



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Viceministerio de Desarrollo  
Estratégico de los Recursos  
Naturales

Dirección General de Diversidad  
Biológica

## **INFORME FINAL**

# **SERVICIO DE ELABORACIÓN DEL CONTENIDO PARA UN CATALOGO DE PASAPORTE DE LA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE *CAPSICUM***

**Diciembre, 2015**

## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>II ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
<b>III OBJETIVOS</b>	
III.1 Objetivo general .....	8
III.2 Objetivos específicos .....	8
<b>IV ENFOQUE Y ALACANCE .....</b>	<b>8</b>
<b>V ACTIVIDADES Y/O METODOLOGÍA .....</b>	<b>9</b>
V.1 Actividades .....	9
V.2 Metodología .....	10
<b>V RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
<b>VI CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES</b>	
VI.1 Conclusiones .....	12
VI.2 Recomendaciones .....	12
<b>VII GLOSARIO .....</b>	<b>14</b>
<b>VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>15</b>
<b>IX ANEXOS .....</b>	<b>16</b>

## SERVICIO DE ELABORACIÓN DEL CONTENIDO PARA UN CATALOGO DE PASAPORTE DE LA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE *CAPSICUM*

### Resumen

Las colecciones de Ají (*Capsicum spp*) de INIA Perú y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) contienen más de 900 accesiones de *Casicum spp*. INIA con 413 de ají (*Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L.) y 296 de rocoto (*C. pubescens*) y la UNALM aprox. 200 de ají), colectadas en distintas regiones del Perú, y representan la colección de *Capsicum spp* más grande y diversa que alguna vez se haya reunido. La importancia histórica para el Perú y el mundo es que esta diversidad tan espectacular se haya reunido y contribuirá significativamente a dilucidar la taxonomía inter e intra específica de la diversidad cultivada de *Capsicum spp.*, a establecer una base científica para fortalecer su conservación in situ y ex situ, y que beneficiará a los productores, consumidores e investigadores de *Capsicum* a nivel mundial. Un esfuerzo conjunto ha dado como resultado integrar estas dos colecciones en una sola colección nacional peruana en un solo contenido para catálogo de pasaporte del germoplasma de ají (*Capsicum spp*); que no tendría igual en ninguna parte del mundo en términos de diversidad genética y la excelencia científica de su información asociada. El contenido de este catálogo de pasaporte de la colección de germoplasma de *Capsicum*, es el esfuerzo conjunto del INIA, UNALM y Ministerio del Ambiente (MINAN), área de Recursos Genéticos y Bioseguridad (DGDB) para la elaboración de la línea de base del ají. Este catálogo contiene la lista de descriptores pasaporte para cultivos múltiples (DPCM) que fue elaborado por FAO y el IPGRI para suministrar, a nivel internacional, normas fijas que faciliten el intercambio de información de pasaporte del germoplasma. Es esencial documentar de forma apropiada registros de buena calidad, en fichas de colecta, fotos, mapas de campo, tanto en papel como en formato digital. La sistematización de la información de datos pasaporte de la colección de ají se hizo la verificación de los distintos descriptores pasaporte para cultivos múltiples. Mediante el software libre DIVA-GIS analizamos los datos de georeferenciación: latitud y longitud de las accesiones ají y de rocoto, para identificar y verificar las áreas de colecta, así como también hacer mapas de distribución, mapas de la diversidad genética de este cultivo. Este catálogo editado en CorelDraw estará a disposición de los investigadores agrarios, fitomejoradores, tesistas, agricultores, agroindustriales, personas interesadas en cultivar y comercializar ajíes nativos del Perú y comunidad en general, con la finalidad de promover su uso. Además, esperamos que este catálogo pueda estimular más estudios sobre la rica diversidad de ajíes peruanos.

## I. INTRODUCCIÓN

El ají (*Capsicum spp.*) es uno de los cultivos más importantes del mundo (Ortiz et al., 2010). El género *Capsicum* es un complejo altamente diverso de especies y variedades locales domesticadas y silvestres de Bolivia y Perú (Walsh & Hoot 2001), uno de los centros de origen que muestra no solo gran cantidad de características, sino diversidad de colores, formas, tamaños, aromas, sabores, presencia de compuestos y principios activos, y grados de pungencia. Se encuentran desde ajíes muy picantes hasta ajíes dulces, rocotos, paprika y pimentones. El género *Capsicum* está conformado por cerca de 30 especies y una gran diversidad de variedades (Eshbaugh 1983; Moscone et al. 2007), pero de éstas solamente cinco han sido domesticados: *Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. y *C. pubescens* Ruiz & Pav. (Eshbaugh 1983; Moscone et al. 2007), de las cuales la primera, es la más cultivada mundialmente como páprika entera (Thampi, 2003). Donde los principales centro de domesticación y diversidad son en Bolivia y Perú.

Las colecciones de Ají (*Capsicum spp*) del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA Perú y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) contienen más de 900 accesiones de *Casicum spp.* INIA con 413 de ají (*Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L.) y 296 de rocoto (*C. pubescens*) y la UNALM aprox. 200 de ají), colectadas en distintas regiones del Perú, y representan la colección de *Capsicum* más grande y diversa que alguna vez se haya reunido. Es de importancia histórica para el Perú y el mundo que esta diversidad tan espectacular se haya reunido y esto contribuirá significativamente a dilucidar la taxonomía inter e intra específica de la diversidad cultivada de *Capsicum spp.*, a establecer una base científica para fortalecer su conservación in situ y ex situ, y que beneficiará a los productores, consumidores e investigadores de *Capsicum* a nivel mundial.

