



MEJORA DEL RENDIMIENTO DE LA PAPA Y OTROS TUBÉRCULOS ANDINOS – ROOT TO FOOD

PRODUCTO 7: MEMORIA DE TALLERES: Caracterización morfológica de papas y tubérculos andinos de regiones productoras de Colombia y Bolivia

Wilson Terán, Laura Fernanda González, Luis Antonio Camargo, Ismael Villanueva, Jorge Rojas y María del Pilar Márquez

2024



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un programa de cooperación administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por: Wilson Terán, Laura Fernanda González, Luis Antonio Camargo, Ismael Villanueva, Jorge Rojas y María del Pilar Márquez.

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org





Índice de Contenido

| | |
|--|----|
| Agradecimientos..... | 5 |
| Introducción | 7 |
| Antecedentes | 9 |
| Presentación 1. Proyecto “Root to Food”, María del Pilar Márquez, PUJ. | 18 |
| Presentación 2. ¿Qué es la (bio)diversidad y por qué es importante?, María del Pilar Márquez o Wilson Terán, PUJ..... | 20 |
| Presentación 3.1 ¿Cómo caracterizar la diversidad de los cultivos y para qué sirve? Wilson Terán o Maria del Pilar Márquez, PUJ. | 21 |
| Presentación 3.2. ¿Cómo caracterizar la diversidad de los cultivos y para qué sirve? : Aplicaciones de herramientas biotecnológicas a cultivos andinos , Jorge Rojas (UMSS). | 23 |
| Presentación 4. - Presentación guía práctica y formato de caracterización morfológica de papas nativas a diligenciar. María del Pilar Márquez, Wilson Terán, Luis Antonio Camargo, Ismael Villanueva. 25 | |
| Lecciones aprendidas | 26 |
| Conclusiones :..... | 28 |
| Referencias | 29 |
| Selección de Fotografías de los talleres: | 32 |
| Biografías de los participantes | 37 |

Agradecimientos

Nuestros sinceros agradecimientos a todos los participantes de estos talleres, tanto en Colombia como en Bolivia, quienes, por haber dedicado parte de su jornada de trabajo a estos espacios de aprendizaje mutuo y diálogo, hicieron posible la realización y el éxito de los mismos: mujeres, hombres o familias, todos productores y amantes de las papas nativas y tubérculos andinos, así como a las asociaciones de Asoagroalzal, Cooinpaven y Coinpacol (Colombia), al Gobierno municipal de Sacaba y productores de papa de Sacaba (Bolivia), al equipo de profesionales de las distintas entidades que hacen parte del proyecto, a la Pontificia Universidad Javeriana y la Corporación PBA- (Colombia) y Universidad Mayor de San Simón (Bolivia) por la organización de estos talleres, y a Fontagro, la entidad financiadora que hace posible el desarrollo de este proyecto.

Instituciones participantes



Introducción

La región andina americana es una de las áreas más importantes de domesticación y diversificación de cultivos alimenticios de consumo mundial desde épocas precolombinas. Entre los más reconocidos figura la papa (*Solanum tuberosum*), convirtiéndose en el tercer alimento más consumido en el mundo después del arroz y el trigo. Sin embargo, existe una gran diversidad de especies consumibles de tubérculos y raíces andinos con alto valor cultural y nutricional, que aún no son reconocidas fuera de los Andes, e incluso dentro de la misma región, al perder interés entre productores y consumidores, considerándose cultivos marginados. Entre estos se pueden encontrar especies o subespecies de papas nativas u otros tubérculos como la ruba u olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas), la ibia o papa lisa (*Oxalis tuberosa* Molina) y el cubio, mashua o isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). A pesar de su estado actual de marginación, que ha llevado a una importante reducción en su producción, consumo, y estado de conservación, estos cultivos son de amplia tradición cultural para la región, presentando además un alto potencial para la seguridad alimentaria regional, debido a sus valores nutricionales, medicinales y uso para control de plagas en asocio con otros cultivos locales.

Una de las prioridades fijadas en el marco del proyecto “Mejora del rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos - Root to Food”, es optimizar el sistema de producción de papa y tubérculos andinos de pequeños agricultores a través del uso de semilla de buena calidad genética y fitosanitaria. Para cumplir con esta meta, es clave conocer cuáles son las diferentes variedades de papas nativas y otros tubérculos andinos que aún se siembran en las regiones cubiertas por el proyecto con el fin de reconocerlas y promover su siembra y conservación entre los productores. Luego de un taller previo de levantamiento de línea base en donde se identificó en cada región el estado del conocimiento de diferentes morfotipos o cultivariedades de estos tubérculos andinos (papas nativas u otros), se planteó realizar estos talleres de capacitación en caracterización morfológica de variedades locales de papa y tubérculos andinos (TA), resaltando la importancia de contar con herramientas para reconocer y distinguir muy bien semejanzas y diferencias entre estos materiales de cara a su conservación, mantenimiento de la diversidad genética, mejoramiento genético y promoción en el mercado. Esto como un paso previo a la mejora de la calidad de la semilla, vía selección y/o propagación *in vitro*.

En total se realizaron 5 talleres sobre “Caracterización morfológica de papas y tubérculos andinos” en diferentes localidades del área de influencia del proyecto (Soracá, Cómbita, Carmen de Carupa, Ventaquemada y Sacaba), siguiendo las metodologías participativas descritas en la Nota Técnica No. 6 (Metodología para talleres participativos). Estas metodologías fueron usadas a lo largo del proyecto y con ellas se promueve el diálogo e intercambio de saberes constantes entre todos los actores participantes (profesionales/técnicos/productores/líderes o gestores públicos). Se buscó combinar esta metodología, con unas prácticas reales de caracterización morfológica de papas empleando los descriptores recomendados por el Centro Internacional de Papa (CIP). En estos talleres se resaltó el valor de las papas nativas como materiales nativos, domesticados, mejorados, conservados y usados por las culturas precolombinas asentadas hace miles de años en la región andina, heredándolos a nuestros antepasados más cercanos, quienes

supieron valorar entonces su gran diversidad de formas y colores, fuente de salud a través de sus propiedades nutraceuticas.

Antecedentes

Los cultivos de papa y tubérculos andinos como la ruba o ulluco, la ibia o papa lisa, y el cubio o isaño/mashua, han sido tradición cultural que se remonta a épocas prehispánicas y hacen parte en la actualidad del sistema de agricultura familiar que garantiza seguridad alimentaria para las regiones altoandinas (Clavijo-Ponce, 2017). Particularmente el cultivo de papa es una fuente importante de calorías, micronutrientes, proteínas y minerales y constituye el componente principal de la dieta diaria de los habitantes rurales de las regiones andinas (Burlingame et al., 2009). Por su parte los demás tubérculos como el cubio, la ibia y las rubas producen tubérculos con altos contenidos en carbohidratos, proteínas y elementos nutricionalmente importantes como minerales y vitamina C. Son fuente importante de metabolitos secundarios antioxidantes, lo que los convierte en un recurso con inmenso potencial nutracéutico, farmacéutico e industrial, un aspecto de gran relevancia teniendo en cuenta los altos índices de malnutrición, que con frecuencia y paradójicamente, ocurren en poblaciones rurales del altiplano andino (Campos et al., 2018; Grau et al., 2003; Rosero Alpala, 2010; Seminario, 2004).

