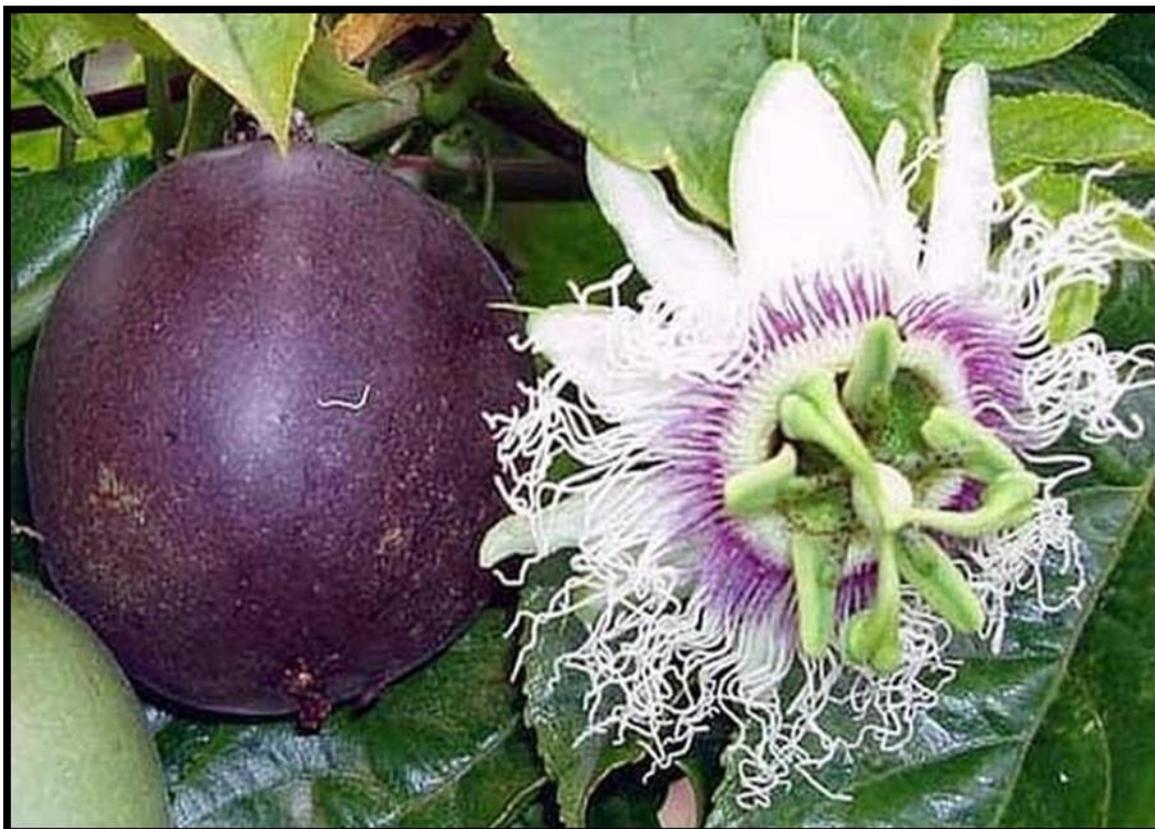


**Estación Experimental Santa Catalina
Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos**

Informe Anual 2021



Mejía – Pichincha – Ecuador
Enero / 2022

Tabla de Contenido

Información general.....	4
Financiamiento:	4
Proyectos:.....	4
Manejo del Banco de germoplasma.....	4
Fortalecimiento de las comunidades indígenas de Cotacachi–Ecuador en la conservación y uso de RFAA como mecanismo para la distribución justa y equitativa de los beneficios- TIRFAA	4
Socios estratégicos para investigación:.....	5
Publicaciones:	5
Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión a nivel nacional o internacional:	6
Propuestas presentadas:	7
Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:	10
Hito 1: Conservación <i>ex situ</i> de colecciones	10
Actividad 1. Mantenimiento de 14532 accesiones de diferentes cultivos en banco activo a -10°C y banco base a -15°C.....	10
Actividad 2. Manejo en campo de morfotipos de oca y mashua y la colección nacional de melloco.....	14
Actividad 3. Manejo en campo las colecciones de zanahoria blanca, jícama, miso y achira.....	18
Actividad 4. Mantenimiento del jardín experimental de observación de especies medicinales de la Sierra Ecuatoriana.....	22
Actividad 5. Manejo <i>in vitro</i> de 966 accesiones de Raíces y Tubérculos Andinos - RTAs y otros cultivos.....	25
Hito 2: Monitoreo de la viabilidad del banco	30
Actividad 1. Pruebas de germinación de colecciones del banco de germoplasma del INIAP.....	30
Hito 3: Colecta de germoplasma.....	35
Actividad 1. Colecta del género <i>Gossypium</i> spp. en Ecuador.....	36

Hito 4. Fortalecimiento de las comunidades indígenas de Cotacachi – Ecuador en la conservación y uso de recursos ritogenéticos para la alimentación y la agricultura.	41
Actividad 1. Evaluación agronómica de variedades mixturadas de fréjol en la Granja La Pradera de la UTN.....	41
Actividad 2. Feria de intercambio de semillas y gastronómica.	90
Actividad 3. Valoración cuantificada de la agrobiodiversidad de comunidades rurales del cantón Cotacachi.....	98
Hito 5. Documentación de germoplasma.....	105
Actividad 1. Migración datos pasaporte de ECUCOL a GRINGLOBAL.	107
Actividad 2. Base datos GENESYS.....	112
Hito 6. Otras Actividades.....	115
Actividad 1. Apoyo a estudios de diversidad en la Granja El Socavón de Galápagos.....	115
Actividad 2. Conceptualizando la Domesticación y Diversificación de Cultivos entre los Runa Amazónicos en Ecuador.....	119
Actividad 3. Identificación de áreas de conservación de la agrobiodiversidad.....	121
Actividad 4. Elaboración del Tercer Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación.....	136
Actividad 5. La agrobiodiversidad y aspectos nutricionales en fincas representativas del proyecto “Sello de la Agrobiodiversidad Familiar Campesina: comercialización asociativa e inclusiva en la frontera norte del Ecuador”.....	165
Actividad 6. Establecimiento y regeneración <i>in vitro</i> de parientes silvestres de camote (<i>Ipomoea</i> spp.) con fines de conservación de la especie.....	187
Actividad 7. Establecimiento y regeneración <i>in vitro</i> de cedro (<i>Cedrela</i> spp.) a partir de yemas laterales con fines de conservación de la especie.	191
Referencias.....	196

INFORME ANUAL 2021

INFORMACIÓN GENERAL

1. **Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF)**
2. **Nombre Director de la Estación Experimental:**
Jorge Rivadeneira, Estación Experimental Santa Catalina
3. **Responsable del Departamento / Programa en la Estación Experimental:**
César Tapia Bastidas / Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF)
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**
Álvaro Monteros A. - Responsable de colecciones en cámara fría
Marcelo Tacán P. – Responsable de colecciones en campo
Alberto Roura C. – Responsable de colecciones *in vitro*
Eduardo Ordoñez G. – Responsable de documentación (desde agosto 2020)
Juan Villarroel E. – Apoyo agronómico (hasta mayo del 2021)
Maribel Cevallos F. – Secretaria (tiempo parcial)
5. **Financiamiento:**
Fondos de inversión, Estación Experimental Santa Catalina, financiamiento del Estado.
Asistencia técnica, Estación Experimental Santa Catalina.
6. **Proyectos:**
 - 6.1 **Manejo del Banco de germoplasma**
Financiamiento: Gasto Corriente del Estado
Presupuesto: 10.000 dólares
Fecha de Inicio: enero 2021
Fecha de terminación: diciembre 2021
 - 6.2 **Fortalecimiento de las comunidades indígenas de Cotacachi–Ecuador en la conservación y uso de RFAA como mecanismo para la distribución justa y equitativa de los beneficios- TIRFAA**
Financiamiento: Tratado Internacional de Recursos Filogenéticos para Alimentación y la Agricultura
Presupuesto: 250.000 dólares americanos
Fecha de Inicio: octubre 2018
Fecha de terminación: abril 2022
 - 6.3 **La agrobiodiversidad y aspectos nutricionales en fincas representativas del proyecto “Sello de la Agrobiodiversidad Familiar Campesina: comercialización asociativa e inclusiva en la frontera norte del Ecuador”**
Financiamiento FIEDS, Cooperación Internacional
Presupuesto: 10.000 dólares americanos
Fecha de inicio: abril 2021
Fecha de terminación: enero 2022

7. Socios estratégicos para investigación:

Socio	Proyecto y/o actividad
<u>Nacionales</u>	
Jardín Botánico de Quito (Fundación Botánica de los Andes)	Proyecto: Manejo del banco de germoplasma. Actividad: Establecimiento de un jardín etnobotánico.
Pontificia Universidad Católica de Ecuador sede Ibarra	Proyecto: Manejo del banco de germoplasma. Actividad: Colecta de RTAs.
Universidad Técnica del Norte	Proyecto: Manejo del banco de germoplasma. Actividad: Refrescamiento de granos andinos y fortalecimiento del Centro de Bioconocimiento – CBDA.
Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi – UNORCAC	Proyecto: TIRFAA Actividad: Conservación y uso de agrobiodiversidad.
<u>Internacionales</u>	
Crop Trust	Proyecto: Silvestres Actividad: donante. Actividad: Colecta de germoplasma.
FAO	Proyecto: <i>Gossypium</i> . Actividad: Colecta, caracterización y evaluación.
Universidad Politécnica de Madrid	Proyecto: Manejo del banco de germoplasma. Actividad: Conservación de germoplasma.
Universidad de Tulane	Proyecto: Kichwa Napo. Actividad: Estudio etnobotánico.
Universidad Santiago de Compostela	Proyecto: Doctorado en Agricultura y Medioambiente. Actividad: Tesis estudiantes de doctorado y dirección de tesis.

8. Publicaciones:

- Monteros-Altamirano, A., Tapia, C., Paredes, N., Alulema, V., Tacán, M., Roura, A., Lima, L. y Sørensen, M. (2021). Morphological and Ecogeographic study of the diversity of Cassava (*Manihot esculenta*) in Ecuador. *Agronomy*, 11, 1844. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091844http>

- Chalampunte-Flores, D., Tapia, C., y Sørensen, M. (2021). The Andean Lupine- 'El Chocho' or 'Tarwi' (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Biodiversity Online J.* 1(4). BOJ.000520.2021.
- Tapia, C., Torres, E., Paredes, N., y Parra-Quijano, M. (2021). Morphological and eco-geographic diversity analysis of maize germplasm in the high-altitude Andes region of Ecuador. *Plant Genetic Resources*. DOI: (<https://doi.org/10.1017/S1479262121000125>).
- Monteros-Altamirano, Á., Tapia, C., y Tacán, M. (2021). Naranjilla *Solanum quitoense*. In International Potato Center. Los Andes y los alimentos del futuro. 50 andean future foods. Frutas. Iniciativa Andina, CIP, CGIAR. Lima, Perú. 246-249 p.
- Tacán, M., Tapia, C., y Monteros-Altamirano, Á. (2021). Tomate de árbol *Solanum betaceum*. In International Potato Center. Los Andes y los alimentos del futuro. 50 andean future foods. Frutas. Iniciativa Andina, CIP, CGIAR. Lima, Perú. 230-233 p.
- Monteros-Altamirano, Á. R., Yumisaca-Jiménez, F., Aucancela-Huela, R., Coronel, J., Corozo-Quíñonez, L., and Cunguán, K. (2021). Potato Landraces and Their Wild Relatives in 3 Micro-centers of Diversity in Ecuador: Farmers' Perception and Ecogeography. *Genet Resour Crop Evol.* <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01285-3>.
- Monteros-Altamirano, A., y Delgado, R. (2021). Late blight resistance of Ecuadorian potato landraces: field evaluation and farmer's perception. *Agrorevista Luz*, Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Venezuela. Volumen 38 (3): 505-524 DOI: ([https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n3.03](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n3.03)).
- Barrera, V., Monteros-Altamirano, Á., Valverde, M., Escudero, L., Allauca, J., and Zapata, A. (2021). Characterization and Classification of Agricultural Production Systems in the Galapagos Islands (Ecuador). *Agricultural Sciences*, 12, 481-502. <https://doi.org/10.4236/as.2021.125031>

9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión a nivel nacional o internacional:

- Roura, A. (05 de mayo del 2021). Webinar Sobre "Recursos Fitogenéticos: importancia y conservación" organizado por el colectivo iD-Speech Biotechnology (Divulgación de alto impacto).
- Monteros, A. (30 de junio al 1 de julio de 2021) IX Congreso Ecuatoriano de La Papa". U. Técnica de Cotopaxi. Virtual.
- Roura, A. (22 de julio del 2021). Charla Virtual Sobre "Recursos Fitogenéticos: importancia y conservación". Para la Cátedra de "Cultura de Células e Tecidos Vegetais" que forma parte del Programa de Posgrado en Biotecnología de la Universidade do Vale do Taquari-Univates.
- Tapia, C. (12 de agosto al 5 de noviembre de 2021). Primer Diplomado Internacional en Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura:

- uso y conservación sostenible. Organizado por la Universidad Autónoma de Querétaro. México. Virtual.
- Monteros A. (5 al 8 de octubre de 2021) "XVIII Congreso Latinoamericano de Genética, LIV Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile, XLIX Congreso Argentino de Genética, VIII Congreso de la Sociedad Uruguaya de Genética, I Congreso Paraguayo de Genética y V Congreso Latinoamericano de Genética Humana", Chile, Virtual.
 - Roura, A. (12 de noviembre del 2021). Charla Virtual Sobre "Estudios preliminares para la conservación *in vitro* de especies Forestales y Silvestres", como parte del Encuentro Científico del Programa de Posgrado en Biotecnología de la Universidade do Vale do Taquari-Univates.
 - Roura, A. (24-26 noviembre del 2021). II Congreso Internacional de Biotecnología. Organizado por la Universidad de las Américas en Ecuador, exposición de póster.
 - Tapia, C., Roura, A., y Monteros, A. (30 de noviembre al 3 de diciembre de 2021). XIII Simposio Internacional de Recursos Fitogenéticos para las Américas y El Caribe. Organizado por Agrosavia y la Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Virtual.
 - Tapia, C., Monteros, A., Tacán M, y Roura A. (8 diciembre 2021) "Conocimientos Tradicionales una riqueza intangible del Ecuador", dirigido a técnicos de las Direcciones Distritales de Pichincha, Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo del Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG.

Además, el DENAREF recibió visitas de estudiantes de Universidades. En la Tabla 1, se detallan las visitas recibidas en el 2021.

Tabla 1. *Visitas recibidas por el DENAREF durante el 2021.*

Institución	Visitantes
Universidad Técnica de Machala	24
Universidad Central del Ecuador	5
Ministerio de Agricultura de la Provincia de Tungurahua	5
Ministerio de Agricultura de la Provincia del Azuay	30
Total	64

10. Propuestas presentadas:

Propuesta 1.

Título: Conservación y uso sostenible de parientes silvestres de cultivos (PSC) y especies silvestres comestibles (ESC), bajo un marco institucionalizado y el desarrollo de iniciativas comunitarias rurales en el Ecuador.

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: GEF

Fecha presentación: diciembre 2020

Responsables: César Tapia

Equipo multidisciplinario: FAO, Prefectura de Napo, UNORCAC, UTN, PUCESI

Presupuesto: 1.000.000 USD

Duración proyecto: 3 años

Estado: PIF aprobado

Fecha probable inicio ejecución: cuarto trimestre 2022

Propuesta 2.