El INIA conserva las 413 accesiones de Ají en la Estación Experimental Donoso Hualar ex situ, además conserva las 296 accesiones de *C. pubescens* (rocoto) ex situ en la Estación Experimental Agraria Arequipa Santa Rita de Siguan.

En los últimos años se está realizando esfuerzos importantes en el registro y almacenamiento de los datos de pasaporte y la caracterización de estas accesiones, así como el intercambio de la información relacionada. La sistematización de datos de germoplasma (datos de pasaporte ha permitido dar consistencia a la referenciación geográfica de las accesiones conservadas, lo cual ha permitido elaborar mapas de distribución de las colectas para las diferentes especies y conocer el nivel de calidad de los datos de pasaporte de cada cultivo y del banco de germoplasma en general

Una herramienta para la referenciación geográfica es el DIVA-GIS un aliado para la difusión de SIG (Sistemas de Información) en el mundo de la Agrobiodiversidad, que ofrece en forma gratuita. Está orientado a científicos que no disponen de sistemas de información geográfica (GIS) comerciales, o no tienen tiempo para capacitarse en su uso, o para cualquier persona que necesita una herramienta GIS especializada en analizar las distribuciones de especies. DIVA-GIS puede ayudar a mejorar la calidad de los datos al encontrar las coordenadas de las localidades y mediante la comprobación de coordenadas existentes utilizando superposiciones de áreas (consultas espaciales) de sitios de colecta con bases de datos de límites administrativos y está en forma. Es indudable que DIVA-GIS como un instrumento de formación, ha atraído la atención de muchos jóvenes investigadores hacia nuevas herramientas que hacen más eficiente labores de colecta, conservación, estudio y utilización de germoplasma.

Un esfuerzo conjunto ha dado como resultado integrar estas dos colecciones en una sola colección nacional peruana en un solo contenido para catálogo de pasaporte del germoplasma de ají (*Capsicum spp*); que no tendría igual en ninguna parte del mundo en términos de diversidad genética y la excelencia científica de su información asociada. El contenido de este catálogo es el esfuerzo conjunto del INIA, UNALM y Ministerio del Ambiente (MINAN), área de Recursos Genéticos y Bioseguridad (DGDB) para la elaboración de la línea de base del ají. Aunque la colección del INIA tiene algunos problemas de establecimiento en campo y documentación, la solución a estos desafíos ha sido discutida con personal científico y administrativo de las instituciones para que se comiencen a manejar prácticas óptimas de conservación ex situ.

Este catálogo contiene la lista de descriptores pasaporte para cultivos múltiples (DPCM) que fue elaborado por FAO y el IPGRI para suministrar, a nivel internacional, normas fijas que faciliten el intercambio de información de pasaporte del germoplasma. Estos descriptores pretenden ser compatibles con las listas de descriptores de especies cultivadas desarrolladas por el IPGRI y con los descriptores utilizados por el Sistema de Información y Alerta Mundial -SIAM- (WIEWS, en inglés) de la FAO para los recursos filogenéticos (RFG).

Gracias a estos proyectos colaborativos de conservación que han financiado colectas nacionales para incrementar el banco de germoplasma de *Capsicum*, a lo largo de estos años. Como resultado, en la actualidad el INIA mantiene en su banco de semillas la colección nacional más diversa de variedades nativas cultivadas de ajíes en el Perú. Aunque la colección de *Capsicum spp* del INIA tiene algunos problemas de establecimiento en campo y documentación, la solución a estos desafíos ha sido discutida con personal científico y administrativo de las instituciones para que se comiencen a manejar prácticas óptimas de conservación ex situ.

Esperamos que el catálogo sea de utilidad para personas interesadas en cultivar y comercializar ajíes nativos de Perú, quienes podrán solicitar semillas de materiales de su interés en el banco del INIA. Además, esperamos que este catálogo pueda estimular más estudios sobre la rica diversidad de ajíes peruanos. La contribución de los recursos fitogenéticos a la sostenibilidad de la agricultura en el Perú, es de suma importancia, pues a través de las actividades de colecta, conservación ex situ e in situ, caracterización en campo (morfológica y agronómica) y en laboratorio (físico/química y molecular), y otros trabajos de investigación, se tiene material promisorio de gran diversidad y variabilidad de genes disponible para ser usado en programas de mejora genética y desarrollo de cultivos; obteniéndose de esta manera nuevas variedades que resuelvan problemas fitosanitarios (plagas y enfermedades), de estrés climático (sequías, heladas, etc.) y de productividad.

En los últimos años se ha logrado concientizar sobre el valor de los recursos genéticos, no sólo desde el punto de vista agrícola y alimentario, sino también como definidores de identidad cultural. Por ello, muchos países, entre los que se encuentra el Perú, se han empeñado en coleccionar y mantener recursos genéticos propios. Un nuevo y controversial desarrollo que probablemente afecta el manejo del germoplasma es el de los organismos modificados genéticamente (OMG ahora OVM-organismo vivo modificado). En la actualidad, se espera que los bancos de germoplasma tomen iniciativas para evitar la introgresión involuntaria de genes exóticos, incluyendo los transgenes, que aún no se encuentran presentes en las muestras conservadas en los bancos. (Rao, et. Al. 2007)

La conservación del banco de germoplasma de *Capsicum* a pesar de ser una actividad esencial, no se justifica sin su utilización, por eso es necesario avanzar con la caracterización de las introducciones, aumentar el número de descriptores a estudiar para detectar características de interés agrícola o industrial. Sin embargo, el escaso conocimiento de aspectos básicos como la época de fructificación,

localización geográfica, tamaños de las poblaciones e incidencia de depredación de semillas para algunas especies, hacen esta tarea difícil su caracterización.