A pesar de esto, tanto las papas nativas como los demás tubérculos andinos han perdido en las últimas décadas, valor comercial e interés entre consumidores y productores, a favor de las principales variedades comerciales mejoradas de papa, que, por sus altos rendimientos y uniformidad, son las de mayor aceptación en un mercado dominado por la demanda de las grandes urbes y uniformización y globalización de la dieta. Esta situación es crítica pues amenaza seriamente la conservación de estos importantes recursos genéticos nativos, impactando negativamente su diversidad genética a futuro y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de la región.

Para cualquier estrategia de conservación de recursos genéticos vegetales es necesario conocer el estado de su diversidad genética local y regional, pues ésta es vital para la sostenibilidad y resiliencia a largo plazo de los sistemas agrícolas, sean estos familiares o cultivos a gran escala. Una diversidad genética amplia presente en una especie cultivada equivale a contar con un banco de rasgos muy diversos, contenidos y mantenidos en sus individuos, rasgos que podrán ser explotados tanto de inmediato, como a futuro, en respuesta a una limitación identificada o nueva en el cultivo o mercado. Así estos talleres tuvieron como objetivo sensibilizar a los productores acerca de la importancia de caracterizar y conservar la diversidad genética de papas nativas y otros tubérculos andinos, como base para el mejoramiento de la calidad de la semilla, o de estrategias de selección y mejoramiento genético.

Desafío

En el marco del proyecto “ROOT TO FOOD: Mejora en el rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos”, a inicios del año 2021, se vino realizando, por medio de talleres previos, el levantamiento de la línea base tecnológica, productiva y socio organizacional de pequeños productores de papas y otros tubérculos andinos, en las regiones de influencia del proyecto (Soracá, Cómbita y Ventaquemada, en Boyacá, Colombia; Carmen de Carupa, Cundinamarca, Colombia y Sacaba, Cochabamba, Bolivia). Si bien se evidenció en ambos países similitudes en cuanto a los sistemas productivos de agricultura familiar, infraestructura y nivel tecnológico, así como en las necesidades para mejorar el rendimiento de sus cultivos, falta de acompañamiento técnico, altos costos de los insumos agrícolas o dificultad para lograr un mejor acceso y pago de sus cosechas en los mercados de las grandes urbes, también se identificaron grandes diferencias en los modelos socio organizacionales, así como en su acercamiento cultural o ancestral y conocimiento de las papas nativas y otros tubérculos andinos. Existiendo por ejemplo, un mayor autoconsumo y cultivo generalizado de papas nativas y tubérculos entre los productores bolivianos, que se vió reflejado en una mayor diversidad encontrada de papas nativas y tubérculos como la papa lisa (ibia) en Bolivia, mientras que en Colombia, al menos en las dos regiones caracterizadas, el conocimiento y relacionamiento con el cultivo de las papas nativas fue más limitado y no tan caracterizado por un autoconsumo ligado a un fuerte arraigo cultural o de tradición, con excepción tal vez del cubio (isaño), pues se encontró que sólo las personas más mayores alcanzaban a nombrar un número limitado de variedades de papas nativas. Sin embargo, entre los productores colombianos, las papas nativas se perciben más como asociadas al resurgir de un interés por éstas, halado por los consumidores desde las grandes urbes hacia las zonas rurales, así como por el creciente turismo gastronómico que está experimentando la región cundiboyacense. Aun así, las expectativas de los productores de ambos países, oscilaron entre las oportunidades detrás de estas nuevas realidades de evolución del mercado, y las decepciones vividas en el pasado y presente frente al cultivo de papa comercial, marcado por una baja utilidad, rendimientos disminuidos, la incidencia de plagas y fuerte dependencia al uso de agroquímicos, o el impacto creciente del cambio climático.

Bajo este contexto, el principal desafío de estos talleres fue, en primer lugar, buscar aumentar o mantener, a pesar de estas grandes diferencias entre regiones, estas expectativas con relación al cultivo de papas nativas y otros tubérculos, no tanto pretendiendo que se convierta en una actividad principal y, como consecuencia, dejen de sembrar y producir papas comerciales que son las de mayor demanda entre consumidores e industria, sino todo lo contrario: que aprendan justamente que en la diversidad y su conservación, está la resiliencia de los sistemas productivos frente a las limitaciones y variaciones en el clima, o en el mercado, ofreciendo una garantía a futuro para las próximas generaciones, al contar siempre con semillas o variedades para las que

tal vez, hoy aún no es posible apreciar su potencial, pero que mañana podrán soportar nuevas y desconocidas condiciones ambientales o necesidades del mercado. Lograr relacionar esa dimensión de conservación y seguridad alimentaria de largo plazo, con las oportunidades de corto/mediano plazo de ofrecer nuevos productos cultivados en mercados diferentes, o mejorar procesos de producción empezando por poder acceder a semilla básica de alta calidad o mejores adaptadas a factores ambientales, fue el principal reto, el cual se volvería constante a lo largo de todo el proyecto.

Estado del Arte

Desde su domesticación hace miles de años por culturas precolombinas alto andinas, la papa viene siendo consumida y sembrada a escala global por la humanidad, siendo uno de los principales alimentos fuente de calorías, contribuyendo a evitar hambrunas severas tanto históricamente en la Europa de la posguerra como en otras latitudes a lo largo y ancho del mundo (Bradeen & Kole, 2016). Se caracteriza además por presentar alta versatilidad y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (Birch et al., 2012), siendo un segundo factor clave para ser considerado un alimento esencial para la seguridad alimentaria mundial. En los Andes, su centro de origen, existe la mayor diversidad de papas, estimada en más de cuatro mil variedades entre nativas y mejoradas, de las cinco mil que existen a nivel mundial. Pertenecen a cuatro especies cultivadas del mismo género *Solanum*: *S. tuberosum* (Grupo Andigenum que incluye diploides, triploides y tetraploides), *S. ajanhuiri*, *S. juzepzukii* y *S. curtilobum* (Huamán & Spooner, 2002; Rodríguez et al., 2010; Spooner & Salas, 2006), todas ellas siendo parte importante de la agrobiodiversidad en los sistemas productivos de base familiar, así como de la diversidad cultural, culinaria y nutricional de la región. Sin embargo, la papa no es el único tubérculo andino domesticado por las poblaciones altoandinas, existen otros tubérculos y raíces muy diversos entre los cuales están el cubio, mashua o isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), la ruba u olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) o la ibia o papa seca (*Oxalis tuberosa* Molina). Estos otros tubérculos nativos de los Andes son cultivados y consumidos ancestralmente por comunidades de campesinos e indígenas, haciendo parte también del patrimonio cultural gastronómico regional. Sin embargo, no han conocido el mismo éxito de la papa a escala mundial, e incluso en el último siglo, probablemente asociado a los fenómenos de éxodo rural en la región, su conocimiento local y regional, así como su aceptación por parte de consumidores y redes de distribución y comercialización, se han visto drásticamente disminuidos, convirtiéndose en cultivos marginados o infravalorados (Clavijo-Ponce & Pérez-Martínez, 2014), por lo que, de no buscar rescatar la memoria y valor de estos recursos genéticos alimenticios, esta tendencia pondrá en riesgo la seguridad alimentaria regional.