Título: Investigaciones que promueven la seguridad alimentaria y el manejo de recursos naturales en los sistemas de producción agropecuaria de las islas Galápagos como mecanismos de adaptación al cambio climático.

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: FIASA

Fecha presentación: noviembre 2021

Responsables: Álvaro Monteros, Víctor Barrera, Elena Villacrés

Equipo multidisciplinario: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP EESC, ELS, CBDA Galápagos)

Presupuesto: 1.395.033 USD

Duración proyecto: 3 años

Estado: Sometido a Dirección Investigaciones INIAP

Fecha probable inicio ejecución: 2022 o 2023

Propuesta 3.

Título: Red de biocentros en el Ecuador

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: KOIKA

Fecha presentación: enero 2021

Responsables: Alberto Roura, Álvaro Monteros, César Tapia, Marcelo Tacán

Equipo multidisciplinario: INABIO

Presupuesto: 200.000 USD

Duración proyecto: 1 año

Estado: Aprobado

Fecha probable inicio ejecución: 2022

Propuesta 4.

Título: Fortalecimiento del banco de germoplasma del INIAP

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: Fondo Mundial de Diversidad de Cultivos

Fecha presentación: noviembre 2021

Responsables: Álvaro Monteros, César Tapia, Marcelo Tacán, Alberto Roura

Presupuesto: Por definir

Duración proyecto: Por definir

Estado: Presentado

Propuesta 5.

Título: Banco de germoplasma del INIAP

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: FIASA

Fecha presentación: julio 2021

Responsables: César Tapia, Álvaro Monteros, Marcelo Tacán, Alberto Roura

Presupuesto: 290.000 USD

Duración proyecto: Un año

Estado: Aprobado

Propuesta 6.

Título: Banco de germoplasma del INIAP

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: Darwin I. (UK).

Fecha presentación: enero 2021

Responsables: Álvaro Monteros, Shelag Kell, Chris Cockel

Equipo multidisciplinario: INIAP, University of Birmingham, Kew Botanic Gardens.

Presupuesto: 9.900 £

Duración proyecto: 6 meses

Estado: Aprobado

Fecha probable inicio ejecución: 2022

Propuesta 7.

Título: Mas Semillas: Mas Biodiversidad, Mas Desarrollo Sostenible, Mas Algodón

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: Biobridge

Fecha presentación: septiembre 2021

Responsables: Emmanuel Salgado FAO, Álvaro Monteros, Andrés Simbaña

Equipo multidisciplinario: FAO, INIAP, PUCESI.

Presupuesto: 2.000 USD

Duración proyecto: 6 meses

Estado: Aprobado

Fecha probable inicio ejecución: 2022

11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

Hito 1: Conservación *ex situ* de colecciones

Actividad 1.

Título: Mantenimiento de 14.532 accesiones de diferentes cultivos en banco activo a -10°C y banco base a -15°C .

Responsable: Álvaro Monteros A.

Colaboradores: Juan Villarroel (hasta mayo 2021) y Eduardo Ordoñez (documentación).

Antecedentes:

La principal función de los bancos de germoplasma es conservar accesiones a largo plazo de una gran diversidad de recursos fitogenéticos, y permitir su accesibilidad para programas de fitomejoramiento, investigadores, comunidades indígenas, y otros usuarios, dentro de los parámetros legales establecidos. Los materiales conservados son la partida para el mejoramiento de los cultivos, por lo que es de suma importancia su conservación para la seguridad alimentaria y nutricional mundial. Es de importancia el manejo adecuado de los bancos de germoplasma, para lo cual se debe poner en práctica normas y procedimientos que garanticen la viabilidad y la disponibilidad de los recursos fitogenéticos conservados (FAO, 2014; Monteros-Altamirano et al., 2018).

Los bancos de germoplasma manejan en la mayoría de los casos tres técnicas de conservación *ex situ*: conservación en cámaras frías, cultivo en campo y cultivo *in vitro*. El presente reporte se refiere a la conservación en cámaras frías de semillas ortodoxas (es decir, tolera baja temperatura a baja humedad interna, sin perder viabilidad).

Objetivos:

General:

Conservar la variabilidad genética de germoplasma con semilla ortodoxa en el banco de germoplasma del INIAP.

Específicos:

- Conservar *ex situ* parte de la agrobiodiversidad ecuatoriana que presenta semillas de comportamiento ortodoxo en el DENAREF-EESC.

- Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos relacionados a la conservación como semilla.

Metodología:

Para la conservación en cámaras frías (Banco Base y Banco Activo) se utilizó el protocolo aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP-DI-2016-522-MEM) referente a la “Guía para el Manejo y Conservación de Recursos Fitogenéticos en Ecuador” (Monteros-Altamirano et al., 2018).

Adquisición de semillas

La adquisición de germoplasma se realizó a través de colecta; en el caso de ingresar germoplasma por otras fuentes externas, como intercambio de germoplasma, se deben seguir procedimientos cuarentenarios.

La conservación de germoplasma en cámaras refrigeradas se da cuando la especie a ser conservada tiene semillas de comportamiento ortodoxo. Para esto se requirió que las muestras de semillas conservadas mantengan la integridad genética y la viabilidad al más alto nivel posible, durante períodos prolongados. Para determinar si una especie tiene semilla ortodoxa, recalcitrante o intermedia se debe referir a Hong y Ellis (1996).

Secamiento de semillas ortodoxas

Previamente al secado, a las muestras de semillas ortodoxas colectadas se les limpió de impurezas (piedras o restos de material vegetal como hojas, pedúnculos, etc.), y eliminó las semillas amorfas o con enfermedades y plagas. Luego de la limpieza, se determinó el contenido de humedad. En el DENAREF se utilizan determinadores de humedad portátiles.

Luego las semillas fueron acondicionadas en cuartos de secamiento, para esto la FAO, (2014) recomienda condiciones de 5-20°C y 10-25% humedad relativa (HR); en el DENAREF se acondicionan en ambientes a 20°C y 30-40% de HR. El secamiento de semillas de oleaginosas se da hasta porcentajes de entre 3 y 8% de humedad interna (HI), como el caso de la soya, y entre 5 y 11% de HI para especies de semillas con contenido de almidón, como, por ejemplo, maíz, trigo, etc. (Engels y Visser, 2003). En el DENAREF se utilizaron determinadores de humedad portátiles fabricados para semilla comercial, para controlar el contenido de humedad durante el proceso de secado.

Determinación de la germinación inicial (pruebas de viabilidad)

Una submuestra de semillas ortodoxas debe ser extraída antes de empacar e ingresar al cuarto de almacenamiento para realizar la prueba de germinación inicial.

Este porcentaje de germinación inicial es clave y debe ser documentado, ya que es el dato inicial de referencia para las pruebas posteriores que indicarán si existe una pérdida de la viabilidad, lo que facilita la decisión de refrescamiento del material conservado. De acuerdo al número de semillas disponibles en la muestra, se escoge el número de semillas que se usarán para el porcentaje de germinación. FAO, (1994) sugiere usar dos repeticiones de 100 semillas cada una. Sin embargo, si no existe suficiente número de semillas se pueden realizar dos repeticiones de 10 cada una (experiencia DENAREF). La germinación se hizo en condiciones controladas de humedad, temperatura y luminosidad que varía de acuerdo a la especie y puede ser consultada en IBPGR (1985 a, b). El DENAREF utiliza germinadores importados de marcas reconocidas a nivel mundial. Desde agosto del 2018 se está probando agar 1% como medio para germinación.

Almacenamiento de semillas en cámara refrigerada

Existen dos tipos de colecciones para los recursos fitogenéticos conservados en forma de semilla: Colecciones base que se mantienen con temperaturas entre -10°C a -15°C , óptimo -18°C (INIAP-DENAREF, -15°C), que conservan las muestras de semillas a largo plazo; y, Colecciones activas que se mantiene con temperaturas entre -5°C a -10°C (INIAP-DENAREF -10°C), que conservan muestras de semillas para el uso inmediato.

Las muestras de semillas ortodoxas que alcanzan el porcentaje de viabilidad y humedad interna adecuadas, fueron ingresadas a las cámaras de conservación. No menos importante es indicar que las cámaras de conservación deben tener compresores (motores) principales y alternos (de emergencia) además de un generador automático de electricidad, ya que las semillas no deben estar expuestas a variaciones de temperatura y humedad.

Inventario de semillas ortodoxas conservadas en banco base y banco activo

Con motivo del movimiento de bandejas debido a la instalación de equipos de canje de deuda, se decidió iniciar en este año un nuevo inventario de las semillas ortodoxas conservadas tanto en banco base como activo. Por lo tanto, actualmente se está realizando una actualización de pesos y ubicación de sobres de semilla.

Resultados:

Actividades para la conservación *ex situ* de semillas ortodoxas en el DENAREF

Durante el 2021 se ha continuado con la conservación en el Banco Base y Banco Activo, para lo cual se ha gestionado dos mantenimientos en el año para todos los equipos necesarios para la conservación de la agrobiodiversidad en la Estación Experimental Santa Catalina - EESC.

En febrero del 2021 se concluyó con un inventario total de sobres conservados en banco base (17960) y banco activo (9554), de un total de 14532 accesiones. Se actualizó el peso en gramos de las muestras y la ubicación en las cámaras. Es importante recalcar que el inventario físico se complementó con la preparación de una base de datos en Excel la cual sirvió para actualizar la base de datos ECUCOL del DENAREF.

Conclusiones:

La riqueza genética de especies cultivadas y silvestres conservadas como semilla ortodoxa en el banco de germoplasma de INIAP es incalculable, por lo tanto, las actividades destinadas a la conservación deben ser constante ya que la seguridad alimentaria del Ecuador, depende en gran medida de este banco.

Recomendaciones:

Se recomienda instalar un sistema de registro digital de temperaturas para el Banco Base, Banco Activo, Cuarto *in vitro* y Cuarto de secamiento, una vez que actualmente el sistema de registro no solo que no es preciso, sino que no se puede registrar digitalmente ni llevar un control diario. Esta es una recomendación desde el año 2020 pero por falta de financiamiento no se ha podido realizar.

Referencias:

- Engels, J.M., y Visser, B. (Ed.). (2003). A guide to effective management of germplasm collections. IPGRI. Handbook for genebanks. No. 6. IPGRI. Rome. Italy, 172 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1994). Normas para bancos de genes. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. IBPGR. 15 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2014). Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 165 p.
- Hong, T.D. y Ellis, R.H. (1996). A protocol to determine seed storage behavior. IPGRI. Technical Bulletin No. 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 62 p.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). (1985a). Handbook of seed technology for genebanks. Compendium of specific germination information and test recommendation Vol II.R. Ellis, T. Hong and Roberts, E. (Ed.), 667 p.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). (1985b). Handbook of seed technology for genebanks. Principles and methodologies. Vol I. R. Ellis, T. Hong and Roberts, E. (Ed.), 225 p.
- Monteros-Altamirano, Á., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N., y Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación Miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Mejía, Ecuador. 90 p.

Actividad 2.

Título: Manejo en campo de morfotipos de oca y mashua, y la colección nacional de melloco.

Responsable: Marcelo Tacán.

Colaboradores: Juan Villarroel (hasta el 30 de mayo del 2021).

Antecedentes:

La biodiversidad es el producto de la evolución natural y de la intervención humana. En Ecuador se reconoce la valiosa función desempeñada por generaciones de agricultores, comunidades locales, afroecuatorianas e indígenas y fitomejoradores en la conservación, manejo y uso de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). Gracias a sus esfuerzos, los recursos disponibles en el presente, son el pilar básico para aumentar la producción de alimentos y mejorar los sistemas de producción, en pro de la seguridad alimentaria. (FAO, 2002).

Los Andes son el único lugar en el mundo donde se han domesticado tubérculos para la alimentación humana. Además de las conocidas especies del género *Solanum* sp. (papas), se logró la domesticación de un grupo de tubérculos afines morfológicamente, pero de distintas familias botánicas que han sido menos estudiadas y valorizadas en el mundo agronómico (Arbizu y Tapia, 1992; Cortés, 1977; León, 1964).

Por ejemplo, otros tubérculos nativos de las zonas altas de la cordillera andina, aunque de apariencia parecida entre ellos, pertenecen a distintas familias botánicas: Oxalidáceas, la oca; Baseláceas, el melloco y Tropeoláceas la mashua. La domesticación de la oca, el melloco y la mashua es muy antigua, como lo evidencian las representaciones cerámicas. Según Cárdenas, (1969), la oca fue la primera en ser domesticada y luego siguieron el melloco y finalmente la mashua.

León, (1964) señala que es difícil establecer el área de origen de cada una de estas especies. Según la variación genética actual podría indicarse que la región de Los Andes sería el centro de origen primario del melloco y la región altiplánica peruano-boliviana de la oca. En el caso de la mashua es más complicada la definición de su centro de origen, ya que se encuentra homogéneamente distribuido en todos los Andes y se han encontrado formas silvestres muy semejantes a las plantas cultivadas en diversas zonas.

A diferencia de la papa, estas especies han sido poco ensayadas en otros medios. Sin embargo, durante la Colonia se llevó material de oca, de tubérculos rojos y ojos claros, a México. En Europa, el famoso agricultor francés Vilmorin ya escribió en 1848 sobre las bondades del olluco que él había cultivado, aún ahora se

encuentra esta especie en ciertos lugares del sur de Francia. En la actualidad se puede adquirir la oca en los mercados de Auckland, Nueva Zelanda (King, 1988).

En términos de seguridad alimentaria, estos son los tres cultivos andinos de tubérculos más importantes. El cultivo combinado de papa con oca, olluco y mashua es una tradición que se remonta a miles de años, y estos cultivos proporcionan valiosos nutrientes adicionales (CIP, 2015)

El melloco (*Ullucus tuberosus* Loz.) después de la papa, es el segundo tubérculo en importancia, es el más reconocido y comercialmente viable por su sabor. Es fácil de cultivar, resistente a las heladas y con resistencia moderada a la sequía, aunque la planta prefiere los suelos ricos en materia orgánica. Según su morfología general el melloco es una planta anual, compacta, cuyo sistema radicular es abundante y del tipo fibroso, contiene de 3 a 6 tallos aéreos, cuya altura varía de 30 a 80 cm, son carnosos, con 3 a 4 aristas, generalmente retorcidos y de coloración verde, rosado o púrpura (CIP, 2015). Sus hábitos de crecimiento más comunes son erectos, rastreros y semirastreros, las hojas son simples, las flores tienen forma de estrella, rara vez forma fruto, los tubérculos tienen forma cilíndrica, ovalada, falcada, fusiforme apical y fusiforme a ambos extremos, y son de varios colores, y los más frecuentes son blancos y amarillos. El valor nutritivo del tubérculo es bajo, aunque dentro de los minerales resalta el contenido de fósforo, que sería una ventaja muy particular del melloco en la alimentación humana (Vimos et al., 1993).

La mashua (*Tropaeolum tuberosum* C.), es uno de los tubérculos andinos de más alto rendimiento y es uno de los más fáciles de cultivar. Produce tubérculos grandes cónicos o cilíndricos, curvos o alargados con "ojos" profundos de tendencia apical. Monteros-Altamirano (1996), determinó seis morfotipos representativos en la colección de INIAP con colores que van del amarillo pálido a la púrpura. El principal constituyente secundario de la mashua es el glucosinolato, metabolitos biológicamente activos que pueden darle un uso medicinal a esta especie (Johns et al., 1982).

La oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), constituye el segundo tubérculo más ampliamente cultivado después de la papa. Es robusto y resistente a las heladas, con tubérculos largos y cilíndricos, que presentan una importante variabilidad genética con una amplia gama de colores, formas y sabores. Cárdenas, (1969) diferencia tres formas hortícolas: forma alba (tubérculos blancos), forma flava (tubérculos amarillos o anaranjados) y forma roseo-violácea (tubérculos rosados, magentas, púrpuras y casi negros). Nutricionalmente son ricos en proteínas con un buen balance de aminoácidos, es asimismo una buena fuente de fibra y alto en antioxidantes. La oca tiene buenas perspectivas como fuente de almidón, harina y obtención de alcoholes (Tapia et al., 1996).

Estos tubérculos andinos se cultivan en toda la sierra ecuatoriana, principalmente en las provincias de Cañar, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi,

Pichincha y Carchi en altitudes que varían entre los 2 500 y 4 000 msnm (Castillo, 1995).

Objetivo:

Conservar en campo la colección nacional de melloco, morfotipos de oca y mashua.

Metodología:

Para la conservación en campo se utilizó el protocolo aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP-DI-2016-522-MEM) referente a la “Guía para el Manejo y Conservación de Recursos Fitogenéticos en Ecuador” (Monteros-Altamirano et al., 2018).

Las colecciones de melloco, oca y mashua se han manejado en la Estación Experimental Santa Catalina de INIAP (provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Cutuglahua), ubicada en el límite fitogeográfico Ceja Andina desde hace 30 años manteniendo una colección núcleo. Previo a la siembra se realizaron dos labores del suelo (cruza y surcado). Las distancias de siembra para las diversas especies fueron similares a las de ciclos anteriores para facilitar el manejo agronómico. La longitud del surco fue de 5,0 m y el espaciamiento entre surcos de 1,1 m, con distancias entre plantas de 0,4 m. Bajo estas condiciones, el número de plantas por accesión fue de 12 plantas por surco en el caso de las especies tuberosas.

En los lotes de conservación de TAs se realizó una fertilización con 18-46-0 de NPK en dosis de 45 kg/ha. Igualmente, a los cuatro meses de cultivo se realizó una aplicación adicional de urea (vía foliar; 2,5 g/l) para estimular el desarrollo de follaje, ya que las condiciones agroclimáticas (exceso de lluvias) no permitieron el crecimiento normal de las plantas. Las labores culturales se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, por lo que se efectuaron tres deshierbas, un medio aporque y un aporque. No se detectaron problemas fitosanitarios limitantes durante los ciclos de conservación, a excepción de "cutzo" (*Barotheus* sp.) y roya (*Puccinia oxalidis*), en oca. A fin de garantizar la producción de tubérculos para las siguientes campañas de conservación, se aplicó insecticidas para el tratamiento de dichos agentes causales. Inmediatamente después de la cosecha, se seleccionaron al azar aproximadamente 2 kg de tubérculos-semilla con alta sanidad y se almacenaron en cuarto frío (11°C, luz difusa) hasta la siembra del siguiente ciclo agrícola en campo experimental.

Resultados:

La colección de tubérculos se conservó en campo durante el ciclo de cultivo, es decir, se sembraron cada una de las accesiones en un surco, se realizaron labores culturales aporques y deshierbas, controles fitosanitarios, fertilizaciones y se procedió a cosecharlas.

En campo durante el 2021 se conservaron un total de 290 accesiones de tubérculos andinos: 228 accesiones de melloco, 44 de oca y 18 de mashua (Figura 1). Esta actividad de conservación es un proceso permanente realizado a través de siembras anuales y el establecimiento de jardines de conservación. No se realizó ningún proceso de caracterización.

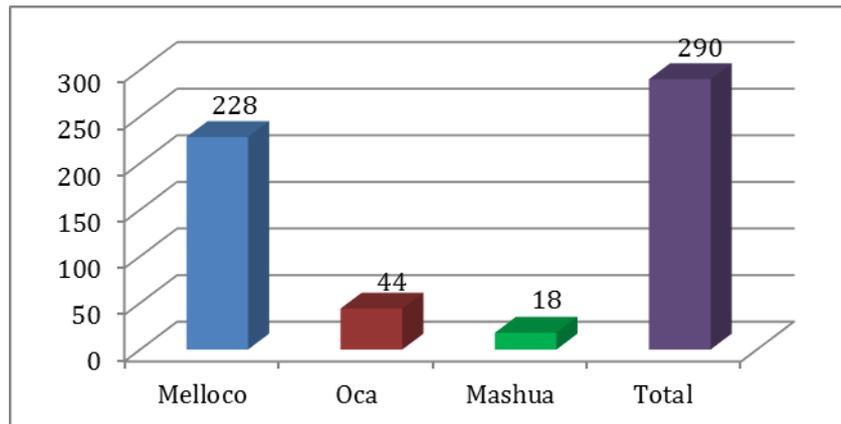


Figura 1.

Número de accesiones de tubérculos andinos conservadas en colecciones de campo en la EESC. DENAREF, 2021.

Conclusiones:

En la actualidad se conservan un total de 290 accesiones de tubérculos andinos en campo, cada una de las accesiones presentan variabilidad en formas y colores.

Recomendaciones:

- Esta actividad de conservación es un proceso permanente, realizado a través de siembras anuales y monitoreo de la viabilidad de cada una de las accesiones, por lo cual se requiere un presupuesto permanente y estable para la compra de insumos y personal de campo.
- Es importante tomar en cuenta la época de siembra, debido al periodo de heladas que se presentan en los meses de octubre y noviembre en la EESC.

Referencias:

- Arbizu, C., y Tapia, M. (1992). Tubérculos andinos. En: Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. Ed. J.E. Bermejo y J. León. FAO-Jardín Botánico de Córdoba, España.
- Cárdenas, M. (1969). Manual de plantas económicas de Bolivia: Plantas alimenticias. Imprenta Icthus. Cochapamba, Bolivia. pp. 10-12, 46-65.
- Castillo, R. (1995). Plant genetic resources in the Andes: Impact, conservation and management. *Crop Science*, 35(2), 350-355.

- Cortes, H. (1977). Avances en la investigación de la oca. En: Anales, I Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Universidad de Ayacucho, IICA, Perú.
- Centro Internacional de la Papa (16 de diciembre de 2015). Oca, Ulluco y Mashua. Recuperado el 23 de noviembre de 2020 de <https://cipotato.org/es/raices-y-tuberculos/oca-ulluco-y-mashua/>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2002). Cultivos andinos (CD Rom). Ed. Izquierdo, J., Mujica, A., Jacobsen, E., Marathee, J.P. y Morón, C. Santiago de Chile.
- Johns, T., Kitts, W., Newsome, F., y Towers, G. (1982). Anti-reproductive and other medicinal effects of *Tropaeolum tuberosum*. *Journal of Ethnopharmacology*, 5, 149-161.
- King, S. (1988). Economic botany of the Andean tuber crop complex. Tesis PhD. The City University of New York.
- León, J. (1964). Plantas alimenticias andinas. Boletín Técnico # 6. IICA, Zona andina. Lima.
- Monteros-Altamirano, A. (1996). Estudio de la variación morfológica e isoenzimática de 78 entradas de mashua (*Tropaeolum tuberosum* R y P.) (Tesis pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Monteros-Altamirano, Á., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N. y Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador. 90 p.
- Tapia, C., Castillo, R., y Mazón, N. (1996). Catálogo de recursos genéticos de raíces y tubérculos andinos en Ecuador. Publicación Miscelánea No. 66. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador.
- Vimos, N., Nieto, C., y Rivera, M. (1993). El melloco, características técnicas de cultivo y potencial en el Ecuador. Publicación Miscelánea No. 60. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Programa de Cultivos Andinos, Mejía, Ecuador.

Actividad 3.

Título: Manejo en campo las colecciones de zanahoria blanca, jícama, miso y achira.

Responsable: Marcelo Tacán

Colaboradores: Juan Villarroel (hasta el 30 de mayo del 2021)

Antecedentes:

Las raíces como la zanahoria blanca, jícama y miso, se encuentran distribuidas por Sudamérica desde el sureste de Venezuela hasta el noroeste de Argentina, con la mayor diversidad concentrada en Perú, Bolivia y Ecuador. Estos cultivos siguen siendo en gran parte desconocidos fuera de la región andina, pero son de gran importancia económica y nutricional para los agricultores andinos de subsistencia que los han cultivado durante generaciones, empleando el conocimiento local para desarrollar una red integrada de sistemas agrícolas complementarios para asegurar el suministro de alimentos, y utilizando la selección natural para adaptar cada cultivo a una variedad de elevaciones y condiciones. Estas raíces se

encuentran en altitudes que van desde los 1.000 a los 4.500 msnm y crecen en una variedad de ecosistemas: en las tierras altas templadas frías, en los valles interandinos subtropicales. Adaptados a las duras condiciones durante siglos, las raíces andinas poseen una capacidad extraordinaria para resistir enfermedades y tensiones ambientales. Crecen bien con pocos insumos; por ejemplo, los agricultores no tienen que gastar escasos recursos en costosos fertilizantes químicos (CIP, 2011).

La zanahoria blanca o arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) es la única umbelífera de propagación vegetativa cultivada en los valles interandinos, y posiblemente es una de las plantas cultivadas andinas más antiguas cuya domesticación habría precedido a la de la papa (Castillo, 1984; Hermann, 1992; NRC, 1989).

El miso (*Mirabilis expansa*) pertenece a la familia Nyctaginaceae, y en Ecuador el cultivo es prácticamente desconocido. La parte utilizable de la planta son las raíces tuberosas, las cuales generalmente se utilizan para la alimentación de ganado (NRC, 1989). Actualmente pocos campos permanecen sembrados con miso y prácticamente no se han llevado a cabo estudios científicos sobre este cultivo que se reproduce fácilmente a través de semillas y es apto para mejoramiento clásico.

La jícama (*Smallanthus sonchifolia*), es una planta perenne que alcanza alturas de hasta 1,5 m; tiene hojas verde oscuras, flores amarillas o naranjas y las raíces varían considerablemente de forma y tamaño. Se cultiva entre los 2000 y 3100 msnm. Sus raíces alcanzan contenidos de azúcar de hasta un 20 % en base fresca (Castillo, 1995; Tapia et al., 1996).

La achira (*Canna edulis*), es una planta nativa, con distribución desde México al norte de Chile. Es una de las primeras plantas domesticadas. Es una especie monocotiledónea perenne, que posee tallos carnosos y múltiples rizomas subterráneos con gran contenido de almidón (Seminario et al., 2000).

Objetivo:

Conservar en campo las colecciones nacionales de zanahoria blanca, miso, jícama y achira (RAs).

Metodología:

Para la conservación en campo se utilizó el protocolo aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP-DI-2016-522-MEM) referente a la “Guía para el Manejo y Conservación de Recursos Fitogenéticos en Ecuador” (Monteros-Altamirano et al., 2018).

Para el mantenimiento de las colecciones de zanahoria blanca, miso, jícama y achira se dispone de un área de 800 m², en la cual se realizaron surcos de 6 m de largo por 1,10 m entre surcos y 0,5 m entre plantas. Por las condiciones de excesiva

humedad fue necesario realizar fertilizaciones foliares complementarias en los cuatro cultivos para disminuir el efecto del stress, para lo cual se emplearon formulaciones de 18-18-18, 25-10-10, y 13-06-40 de NPK. Se realizaron otras labores culturales rutinarias como deshierbas, fertilización de urea en cobertera y aporques. Bajo estas condiciones, el número de plantas por accesión fue de 10 plantas por entrada. Luego de la cosecha se prepararon propágulos (colinos o esquejes) para la resiembra.

Existe un duplicado de las colecciones de jícama, achira y zanahoria blanca en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra (PUCESI), mediante un convenio firmado por los representantes: por INIAP, Mgs. Dora Isabel Murillo Hernández (E) y por la PUCESI, Dr. Jesús Muñoz Díaz, firmado en la ciudad de San Francisco de Quito, D.M., a los 19 días del mes de mayo de 2020. En donde la PUCESI, se compromete a:

- Hacer uso del germoplasma entregado por DENAREF de manera exclusiva para los fines establecidos en el convenio.
- Proporcionar la cámara fría para la conservación del material genético.
- Permitir y garantizar la participación de personal docente, técnico y estudiantes en labores de investigación, conservación y difusión de resultados.
- Facilitar las granjas de experimentación y los espacios que sean necesarios para el cumplimiento de los objetivos.
- Garantizar la conservación del germoplasma en condiciones de duplicados de seguridad, en campo, *in vitro* y cámara fría.

Las colecciones se encuentran conservadas en campo en la Granja Imbaya de la PUCESI, y para el mantenimiento de las colecciones de zanahoria blanca, jícama y achira se dispone de un área de 1000 m², en la cual se realizaron surcos de 6 m de largo por 1,60 m entre surcos y 0,5 m entre plantas.

Resultados:

Para el 2021 en la EESC, se conservaron un total de 128 accesiones de raíces Andinas: 46 de Zanahoria Blanca, 35 de Jícama, 35 de Achira, 12 de Miso y (Figura 2). Se debe indicar que existe un duplicado de conservación en la Granja Imbaya de la PUCE-SI de 116 accesiones de las colecciones de Z. Blanca (46 accesiones), Achira (35 accesiones) y Jícama (35 accesiones).

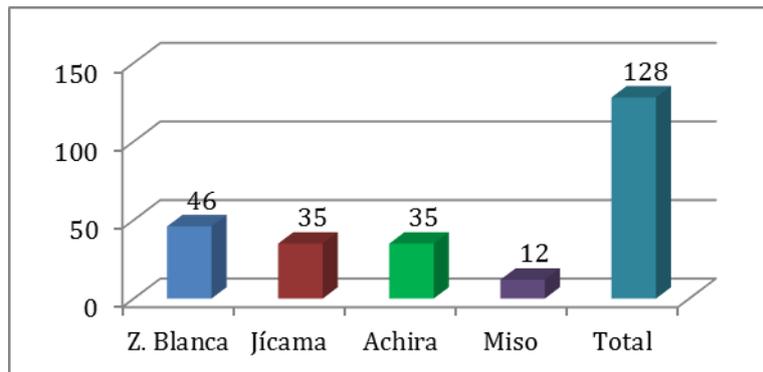


Figura 2.

Numero de accesiones raíces andinas conservadas en colecciones de campo en la EESC. DENAREF, 2021.

Durante el 2021 se caracterizó morfológicamente y funcionalmente la colección de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) en la granja Imbaya, provincia de Imbabura, la misma que proviene de distintas partes del Ecuador y el INIAP ha sido el ente encargado de venirlas preservando con el paso del tiempo. Para este estudio se han analizado las características morfológicas de la planta de zanahoria blanca y su raíz comestible. Para la caracterización morfológica se utilizaron 30 accesiones, y para la determinación de la funcionalidad del almidón se utilizó 6 muestras de cada accesión. Dentro de la categorización morfológica se evaluaron los siguientes descriptores cualitativos: color del haz de la hoja, borde rojo de la hoja, color del pecíolo; y en cuanto a los descriptores cuantitativos se evaluaron: días a la cosecha, número de raíces útiles por planta, longitud de raíces útiles, diámetro de raíz útiles, proporción largo/diámetro de raíces útiles y rendimiento total en g/planta.

Conclusiones:

- En la actualidad se conservan un total de 128 accesiones de raíces andinas en campo en la EESC y 116 accesiones en la granja Imbaya de la PUCESI; cada uno de las accesiones presentan variabilidad en formas y colores.
- De la caracterización morfológica y de la determinación de la funcionalidad del almidón, se obtendrá para el 2022 una tesis de grado y una publicación científica.