La importancia que reviste el conocimiento de nuestros recursos genéticos para la promoción de su uso o el reconocimiento del origen peruano de los mismos, entre otros, y el incremento de la demanda por información nos obliga a actualizar y modernizar los medios de disseminación de la información producida por el INIA.

En la presente se presentan los datos de pasaporte de 2 colecciones Nacionales: ají y rocoto, el mismo que se pone a disposición de los investigadores agrarios, fitomejoradores, tesistas, agricultores, agroindustriales y comunidad en general, con la finalidad de promover su uso. Además, en el corto plazo será posible acceder a estos datos y a los de caracterización de manera mecanizada a través de la página WEB del INIA mediante un sistema de información diseñado para la gestión de los recursos fitogenéticos, y en el mediano plazo se incorporarán los módulos de conservación y distribución.

## II ANTECEDENTES

Una hipótesis de las más aceptadas, sobre el lugar y modo de evolución de las especies de *Capsicum*, sugieren que una porción importante del género *Capsicum* se originó en un «área núcleo» en Bolivia surcentral, con subsiguiente migración a los Andes y tierras bajas de la Amazonía acompañada por radiación y especiación (McLeod et al., 1982; 1983). La hipótesis se basa en información geográfica y datos de electroforesis de la enzima glutamato oxalacetato transaminasa (GOT), que presentó un patrón de bandeo similar a accesiones de *C. eximium* y *C. chacoense* procedentes del área nuclear, siendo menor el número de bandas de accesiones de estas especies exteriores al área y las correspondientes a otras especies. Los autores proponen que *C. chacoense* o un ancestro suyo dio lugar tanto a los grupos de flores blancas como al grupo de flores púrpura. El grupo de flores púrpura (*C. eximium*) habría emigrado a las tierras altas de los Andes, con la consecuente selección direccional que habría dado lugar a *C. cardenasii* por efecto fundador y a *C. pubescens* como especie domesticada. El grupo de flores blancas habría migrado fuera del área nuclear a través del río Mizque, que vierte en tributarios del Amazonas. El flujo de estas aguas es a través de las tierras bajas de la Bolivia tropical y de la cuenca amazónica. El ancestro que originó el grupo de flores blancas dio lugar a *C. baccatum* en el área relativamente seca del sur de Bolivia; la forma silvestre seguiría migrando por el sistema fluvial y en la húmeda cuenca amazónica daría lugar al progenitor silvestre del complejo *C. annum*.

Existen cinco especies cultivadas del género: *C. annum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., y *C. pubescens* R. & P. Pickersgill (1969b) reporta que las especies cultivadas fueron domesticadas dentro de los últimos 8000 años. Su amplio uso se puede haber originado en el interés que pudo haber causado la gran cantidad de frutos y colores del género. También pudo haber sido el sabor y el aroma que es tan importante en *Capsicum*, como el color, la forma y pungencia. (Bosland, 1996).

Las colecciones de Ají (*Capsicum spp*) de INIA (Perú) y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) contienen más de 900 accesiones de *Casicum spp*. (INIA cerca de 413 de ají; 296 de rocoto y la UNALM aprox. 200 de ají) colectadas de todas las regiones del Perú, y representan la colección de *Capsicum* más grande y diversa que alguna vez se haya reunido. Es de importancia histórica para el Perú y el mundo que esta diversidad tan espectacular se haya reunido.

La colección del INIA es el resultado de un proyecto inicial de conservación en la región del Ucayali colectando 105 accesiones de ají (*Capsicum annum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L.) financiado por la Agencia Alemana de Cooperación Internacional GIZ (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) en el años 1996 y 2001. Y luego la colecta nacional con el proyecto, “*Descubriendo el potencial de la diversidad de los cultivos olvidados para la diferenciación de productos de alto valor y la generación de ingresos para los productores: El caso de los ajíes en su centro de origen*”, este Proyecto fue financiado por la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) y liderado por Bioversity International, el año 2010. Donde se colecta 308 acciones de ají y 96 acciones de rocoto (*C. pubescens* Ruiz & Pav.). Haciendo un total de 413 accesiones de ají. Ambas colectas fueron realizadas por la Ing. Llerme Ríos Lobo (QEPD). La colección completa de semillas de ají se sembró en la Estación INIA-Donoso en Huaral para su multiplicación, tomando las medidas para evitar que se mezclen las variedades y así mantener la integridad genética de todas ellas.

Por otro lado La EEA Arequipa mantiene un banco de germoplasma ex –situ con 200 accesiones de rocoto, colectada por recursos ordinarios el año 2000. Luego el 2010 se suma a su colección las 96 accesiones de rocoto colectadas por la Ing. Llerme Ríos, haciendo un total de 269 accesiones, y que es la más grande colección de Rocoto (*C. pubescens*), en el Perú. Durante los tres años de duración el Proyecto involucró a socios como la Universidad de Hohenheim, Universidad de Hannover, Universidad de Wuppertal de Alemania; Fundación Proimpa, Centro de investigaciones Fitoecogenéticas de Pariumani, Fundación Instituto de Tecnología de Alimentos - ITA, de Bolivia, Instituto Nacional de Innovación Agraria y la Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM de Perú. La identificación taxonómica de la colección nacional de *Capsicum spp.* en el Perú sigue en curso, continuándose con la caracterización morfológica como molecular, y siendo complementada con fotografías de flores, hojas y frutos. El Dr. David Williams, Investigador Honorario de Bioversity, visitó del 27 de junio al 1ro. de julio del 2010 la UNALM y el INIA-Donoso para ayudar en la identificación taxonómica de sus dos grandes colecciones de *Capsicum spp.*

Los estudios también identificaron características bioquímicas diferenciales como propiedades antioxidantes que pueden combatir enfermedades degenerativas como el cáncer. Estos ajíes nativos presentan valores altos en su contenido de flavonoides, capsaicinoides, fenoles totales, grasa y vitamina C, por lo que pueden ser usados como insumos gastronómicos, industriales y para el cuidado de la salud.