Trabajos e investigaciones recientes han buscado, por medio de caracterizaciones morfológicas, genéticas, físicas, organolépticas, o químicas, contribuir en el avance del conocimiento de estas especies, abriendo así el camino para el descubrimiento de su potencial como alimento o fuente de moléculas de interés industrial, así como su capacidad para adaptarse a condiciones edafoclimáticas adversas, posibilitando su cultivo en otras regiones (Grau et al., 2003). A pesar de este interés reciente, sigue existiendo un importante vacío en el conocimiento genético como base para su conservación o mejoramiento, así como su relación con la alta plasticidad morfológica y fenotípica que presentan.

Para cualquier estrategia de conservación de recursos genéticos vegetales, es necesario conocer el estado de su diversidad genética local y regional, pues ésta es vital para la sostenibilidad y resiliencia a largo plazo de los sistemas agrícolas, sean estos familiares o cultivos a gran escala. Una diversidad genética amplia presente en una especie cultivada equivale a contar con un banco de rasgos muy diversos contenidos y mantenidos en sus individuos, rasgos de cualquier tipo que pueden ser muy útiles para explotar tanto de inmediato, en respuesta a una limitación o necesidad identificada en el cultivo o en el mercado, como a futuro, cuando se presenten nuevas amenazas ambientales o de otro tipo (Singh & Behera, 2022).

Una primera aproximación metodológica, intuitiva y relativamente fácil de implementar, para caracterizar y dimensionar la diversidad genética de una especie cultivada, y con impacto directo en su conservación *in situ*, es haciendo uso de marcadores o descriptores morfológicos. Esto lo vienen empleando por miles de años las comunidades de agricultores en forma empírica, en combinación con estrategias para aumentar la variabilidad genética, cruzar los materiales y generar o seleccionar nuevas semillas con rasgos mejorados o nuevos. Más recientemente, la metodología ha sido empleada en forma mucho más sistematizada y complementada con otras aproximaciones más robustas o resolutivas por las comunidades científicas, con el mismo fin. Para los principales cultivos, los descriptores generalmente son establecidos o validados por el IPGRI (Instituto Internacional de Recurso Fitogenéticos) y son específicos para cada especie. Para el caso de la papa y otros tubérculos andinos, varios estudios han propuesto descriptores morfológicos muy robustos en ese sentido (Huamán & Spooner, 2002; IPGRI & CIP, 2003; Manrique et al., 2013; Rosero Alpala, 2010). Sin embargo, dado que los marcadores morfológicos pueden con frecuencia presentar variaciones debidas al ambiente, se deben tener en cuenta otros datos adicionales como los llamados de "pasaporte", datos de manejo del cultivo, ambientales, sumados a los de caracterización y evaluación en campo. Los datos de caracterización pueden corresponder a marcadores morfológicos, y para ser útiles, deben permitir realizar una discriminación fácil y rápida entre accesiones, variedades o morfotipos, a partir de caracteres altamente heredables que pueden ser fácilmente detectados a simple vista, y que se expresan igualmente en todos los ambientes (IPGRI & CIP, 2003). Con la llegada de las técnicas moleculares basadas en ADN, la caracterización de la diversidad genética de cultivos empleando marcadores moleculares, ha logrado una mejora en robustez, resolución y análisis a gran escala, principalmente debido a que estos marcadores moleculares son altamente heredables y no están influenciados por el ambiente (Barcaccia G, 2010). Los marcadores moleculares son fragmentos de ADN únicos, muy variables entre un individuo y otro y que pueden identificarse en cualquier ubicación dentro del genoma de cualquier especie.

Los marcadores moleculares se han convertido en herramientas eficaces que se utilizan para "marcar" la ubicación de un gen específico o la herencia de un rasgo definido, y su mayor desarrollo vino de la mano del uso de la técnica de PCR de finales del siglo pasado, impactando

positivamente la genética vegetal, y acelerando los programas de mejoramiento de cultivos y obtención de nuevas variedades por medio de la selección asistida por marcadores (MAS) (Singh & Behera, 2022).

Estos análisis morfológicos y moleculares han sido muy empleados para caracterizar la diversidad genética de tubérculos comestibles con enfoque de conservación y mejoramiento, demostrado que las papas nativas y los demás tubérculos andinos aún presentan altos niveles de diversidad intraespecífica (Grau et al., 2003; Malice, 2009; de Haan et al., 2013; Fonseca & Márquez-Cardona, 2024), sugiriendo así un alto potencial de estudio y mejoramiento en estas especies.

Iniciando este nuevo siglo, la llegada de nuevas plataformas tecnológicas de secuenciación de ADN de alto rendimiento, ha facilitado en poco más de una década el poder acceder con mayor resolución a marcadores de ADN con resolución de hasta un único nucleótido (SNP), dando nacimiento al genotipado por secuenciación (GBS) en materia de caracterización molecular (He et al., 2014). Su rápida evolución ha permitido acceder a secuencias variables en el genoma de una especie determinada, en forma cada vez más eficiente, rápida y sobre todo asequible para laboratorios medianos o pequeños, es decir abriendo la oportunidad de poder caracterizar a escala genómica especies huérfanas de baja importancia comercial (Varshney et al., 2012; Chiurugwi et al., 2019), como por ejemplo las papas nativas y otros tubérculos nativos de los Andes. Todos estos desarrollos recientes son de gran impacto para las estrategias de conservación, selección y mejoramiento de los recursos genéticos con alto valor alimenticio y serán fundamentales, junto con otros tipos de estrategias y desarrollos que ofrece por ejemplo la biotecnología, para garantizar la seguridad alimentaria de una población mundial creciente y bajo una crisis climática que ya está limitando la producción agrícola.

Para el caso de alimentos de importancia local y regional, como las papas nativas y otros tubérculos andinos, su enorme potencial nutricional o medicinal, así como las oportunidades ofrecidas por estos recientes desarrollos tecnológicos, deberían canalizarse para promover su conservación, aprovechamiento y mayor aceptación en el mercado, redundando en la mejora de la calidad de vida de quienes los han venido conservando y los producen.