Recomendaciones:

- Esta actividad de conservación es un proceso permanente, realizado a través de siembras anuales y monitoreo de la viabilidad de cada una de las accesiones, por lo cual se requiere un presupuesto permanente y estable para la compra de insumos y personal de campo.
- Es importante tomar en cuenta la época de siembra, debido al periodo de heladas que se presentan en los meses de octubre y noviembre en la EESC.

Referencias:

- Castillo, R. (1984). La zanahoria blanca. Desde El Surco, 42, 39-41.
- Castillo, R. (1995). Plant genetic resources in the Andes: Impact, conservation and management. Crop Science, 35 (2), 350–355.
- CIP (Centro Internacional de la Papa. (2011). Raíces y tubérculos andinos. Recuperado el 15 de octubre de 2020 de <https://cipotato.org/roots-and-tubers/where-artcs-grow/>
- Hermann, M. (1992). Recursos fitogenéticos de cultivos andinos. Revista Agronoticias, 15, 9.
- Monteros-Altamirano, Á., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N., y Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador. 90 p.
- NCR (National Research Council). (1989). Lost crops of the Incas: Little-known plant of the Andes with promise for worldwide cultivation. Washington, DC: National Academy Press. 415 p.
- Seminario, J., Sánchez, I., y Valderrama, M. (2000). Línea de acción: Conservación y Utilización de Germoplasma de Raíces Andinas. Informe Anual 1999-2000. Universidad Nacional de Cajamarca, Banco de Germoplasma de Cultivos Andinos. Programa Colaborativo Conservación y uso de la Biodiversidad de Raíces Andinas (CIP-COSUDE-CONDESAN).
- Tapia, C., Castillo, R., y Mazón, N. (1996). Catálogo de recursos genéticos de raíces y tubérculos Andinos en Ecuador. Publicación Miscelánea No. 66. Editorial Tecnigraba. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador.

Actividad 4.

Título: Mantenimiento del jardín experimental de observación de especies medicinales de la Sierra Ecuatoriana.

Responsable: Marcelo Tacán

Colaboradores: Juan Villarroel (hasta el 30 de mayo del 2021).

Antecedentes:

El uso de plantas medicinales es común en diversos testimonios históricos de diferentes civilizaciones. El hombre las empleó inicialmente guiado por su instinto, después empíricamente y más tarde en forma más racional al conocer sus propiedades terapéuticas. La humanidad ha reflexionado sobre la urgencia de “redescubrir” la relación fructífera del hombre con las plantas curativas que durante milenios le permitieron aliviar sus problemas de salud (Mazón et al., 1997). Actualmente el 80% de la población mundial recurre a la medicina herbolaria para la atención de sus dolencias y enfermedades y el 30% de los fármacos sintético devienen del conocimiento de las plantas medicinales (Palacios, 2002).

En Ecuador se reportan 3118 especies pertenecientes a 206 familias de plantas usadas con fines medicinales. El 75% de las especies medicinales son plantas nativas y el 5% de ellas son endémicas, mientras que el 11% son introducidas. El 16% son cultivadas y 9 especies se manejan en estado silvestre. Las plantas con mayor uso medicinal son de las familias Asteraceae, Fabaceae, Rubiaceae, Solanaceae, Lamiaceae y Araceae (De La Torre et al., 2008). A pesar de ello en el país pocos son los estudios realizados en lo concerniente a especies vegetales expendidas en los mercados ecuatorianos con propiedades medicinales (Sillo, 2010).

Objetivo:

Conservar los jardines de conservación de plantas medicinales en la Estación Experimental Santa Catalina y en la Granja Experimental Tumbaco.

Metodología:

Para la conservación en campo se utilizó el protocolo aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP-DI-2016-522-MEM) referente a la “Guía para el Manejo y Conservación de Recursos Fitogenéticos en Ecuador” (Monteros-Altamirano et al., 2018).

Debido por la situación sanitaria del Covid – 19 y la falta de recursos para realizar la conservación en los dos jardines de plantas medicinales en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) y Granja Tumbaco (GT), se planificó realizar la multiplicación y traslado de 30 accesiones de GT hacia el jardín de plantas medicinales de la EESC. Las accesiones se multiplicaron o se propagaron a través de esquejes, acodos, estacas de acuerdo a la especie. Se les proporcionó los cuidados necesarios para su pronto enraizamiento, utilizando hormonas que aceleraron el desarrollo de raíces, a más de un manejo fitosanitario, fertilización y riego, estos materiales estuvieron en invernadero hasta que estuvieron en condiciones óptimas para ser trasplantadas en el jardín de plantas medicinales de la EESC. Para realizar la conservación de los 30 materiales se establecieron parcelas de 1,0 x 1,5 m en una superficie de 300 m² en la EESC. Todos los materiales sembrados ingresaron a la base de datos ECUCOL, asignándoles un código ECU.

Resultados:

El jardín de plantas medicinales de la EESC se conservan 54 accesiones, más las 30 accesiones de la GT, que se multiplicaron y fueron trasladados a la EESC para su implantación en el jardín, en total se conservan en campo 84 accesiones. Las 30 accesiones del GT se encuentran ya trasplantadas en el jardín de la EESC, (Figura 3).

Resultados:

El jardín de plantas medicinales de la EESC se conservan 54 accesiones, más las 30 accesiones de la GT, que se multiplicaron y fueron trasladados a la EESC para su implantación en el jardín, en total se conservan en campo 84 accesiones. Las 30 accesiones del GT se encuentran ya trasplantadas en el jardín de la EESC (Figura 3).



Figura 3.

Multiplicación de accesiones de plantas medicinales conservadas en la Granja Tumbaco. Preparación de terreno del jardín de la EESC. DENAREF, 2021.

Conclusiones:

Se mantiene una importante colección de 84 accesiones de plantas medicinales y aromáticas de la Sierra ecuatoriana. Esta colección se agrupa en 30 géneros y 20 familias, las cuales son conservadas de forma vegetativa a través de esquejes, acodos y/o propágulos.

Recomendaciones:

Esta actividad de conservación es un proceso permanente, realizado a través de refrescamientos y monitoreo de la viabilidad de cada una de las accesiones, por lo cual se solicita a las autoridades del INIAP un presupuesto permanente y estable para la compra de insumos y personal de campo.

Referencias:

De La Torre, L., Navarrete, H., Muriel, M., Masías, M., y Balslev, H. (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontífice Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. Quito & Aarhus. 947 p.

- Mazón, N., Velásquez, J., Castillo, R., y Barrera, J. (1997). Las plantas medicinales de la sierra ecuatoriana biodiversidad y usos. Recuperado el 20 de noviembre de 2020 de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2658/1/iniapscpls.n.p.pdf>
- Monteros-Altamirano, Á., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N., y Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador. 90 p.
- Palacios, E. (2004). Economía y Plantas Medicinales. Pensamiento Crítico, 3, 011-023. Recuperado el 16 de noviembre de 2020 de <https://doi.org/10.15381/pc.v3i0.9048>
- Sillo, A. (2010). Estudio del uso de las plantas medicinales y su conservación en la Cooperativa Cotopilaló, Razuyacu-Corazón y la interacción con los Shamanes de la Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi "UNOCANC". Tesis. M.Sc. Quito, EC. USFQ. 1 p. Recuperado el 18 de noviembre de 2020 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/937/1/95172.pdf>

Actividad 5.

Título: Manejo *in vitro* de 966 accesiones de Raíces y Tubérculos Andinos - RTAs y otros cultivos.

Responsable: Alberto Roura

Colaboradores: Álvaro Monteros

Antecedentes:

El cultivo de tejidos vegetales *in vitro* es un término amplio que se refiere al cultivo de cualquier parte de una planta (células, tejidos u órganos) en medios artificiales, en condiciones asépticas y en ambientes controlados (Loyola-Vargas y Ochoa-Alejo, 2018). Este conjunto de herramientas tiene como base la Teoría Celular propuesta por Schleiden en 1838, que indica que todos los organismos vivos están constituidos por células, y que estas son las unidades básicas de estructura y reproducción, de esta teoría deriva el concepto de Totipotencia que toda célula contiene la información genética suficiente y necesaria para generar un organismo multicelular completo (Suárez, 2020). La aplicación más común del cultivo *in vitro* es la micro propagación clonal a partir de explantes con meristemos preexistentes, para la producción masiva de plantas libres de virus en condiciones *in vitro*, a bajo costo, en espacio reducido, en menor tiempo y bajo condiciones controladas (Bonilla et al., 2015; Suárez, 2020).

Por lo general, los bancos de germoplasma conservan especies ortodoxas a través del almacenamiento de semilla deshidratada (5 - 8% de humedad) a bajas temperaturas (-10°C) y baja humedad relativa, con el objetivo de garantizar la disponibilidad de recursos genéticos al momento que estos se necesiten para siembra o generar variabilidad (Suárez, 2020). Sin embargo, el cultivo *in vitro*, también tiene una aplicación como técnica de conservación a mediano plazo, en

bancos de germoplasma para la conservación e intercambio de recursos fitogenéticos (FAO, 2014). La conservación mediante el cultivo *in vitro*, es utilizada principalmente para especies recalcitrantes, que tienen semillas que pierden viabilidad al ser deshidratadas y no soportan bajas temperaturas de almacenamiento (<10 °C), o como respaldo para la conservación de especies que tengan reproducción vegetativa que son altamente heterocigóticos y requieren multiplicación clonal para conservar su integridad genética, como por ejemplo raíces y tubérculos de corta vida y que la conservación de su germoplasma se realice mediante el establecimiento de colecciones *in vitro* (Bonilla, et. al., 2015).

La conservación por crecimiento mínimo, es una técnica *in vitro* que permite cultivar el material vegetal bajo condiciones que permiten reducir su desarrollo sin afectar la supervivencia del mismo. La conservación puede realizarse en diversos tejidos y órganos como células de callo, cultivos embriogénicos, meristemos, tejidos diferenciados e incluso plantas micropropagadas. Los medios de cultivo para crecimiento mínimo pueden contener bajas concentraciones de sales, alto potencial osmótico, en combinación con temperaturas del cuarto de crecimiento relativamente bajas (10 - 5°C), que ayudan a reducir la disponibilidad de nutrientes y disminuyen la velocidad de las reacciones internas de los tejidos vegetales. Las condiciones para la conservación *in vitro* mediante cultivo mínimo, deben conducir a subcultivar el material vegetal en rangos de tiempo de seis meses a dos años sin afectar la viabilidad de los tejidos ni las tasas de crecimiento y desarrollo del material una vez transferido a condiciones ideales de cultivo (Bonilla, et. al., 2015; Suárez, 2020).

Ejemplos del uso del crecimiento mínimo para cultivos de propagación vegetativa incluye la papa (*Solanum tuberosum* L.) y el camote (*Ipomoea batatas* L.) que se conservan en condiciones de cultivo de tejidos en el Centro Internacional de la Papa en Perú (Loyola-Vargas y Ochoa-Alejo, 2018). En el DENAREF del INIAP se conservan en condiciones de crecimiento en el laboratorio de cultivo *in vitro* 972 accesiones de raíces y tubérculos andinos, y otros cultivos, como parte de las actividades de conservación *ex situ* de germoplasma que se mantienen en el Banco Nacional de Germoplasma.

Objetivos:

General:

Mantener la variabilidad genética de RTAs y otros cultivos en condiciones *in vitro*.

Específicos:

- Conservar *in vitro* accesiones de RTAs y otros cultivos.
- Introducir de campo las accesiones que requieran rejuvenecimiento y que no se encuentre en conservación *in vitro*.

Metodología:

Para estas actividades se tiene como referencia el protocolo aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP-DI-2016-522-MEM) referente a la “Guía para el Manejo y Conservación de Recursos Fitogenéticos en Ecuador” (Monteros-Altamirano et al., 2018), que se ha estandarizado para las condiciones del laboratorio de cultivo *in vitro* del DENAREF.

Preparación de medios de cultivo

Para la preparación de medios de cultivo, se estableció medios para la introducción, multiplicación y crecimiento mínimo de cada una de las especies vegetales que se conservan en el laboratorio de cultivo *in vitro* (Tabla 2).

Tabla 2.

Composición de los medios de cultivo para conservación in vitro de papa, oca, mashua y melloco establecidos en el Laboratorio de Cultivo in vitro del DENAREF, 2021.

	Papa	Oca	Mashua	Melloco	Jícama
MS M519 Phytotechlab (g.L ⁻¹)	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Sorbitol (g.L ⁻¹)	40	40	40	40	-
Sacarosa (g.L ⁻¹)	30	30	30	30	20
Pantotenato de Calcio (mL.L ⁻¹)	-	1	2	-	2
ANA (mL.L ⁻¹)	-	-	-	-	5
Carbón Activado (g.L ⁻¹)	-	-	-	-	5
Agar (g.L ⁻¹)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

En general para su preparación se utiliza la metodología descrita por Escobar et. al. (2014).

Siembra de explantes (subcultivos)

Para el proceso de siembra en general se siguieron los pasos establecido en el protocolo descrito por Contreras (2016).

Proceso de inventario

Al inicio de cada mes se realizó un “inventario”, que es un proceso establecido en el laboratorio de cultivo *in vitro* del DENAREF que consiste en revisar cada accesión conservada en *in vitro*, tubo por tubo, con el objetivo de determinar que accesión requiere cambio de medio de cultivo de acuerdo a diferentes parámetros y así mantener un control de las accesiones conservadas en crecimiento mínimo, metodología sugerido por Golmirzaie y Panta (1997).

Tanto los procesos de preparación de medio de cultivo, siembra de explantes e inventario, son de rutina y se deben realizar constantemente junto con las actividades para mantener el orden y limpieza del laboratorio, y con cierta frecuencia

la introducción de nuevas accesiones o de las que estén perdiendo vigor y se encuentren en campo.

Resultados:

En el laboratorio de cultivo *in vitro* del DENAREF de la Estación Experimental Santa Catalina se conservan 966 accesiones en condiciones de crecimiento mínimo con el uso de medios de cultivo modificados y condiciones controladas de temperatura ($5\pm 2^{\circ}\text{C}$ y $18\pm 2^{\circ}\text{C}$) y fotoperiodo (8/16 y 16/8 hora luz). En la Tabla 3, se indica las colecciones conservadas en cultivo *in vitro* en el INIAP.

Tabla 3.

Principales especies conservadas en el INIAP usando cultivo in vitro. DENAREF, 2020.

Colecciones <i>in vitro</i>	Accesiones
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>) CEP	393
Papas CIP (custodia)	135
Papas Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Andinos (Rubro Papa) del INIAP (Custodia)	46
Papas introducidas Cañar-Azuay	47
Mel loco (<i>Ullucus tuberosus</i>)	226
Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)	43
Naranjilla (<i>Solanum</i> spp.)	28
Mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)	20
Jícama (<i>Smallanthus sonchifolia</i>)	5
Camote silvestre (<i>Ipomoea</i> spp.)	23
Total	966

Se realizó un análisis de los datos pasaporte de las accesiones conservadas *in vitro* que están agrupadas bajo la denominación papas introducidas de Cañar y Azuay, se procedió a asignar un código ECU a 20 accesiones que pasaron a formar parte de las accesiones del CEP por lo que el número de accesiones del CEP ahora es de 393, además, se determinó que 16 accesiones de las papas introducidas de Cañar y Azuay están duplicadas respecto a las accesiones del CEP y 47 accesiones de papas introducidas de Cañar y Azuay tienen datos pasaporte incompletos por lo que se debe pedir la información a la Estación Experimental del Austro para completar la información y que se les asigne un código ECU.