La lista de descriptores de pasaporte para cultivos múltiples de FAO/Bioversity (Alercia et al., 2012) se deberá utilizar para documentar los datos de pasaporte, ya que es fundamental para el intercambio de datos entre bancos y países. También se deben utilizar los estándares existentes para la documentación de datos de caracterización, como los descriptores de cultivo de Bioversity International, así como descriptores de marcadores genéticos (De Vicente et al., 2004). Dados los avances realizados en el campo de la biotecnología, surge la necesidad de complementar los datos sobre caracteres fenotípicos con datos moleculares. Se deberán realizar esfuerzos para registrar los datos moleculares que se generen a través de la genómica, la proteómica, la metabolómica y la bioinformática.

El mantenimiento de registros relativos a los procesos de manejo de campo, entre los que se incluyen las operaciones rutinarias, es de enorme importancia para el buen manejo de la colección de campo. Es esencial documentar de forma apropiada registros de buena calidad de mapas de campo, tanto en papel como en formato digital. Los mapas antiguos deberán mantenerse y fecharse para posibles referencias en el futuro. Para el adecuado manejo de accesiones de diferentes tipos de especies es preciso llevar a cabo diversas prácticas de cultivo, las cuales deben documentarse con atención para garantizar su uso consistente a lo largo del tiempo y dar el tratamiento adecuado a las accesiones. El programa DIVA-GIS puede ser empleado para mapear y analizar datos de distribución biológica. Típicamente, los datos de distribución se refieren a localizaciones donde se han observado, o quizás colectado, especies diferentes. DIVA-GIS es usado, para identificar áreas de elevada diversidad; para predecir la posibilidad de encontrar una especie en áreas que aún no han sido exploradas; para estudiar la distribución de ciertos rasgos de interés; y para seleccionar y diseñar sitios con el objeto de realizar conservación in situ. DIVA-GIS puede ser particularmente útil para el análisis espacial de datos de distribución biológica, como los provistos por colecciones de historia natural o de recursos genéticos. DIVA-GIS puede importar bases de datos de colecciones biológicas utilizando los campos de latitud y longitud. Si se desconocen tanto la latitud como la longitud, pero se dispone información administrativa de la localidad (tales como el nombre del departamento, provincia o lugar), DIVA-GIS puede ser de ayuda en al asignar las coordenadas más probables. DIVA-GIS también tiene la capacidad de



comprobar automáticamente la exactitud de los datos de coordenadas. Los datos de coordenadas son algunas veces inexactos. Esto complica su análisis, y volvería inciertos a sus resultados. Sin embargo, hay mucho que se puede llevar a cabo para mejorar la calidad de los datos, y DIVA-GIS incluye herramientas que pueden facilitar esta tarea. Aún más importante resulta el hecho de que DIVA-GIS pueda asignar las coordenadas a accesiones que tengan una descripción de su localidad pero no de coordenadas, y puede ayudar en la verificación de la exactitud de accesiones que tienen ya coordenadas.

La mayoría de los bancos de germoplasma disponen actualmente de computadoras y acceso a Internet. Los sistemas informáticos de almacenamiento de datos e información facilitan el almacenamiento de toda la información relacionada con el manejo de colecciones de campo. Existen sistemas de manejo de información sobre germoplasma, como GRIN-Global, desarrollados específicamente para las necesidades de gestión de la documentación y la información comunes a todos los bancos de germoplasma. La adopción de los estándares de datos que actualmente existen para la mayoría de los aspectos de la gestión de los datos de los bancos de germoplasma facilita la gestión de la información y contribuye a mejorar el uso e intercambio de datos. Compartir y hacer pública la información de las accesiones a los posibles usuarios del germoplasma es primordial para facilitar y apoyar el uso de la colección. En última instancia, la conservación y la capacidad de utilizar el germoplasma conservado se promueven a través de una buena gestión de la información y los datos. El Servicio de Investigación Agrícola (ARS) y la organización Bioversity International están colaborando con el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos ('Global Crop Diversity Trust' en inglés) con el objetivo de desarrollar un sistema computarizado poderoso pero fácil de utilizar y basado en Internet, para el manejo de la información en los bancos de germoplasma de todo el mundo.

Todos los datos deberán mantenerse actualizados. También deberán duplicarse a intervalos regulares y las copias se deberán almacenar en un lugar alejado donde estén protegidas del fuego, de los fallos informáticos, etc.

Contar con registros escritos de los principales datos de pasaporte y copias en papel de los mapas de campo puede resultar de utilidad.

La falta o la pérdida de documentación, mapas de campo o etiquetas suponen riesgos para el uso óptimo del germoplasma e incluso pueden dar lugar a su pérdida si ello hace imposible su manejo y regeneración adecuados.