Equipo de Trabajo

Instituciones participantes:

- **Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia:**
María del Pilar Márquez, Wilson Terán, Adriana Saénz.
Laura Fernanda González e Ismael Villanueva, Contratistas
- **Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia:**
Jorge Rojas, Esther Rojas y Pablo Paco.
- **Corporación PBA, Bogotá, Colombia:** Luis Antonio Camargo.
- **Gobierno Municipal de Sacaba**

Agenda

Por razones logísticas, y la distancia entre municipios y regiones, este taller se realizó y replicó en 5 fechas y lugares diferentes:

29 de agosto de 2021 en el municipio de Soracá, Boyacá, Colombia.

27 de marzo de 2021 en el municipio de Ventaquemada, Boyacá, Colombia.

20 de Febrero de 2022, en el municipio de Sacaba, Cochabamba, Bolivia.

18 de marzo de 2022 en el municipio de Carmen de Carupa, Cundinamarca , Colombia.

17 de noviembre de 2022 en el municipio de Cómbita, Boyacá, Colombia

La agenda del taller varió un poco según la disponibilidad de tiempo de los mismos productores beneficiarios, la infraestructura y espacio físico disponibles donde realizar el taller, así como la necesidad de unificar en una misma salida de campo y jornada de trabajo, otras actividades a incluir en la agenda e importantes para el desarrollo de proyecto, lo cual fue previamente concertado entre el equipo técnico y las asociaciones de productores.

No obstante, el hilo conductor común de la agenda de los talleres de caracterización morfológica y molecular de tubérculos andinos, se articuló de la manera siguiente:

Presentación de cada uno de los participantes.

Presentación de la agenda del taller, metodología y objetivos del mismo.

Fase 1: presentaciones del equipo técnico:

- Presentación general del proyecto “Root to food”, sus ojetivos especificos y sus componentes. – Preguntas y discusión.
- Presentación sobre diversidad de papas nativas, y la importancia de su caracterización y conservación – Preguntas y discusión.
- Presentación sobre cómo caracterizar la diversidad : marcadores morfológicos y moleculares y su aplicación para la conservación y mejora de los cultivos. Preguntas y discusión.

Refrigerio.

Fase2: Taller práctico de caracterización morfológica de papas nativas locales

-
- Presentación demostrativa de la guía práctica, tipos de descriptores y formato de caracterización morfológica de papas nativas a diligenciar.
 - Formación participativa de grupos, procurando combinar hombres y mujeres, personas mayores y jóvenes, productores y técnicos acompañadores. Nombramiento de relatores por grupo.
 - Práctica de caracterización de papas nativas locales en grupo siguiendo la guía y diligenciando los formatos (rotación de varios morfotipos de papas en los diferentes grupos).
 - Socialización de resultados de caracterización, discusión, conclusiones y cierre.

Presentaciones

Presentación 1. Proyecto “Root to Food”, María del Pilar Márquez, PUJ.

Resumen

En esta primera presentación, se realizó una presentación general del proyecto “Root to food”, resaltando nuevamente las instituciones aliadas, su carácter binacional así como los objetivos y alcances del proyecto. Se hizo especial hincapié en la metodología participativa, no sólo al momento de tomar decisiones, proponer o priorizar, sino también involucrándose en las actividades investigativas desarrolladas. Finalmente, se buscó mostrar la importancia de una buena articulación entre los 3 componentes del proyecto así como del trabajo en equipo y del compromiso de cada institución y sus miembros.



FONTAGRO

“ROOT TO FOOD”

Mejora en el rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos




Pontificia Universidad
JAVERIANA
Colombia






COMPONENTES

- **COMPONENTE 1.** Fortalecimiento del tejido social, organizacional y empresarial de familias productoras de papa nativa y tubérculos andinos
- **COMPONENTE 2.** Conservación y obtención sostenible de semilla de buena calidad de papa y tubérculos andinos para la agricultura familiar
- **COMPONENTE 3.** Innovación agroecológica para el manejo integrado de plagas de papa y tubérculos andinos en unidades de producción agrícolas familiares.



(...) el fortalecimiento de los sistemas actuales de producción de papas y otros tubérculos andinos se podrá fortalecer a través de la innovación rural, incorporando herramientas que ofrece la biotecnología como la producción in vitro de semillas de alta calidad genética, y conservación in situ de estos recursos, la incorporación de buenas prácticas para el manejo integrado del cultivo que garantice mejores rendimientos de producción y ganancias, teniendo como prioridad la sostenibilidad económica del cultivo, pero adoptando también prácticas más sostenibles con el medio ambiente y la salud del productor y consumidor, y por último, a través del fortalecimiento de sus estructuras asociativas en varios frentes que les permitirán canalizar mejor los esfuerzos y fortalezas de cada uno para apropiarse en el largo plazo estas innovaciones tecnológicas en sus fincas, y generar otras nuevas a futuro (...)

https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Presentaci%C3%B3n_Proyecto.pdf

Presentación 2. ¿Qué es la (bio)diversidad y por qué es importante?, María del Pilar Márquez o Wilson Terán, PUJ.

Resumen

En esta segunda presentación, se buscó introducir a todos los participantes al concepto , definición e importancia de la biodiversidad en general,y más específicamente de la agrobiodiversidad, así como de su conservación. La presentación se diseñó en forma muy didáctica e interactiva, por medio de preguntas a los participantes para que socializaran su propia definición, la importancia para los cultivos, y las estrategias que cada uno, o en su comunidad, usan para proteger o conservar dicha biodiversidad. Tras este ejercicio participativo, se trabajaron escenarios sobre lo que pasaría hipotéticamente en sus fincas, veredas o municipios si se fuera perdiendo biodiversidad en diferentes escenarios, terminando más concretamente con las semillas de papa.



Conservar la biodiversidad es importante para el presente y futuro de las nuevas generaciones pues ellos son el sustento de la mayoría de las actividades humanas y la base de una gran variedad de bienes y servicios ambientales que contribuyen al bienestar social

https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Taller_Agro_biodiversidad.pdf

Presentación 3.1 ¿Cómo caracterizar la diversidad de los cultivos y para qué sirve? Wilson Terán o Maria del Pilar Márquez, PUJ.

