Genética, Recursos Genéticos Latinoamericanos: Vida para la vida*, Mayo 2008, ALAG, SPG, Lima, Perú.
- Mujica, A., Rossel, J., Chura, E., Ruiz, E., Martínez, R., Cutipa, S. y Gomel, Z. (2010a) Saberes y conocimientos de comunidades originarias sobre conservación de diversidad y variabilidad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano Peruano. En: *Memoria- Resúmenes. II Congreso Mundial de la Quinua*, 16–19 Marzo, UTO, Oruro, Bolivia.
- Mujica, A., Chura, E., Ruiz, E. y Martínez, R. (2010b) Mecanismos de resistencia a sequía de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). In: *Proceedings Primer Congreso Peruano de Mejoramiento Genético de Plantas y Biotecnología Agrícola*, 17–19 Mayo, UNALM, EPG, Lima, Perú, pp. 111–114.
- Mujica, A., Chura, E., Ruiz, E., Rossel, J. and Pocco, M. (2010c) Mecanismos de resistencia a sales y selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) resistentes a salinidad. En: *Anales XII Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo y V Congreso Internacional de las Ciencias del Suelo*, Arequipa, Perú, 11–15 Octubre 2010. pp. 187–189.
- Mujica, A.; M. Suquilanda; E. Chura; A. León; E. Ruiz. 2013. Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Zona Andina. Universidad Nacional del Altiplano, Universidad Nacional Central del Ecuador, FINCAGRO. Editorial Altiplano S.A. Puno, Perú. 118 p. Libro. ISBN: 978-612-4188-06-0.
- Mujica, A.; Haussman, B.; Schmith, K.; Schmidt, W.; Canahua, A.; Chura, E.; Pocco, M.; Apaza, J.; and Flores, S. 2016. Breeding of varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) for cold weather and drought by hybridization genetically distant parents and subsequent selfing. Book of abstracts Quinoa.

- International Quinoa Conference 2016. Quinoa for Future Food and Nutrition Security in Marginal Environments. Dubai, UEA. Decemeber 6-8. 2016. Dubai, UEA. pp.60.
- Mujica, A.; Chuquimia, D.; Moscoso, G.; Zavaleta, A.; Canahua, A. y Vignale, D. 2017. Usos nutraceuticos y medicinales ancestrales de los cultivos andinos en comunidades campesinas de los andes. En: Resúmenes I Jornadas Argentinas sobre Etnobiología y Sociedad. "Compartiendo caminos". Humahuaca, Jujuy, Argentina, 8-10 junio 2017. CONICET, UNJu, INECO. Humahuaca, Argentina. pp. 124.
  - Mujica, A.; Canahua, A.; Chura, E.; Pocco, M.; Haussman, B.; Schmith, K.; Schmidt, W. 2017. Obtención de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por hibridación doble entre genitores distantes genéticamente. En: Resúmenes VI Congreso Mundial de la Quinoa y III Simposio Internacional de Granos Andinos, Puno, Perú. 21-24 marzo 2017. MMINAGRI, FAO, UNALM. Puno, Perú. pp.15.
  - Mujica, A., B. Haussmann, K. Smith, W. Schmidt, E. Chura, J. Apaza, D. Chuquimia y E. Calandri. 2018. Mejoramiento genético de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por hibridación entre genitores genéticamente distantes y cercanos. En: Memorias: Taller Internacional "Bodas de Oro" de la I Convención de Chenopodiaceas: Quinoa y Cañihua. 15 al 16 noviembre 2018. Puno, Perú.
  - Mujica, A.; Perales, N.; Moscoso, G.; Chuquimia, D.; Chura, E.; Pocco, M.; Apaza, J.; Calandri, E. 2018. Situación actual del cultivo de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en el Perú. En: Resúmenes I Congreso Mundial del Amaranto y Simposio Internacional de Granos Andinos. 10 al 13 octubre 2018, Cholula, Puebla, México.
  - Mujica, A., B. Haussmann, K. Smith, W. Schmidt, E. Chura, J. Apaza, D. Chuquimia, T. Romero, G. Moscoso y E. Calandri. 2019. Genetic improvement of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) by hybridization between genetically distant and close parents. In: VII Congreso mundial de la quinua y otros granos andinos. 25 al 28 marzo, 2019. Iquique, Chile.
  - Mujica, A., Chura, E., Apaza, J., Chuquimia, D., Moscoso, G., Calandri, E., Montoya, P., Grasso, C., Guzman, C. 2019. Selección de cultivares nacionales de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por rendimiento, precocidad, contenido de aceite y proteína en Puno, Perú. En: XV Conferencia Internacional del Lupino, 2019. Resúmenes. 18-22 marzo 2019. Cochabamba, Bolivia.
  - Ortega, L.M., Mujica, A. 2019. Quinoa el superalimento andino: Recetas nutritivas y saludables. Arequipa, Perú. 219 p. Libro: ISBN N° 978-612-00-4422-3.
  - Ortiz, R., Ruiz-Tapia, E.N. and Mujica-Sánchez, A. 1998. Sampling strategy for a core collection of Peruvian quinoa germplasm. *Theoretical and Applied Genetics* 96, 475–483.
  - Ortiz, R., Madsen, S., Ruiz-Tapia, E.N., Jacobsen, S.-E., Mujica-Sánchez, A., Christiansen, J.L. and Stolen, O. 1999. Validating a core collection of Peruvian quinoa germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution* 46, 285–290.
  - Rea, J., Tapia, M. and Mujica, A. 1979. Practicas agronómicas. In: Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A. and Mujica, A. (eds.). *Quinoa y Kaniwa, Cultivos Andinos*. CIID-IICA, Bogotá, Colombia. pp. 83–120.
  - Reguera, María, Carlos Manuel Conesa, Alejandro Gil-Gómez, Claudia Mónica Haros, Miguel Ángel Pérez-Casas, Vilbett Briones-Labarca, Luis Bolaños, Ildefonso Bonilla, Rodrigo Álvarez, Katherine Pinto, Ángel Mujica, Luisa Bascuñán-Godoy. 2018. The impact of different agroecological conditions on the nutritional composition of quinoa sedes. *PeerJ* 6:e4442; DOI 10.7717/peerj.4442.
  - Sepúlveda, J., Thomet, M., Palazuelos, P. and Mujica, A. 2004. *La Kinwa Mapuche: Recuperación de un Cultivo Para la Alimentación*. Fundación para la Innovación Agraria, CET, CETSUR, Temuco, Chile.
  - Tapia, M. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 1997. pp. 75-88
  - Zavaleta, A.; Mujica, A.; Moscoso, G.; Pillaca, O.; Quispe, M.; Vegas, R.; Vegas, C.; Suasnabar, C.; Intiquilla, A.; Flores, C.; Jimenez, K.; Chavez, E.; Saavedra, S.; Jiménez, Z. 2018. *Lupinus mutabilis* Sweet. (Tarwi) leguminosa andina con gran potencial industrial. 1ra. Edición. Fondo editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 164 p. Libro. ISBN: 978-9972-46-620-2
  - Wallace, C., B. J. Buirchell & M.E. Tapia. 1998. Lupin. *Lupinus* L. Promoting the conservation and use neglected crops. 23. Institute of Plant Genetic and Crop Plant Research. Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. pp. 36-41.