La incorrecta identificación de las especies impide el registro de toda la información necesaria para el manejo adecuado de las accesiones ni la identificación de las prácticas de cultivo apropiadas.

La falta de conocimiento sobre diversidad genética que conservan los pequeños agricultores en sus parcelas de cultivo, el traspatio o huertos familiares, conlleva al conocimiento limitado de la distribución geográfica del género *Capsicum* en Perú y de la variabilidad de las especies que se cultivan de forma comercial y para autoconsumo. En ese sentido, los recursos fitogenéticos relacionados con el género *Capsicum*, adquieren gran relevancia por el potencial genético que presentan y por ser la base para obtener variedades mejoradas. Al respecto se requiere caracterizar y rescatar la diversidad genética que se encuentra dispersa en las variedades criollas y en los parientes silvestres de *Capsicum* spp., ya que constituyen un arsenal para el mejoramiento genético del cultivo.

### III OBJETIVOS

#### III.1 Objetivo general

Elaborar el contenido para el catálogo del germoplasma de ají (*Capsicum spp*) del INIA.

#### III.2 Objetivos específicos

- Revisar los descriptores de *Capsicum* utilizados por un banco de germoplasma nacional y compararlo con los descriptores de *capsicum* publicado por Bioversity International (antes IBPGR o IPGRI), para definir coincidencias y divergencias y la forma de estandarizar la información de pasaporte conforme al formato internacional.
- Definir los textos básicos que expliciten los contenidos (datos) del catálogo de ají (*Capsicum spp.*) en cuanto a su contenido, estructura y forma de uso.

### IV. ENFOQUE y ALCANCE

Este contenido para un catálogo de pasaporte de la colección de germoplasma de *Capsicum* del Perú está enfocando y a disposición de los investigadores agrarios, fitomejoradores, tesistas, agricultores, agroindustriales y comunidad en general, con la finalidad de promover su uso. Además, en el corto plazo será posible acceder a estos datos y a los de caracterización de manera mecanizada a través de la página WEB del INIA mediante un sistema de información diseñado para la gestión de los recursos fitogenéticos y en el mediano plazo se incorporarán los módulos de conservación y distribución. Esperamos que el catálogo editado en el formato coreIDRAW y publicable que esté al alcance de personas interesadas en cultivar y comercializar ajíes nativos de Perú, quienes podrán solicitar semillas de materiales de su interés al banco de germoplasma del INIA. Además, esperamos que este catálogo pueda estimular más estudios sobre la rica diversidad de ajíes peruanos.

## V. ACTIVIDADES Y/O METODOLOGÍA

### VI. ACTIVIDADES

Las actividades a realizar que se constituyen en las líneas de acción son las siguientes:

**VI.1 Viaje a INIA Huaral Recolección de datos pasaporte de Ají (*Capsicum spp*).** Se realizó una visita de trabajo a la EEA Donoso los días 26 y 27 de Noviembre del 2015 previa coordinación con él y/o los encargados de las fichas de colecta de *Capsicum spp*, con la finalidad de digitalizar y/o fotografiar estas fichas.

**VI.2 Elaboración del inventario del germoplasma de Ají (*Capsicum*) de la EEA Donoso.** Luego de la información proporcionada de las fichas de colecta se constató que existen 413 accesiones de ají debidamente registradas.

**VI.3 Viaje a INIA Arequipa Recolección de datos pasaporte de Ají (*Capsicum*).** Se realizó una visita de trabajo a la EEA Santa Rita de Siguanas Arequipa previa coordinación con él encargados de las fichas de colecta de *Capsicum spp*, Ing. Jorge Medina con la finalidad de digitalizar y/o fotografiar estas fichas. Lamentablemente no existen las fichas de colecta de las 200 accesiones de rocoto. Solo se encontró las fichas de colecta de las 96 accesiones de rocoto.

**VI.4 Reunión de coordinación.** Luego de las vistas a la EEA Donoso y a la EEA Santa Rita Arequipa se hizo una reunión de coordinación con los especialistas del INIA. Donde se dio un alcance de la situación actual que se encuentran los ajíes en dichas estaciones experimentales.<sup>1</sup>

**VI.5 Elaboración del inventario del germoplasma de Ají (*Capsicum pubescens*) EEA Santa Rita Arequipa** Luego de la información proporcionada de las fichas de colecta se hizo un inventario general para saber el número de accesiones de *Capsicum pubescens* que tienen sus fichas respectivas.

**VI.6 Elaboración del inventario del germoplasma de Ají (*Capsicum pubescens*) EEA Santa Rita Arequipa.** Luego de la información proporcionada de las fichas de colecta se hará un inventario general para saber el número de accesiones de *Capsicum pubescens* que tienen sus fichas respectivas.

**VI.7 Entrega del Segundo Informe.** Elaboración del segundo informe entregable del avance del Servicio a 45 días calendario de la notificación de la orden de servicio, donde debe contener :

1. Plan de trabajo concordado y calendarizado por fechas y tareas. Anexo 1
2. Catálogo de ají, editado en CorelDraw (*Capsicum spp*.) Anexo 2.
  - Archivo editable en formato CorelDRAW de la colección completa de las 413 accesiones de ají (*Capsicum annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* L.). (Anexo DVD).
  - Archivo editable en formato CorelDRAW de la colección completa de las y 296 de rocoto (*C. pubescens*). (Anexo DVD).
3. Listado de documentos (fichas), archivos y bases de datos de las colecciones de ají (*Capsicum spp*).
  - Base de datos del *Capsicum spp* en Excel. (Anexo DVD).
  - Archivo fotográfico de las accesiones de la colección nacional de *Capsicum spp*. (Anexo DVD)
  - Mapas del Perú, departamentos, provincias de la diversidad genética de ají y rocoto en formato: JPG, PDF y shape (\*.shp). (Anexo DVD)

## METODOLOGIA

La metodología empleada fue de gabinete donde se comparó, verifico y sistematizo la información de pasaporte que se encuentra en la base de datos del INIA. Estos datos del contenido de pasaporte de ahí fueron diseñados en una tabla en Excel, según Lista de descriptores de pasaporte para cultivos múltiples desarrollada por la FAO y el IPGRI en diciembre (DPCM)( ver anexo 6).