Durante el presente año, 941 accesiones presentaron problemas de deshidratación u oxidación, por lo que requirieron cambio a medios de cultivo con carbón activado, lo que les permitió recuperar su vigor y evitar que la oxidación necrose al tejido vegetal. Esto permitió que no se pierda ningún material conservado *in vitro*.

Se empezó el proceso de introducción de Raíces y Tubérculos Andinos que se tienen cultivados en campo y no existe respaldo en *in vitro* o de accesiones que requieren ser introducidas en *in vitro* por pérdida o falta de vigor. Se tienen

establecidos *in vitro* 4 accesiones de mashua y 25 de oca, el próximo año se seguirá con este proceso.

Conclusiones:

- El crecimiento mínimo *in vitro*, permite conservar 966 accesiones de siete especies de RTAs y otros cultivos que son parte del Banco Nacional de Germoplasma del DENAREF.
- El cambio de medio de cultivo de las accesiones que presentaron indicios de oxidación, deshidratación, estrés o contaminación, ayudó a evitar pérdidas de material genético.
- El monitoreo mensual y el uso de semáforos en el inventario de todo el material conservado *in vitro*, ha resultado efectivo para identificar y solventar accesiones con problemas bióticos o fisiológicos que puedan presentar su pérdida.

Recomendaciones:

- La técnica de crecimiento mínimo establecida en el laboratorio de cultivo *in vitro* del Banco Nacional de Germoplasma del DENAREF, permite la conservación de material vegetal y debe permanecer como un proceso de rutina dentro del laboratorio, para lo cual es de suma urgencia que se cuente con el talento humano adecuado y los recursos económicos para esta actividad.
- Se sugiere que el proceso de inventario que permite monitorear las accesiones conservadas *in vitro* para dar un seguimiento y así evitar la pérdida por problemas de oxidación, contaminación, pérdida de vigor y deshidratación del medio de cultivo, determinando que accesiones requieren de un subcultivo y en qué medio de cultivo deber ser sembradas, se mantenga como un proceso rutinario y que se lo realice mensualmente para el control adecuado de las accesiones, ya que este año se lo ha realizado cada dos y hasta tres meses (por los problemas de falta de personal de apoyo en el laboratorio) y se corre el riesgo de que alguna accesión presente problemas y no se detecten a tiempo.
- Como una recomendación adicional, se debe realizar una evaluación técnica de las instalaciones del laboratorio, ya que se ha identificado algunos sectores donde la humedad se está empezando hacer presente, y si no se toman las acciones del caso podría darse la presencia masiva de hongos, lo cual es un problema grave para la seguridad de las accesiones conservadas *in vitro*.

Referencias:

- Bonilla, M., Mancipe, C. y Aguirre, A. (2015). Conservación in vitro: una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6 (1), 67-82.
- Contreras, C. (2016). *Micropropagación Vegetal. Manual de Prácticas*. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas. 48p.
- Escobar, R., Muñoz, L. Río, A., Núñez, A., Dorado, C., Restrepo, J. y Tohme, J. (2014). *Manual de técnicas de propagación in vitro en la escuela*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 30p. (Publicación CIAT No. 392).
- FAO. (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Edición revisada. Roma, Italia.
- Golmirzaie, A.M. and Panta, A. (1997). Tissue culture methods and approaches for conservation of root and tuber crops, in *Conservation Plant Genetic Resources in Vitro*, Vol. 1: General Aspects, edited by M.K. Razdan and E.C. Cocking, 123–152, USA: Science Publishers, Inc.
- Loyola-Vargas, V., y Ochoa-Alejo, N. (2018). An Introduction to Plant Tissue Culture: Advances and Perspectives. En N.J. Clifton. (Ed.), *Plant Cell Culture Protocols, Methods in Molecular Biology*, vol. 1815. Springer Nature.
- Monteros-Altamirano, Á., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N. y Lima, L. (2018). *Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos*. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador. 90 p.
- Murashige, T. y Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and biossays with tobacco cultures. *Physiologia Plantarum*, (15), 473-497.
- Suárez, I. (2020), *Cultivo de Tejidos Vegetales*, Córdoba, Colombia, Editorial Universidad de Córdoba.

Hito 2: Monitoreo de la viabilidad del banco

Actividad 1.

Título: Pruebas de germinación de colecciones del banco de germoplasma del INIAP.

Responsable: Álvaro Monteros

Colaboradores: Juan Villarroel (hasta el 30 de mayo del 2021)

Antecedentes:

Durante el proceso de conservación de semillas ortodoxas en el Banco Base y Banco Activo se realizan pruebas de viabilidad a diferentes etapas. La primera prueba de germinación se realiza cuando una muestra ingresa al banco, otras pruebas se realizan periódicamente para determinar la viabilidad de las muestras conservadas como semillas en un período de tiempo. El porcentaje de germinación inicial es clave y debe ser documentado, ya que es el dato de referencia para las

pruebas de germinación posteriores que indicarán si existe una pérdida de la viabilidad o no; estos datos facilitan la toma de decisiones en cuanto a refrescamiento del material conservado (Monteros-Altamirano et al., 2018).

La actividad de conservación de semillas ortodoxas en el banco de germoplasma de INIAP (descrita anteriormente) es clave para que la viabilidad de las semillas se mantenga en óptimas condiciones a través del tiempo. Es importante considerar que la conservación de muestras de semillas significa que manejamos poblaciones genéticas únicas que deben ser conservadas y cuya disminución (ejemplo, por muerte de semillas) puede ocasionar variaciones en la población genética originalmente ingresada.

Objetivos:

General:

Evaluar la viabilidad de las semillas ortodoxas conservadas en el banco de germoplasma del INIAP.

Específicos:

- Realizar pruebas de germinación para entregar germoplasma a diferentes usuarios.
- Monitorear la viabilidad de accesiones conservadas en el DENAREF-EESC.
- Desarrollar estudios específicos para evaluar la viabilidad de las especies conservadas.

Metodología:

De acuerdo al número de semillas conservadas y disponibles en la muestra, se escogió el número de semillas que se usarán para la prueba (s) de germinación. FAO, (1994) sugiere usar dos repeticiones de 100 semillas cada una. Sin embargo, si no existe suficiente número de semillas se pueden realizar dos repeticiones de 10 cada una (experiencia DENAREF). La germinación se hizo en condiciones controladas de humedad, temperatura y luminosidad que varía de acuerdo a la especie y puede ser consultada en IBPGR (1985 a, b). El DENAREF utilizó germinadores importados de marcas reconocidas a nivel mundial.

Las pruebas de germinación se realizaron de acuerdo al protocolo descrito por Monteros-Altamirano et al., (2018).

Resultados:

Pruebas de viabilidad para entrega de germoplasma a diferentes usuarios

Durante el 2021, se realizaron varias solicitudes de germoplasma que se resumen a continuación.

Según Memorando Nro. INIAP-EESC_PB-2021-0063-MEM el Departamento de Biotecnología de la EESC, solicita germoplasma de la accesión ECU-3978 *Solanum demissum*. En vista del bajo número de semillas de la accesión solicitada se realizó germinación *in vitro*. Con memo Nro. INIAP-EESC_DENAREF-2021-0077-MEM del 07 de mayo de 2021 se realizó la entrega de 2 plantas *in vitro* de la accesión solicitada. Se reportó el 80% de germinación.

En base al memorando Nro. INIAP-EESC_PF-2021-0117-MEM, el Programa de Fruticultura de Tumbaco solicitó germoplasma de cinco accesiones de uvilla. Según Memorando Nro. INIAP-EESC_DENAREF-2021-0089-MEM se entregó semilla de acuerdo al siguiente detalle: *Physalis peruviana* ECU-12935, 50 semillas, 90% germinación; *Physalis peruviana* ECU-12938, 50 semillas, 85% germinación; *Physalis peruviana* ECU-15614, 30 semillas, 95% germinación; *Physalis peruviana* ECU-3791, 50 semillas, 100% germinación; y, *Physalis peruviana* ECU-3770, 50 semillas, 85% germinación.

Según acta de entrega del 2 de julio del 2021 el DENAREF entregó 127 gramos de una accesión de soya (*Glycine max*) de la variedad INIAP-307 a la Dirección de Producción del INIAP; el porcentaje de germinación registrado es del 90%.

Según solicitud del Programa de mejoramiento de maíz del EESC se procedió a la entrega de 150 g de semilla de maíz del ECU-11034 que corresponde a la variedad INIAP-153 ZHIMA. El porcentaje de germinación registrado fue de 90%.

Pruebas de germinación para materiales que ingresan al banco de germoplasma

Ingreso de germoplasma del Programa de Mejoramiento de Maíz de la EESC (29 accesiones de canguil) (Figura 4). Las pruebas de germinación se realizaron en cajas Petri esterilizadas con papel absorbente.

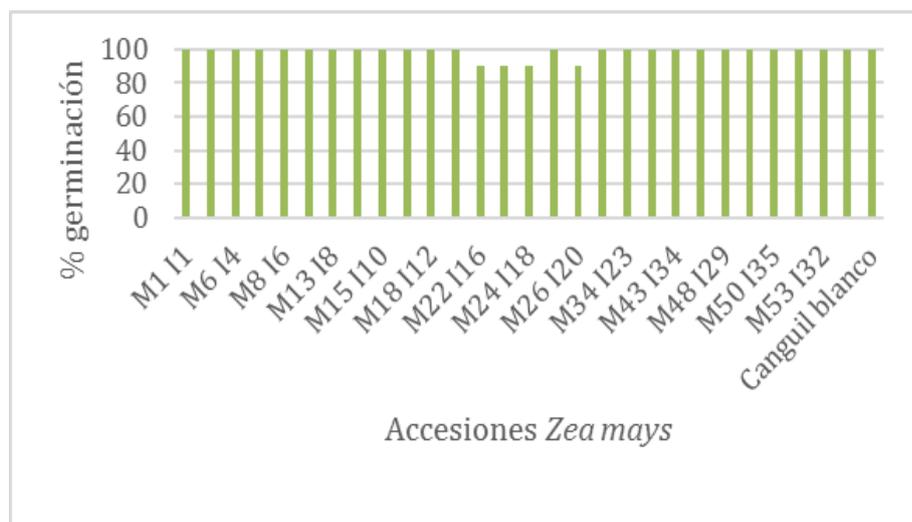


Figura 4.

Porcentajes de germinación para 29 accesiones de maíz canguil *Zea mays* que ingresan al banco de germoplasma en el primer período 2021.

Ingreso de 44 accesiones de fréjol *Phaseolus vulgaris*, de accesiones DENAREF multiplicadas en Cotacachi. Las pruebas de germinación se realizaron en cajas Petri esterilizadas con papel absorbente (Figura 5).

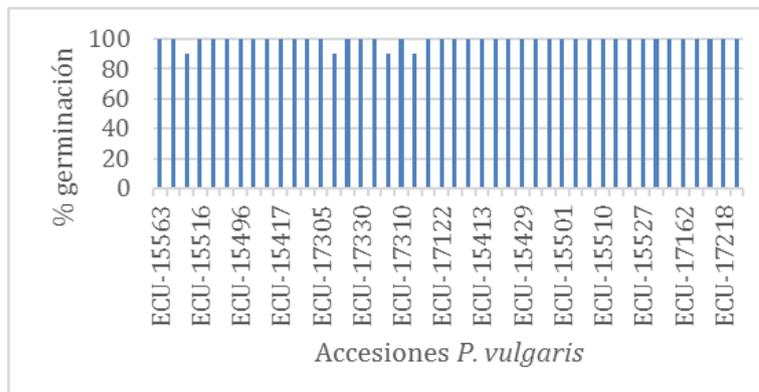


Figura 5.

Porcentajes de germinación para 44 accesiones de fréjol *Phaseolus vulgaris* que ingresan al banco de germoplasma en el primer período 2021.

Mediante Memorando Nro. INIAP-EEP_DIR-2021-0673-MEM Portoviejo, 02 de junio de 2021 y correspondiente acta de entrega se reciben 37 accesiones de algodón *Gossypium* spp. provenientes de la Estación Experimental Portoviejo; en el acta de entrega se incluye el porcentaje de germinación el cual fue de 48,62% (promedio). Se repitió la germinación de las 37 accesiones en la EESC y se obtuvo un promedio de 41.62% y que fue notificado por el Dr. Tapia al Ing. Geover Peña con copia al Dr. Cañarte vía zimbra con fecha 29 de junio, sin embargo, no hubo respuesta. De acuerdo al protocolo establecido internacionalmente se necesita un

85% de germinación para que sea ingresado al banco, por lo tanto, se necesitaría refrescar el material.

En mayo 2021 la Universidad Técnica del Norte entrega 76 accesiones de *Passiflora* spp. (*Passiflora tripartita* y *Passiflora tarminiana*). Según la base de datos pasaporte entregada estos materiales fueron colectados en el año 2018. Al realizar las pruebas aleatorias de germinación, estos materiales presentan un promedio de 33% por lo que existen dos posibilidades, o la semilla pierde viabilidad rápidamente o existe dormancia en la especie. Estos materiales no pueden ser ingresados al banco de germoplasma por no cumplir con las condiciones de 85% germinación mínima.

Mediante comunicación sin número de la Ing. Doris Chalampunte con fecha 8 de noviembre de 2021, entregó al DENAREF germoplasma de higuera (*Ricinus comunis*) 211 accesiones. Al realizar pruebas de germinación en una muestra de 75 accesiones se obtuvo un % de germinación del 8.33% en una segunda repetición se realiza pruebas en todas las accesiones y se determina un % promedio de germinación del 6,16%. Estos materiales no pueden ser ingresados al banco de germoplasma por no cumplir con las condiciones de 85% germinación mínima.

Pruebas de germinación para extracción de ADN proyecto de estudio de diversidad genética del género *Gossypium* sp.

Las pruebas de germinación se realizaron en tubos de ensayo *in vitro* (Figura 6) para evitar contaminación que es frecuente en cajas Petri, los resultados se incluyen en la Figura 7. Se está probando un método de desinfección óptimo para ambos métodos.

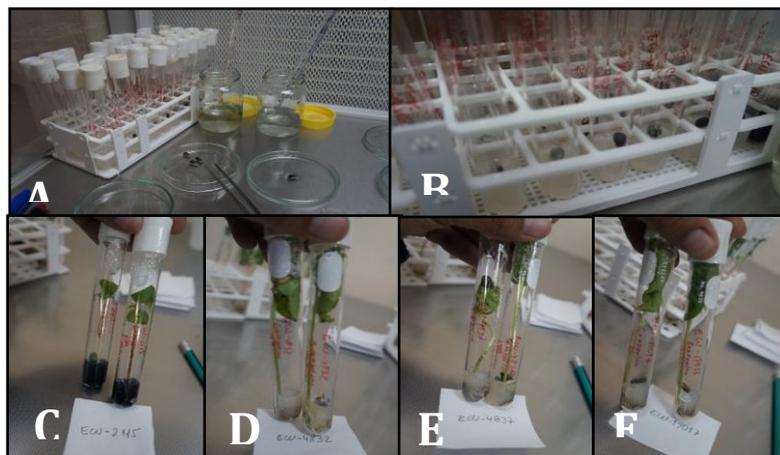


Figura 6.

A. Método de desinfección de semillas algodón en cámara de flujo laminar. B. Semillas sembradas en tubos de ensayo y medio de cultivo. C. Semillas germinadas de ECU-2115. D. Semillas germinadas de ECU-4832. E. Semillas germinadas de ECU-4837. F. Semillas germinadas de ECU-19017.