Resumen

Una vez socializada la definición e importancia de la biodiversidad en general y en particular para los cultivos, en esta tercera presentación se trabajó en torno a la temática principal del taller: ¿Con qué herramientas contamos para poder monitorear la diversidad de un cultivo como la papa? Se introdujo a los conceptos de rasgos y fenotipo, y de herencia genética o genotipo, para finalmente también introducir a todos los participantes al concepto de material genético o molécula de ADN como soporte de la herencia y transmisión de esos rasgos de generación en generación. Posteriormente, se discutió en forma participativa sobre el uso de marcadores morfológicos comunmente usados por los agricultores para reconocer variedades de cualquier cultivo o incluso para el ganado, y así a la importancia de poder tenerlos presentes y aplicarlos para conservar *in situ* esos genotipos, en su propia finca o en forma compartida en una comunidad de vecinos o estructura asociativa. Se discutió acerca de las ventajas pero también de ciertas limitaciones que presentan los caracteres morfológicos, como por ejemplo su influencia frente a factores ambientales, dando pie para introducirlos a los diferente marcadores genéticos basados en ADN, que son los que se usan en el laboratorio para monitorear la diversidad de genotipos en un banco de conservación de germoplasma, así como para poder seguir la transmisión de un marcador asociado a un rasgo con fines de selección o de mejoramiento basado en cruces para generar nuevas variedades.

FONTAGRO
ROOT TO FOOD

¿Cómo podemos conocer la biodiversidad?

Características fenotípicas

Características moleculares

Los marcadores o rasgos morfológicos son muy prácticos en conservación in situ y han sido utilizados por generaciones y generaciones de agricultores para seleccionar o dirigir cruza con fines de mejoramiento, pues tienen la ventaja de poder ser implementados fácilmente a partir de la observación y con herramientas fáciles de trabajar en el día a día en campo, sin embargo, también tienen una limitación importante que es que algunos de estos rasgos pueden ser influenciados por el ambiente (...). Esta limitación se puede solucionar empleando marcadores moleculares como aquellos basados en el ADN (..)

PAPAS NATIVAS

- Son menos arenosas
- Conservan mejor su forma original
- Aportan diversos nutrientes: ricas en antioxidantes, antocianinas (antivirales; ayudan a combatir resfriados, infecciones y alergias. Tienen propiedades anticancerígenas), vitaminas C y A, hierro y proteínas.

https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Taller_Caracterizacion_agrobiodiversidad.pdf

Presentación 3.2. ¿Cómo caracterizar la diversidad de los cultivos y para qué sirve? : Aplicaciones de herramientas biotecnológicas a cultivos andinos , Jorge Rojas (UMSS).

Resumen:

En el caso del taller realizado en el municipio de Sacaba, al no contar con proyector, se empleó un cartel (póster) como soporte para generar las mismas discusiones e intervenciones en forma participativa. Se realizó una presentación introductoria enfocada en la evolución histórica de la biotecnología y sus aportes para la agricultura, lo que permitió presentar las técnicas de *cultivo in vitro* de plantas así como el concepto de ADN y la biotecnología basada en ADN para hacer un mayor énfasis en el uso de marcadores moleculares basados en ADN. Esto permitió posteriormente hacer énfasis en el uso de marcadores tanto morfológicos como moleculares para el monitoreo de la diversidad, y su importancia para la conservación de recursos alimenticios andinos, como la papa, el isaño u otros. Se resaltó comparativamente ambos tipos de marcadores a través de sus ventajas y limitaciones, resaltando la mayor resolución y confiabilidad de los marcadores moleculares para identificar diferencias y similitudes compartidas entre individuos. Estas estrategias quedaron a su vez enmarcadas y articuladas junto con otras diferentes herramientas de biotecnología que aportan al mejoramiento y conservación de los cultivos andinos en general, incluyendo las herramientas de cultivo *in vitro* de tejidos y sus ventajas, lo que permitió presentar también las actividades investigativas del Centro de Biotecnología y Nanotecnología Agropecuario y Forestal de la Universidad de San Simón. La presentación se acompañó de una demostración no sólo de morfotipos de papas y tubérculos, sino también de plantas micropropagadas como parte de la dinámica del taller.

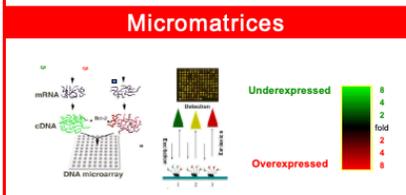
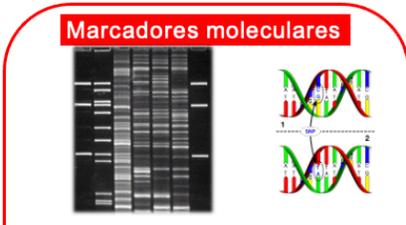


Aplicación de herramientas biotecnológicas a cultivos andinos

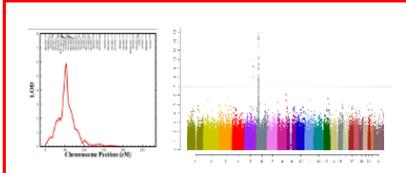


Diversidad morfológica

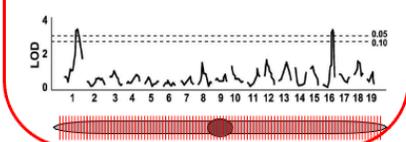
= reservorio de rasgos de interés para mejoramiento



Selección asistida por marcadores moleculares



Selección genómica



Diversidad genética

(...) es importante tener presente que la biotecnología no es sinónimo de plantas transgénicas, más por el contrario, la biotecnología contempla muchas otras tecnologías muy útiles que nada tienen que ver con las generación de plantas transgénicas. Por ejemplo, otra tecnología basada en el ADN es aquella que hace uso de marcadores moleculares, que permite comparar los individuos que se siembran en la región o las semillas que ustedes o sus vecinos puedan conservar (...) esto de manera muy precisa y con distintos fines como poder seleccionar en forma temprana, acompañar programas de mejoramiento de variedades, o para ayudar a conservar la diversidad (...)

Presentación 4. - Presentación guía práctica y formato de caracterización morfológica de papas nativas a diligenciar. María del Pilar Márquez, Wilson Terán, Luis Antonio Camargo, Ismael Villanueva.

Resumen

En esta cuarta presentación, básicamente se socializó la actividad práctica del taller, presentando la guía práctica de marcadores morfológicos y el formato para registrar estas variables, así como los tipos de variables y sus niveles, así como la dinámica de trabajo participativo del taller, en grupos de 4-5 participantes y procurando mezclar productores, técnicos e instructores.

| | | | |
|------------------------|----------------|--------------|-----------------------|
| 1. Blanco crema | Pálido- claro | Ausente | Ausente |
| 2. Amarillo | Intermedio | Blanco-Crema | En los ojos |
| 3. Anaranjado | Intenso-Oscuro | Anaranjado | En las cejas |
| 4. Marrón | | Marrón | Alrededor de los ojos |
| 5. Rosado | | Rosado | Manchas dispersas |
| 6. Rojo | | Rojo | Como anteojos |
| 7. Rojo-Morado | | Rojo-Morado | Manchas salpicadas |
| 8. Morado | | Morado | Pocas manchas |
| 9. Negro | | Negro | |

| | |
|--|--|
| <p>TUBER SKIN COLOR - VARIOS DE 10 PARA CADA INSTRUCCIÓN</p> | <p>1 En los ojos 2 En las cejas 3 Alrededor de los ojos 4 Manchas dispersas 5 Como anteojos 6 Manchas salpicadas</p> |
| Color de piel/cáscara del tubérculo | Distribución del color secundario de la piel/cáscara |

https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Guia_para_taller_caracterización.pdf