La metodología para verificación de la longitud y latitud de las fichas de colecta, fueron hechas manualmente donde se corrigió algunos puntos que no coincidían, lo cual tomo mucho tiempo. Ya que en la colecta emplearon un sistema sexagesimal (un sistema de cálculo con 60 como número base) de 'minutos' y 'segundos'. Por ejemplo, latitud de 14°08'15" S (14 grados, 8 minutos, 15 segundos, hemisferio sur). Pero en la era digital, este sistema se ha notado mucho más complejo y sujeto a errores. En lugar de esto, lo que se usa ahora es un sistema decimal en computación geográfica. El sistema decimal tiene sólo un número y no tiene letras, con el signo indicando. Para convertir desde longitud y latitud a grados, minutos, segundos y hemisferio, a grados decimales, se usa la siguiente fórmula:

$$CD = h^{\circ} [d + m/60 + s/3600]$$

Dónde: d son los grados (°), m los minutos ('), s los segundos; h = 1 para el hemisferio Norte y Este, y -1 para hemisferio Sur y Oeste.

Luego de comparar y que todo este correcto se procedió hacer los mapas de distribución geográfica usando el Software libre DIVA GIS, donde se comprobó automáticamente la exactitud de los datos de coordenadas. Entonces se elaboró los mapas de distribución geográfica de *Capsicum spp.* ya que es software es utilizado para mapear las ubicaciones en donde se colectaron las muestras y se analizó también los datos de distribución de puntos para producir mapas.

Estos datos del contenido para un catálogo de pasaporte de la colección de germoplasma de *Capsicum spp.* están consignados en el formato Excel, para luego se editó estos datos en una versión editable en CorelDRAW que es una aplicación informática de diseño gráfico vectorial, es decir, que usa fórmulas matemáticas en su contenido. Ésta, a su vez, es la principal aplicación de la suite de programas CorelDRAW Graphics Suite ofrecida por la corporación Corel y que está diseñada para suplir múltiples necesidades, como el dibujo, la maquetación de páginas para impresión y/o la publicación web, todas incluidas en un mismo programa.

## VI. RESULTADOS

- Tabla en Excel, del contenido para un catálogo de pasaporte de la colección del germoplasma de *Capsicum spp.* de 413 acciones de ají (*C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense* y *C. annuum*.) de once departamentos: Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Huánuco, Lambayeque, Lima, Loreto, Puno, Piura, San Martín y Ucayali. (Anexo DVD).
- Tabla en Excel, del contenido para un catálogo de pasaporte de la colección del germoplasma de *Capsicum spp.* de 296 acciones de rocoto (*C. pubescens*) de 7 departamentos: Apurímac, Ayacucho, Arequipa, Cajamarca, Huánuco, Piura y Puno. (Anexo DVD).
- Tabla editada y publicable en formato CorelDRAW del contenido para un catálogo de pasaporte de la colección del germoplasmas de *Capsicum spp.* de las 413 acciones de ají (*C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense* y *C. annuum*.) (Anexo DVD).
- Tabla editada y publicable en formato CorelDRAW del contenido para un catálogo de pasaporte de la colección del germoplasma de Rocoto (*C. pubescens*) (Anexo DVD).
- Mapas del Perú, departamentos, provincias de la diversidad genética de ají y rocoto en formato: JPG, PDF y shape (\*.shp) (Anexo DVD)
- Los datos de las coordenadas geográficas en algunos puntos son inexactos. Esto complica el análisis, y volvería inciertos a los resultados. Sin embargo, hay mucho que se puede ubicar con el software de DIVA-GIS que incluye herramientas que pueden facilitar esta tarea. (Anexo DVD)
- Se encontraron 183 puntos nos coincidentes a nivel de distrito 4 a nivel de provincia y 0 a nivel de departamento en la colección nacional de ají (*C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense* y *C. annuum*.) (Anexo DVD)
- Se encontraron 53 puntos nos coincidentes a nivel de distrito, 20 a nivel de provincia y 0 a nivel de departamento en la colección nacional de rocoto (*C. pubescens*). (Anexo DVD)
- Solo hay 99 fichas de colecta de rocoto, se trató de ubicar las 200 primeras. El Ing. Jorge Medina de la EEA Arequipa nos informa que estas fichas de colecta se llevaron a Lima. Así como también el cuaderno donde hizo sus los apuntes de colecta de rocoto, informa que está en la oficina de documentación de la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología - DRGB. A la fecha de hoy no se han encontrado ni las fichas tampoco el cuaderno de apuntes, quedando con el compromiso de buscar con más detenimiento las fichas de colecta. Solo se cuenta con las fotografías, algunos apuntes.