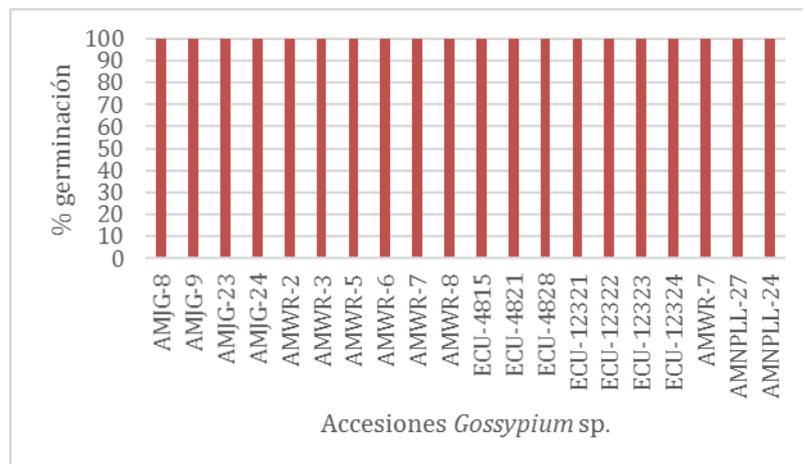


Figura 7.

Porcentajes de germinación para 20 accesiones de algodón *Gossypium* spp. previo a la extracción de ADN.

Conclusiones:

- En total en el año 2021 se realizaron pruebas de germinación para 353 accesiones de varias especies de acuerdo al detalle presentado.
- El proceso de germinación es un primer paso hacia el ingreso o egreso de muestras en el banco de germoplasma del INIAP. Se deben cumplir procesos adicionales de acondicionamiento, secado, enfundado, documentación, etc., de acuerdo a la metodología utilizada por Monteros-Altamirano et al., (2018).

Recomendaciones:

Se debe preparar un proyecto para germinación de *Passiflora* spp. y entender un poco más la germinación de esta especie.

Referencias:

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1994). Normas para bancos de genes. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Roma. IBPGR. Roma, Italia, 15 p.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). (1985a). Handbook of seed technology for genebanks. Compendium of specific germination information and test recommendation Vol II.R. Ellis, T. Hong and Roberts, E. (Ed.), 667 p.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). (1985b). Handbook of seed technology for genebanks. Principles and methodologies. Vol I. R. Ellis, T. Hong and Roberts, E. (Ed.), 225 p.
- Monteros-Altamirano, A., Tacan, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N., y Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador.

Hito 3: Colecta de germoplasma

Actividad 1.

Título: Colecta del género *Gossypium* spp. en Ecuador

Responsable: Álvaro Monteros.

Colaboradores: David Suárez (FAO), Nelly Paredes (INIAP, EECA), Geover Peña (INIAP, EEP).

Antecedentes:

El cultivo del algodón en el Ecuador tuvo una gran participación en el sector agrícola, principalmente en las décadas de 1970 y 1990. Eventos climáticos y económicos llevaron a la casi desaparición del cultivo y sus conocimientos ancestrales ligados; sin embargo, la industria textil ha estado muy arraigada en la sociedad y economía ecuatoriana, principalmente en la región Andina. Actualmente, la estrategia gubernamental “Cambio de Matriz Productiva” incluye al sector textil entre las ramas económicas prioritarias para el desarrollo e innovación.

En este contexto, el Gobierno ecuatoriano, a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), ha manifestado su interés en participar en el Proyecto de cooperación Sur-Sur trilateral GCP/RLA/199/BRA "Fortalecimiento del Sector Algodonero por medio de la Cooperación Sur- Sur", firmado entre el Gobierno de Brasil por intermedio de la Agencia Brasileña de Cooperación del Ministerio de Relaciones Exteriores (ABC/MRE), el Instituto Brasileño del Algodón (IBA) y la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe (FAO RLC). El Proyecto Regional tiene como objetivo contribuir, a partir de tecnologías, recursos técnicos y humanos y experiencias relevantes disponibles en Brasil, al desarrollo del sector algodón en los países de la región.

Esta actividad pretende apoyar al proyecto regional con la colecta y caracterización morfológica de especies de algodón en estado natural, las cuales en un futuro pueden ser fuente de genes importantes para el mejoramiento de la especie.

Objetivos:

General:

Contribuir al uso de la agrobiodiversidad nativa del Ecuador

Específicos:

- Colectar germoplasma de *Gossypium* spp.
- Caracterizar in situ los materiales de algodón.

Metodología:

Fuente de información

Para el presente plan de colecta del género *Gossypium* spp., se ha revisado la base de datos del Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Prospección y colecta

La primera fuente de información a revisar para el proceso de prospección y colecta fueron los protocolos utilizados por el INIAP-DENAREF y publicados en Monteros-Altamirano et al. (2018). En el caso específico de *Gossypium* spp., a partir de la información de herbario recopilada, se realizaron viajes de prospección en cada uno de los puntos obtenidos, con la finalidad de constatar la presencia de las especies de interés. En esta fase todos los hallazgos fueron geo-referenciados.

Si hubo semilla en el momento de la colecta, se colectó la muestra óptima de aproximadamente 2000 semillas por población. Además, se registraron otros datos que ya se encuentran estandarizados en un formato de colecta desarrollada y usada comúnmente por el INIAP-DENAREF (Monteros-Altamirano et al., 2018).

Viajes de colecta

En base a la información recopilada durante el 2021 se programó un viaje de colecta a la región amazónica: Sucumbíos y Orellana.

Caracterización morfológica

Para la caracterización morfológica y agronómica de los materiales colectados se utilizarán los descriptores propuestos por IBPGR (1985).

Resultados:

Fecha: 14 al 20 de marzo 2021.

Colectores: La colecta se realizó con el apoyo de Álvaro Monteros, Nelly Paredes y Luis Lima y el financiamiento tanto de FAO como INIAP. Previo a la colecta se contactó desde INIAP EECA a personal de los Gobiernos locales visitados y técnicos del Ministerio de Agricultura en territorio, quienes acompañaron también en la colecta de acuerdo a la localización geográfica de sus actividades.

En esta colecta se han encontrado 35 materiales cultivados, por lo tanto, no fue necesario emitir oficios al Ministerio del Ambiente y Aguas para solicitar permiso de movilización de muestras de algodón silvestre, pero si se obtuvieron los permisos firmados por parte de los agricultores.

A continuación, se detalla el itinerario de colecta y los materiales de algodón colectados.

Domingo 14 marzo 2021.

Álvaro Monteros viaja por tierra de Quito a Coca.

Lunes 15 marzo 2021.

El día lunes se realizaron 7 colectas en el cantón Cuyabeno, parroquias Aguas Negras y Puente Cuyabeno. A continuación, se detallan las colectas: AMNPLL-1 Cuyabeno, Aguas Negras, Hombres libres; AMNPLL-2 Cuyabeno, Aguas Negras, Rey de los Andes; AMNPLL-3 Cuyabeno, Aguas Negras, Rey de los Andes; AMNPLL-4 Cuyabeno, Aguas Negras, Rey de los Andes; AMNPLL-5 Cuyabeno, Aguas Negras, 26 de junio; AMNPLL-6 Cuyabeno, Aguas Negras, Cancha poblado; AMNPLL-7 Cuyabeno, Puente Cuyabeno.

Martes 16 marzo 2021.

El día martes se colectaron 9 materiales en la parroquia Tarapoa del cantón Sucumbíos. El detalle a continuación: AMNPLL-8, Sucumbíos, Cuyabeno, Tarapoa; AMNPLL-9, Sucumbíos, Cuyabeno, Tarapoa; AMNPLL-10, Sucumbíos, Cuyabeno, Tarapoa; AMNPLL-11, Sucumbíos, Cuyabeno, Tarapoa; AMNPLL-12, Sucumbíos, Cuyabeno, Tarapoa; AMNPLL-13 (Fotografía 1), Sucumbíos, Cuyabeno, Tarapoa; AMNPLL-14; Sucumbíos, Shushufindi, San Roque; AMNPLL-15, Sucumbíos, Cuyabeno, Tarapoa; AMNPLL-16, Sucumbíos, Cuyabeno, Tarapoa.



Fotografía 1.

Colecta de Gossypium spp. AMNPLL-13, en la provincia de Sucumbíos-Ecuador.

Miércoles 17 marzo 2021

Este día se colectaron 10 materiales en el cantón Lago Agrio, parroquias Dureno, Parcayacu, General Farfán y El Evo, con el siguiente detalle: AMNPLL-17, Sucumbíos, Lago Agrio, Dureno; AMNPLL-18, Sucumbíos, Lago Agrio, Parcayacu; AMNPLL-19, Sucumbíos, Lago Agrio, Parcayacu; AMNPLL-20, Sucumbíos, Lago Agrio, Parcayacu; AMNPLL-21, Sucumbíos, Lago Agrio, Parcayacu; AMNPLL-22, Sucumbíos, Lago Agrio, Parcayacu; AMNPLL-23, Sucumbíos, Lago Agrio, Dureno; AMNPLL-24, Sucumbíos, Lago Agrio, General Farfán; AMNPLL-25, Sucumbíos, Lago Agrio, General Farfán; AMNPLL-26, Sucumbíos, Lago Agrio, El Evo.

Jueves 18 marzo 2021

Este día se colectaron 4 accesiones, 2 en el cantón Shushufindi y 2 en el cantón Orellana, de acuerdo al detalle siguiente: AMNPLL-27, Sucumbíos, Shushufindi, Shushufindi; AMNPLL-28, Sucumbíos, Shushufindi, Limoncocha; AMNPLL-29, Orellana, Orellana, Joya de los Sachas; AMNPLL-30, Orellana, Orellana, Loreto.

Viernes 19 marzo 2021

El viernes 19 se colectaron 4 materiales en la provincia de Orellana y 1 en la provincia de Pastaza. Esta última colecta corresponde al final de la vía Auca, sin embargo, se indica que la jurisdicción es la provincia de Pastaza. Los materiales colectados fueron los siguientes: AMNPLL-31, Orellana, Fco. De Orellana, Inés

Arango; AMNPLL-32, Pastaza, Tiguino; AMNPLL-33, Orellana, Fco. De Orellana, Inés Arango; AMNPLL-34, Orellana, Fco. De Orellana, Inés Arango; AMNPLL-35, Orellana, Fco. De Orellana, Inés Arango.

Sábado 20 marzo 2021

Álvaro Monteros retorna por tierra del Coca a Quito.

Los materiales colectados se procesaron en el banco de germoplasma del INIAP (EESC) tanto para separar la fibra de las semillas y posteriormente realizar pruebas de germinación, la asignación de ECU de los materiales colectados se integra en la Tabla 4.

Tabla 4.

Lista de materiales de algodón (Gossypium spp.) colectados en las provincias de Sucumbíos y Orellana y el respectivo código ECU asignado.

CÓD ECU	CÓD. Colecta
28451	AMNPLL-1
28452	AMNPLL-2
28454	AMNPLL-4
28455	AMNPLL-5
28456	AMNPLL-6
28457	AMNPLL-7
28458	AMNPLL-8
28459	AMNPLL-9
28460	AMNPLL-10
28461	AMNPLL-11
28462	AMNPLL-12
28463	AMNPLL-13
28464	AMNPLL-14
28465	AMNPLL-15
28466	AMNPLL-16
28467	AMNPLL-17
28468	AMNPLL-18
28469	AMNPLL-19
28470	AMNPLL-20
28471	AMNPLL-21
28472	AMNPLL-22
28473	AMNPLL-23
28474	AMNPLL-24
28475	AMNPLL-25
28476	AMNPLL-26
28477	AMNPLL-27
28478	AMNPLL-28
28479	AMNPLL-29

28480	AMNPLL-30
28481	AMNPLL-31
28482	AMNPLL-32
28483	AMNPLL-33
28484	AMNPLL-34
28485	AMNPLL-35

Durante la colecta a estos materiales se aplicó la lista de descriptores morfológicos *in situ* (Anexo 1) y la base de datos se integrará en una publicación global del proyecto.

Conclusiones:

- Durante el 2021 se colectaron 34 accesiones de algodón en Sucumbíos y Orellana; en todos los casos los materiales son cultivados y están en manos de agricultores. Se identifica que el cultivo tiene un alto grado de erosión genética en las provincias visitadas debido a que los agricultores solamente tienen pocas plantas aisladas, localizadas principalmente en huertos casero o linderos y se los usa para artesanías o con fines medicinales.
- En el caso de estas provincias se identificaron materiales con fibra blanca o variaciones suaves del blanco, no se identificaron algodones de colores.

Referencias:

- Dodson, C.H., Gentry, A.H., y Valverde, F.M. (1985). La flora de Jauneche, Los Ríos, Ecuador. Quito. Banco Central del Ecuador, 1985. 512 p.
- Monteros-Altamirano, Á., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N. y Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador. 90 p.

Hito 4. Fortalecimiento de las comunidades indígenas de Cotacachi – Ecuador en la conservación y uso de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Actividad 1.

Título: Evaluación agronómica de variedades mixturadas de fréjol en la Granja La Pradera de la UTN

Responsable: Tesista de la UTN bajo el proyecto TIRFAA (Mayra Díaz)

Colaboradores: Hugo Carrera (UNORCAC), Doris Chalampunte (UTN), César Tapia (INIAP)

Antecedentes:

El Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad, razón por la cual, se ha dado más prioridad a la conservación de los materiales fitogenéticos debido a la importancia de la conservación de las semillas nativas que garantizan la seguridad alimentaria (Tapia et al., 2008). La abundante diversidad biológica que posee el país se ve reflejada en una gran agrobiodiversidad que sustenta el desarrollo económico, la soberanía alimentaria, la generación de ingresos y medios de vida. Los cuales son beneficios que ofrece el sistema de producción basado en preservar la biodiversidad para la agricultura y alimentación (Delgado et al., 2018).

En este aspecto, las instituciones INIAP, UNORCAC y la Universidad Técnica del Norte, están trabajando en el proyecto “Fortalecimiento de las comunidades Indígenas de Cotacachi-Ecuador en la conservación y uso de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) como mecanismo para la distribución justa y equitativa de los beneficios”. Este proyecto tiene la finalidad de conservar la biodiversidad, multiplicar y retribuir las semillas a las comunidades indígenas, puesto que, ellos han sido quienes han conservado ancestralmente la diversidad existente en la zona de Cotacachi. Mientras que en la parte investigativa se propone caracterizar materiales fitogenéticos mediante evaluaciones agronómicas para determinar variedades con características sobresalientes para mejorar la productividad y la resistencia al cambio climático.

La presente investigación parte de un proceso previo donde se evaluaron 39 materiales en la zona de Cotacachi, identificando 15 como promisorios entre ellos 7 de fréjol mixturado. De dichos materiales, se realizó un segundo estudio donde se pretende evaluar 11 componentes del fréjol tipo mixturado y el testigo que es la mezcla de estas semillas, en la parroquia Chaltura. Con el fin de identificar potencialidades del cultivo mediante la evaluación de caracteres cuantitativos con el interés de conocer el comportamiento agronómico cuando son cultivados fuera de su lugar de origen. Y determinar si presentan mejores rendimientos cuando son sembrados de forma individual o en mezcla, que es como se ha sembrado tradicionalmente y todo esto bajo un enfoque agroecológico puesto que son alternativas de producción que busca el agricultor.