Lecciones aprendidas

Una primera lección aprendida a raíz de estos talleres, independientemente de la localización geográfica o país, se inscribe en primer lugar, en la importancia de tener muy en cuenta al público objetivo para definir aspectos metodológicos y de forma, que resultaron ser claves para el éxito del taller y en consecuencia una mejor apropiación. El tipo de actividades y secuencias de las mismas establecidas en el cronograma debe siempre estar adaptado al tipo de participante, así como el lenguaje técnico a emplear. Teniendo que, en su mayoría, los asistentes fueron pequeños productores, a veces acompañados de familiares, fue muy relevante diseñar un taller con alternancia de presentaciones y actividades variadas y no muy extensas, privilegiando al máximo los momentos de discusión e intervenciones de los participantes, muchas veces durante las presentaciones, sin dar espera a finalizar la presentación o a que llegue la convencional sesión de preguntas. Esto acompañado, de un cierre respectivo que permita resumir lo presentado y sobre todo lo discutido y aportado antes de continuar con la siguiente actividad, permitió mucho mantener una participación activa de los productores, sintiéndose plenamente involucrados. Los productores fueron en general muy atentos a las presentaciones, y muy observadores a veces a detalles en las fotografías, y por ende reaccionan espontáneamente haciendo aportes o preguntas en la mitad de la presentación. Fue importante entonces, no interrumpir esas intervenciones, ya que de ellas se generaban discusiones interesantes para la dinámica y objetivos del taller y su carácter participativo, lo que permitió progresivamente instalar un ambiente de cercanía entre todos, presentadores y público, y en donde la información no fuera unidireccional, como ocurre en forma convencional, es decir del técnico al productor. Otro aspecto clave en ese sentido fue la importancia de lenguaje técnico empleado de tal modo que fuera entendible y didáctico, pero a su vez manteniendo su rigor técnico, algo que fue todo un reto para lograr resaltar al público objetivo, la importancia de conservar y caracterizar la diversidad genética de sus semillas y/o variedades vegetales cultivadas. Una lección importante resultante fue identificar, en todas las regiones donde se realizaron estos talleres, que, a pesar de que la mayoría fue consciente de esta importancia, muy pocos productores realmente ponen en práctica, al día a día, alguna estrategia en sus fincas para conservar, monitorear o mantener la diversidad de sus semillas y cultivos, predominando más la preocupación por conseguir o adquirir la mejor semilla para aquellas variedades más productivas que pide el mercado, y no siempre asegurándose de la calidad de su procedencia. Lo mismo con respecto a establecer, así sea parcialmente, algunas siembras comerciales o de pancoger, en policultivos, o para mantener cercas vivas con diferentes especies que contribuyan también a mantener una biodiversidad de cobertura vegetal que impacte positivamente sus cultivos en otros aspectos (suelo, plagas, insectos benéficos, protección de acuíferos, etc).

Con respecto al lenguaje y carácter práctico, si bien fue un importante reto el haber apostado a priori por un taller bastante técnico en sus componentes teóricos y prácticos, al emplear tanto conceptos muy abstractos de herencia y genética, soportadas en una molécula de ADN, y asociadas con técnicas moleculares de laboratorio, como metodologías sistemáticas de caracterización morfológica de papas nativas para el componente práctico del taller, todo esto bastante alejado de sus prácticas cotidianas, esta combinación teórico práctica, junto con el carácter participativo del taller fueron los que permitieron que se cumpliera el objetivo.

Parte del éxito de la metodología participativa en el componente práctico fue justamente poner en práctica ese intercambio de roles en donde ellos aplicaron en sus respectivos equipos la metodología de caracterización de diversidad basada en caracteres morfológicos, y lograron evidenciar y dimensionar la gran diversidad de los materiales de papas nativas que existen localmente en sus regiones, a través de la experiencia y resultados obtenidos que ellos mismos presentaron al equipo de instructores, permitiéndoles también evidenciar la importancia de sacar sus propias conclusiones.

Así, la última lección derivada del ejercicio, y que condicionó las siguientes actividades del día (definición de núcleos o parcelas de conservación) y talleres a realizar, fue la importancia de adoptar prácticas y recibir las capacitaciones respectivas, que permitan a los productores contar con más herramientas, de fácil implementación, para conservar y mantener la diversidad de los recursos alimenticios, las semillas y variedades de cultivos nativos u otros, de la mano de buenas prácticas de manejo agronómico que garanticen tanto buenas cosechas, como semillas de calidad para la mejora de sus cultivos.

Conclusiones :

Se logró que los productores reconozcan y valoren la importancia de la diversidad genética de los recursos vegetales cultivados y de la pertinencia de su conservación para asegurar la adaptación constante de los mismos a las condiciones ambientales cambiantes y con visión de futuro, además de permitir procesos de selección y mejoramiento de los cultivos, más particularmente, cuando se trata de recursos alimenticios nativos, como la papa y otros tubérculos, por su relevancia para la seguridad alimentaria regional.

Los talleres permitieron, a través del componente práctico y metodología participativa, poner en evidencia la capacidad de los mismos productores para observar rasgos fenotípicos y generar criterios propios de clasificación, reconocimiento y monitoreo de sus semillas o cultivariedades de siembra en forma más amplia, y que son la base de la conservación *in situ*, siendo ésta la de mayor impacto para la seguridad alimentaria, al ser llevada a cabo por los mismos productores.

Los talleres permitieron además, poner en evidencia la gran diversidad de papas nativas existente localmente en los respectivos países y regiones de influencia del proyecto, identificando la necesidad de contar con herramientas o prácticas adicionales a implementar en sus fincas que aseguren esta conservación y disponibilidad de semilla de calidad, así como mejores rendimientos de cosecha o márgenes de ganancia. Sin embargo, quedó también en evidencia que la principal limitante para mantener esta conservación de papas nativas y otros tubérculos andinos, es la ausencia de un mercado estable que asegure una demanda constante, como si es el caso de las variedades comerciales de papa, resaltando la importancia de buscar nuevos nichos de mercado, aprovechando la cercanía de los municipios a grandes urbes, oportunidades de mercado que están experimentando un crecimiento reciente que debe articularse con los planes de mejoramiento de semilla, cultivo y conservación a escala local.

Finalmente, el éxito de los talleres en términos de buscar una mejor apropiación de todos los participantes que permitiera también orientar y definir actividades futuras del proyecto, como los núcleos de conservación y posteriormente, los núcleos de investigación participativa para el manejo agronómico del cultivo de papas y otros tubérculos, fue sin lugar a dudas el haber incluido para las actividades prácticas estrategias participativas de intercambio de roles, lo que contribuyó no sólo a mantener la atención y participación activa, sino también en reducir esas diferencias de formación o conocimiento, entre técnicos, profesionales y agricultores, que generalmente dificultan el poder llegar a un diálogo basado en la confianza y respeto, limitando el intercambio y apropiación mutua de saberes.