## VIII. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

### VIII.I CONCLUSIONES

- La base de datos de *Capsicum spp* contiene 413 accesiones de la colección nacional de ají del Perú de once departamentos de cuatro especies nativas cultivadas: *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense* y *C. annum*. con sus fichas de colecta respectivas, así como también la base de datos completa en Excel (INIA, LIMA). Estos datos se obtuvieron de la EEA Donoso Huaral, donde también mantienen en germoplasma ex situ.
- La base de datos de rocoto: *C. pubescens* contiene 296 accesiones de la colección nacional de 7 departamentos, y no 299 reportadas por Bioversity Internacional (Libreros & col, 2013) ya que dentro de Banco de germoplasma de la Estación Experimental Arequipa se encontró tres accesiones que no son rocoto: Cp-Pe-0219, Cp-Pe-0220, Cp-Pe-0221. Esta colección nacional de Rocoto ex situ está ubicada en la EEA Arequipa en Santa Rita de Siguan.
- Los datos pasaporte de las 413 accesiones de *Capsicum spp.* se encuentran en revisión y evaluación (que incluye que los datos consignados en la base de datos de la DRGB) versus la evaluación de campo ex situ en la EEA Donoso-Huaral, Lima.
- Acta de Presentación y Aprobación del Plan de Trabajo. Orden de servicio N° 1793, el día 23 de Noviembre del 2015. Sala de reuniones de la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología del INIA.

### VIII.II RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener las Fichas de colecta completa de *Capsicum spp.* de la colección nacional ya que como centro de origen de ese cultivo tenemos la mayor diversidad genética así como también el mayor número de accesiones de capsicum y este banco de germoplasma se siga incrementando y así tener el mayor número de accesiones de ají. Para luego poder caracterizarlo ex situ.
- Usar los descriptores de pasaporte para cultivos múltiples (DPCM) para suministrar, a nivel internacional, normas fijas que faciliten el intercambio de información de pasaporte del germoplasma.
- Se debe priorizar la utilización del código de barras para la identificación de cada planta en el campo así como también en las semillas, para que no haya una confusión a la hora del sembrado.
- Los lugares que no tienen coordenadas geográficas (latitud y longitud) el DIVA-GIS pueda asignar las coordenadas a accesiones que tengan una descripción de su localidad esto se debe hacer con el especialista que haya colectado conjuntamente con el encargado de la base de datos.
- Un error muy frecuente es en la transcripción de los apuntes de colecta a las fichas de colecta. Lo que se sugiere que la persona que ha colectado haga las fichas de colecta en todo caso que supervise de manera minuciosa el llenado

de las fichas de colecta, ya que se ha encontrado los errores en la altitud y longitud y fue muy laborioso asignar los nuevos puntos de georeferenciación.

- Los puntos no coincidentes es posible que se deba en su mayoría de casos que este mal escrito, que falta tildes, no coincida entre mayúsculas y minúsculas, ya que el menor error que haya el programa del DIVA GIS votara error y quedara como punto no encontrado.
- Se recomienda integrar los datos de caracterización y evaluación en libros de campo. La evaluación agronómica, en general, no está integrada con el sistema de documentación, aunque la Unidad de Recursos Genéticos del INIA considera esta posibilidad en un futuro próximo.
- La disminución o pérdida de las accesiones se debe principalmente a problemas presupuestales que afrontan las instituciones del país, pues dichas colecciones fueron establecidas con proyectos de cooperación técnica que tienen una duración en el tiempo, y además a causas relacionadas a factores medioambientales y a plagas y enfermedades, lo que hace muy difícil continuar manteniendo el germoplasma, sobre todo en las especies con reproducción por semilla vegetativa. En tal sentido se recomienda tener una partida presupuestal para mantener dicho banco de germoplasma ex situ.
- Toda la información y los datos generados durante el proceso de adquisición, establecimiento de la colección, manejo en campo, regeneración, caracterización, evaluación y distribución deben ser registrados. Estos datos e información abarcan desde los detalles de las características genéticas de las accesiones y las poblaciones individuales hasta la información proporcionada por las redes de distribución y los usuarios. Además de los datos de pasaporte y los descriptores normalizados de especies cultivadas, otros tipos de datos específicos de las colecciones de campo que se deben registrar son por ejemplo catálogos de plantas, imágenes (fotografías, dibujos), fechas de plantación y de recolección y notas sobre el historial de verificación de la identidad.