La evaluación agronómica y la respectiva descripción morfológica de líneas y cultivares beneficia tanto al mejorador del material fitogenético y productor de semillas, como al agricultor y al comerciante del producto final al mercado. Además, esta descripción permite a los agricultores y comerciantes obtener cultivares que pueden hacer frente a condiciones climáticas adversas sin afectar sus rendimientos (Galović et al., 2006). Frente al cambio climático existen alternativas de manejo como el uso de tecnologías agroecológicas donde se pretende lograr sistemas diversificados y suelos cubiertos y ricos en materia orgánica que permitan contribuir con una agricultura resiliente y sostenible, que no tienen dependencia de agroquímicos. Asimismo, ayuda a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos que el agricultor tiene a su alcance para la producción de su propio germoplasma que le puede servir como semilla o para autoabastecimiento alimentario (Coronel, 2019).

Por lo tanto, la evaluación agronómica de cultivares nativos de fréjol promueve la conservación, foto-documentación y la multiplicación de semillas. Es importante recalcar que al final de la investigación se entregaron semillas a los agricultores para que continúen con la conservación de las variedades nativas de fréjol.

Objetivo general:

Evaluar las características agronómicas de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) mixturado bajo un sistema agroecológico en la Granja Experimental, La Pradera.

Objetivos específicos:

- Caracterizar el comportamiento agronómico del fréjol variedad mixturado mediante el uso de descriptores cuantitativos para la selección de materiales promisorios.
- Cuantificar el potencial productivo del fréjol variedad mixturado bajo un sistema de manejo agroecológico para la identificación de materiales con alto rendimiento y calidad de grano.

Metodología:

Características del área de estudio

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Granja Experimental “La Pradera” (Figura 8), ubicada en la parroquia San José de Chaltura del cantón Antonio Ante en la provincia de Imbabura.

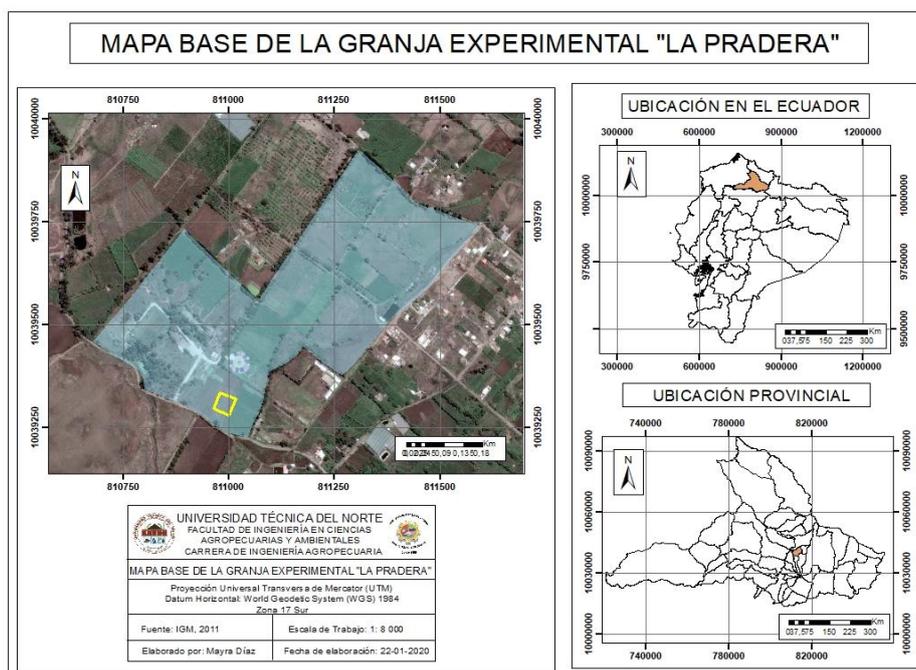


Figura 8.
Mapa de ubicación del ensayo.

Métodos

Factor en estudio

En la presente investigación el factor en estudio estuvo constituido por 11 muestras de fréjol provenientes del cantón Cotacachi (Tabla 5) más un testigo (mixturado 12) correspondiente a la mezcla de las semillas de las 11 muestras (Figura 9).

Tabla 5.
Datos pasaporte de las muestras de fréjol a evaluar.

Accesión	Cantón	Parroquia	Localidad	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud
Muestra 1	Cotacachi	Quiroga	Domingo Sabio	2.620	00.16.306N	78.17.625W
Muestra 2	Cotacachi	Quiroga	Cumbas	2.700	00.15.847N	78.18.999W
Muestra 3	Cotacachi	San Francisco	Morochos	2.750	00.17.628N	78.18.17W
Muestra 4	Cotacachi	San Francisco	Morochos	2.750	00.17.628N	78.18.17W
Muestra 5	Cotacachi	Sagrario	Turuko	2.600	00.17.829N	78.16.739W
Muestra 6	Cotacachi	Sagrario	Anrabí	2.520	00.17.684N	78.16.873W
Muestra 7	Cotacachi	Sagrario	Anrabí	2.521	00.17.684N	78.16.873W

Muestra 8	Cotacachi	Sagrario	Anrabi	2.522	00.17.684N	78.16.873W
Muestra 9	Cotacachi	Quiroga	Chilcapamba	2.600	00.17.504N	78.17.741W
Muestra 10	Cotacachi	Quiroga	Iltaqui	2.601	00.17.504N	78.17.741W
Muestra 11	Cotacachi	Imantag	Colimbuela	2.560	00.20.745N	78.15.732W

Niveles

El material mixturado provino del cantón Cotacachi y está dividido en 11 componentes que integran la muestra 12 y a cada una se le asignó una numeración con código para su evaluación. A continuación, se describe en la Tabla 6.

Tabla 6.

Descripción de los niveles en estudio.

Niveles	Descripción	Código
1	Púrpura grisácea	M1
2	Café claro pintado	M2
3	Purpura con rayas negras	M3
4	Gris con rayas negras	M4
5	Beige jaspeado	M5
6	Marrón	M6
7	Blanco	M7
8	Café claro pintado	M8
9	Púrpura con manchas blancas	M9
10	Púrpura con manchas blancas	M10
11	Rojo pintado	M11
12	Mixturado de las 11 muestras	M12

Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) como se observa en la Figura 9.

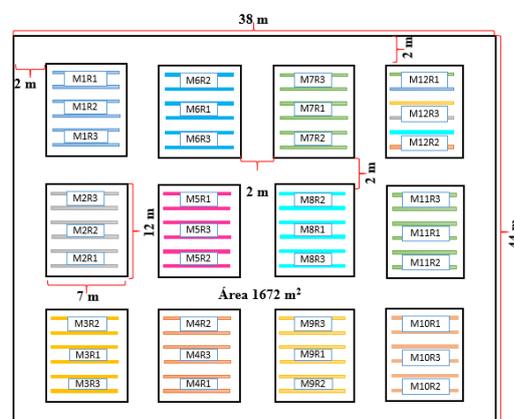


Figura 9.

Croquis del ensayo Diseño Completamente al Azar (DCA)



Figura 9.

Muestras de fréjol obtenidas del mixturado.

Características del experimento.

El diseño del ensayo en la evaluación agronómica del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) mixturado bajo un sistema agroecológico, constó de las características que se encuentran descritas a continuación:

- Niveles: 12
- Repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 36
- Área total del ensayo: 1672 m²

Características de la unidad experimental

A continuación, en la Tabla 7 se presentan las características de la unidad experimental.

Tabla 7.
Características de la unidad experimental.

Datos	Medidas
Largo de surco	7,0 m
Ancho de surco	0,5 m
Distancia entre surcos	1,0 m
Distancia entre plantas	0,4 m
Semillas por punto de siembra	3
Puntos de siembra por surco	18
Plantas por surco	54
Total de surcos	4
Total de plantas unidad experimental	216
Total de plantas parcela neta	84

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2018, en donde se realizó estadística descriptiva y análisis de varianza con prueba de medias Fisher al 5%. En la Tabla 8 se presenta el esquema del análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño Completamente al Azar (DCA).

Tabla 8.
Análisis de varianza de un Diseño Completamente al Azar

Fuentes de Variación	GL
Accesiones	Trat – 1
Error	(Total - 1) - (Trat - 1)
Total	(Trat x Rep) - 1

Variables evaluadas

Para el registro de datos correspondientes a las variables se utilizaron los descriptores desarrollados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT], 1993). Así como también para determinar la incidencia y la dinámica poblacional de las principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo. Los datos se tomaron en diez plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental.

Descriptores cuantitativos

La evaluación de los descriptores cuantitativos basados en parámetros morfológicos permitió recopilar datos de un determinado germoplasma y mediante un análisis conocer su comportamiento y seleccionar materiales con buen rendimiento, lo cual se describe a continuación:

En estado de plántula

a) Días a la emergencia

En esta variable se registró los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando el 50% de las plántulas emergieron en cada muestra evaluada (Figura 10).



Figura 10.
Días a la emergencia.

b) Porcentaje de emergencia

Como se observa en la Figura 11 la emergencia de las plántulas se evaluó a los 7, 14 y 21 días, después de la siembra por cada muestra y se registró el número de plantas emergidas las cuales se expresaron en porcentaje. La razón por la que se tomó los datos en tres diferentes fechas fue porque se requiere conocer su comportamiento según el transcurso de los días hasta que se haya completado el proceso de germinación de todas las semillas.



Figura 11
Emergencia de plántulas a los 7 (a), 14 (b) y 21 días (c).

Al momento de la floración

c) Número de días a la floración

Para esta variable se registró el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% de las plantas presentaron una o más flores abiertas (Figura 12). Por lo general coincide con el inicio de la etapa de desarrollo R6 que corresponde a la etapa reproductiva donde el cultivo entra en plena floración.



Figura 12.
Etapa de floración en el cultivo de fréjol.

d) Duración de la floración

Esta variable se registró en número de días transcurridos desde el inicio de la floración, hasta el momento en que se presenció la apertura del último botón floral en el 50% de las plantas.

e) Longitud del tallo principal

Se evaluó en la etapa de floración cuando cada muestra presentó el 50% de las plantas con flor. De cada unidad experimental se tomaron 10 plantas de la parcela neta y se midieron en metros con un flexómetro desde el punto de inserción de las raíces hasta el último meristema apical (Figura 13).



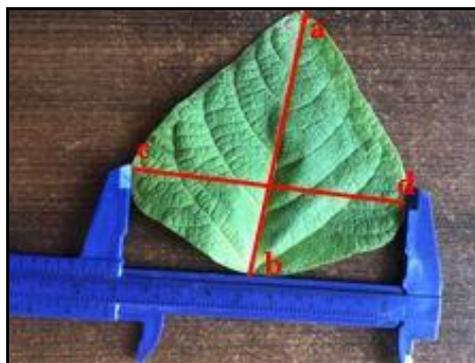
Figura 13.
Medición de longitud de tallo.

f) Longitud del foliolo central

De cada unidad experimental se tomaron 10 plantas al azar de la parcela neta, de las cuales se tomó una hoja de la parte alta, media y baja dando un total de tres hojas por planta. Se midió el foliolo central en centímetros, desde el punto de inserción de la lámina foliar en el peciolo (a) hasta al ápice del foliolo (b) (Figura 14). Para realizar estas evaluaciones se tomaron las hojas desde el cuarto nudo de la planta, teniendo en cuenta que el primer nudo es de los cotiledones.

g) Ancho del foliolo central

Esta variable se evaluó en las mismas hojas tomadas anteriormente, en el mismo foliolo evaluado y se midió en centímetros de borde a borde en el punto donde el foliolo central es más amplio (Figura 14).



Nota: ab: longitud, cd: ancho

Figura 14.
Medición de longitud y ancho de la hoja de fréjol.

h) Días a la formación de vainas

Este dato se registró desde el día de la siembra hasta que el 50 % de las plantas de cada parcela neta presentaron la primera vaina formada. Como lo explica el CIAT por lo general, cuando la vaina mida de 2,5 cm en adelante, para una medición más precisa y homogénea entre muestras (Figura 15).



Figura 15.
Formación de las primeras vainas.

Al momento de la madurez fisiológica

i) Días a la maduración fisiológica

Esta variable se registró en días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que se observó un cambio de color de las vainas (Figura 16) en el 50% de las plantas.



Figura 16.
Etapa de madurez fisiológica de la muestra 3.

j) Duración de la madurez fisiológica

Esta variable se registró en días, los comprendidos entre el comienzo de la madurez fisiológica y el momento en que las vainas alcanzaron la madurez de campo, es decir, cuando el grano obtuvo un contenido de humedad entre el 16 y 18%.

Al momento de la cosecha

Las variables que se detallan a continuación se tomaron a partir de que las vainas alcanzaron la madurez de campo.

k) Días a la cosecha

Este descriptor se registró en días transcurridos desde el momento de la siembra hasta el momento en que las vainas alcanzaron la madurez de campo (Figura 17). Es decir, cuando el grano obtuvo un contenido de humedad entre el 16 y 18% y las plantas presentaron un 90% de defoliación.



Figura 17.
Etapa de madurez de campo.

l) Número de vainas

Se registró datos de 10 plantas por parcela neta de cada unidad experimental y se procedió a contar el número de vainas por planta.

m) Longitud de las vainas

Para esta variable se registró treinta vainas por muestra y se midió en centímetros con un calibrador pie de rey desde la inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice de la vaina (Figura 18).



Figura 18.
Longitud de la vaina en seco.

n) Ancho de las vainas

Esta variable se evaluó en las mismas vainas usadas anteriormente para medir la longitud y se midió en centímetros con un calibrador en la parte más amplia de la vaina entre las sutura dorsal y ventral (Figura 19).



Figura 19.
Ancho de la vaina en seco.

o) Número de semillas por vaina

Para determinar este dato se utilizó las mismas vainas por muestra empleadas anteriormente y se procedió a contar el número de semillas que contenía cada vaina (Figura 20).



Figura 20.
Número de semillas por vaina de la muestra 9.

p) Largo de la semilla

Para registrar este dato se realizó diez repeticiones de diez semillas en este caso de la muestra 12 que corresponde al mixturado. Estas fueron colocadas en posición horizontal y posteriormente se midieron en centímetros con la ayuda de un calibrador (Figura 21).



Figura 21.
Largo de semilla de la muestra 12 (mixturado).

q) Ancho de la semilla

Este dato se determinó sobre las mismas semillas utilizadas anteriormente, pero colocadas en posición vertical y se midió en centímetros con un calibrador (Figura 22).



Figura 22.
Ancho de semilla de la muestra 12 (mixturado).

r) Grosor de la semilla

Se realizaron diez repeticiones de cinco semillas medidas una a una en centímetros con un calibrador en la parte más amplia de la semilla (Figura 23) y se sacó un promedio.



Figura 23.
Grosor de semilla de la muestra 12 (mixturado).

s) Peso de 100 semillas

Esta variable se registró después de haber uniformizado el porcentaje de humedad a un rango de 12 a 13% con la ayuda de un medidor de humedad portátil (agra Tronix MT-PRO) y usando una balanza electrónica se obtuvo el peso de 100 semillas en gramos (Figura 24).

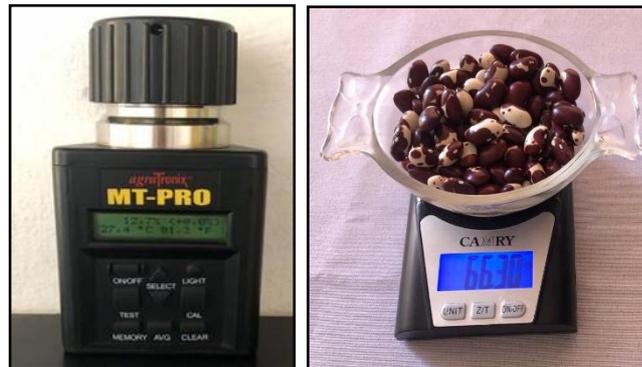


Figura 24.