Referencias

Barcaccia, G. (2010). Molecular Markers for Characterizing and Conserving Crop Plant Germplasm. In: Jain, S., Brar, D. (eds) *Molecular Techniques in Crop Improvement*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2967-6_10

Birch, P. R. J., Bryan, G., Fenton, B., Gilroy, E. M., Hein, I., Jones, J. T., Prashar, A., Taylor, M. A., Torrance, L., & Toth, I. K. (2012). Crops that feed the world 8: Potato: are the trends of increased global production sustainable? *Food Security*, 4(4), 477–508. <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0220-1>

Bradeen, J. M., & Kole, C. (2016). *Genetics, genomics and breeding of potato*. CRC Press.

Burlingame, B., Mouillé, B., & Charrondiere, R. (2009). Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 494–502.

Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., & Pedreschi, R. (2018). Chapter Eight - Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers (F. B. T.-A. in F. and N. R. Toldrá (ed.); Vol. 84, pp. 287–343). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>

Chiurugwi, T., Kemp, S., Powell, W. et al. Speed breeding orphan crops. *Theor Appl Genet* 132, 607–616 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3202-7>

Clavijo Ponce, N. L., & Pérez Martínez, M. E. (2014). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. *Cuadernos De Desarrollo Rural*, 11(74), 149–166. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.CRD11-74.taca>

Clavijo-Ponce, N. (2017). Cultura y conservación in situ de tubérculos andinos marginados en agroecosistemas de Boyacá: un análisis de su persistencia desde la época prehispánica hasta el año 2016. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 14(80), 1–19.

de Haan, S., Núñez, J., Bonierbale, M., Ghislain, M., & van der Maesen, J. (2013). A Simple Sequence Repeat (SSR) Marker Comparison of a Large In- and Ex-situ Potato Landrace Cultivar Collection from Peru Reaffirms the Complementary Nature of both Conservation Strategies. *Diversity*, 5(3), 505–521. <https://doi.org/10.3390/d5030505>

Fonseca LR, Marquez-Cardona MP. Morphological and molecular characterization of cubios (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) collected in two municipalities in Boyacá-Colombia, *Universitas Scientiarum*, 29(1): 82-95 2024 doi: 10.11144/Javeriana.SC291.mamc

Grau, A., Ortega Dueñas, R., Nieto Cabrera, C., & Hermann, M. (2003). Mashua, *Tropaeolum Tuberosum* Ruiz & Pav. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops (L. International Potato Center & P. P. G. R. Institute (eds.); Vol. 25). International Potato Center.

He J, Zhao X, Laroche A, Lu ZX, Liu H, Li Z. Genotyping-by-sequencing (GBS), an ultimate marker-assisted selection (MAS) tool to accelerate plant breeding. *Front Plant Sci*. 2014 Sep 30;5:484. doi: 10.3389/fpls.2014.00484. PMID: 25324846; PMCID: PMC4179701.

Huamán, Z., & Spooner, D. M. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*). *American Journal of Botany*, 89(6), 947–965. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.6.947>

IPGRI, & CIP. (2003). Descriptores del Ulluco (*Ullucus tuberosus*). In *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants*. Centro Internacional de la papa. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.

Krishna TPA, Veeramuthu D, Maharajan T, Soosaimanickam M. The Era of Plant Breeding: Conventional Breeding to Genomics-assisted Breeding for Crop Improvement. *Curr Genomics*. 2023 Jun 23;24(1):24-35. doi: 10.2174/1389202924666230517115912. PMID: 37920729; PMCID: PMC10334699.

Malice, M. (2009). Genetic diversity and structure of three Andean tubers: *Oxalis tuberosa* Molina, *Ullucus tuberosus* Caldas and *Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pav. Thesis of PhD. Agricultural University, Belgium.

Manrique, I., Gonzales, R., Vivanco, Francisco, Arbizu, C., Tay, D., Ramírez, C., Chávez, O., & Ellis, D. (2013). Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) Catálogo de la colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP). <https://doi.org/10.4160/9789290604310>

Parveen, R., Kumar, M., Swapnil et al. Understanding the genomic selection for crop improvement: current progress and future prospects. *Mol Genet Genomics* 298, 813–821 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00438-023-02026-0>

Rodríguez, F., Ghislain, M., Clausen, A. M., Jansky, S. H., & Spooner, D. M. (2010). Hybrid origins of cultivated potatoes. *Theoretical and Applied Genetics*, 121(6), 1187–1198.

Rosero Alpala, M. G. (2010). Colección, caracterización y conservación de variabilidad genética de oca (*Oxalis tuberosa* Mol) en agroecosistemas paramunos del departamento de Nariño-Colombia. In Universidad Nacional de Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Seminario, J. (2004). Raíces andinas : contribuciones al conocimiento y a la capacitación. CIP. <https://books.google.com.co/books?id=L-sz8Eir9IIC>

Singh, A., Behera, C. (2022). Strategies, Opportunities, and Challenges in Crop Genetic Diversity Conservation: A Plant Breeder's Perspective. In: Kumar, A., Choudhury, B., Dayanandan, S., Khan, M.L. (eds) *Molecular Genetics and Genomics Tools in Biodiversity Conservation*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6005-4_7