## VII GLOSARIO

- **Banco de Germoplasma.-** Entidad constituida para conservar los recursos genéticos. Constituye la manera más práctica de salvaguardar el material genético. Almacena muestras de variedades tradicionales, productos del mejoramiento, variedades fuera de uso y especies silvestres (Pineda y Mejía 2005).
- **Datos de pasaporte:** Información básica sobre el origen de una accesión, que incluye datos como el sitio donde se colectó, el pedigrí u otra información relevante que ayude a identificarla.
- **Deriva genética:** Cambios en la composición genética de una población cuando el número de individuos se reduce por debajo de la frecuencia de ciertos alelos dentro de ella.
- **Descriptor:** Rasgo, característica o atributo de una accesión, que se puede identificar y medir, y que se utiliza para facilitar la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de datos
- **DIVA-GIS.** Versión 4. Sistema de Información Geográfica para el. Análisis de Datos de Distribución de Especies.
- **Diversidad genética:** Variedad de rasgos genéticos que resultan en características diferenciadoras.
- **Documentación:** Colección organizada de registros que describen la estructura, el propósito, el funcionamiento, el mantenimiento y los requerimientos de datos.
- **Germoplasma Vegetal:** El término «germoplasma» de una especie vegetal cultivada incluye: a) cultivares nativos de la especie; b) cultivares mejorados; c) poblaciones en proceso de mejoramiento; d) especies silvestres relacionadas, y e) especies cultivadas relacionadas.
- **Germoplasma:** Material genético que forma la base física de la herencia biológica y que se transmite de una generación a la siguiente a través de células de germinación
- **Número de accesión:** Número de identificación único que el curador asigna a una accesión cuando la ingresa a una colección. Este número nunca se debe asignar a otra accesión.
- **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Sistemas que nos permiten la recopilación, visualización, procesamiento y análisis automatizado de información espacial y atributos asociados.
- **Sistema GRIN:** ('Germplasm Resources Information Network' en inglés), una base de datos que almacena información sobre más de 480,000 accesiones (distintas variedades de plantas) en las colecciones del Sistema Nacional de Germoplasma de Cultivos de EE.UU.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alercia, A., Diulgheroff, S. y Mackay, M. 2012. FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2). Roma, FAO y Bioversity International (disponible en: [http://www.bioversityinternationalorg/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternationalorg/uploads/tx_news/1526.pdf)).
- Bosland, P. W. 1996. Capsicums: Innovative uses of ancient crop. En Janick J. (ed). Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, V. A. p. 479- 487.
- De Vicente, M.C., Metz, T. y Alercia, A. 2004. Descriptors for genetic markers technologies. Roma, IPGRI.
- Eshbaugh W.H. 1983. The genus Capsicum in Africa. Bothalia 14: 845-848.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. (IBPGR). 1983. Genetic Resources of Capsicum. Roma, 49 p.
- Libreros, D, van Zonneveld, M., Petz, M., W. Meckelmann, S., Ríos, LI., Peña, K., Amaya, K., y Ramírez, M. 2013. Catálogo de ajíes (*Capsicum* spp.) peruanos promisorios conservados en el banco de semillas del INIA – Perú. Bioversity International, Cali Colombia.
- McLeod, M. J., S. I. Guttman, W. H. Eshbaugh y R. E. Rayle. 1983. An electrophoretic study of evolution in *Capsicum* (Solanaceae). *Evolution* 37: 562 – 574
- McLeod, M.J., Guttman, S.I., and Eshbaugh, W.H. 1982. Early evolution of chili pepper (*Capsicum*). *Economic Botany* 36: 361-368.
- Moscone EA, Scaldaferrero MA, Grabiele M, Cecchini NM, García YS, Jarret R, Daviña JR, Ducasse DA, Barboza GE and Ehrendorfer F (2007) The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. *Acta Horticulturae* 745 : 137-169.
- Ortiz R, Delgado FF, Alvarado G and Crossa J. 2010. Classifying vegetable genetic resources- A case study with domesticated *Capsicum* spp. *Scientia Horticulturae* 126:186-19.
- Painting, K.A, Perry, M.C, Denning, R.A. y Ayad, W.G. 1993. Guía para la documentación de recursos genéticos. Roma, IPGRI.
- Pickersgill, B. 1969B. The domestication of chile peppers In: P.J. Ucko e G.W. Dimbleby (eds) *The domestication and exploitation of plants and animals*. Duckworth and Co., London: 443-450.
- Rao, N.K., J. Hanson, M.E. Dulloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8. Bioversity International, Roma, Italia.
- Thampi, P.S.S. 2003. A glimpse of the world trade in *Capsicum*. In: Krishna De, A. (Eds.). *Capsicum: The Genus Capsicum*. CRC Publisher. Pp: 16-24.

- USDA, ARS/Bioversity International/Fondo mundial para la diversidad de cultivos. GRIN-Global. Germplasm Resource Information Network Database - Version 1 (disponible en: [http://www.gringlobal.org/index.php/Main\\_Page.html](http://www.gringlobal.org/index.php/Main_Page.html)).
- WALSH, B.M. & S.B. HOOT. 2001. Phylogenetic relationships of Capsicum (Solanaceae) using DNA sequences from two noncoding regions: the chloroplast atpB-rbcL spacer region and nuclear waxy introns. Int. J. Plant Sci. 162(6):1409-1418.

## X ANEXOS

- Acta de aprobación del Plan de trabajo, que incluye las metodologías propuestas para la edición temática del catálogo de pasaporte del ají (*Capsicum spp*).
- Plan de trabajo concordado y calendarizado por fechas y tareas. (DVD)
- Archivo editable en formato CorelDRAW de la colección completa de las 413 accesiones de ají (*Capsicum annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* L.). (Anexo DVD).
- Archivo editable en formato CorelDRAW de la colección completa de las y 296 de rocoto (*C. pubescens*). (Anexo DVD).
- Base de datos del *Capsicum spp* en Excel. (Anexo DVD).
- Archivo fotográfico de las accesiones de la colección nacional de *capsicum spp*. (Anexo DVD)
- Mapas del Perú, departamentos, provincias de la diversidad genética de ají y rocoto en formato: JPG, PDF y shape (\*.shp). (Anexo DVD).
- Tabla en Excel, del contenido para un catálogo de pasaporte de la colección del germoplasma de *Capsicum spp*. de 296 acciones de rocoto (*C. pubescens*) de 7 departamentos: Apurímac, Ayacucho, Arequipa, Cajamarca, Huánuco, Piura y Puno. (Anexo DVD)
- Tabla editada y publicable en formato CorelDRAW del contenido para un catálogo de pasaporte de la colección del germoplasmas de *Capsicum spp*. de las 413 acciones de ají (*C. baccatum*, *C. frutescens*. *C. chinense* y *C. annum*.) (Anexo DVD)