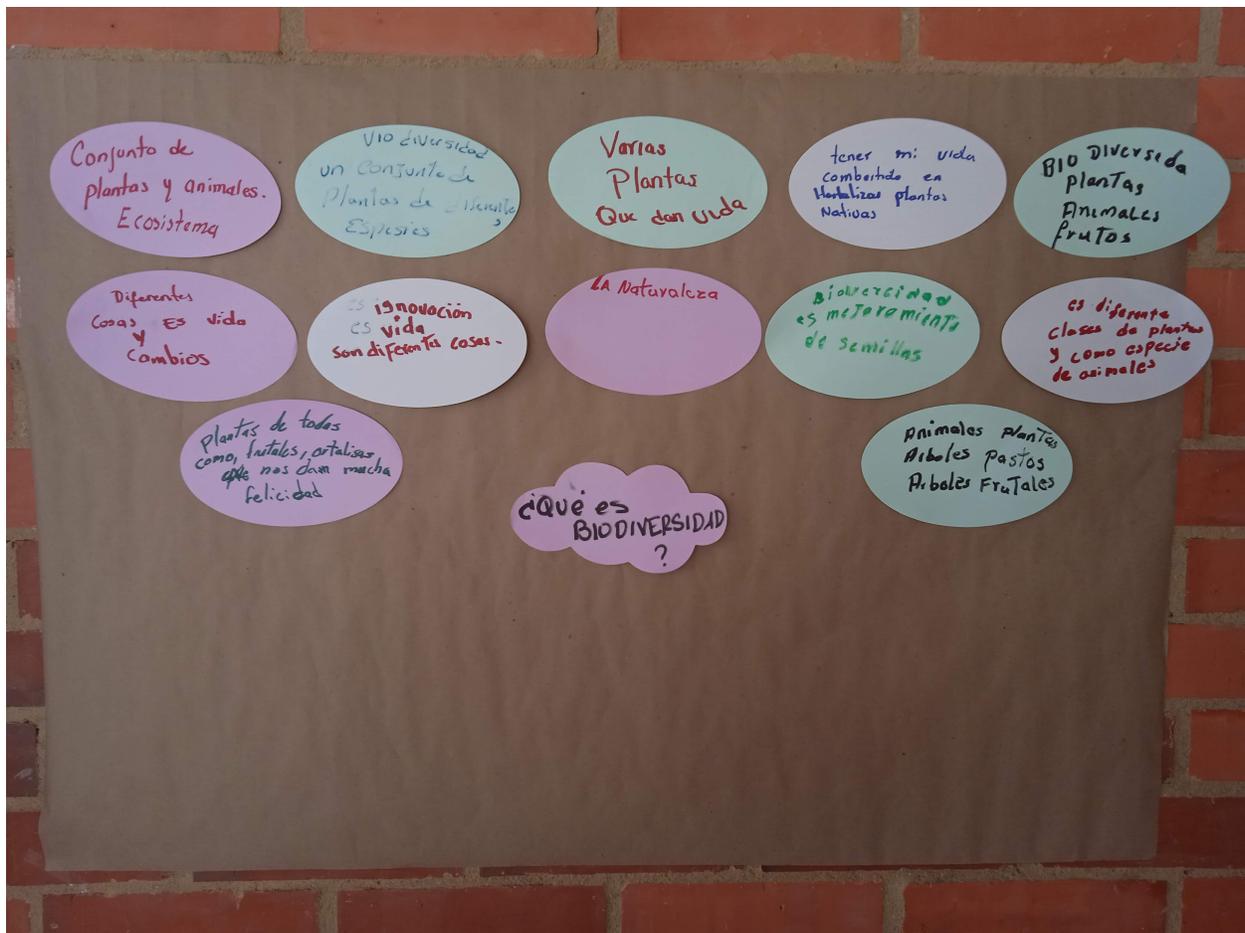
Spooner, D. M., & Salas, A. (2006). Structure, biosystematics, and genetic resources. In J. y S. M. P. K. Gopal (Ed.), *Handbook of potato production, improvement, and postharvest management* (pp. 1–39). Haworth's Press, Inc.

Varshney, R. K., Ribaut, J. M., Buckler, E. S., Tuberosa, R., Rafalski, J. A., & Langridge, P. (2012). Can genomics boost productivity of orphan crops?. *Nature biotechnology*, 30(12), 1172-1176.

Selección de Fotografías de los talleres:



Discusión en torno a la presentación ¿Qué es la biodiversidad y por qué es importante?
Municipio de Carmen de Carupa, Cundinamarca, Colombia.



Ejemplo de definiciones del concepto de biodiversidad obtenidas partiipativamente para generar discusión entre los participantes. Municipio de Carmen de Carupa, Cundinamarca, Colombia.



Productores de Soracá (Boyacá, Colombia) realizando el levantamiento de característica morfológicas de muestras de papas nativas.



Trabajo práctico en grupos para la caracterización morfológica de papas nativas en el municipio de Soracá, Boyacá. Colombia.



Productores del municipio de C6mbita (Boyac6 – Colombia) en el taller sobre caracterizaci6n y mejora de la calidad de la semilla



Discusi6n en grupos sobre la importancia de las herramientas biotecnol6gicas para la conservaci6n, caracterizaci6n gen6tica y mejora de la calidad de semillas y variedades de papas y otros tub6rculos andinos. Municipio de Sacaba, Cochabamba, Bolivia.

Biografías de los participantes



María del Pilar Márquez:

Profesora- Investigadora de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Bióloga MSc en Agricultura Ecológica. Integrante del Grupo de Investigación Biología de Plantas y Sistemas Productivos.

Investigadora con 20 años de experiencia en recursos genéticos de interés agrícola. Entre los años 1999 y 2004 estuvo vinculada al grupo de investigación de Biodiversidad y Biotecnología de Universidad Tecnológica de Pereira. Durante el año 2005 hizo parte del grupo de la Dirección Técnica de Semillas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y desde 2006 ha estado vinculada como profesora de planta de la Pontificia Universidad Javeriana.

Ha desarrollado proyectos de investigación relacionados con la incorporación de herramientas biotecnológicas en procesos productivos con pequeños agricultores, propagación in vitro y caracterización genética de especies de interés agrícola, y por medio de procesos de apropiación social de la Ciencia y la Tecnología, trabajando con pequeños agricultores productores de papa y tubérculos andinos.



Wilson Terán Pérez:

Profesor- Investigador Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Bioquímico, con Maestría y Doctorado en Bioquímica y Biología Molecular. Profesor asociado del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias (Pontificia Universidad Javeriana) desde marzo 2006. Investigador y Coordinador del grupo de Biología de Plantas y Sistema Productivos (Categoría A de Colciencias).

Experto en Biología Molecular, Bioquímica y Genómica de bacterias y plantas con enfoque biotecnológico.

Tiene especial interés en abordar problemas de los cultivos asociados con la respuesta y adaptación de las plantas al estrés abiótico, la regulación de rutas metabólicas en plantas, la fisiología y bioquímica de semillas, o las interacciones plantas, insecto microorganismos en control biológico. Durante su trayectoria formativa e investigativa en diferentes países (Cuba, Francia, España, Inglaterra y Colombia), se ha caracterizado por abordar problemas de investigación buscando hacer parte de colaboraciones o equipos interdisciplinarios, en diversas temáticas ambientales y asociadas con suelos y cultivos.



Jorge Antonio Rojas Beltrán:

Profesor investigador de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", Cochabamba-Bolivia, especialización en Fitomejoramiento. Maestría en Ciencias Agronómicas, orientación Biotecnología, Facultad Universitaria de Ciencias Agronómicas de Gembloux-Bélgica. Doctorado en Ciencias Agronómicas e Ingeniería Biológica, Facultad Universitaria de Ciencias Agronómicas de Gembloux- Bélgica. Post-Doctorado (2 años) en la Facultad Universitaria de Ciencias Agronómicas de Gembloux- Bélgica.

Áreas de investigación: Recursos genéticos, Mejoramiento Genético, Ingeniería Genética, Marcadores Moleculares

Investigador de la Unidad de Biología Vegetal (Departamento de Bioquímica y Biología Aplicada) de la Facultad Universitaria de Ciencias Agronómicas de Gembloux- Bélgica.