Medidor de humedad y peso de 100 semillas en gramos (muestra 11).

t) Rendimiento por planta

Para esta variable se procedió a pesar la producción de cada unidad experimental y se determinó su peso en kilogramos con la ayuda de una balanza electrónica (CAMRY de alta precisión) como se observa en la Figura 25.



Figura 25.

Peso de semilla en kilogramos.

Evaluación de plagas y enfermedades

u) Incidencia de plagas y enfermedades

Se realizó un monitoreo quincenal de forma visual revisando 10 plantas al azar de la parcela neta (Figura 26). La presencia o ausencia de la plaga o de la

enfermedad se evaluó en tres hojas trifoliadas de cada planta tomadas al azar, con un total de 90 hojas por cada unidad experimental.



Figura 26.
Monitoreo de incidencia de plagas y enfermedades.

v) Dinámica poblacional de plagas y enfermedades

La dinámica poblacional de plagas y enfermedades se realizó contabilizando el número de insectos presentes en tres hojas trifoliadas elegidas de la parte alta, media y baja de diez plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental por muestra. Esto con base al umbral de daño económico de cada una como se describe respectivamente a continuación:

- Masticador de la hoja (*Acanthoscelides obtectus* Thomas Say.)

La presencia del masticador en las hojas se evaluó en la etapa vegetativa V2 según el número de insectos presentes en las hojas primarias (Figura 27). Debido a su movilidad en la planta, se puede tomar como umbral de acción tres insectos por planta (Salguero et al., 1992). Ante la presencia de esta plaga se realizó un control biológico con *Bacillus thuringiensis* Berliner, ya que su incremento puede causar una defoliación total de la planta.



Figura 27.
Ataque de picudo en hojas primarias.

- Lorito verde (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore)

La evaluación de esta plaga se realizó durante la etapa de desarrollo vegetativo ya que el daño puede ser crítico si ocurre en este periodo. Se ha establecido como umbral de daño económico de dos a tres adultos por hoja (CIAT, 1982). El lorito verde es un insecto fitófago pequeño de color verde (Figura 28), conocido también como saltahojas. Al presentar daño se debe realizar el respetivo control debido a que su ataque es capaz de producir severos daños por su alimentación directa o como vector provocando pérdidas de producción en fréjol común (Hallman y García, 2009).



Figura 28.

Presencia de lorito verde adulto en hojas.

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)

Se evaluó con base en la población de insectos que no debe sobrepasar el umbral de daño económico establecido, siendo 10 adultos por planta. La mosca blanca es un pequeño insecto chupador (Figura 29) que puede causar grandes daños, pero su presencia solo se hace importante cuando existen en grandes densidades (Nava y Cano, 2000).



Figura 29.

Presencia de mosca blanca.

- Barrenador de la vaina (*Epinotia aporema* Walsingham)

La evaluación de esta plaga se realizó durante la etapa final (maduración). Si el daño es poco y está limitado a los brotes terminales, se puede hacer un control preventivo aplicando *Baccillus thuringiensis* Berliner. Si se encuentra el umbral de acción, se debe recurrir a insecticidas. El umbral de acción es de dos gusanos en nudos o la presencia de uno en vainas (Bueno y Cardona, 2004) (Figura 30).



Figura 30.
Barrenador de la vaina.

- Roya (*Uromyces phaseoli* Pers.)

El umbral económico de daño es el 10% de hoja afectada, causando pérdidas en el rendimiento del cultivo en porcentajes del 18 al 20%. Sin embargo, se realizó un control cuando la planta presentaba el 1% de la enfermedad para evitar la contaminación en todo el lote, debido a que el hongo se disemina con facilidad (Castaño et al., 2012) (Figura 31).



Figura 31.
Diseminación de roya en las hojas.

- Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. y Magn.)

El umbral económico de daño económico es 7% sin embargo, se debe aplicar un control cuando el porcentaje de la enfermedad en las hojas del fréjol sea del 5% (Figura 32). Debido a que esta enfermedad se disemina con facilidad en el cultivo

ocasionando defoliación, puede causar pérdidas en el rendimiento del 80 al 100% si no es controlado de forma oportuna (García, 2014).



Figura 32.
Manchas de antracnosis en hojas.

Resultados:

Variabilidad de los datos cuantitativos

Para determinar la variabilidad de los resultados obtenidos con base en los datos de las muestras de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), se emplearon parámetros estadísticos como la media aritmética, coeficiente de variación (CV), valor mínimo y el valor máximo. El coeficiente de variación (CV) indica que mientras el valor de este sea más bajo los datos serán más homogéneos, de esta manera se puede determinar la validez de la investigación (Hidalgo y Franco, 2003). Puesto que, facilita la comparación de la variabilidad de características medidas sobre una misma colección (Patel et al., 2001).

Los descriptores que presentaron una alta variabilidad dentro de este estudio fueron: número de vainas por planta (38,07%) y rendimiento (21,67%), mientras que los caracteres número de semillas por vaina (13,68%), longitud de tallo (13,35%), duración de la madurez fisiológica (13,06%), días a la emergencia (11,83%) y peso de 100 semillas (11,69%) presentan una variabilidad media. Refiriéndose a la alta variación observada entre las muestras se puede afirmar que está relacionada directamente con la interacción genotipo ambiente sobre estos caracteres. Esto indica que en estas variables los genotipos mostraron respuestas diferentes a las condiciones edafoclimáticas dominantes durante el desarrollo del experimento (Lescay et al., 2017).

Por otro lado, los descriptores que presentaron menor variabilidad fueron: duración de la floración (9,54), longitud de la vaina (7,93%), porcentaje de germinación a los 21 días (7,86%), grosor de semilla (7,48%), días a la floración (7,33%), ancho de semilla (7,23%), ancho de semilla (7,12%) días a la formación de vainas (6,57%), días a la madurez fisiológica (6,41%), días a la cosecha (5,37%) y longitud de semilla (4,09%), como ya se mencionó con anterioridad. Los valores que presentan baja variabilidad son aceptables para la evaluación de cultivares e indican

que existe homogeneidad en los resultados y por consiguiente un buen manejo del experimento. Esto implica que existe similar comportamiento agronómico entre las muestras analizadas (Tabla 9).

Tabla 9.

Medidas de resumen para los caracteres cuantitativos durante el cultivo.

Etapa fenológica	Variable	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
Estado de plántula	Días a la emergencia (días)	10,83	1,28	11,83	9,00	13,00
	Porcentaje de germinación (%) *	88,42	6,95	7,86	70,83	96,53
Estado de floración	Días a la floración (días)	79,33	5,82	7,33	71,00	89,00
	Longitud de tallo principal (m)	2,62	0,35	13,35	1,39	3,61
	Duración de la floración (días)	34,00	3,24	9,54	27,00	39,00
	Longitud de foliolo central (cm)	10,56	1,42	13,46	7,00	15,22
	Ancho de foliolo central (cm)	9,82	1,44	14,63	5,84	13,92
	Días a la formación de vainas (días)	119,42	7,85	6,57	109,00	134,00
Estado de madurez fisiológica	Días a la madurez fisiológica (días)	136,83	8,78	6,41	123,00	151,00
	Duración de la madurez fisiológica (días)	23,25	3,04	13,06	19,00	30,00
A la cosecha	Días a la cosecha (días)	165,25	8,87	5,37	150,00	175,00
	Número de vainas	32,29	12,29	38,07	11,00	80,00
	Longitud de vainas (cm)	13,96	1,11	7,93	10,91	16,73
	Ancho de vainas (cm)	1,29	0,17	13,07	0,92	1,74
	Número de semillas/vaina	6,32	0,86	13,68	4,00	8,00
	Longitud de semillas (cm)	13,43	0,55	4,09	12,14	15,00
	Ancho de semillas (cm)	9,05	0,64	7,12	7,87	10,54
	Grosor de semillas (cm)	0,69	0,05	7,48	0,57	0,82
	Peso de 100 semillas (g)	60,18	7,04	11,69	47,88	73,96
	Rendimiento (kg)	8,69	1,88	21,67	5,26	12,49

*Porcentaje de germinación a los 21 días después de la siembra.

Caracteres agronómicos evaluados según las etapas fenológicas del cultivo de fréjol.

En estado de plántula

a) Días a la emergencia

Según el análisis de la varianza para esta variable, las muestras de fréjol emergieron en diferentes fechas, teniendo así un promedio general de 11 días y un coeficiente de variación 11,83 %.

En este sentido los datos analizados mediante la prueba de Fisher al 5%, indican que las muestras M1, M6 y M7 emergieron a los 9 días siendo las más precoces, mientras que la muestra M4 y M12 (testigo) fréjol mixturado emergieron a los 13 días determinándose como muestras tardías. Sin embargo, la mayoría de las muestras emergieron a los 11 días como es el caso de la muestra M10, M11, M2,

M3, M5, M8 y M9 (Figura 33). Lo que indica que el ensayo presentó las condiciones adecuadas para que ocurra la germinación, permitiendo que las semillas se adapten a las condiciones de suelo y clima. A la vez resulta favorable ya que esta variable se considera importante porque influye directamente en la densidad del cultivo (Lamprea, 2017).

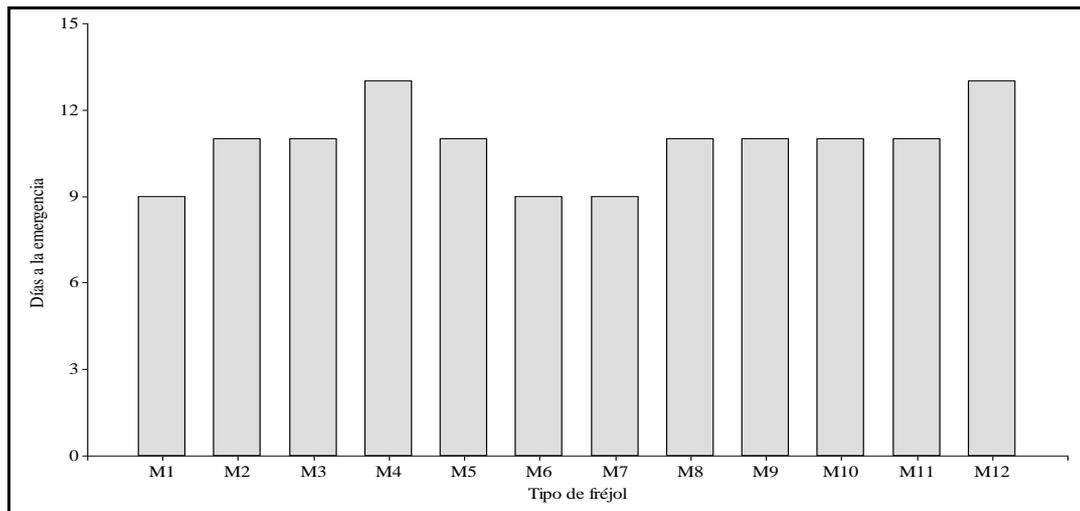


Figura 33.
Días a la emergencia.

b) Porcentaje de germinación

Según el análisis de varianza para esta variable, se detectan diferencias altamente significativas entre las muestras de fréjol en las distintas fechas, teniendo así un promedio de 15,94%, 80,79% y 88,43% de germinación a los 9, 14 y 21 días respectivamente.

En la Figura 34, se observa que en el día 9 el porcentaje de germinación fue bajo debido a que los valores obtenidos para este carácter presentan un valor mínimo de 3,13% para la muestra 3 y un valor máximo de 41,32% para la muestra 6. Mientras que, a los 14 días la germinación aumentó significativamente presentando un valor mínimo de 57,64% para la muestra 2 y un valor máximo de 89,93% para la muestra 4. Finalmente, a los 21 días presentó un valor mínimo de 70,83% para la muestra 7 y un valor máximo de 96,53% para la muestra 4 concluyendo así la etapa de germinación.

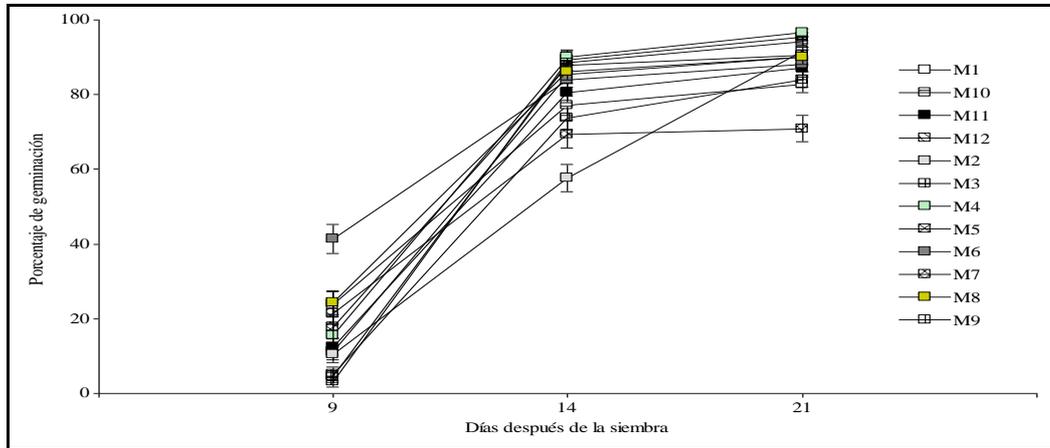


Figura 34.
Porcentaje de germinación.

Al momento de la floración

a) Días a la floración

Según el análisis de la varianza para esta variable, las muestras de fréjol alcanzaron el inicio de la floración en diferentes fechas determinándose así variedades precoces y tardías con un promedio general de 79,33 días y un coeficiente de variación 7,33%.

En este sentido los datos analizados mediante la prueba de Fisher al 5%, representados en la Figura 35 indican que las muestras M2 y M8 demostraron ser las más precoces iniciando su floración a los 71 días, mientras la muestra M12 se diferencia por presentar el mayor tiempo para el inicio de la floración con 89 días siendo la más tardía lo que puede estar influenciado por la diversidad de semillas que contiene esta mezcla.

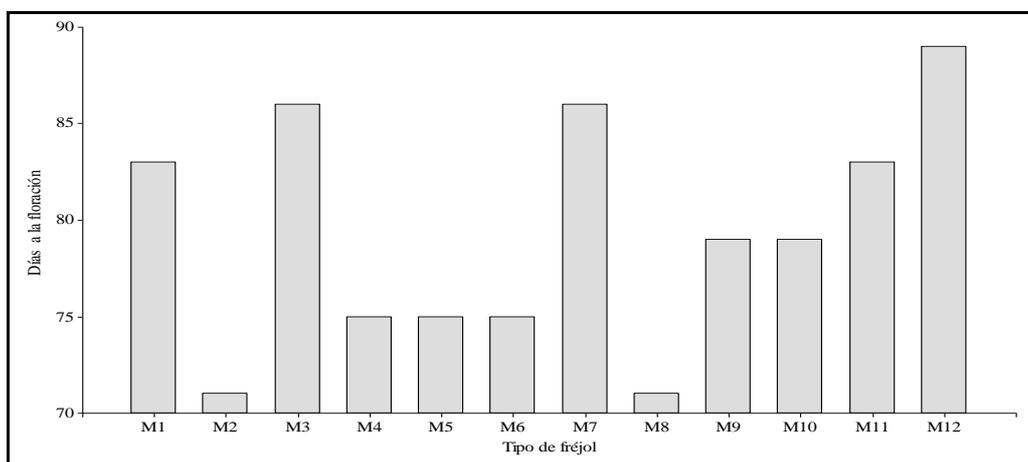


Figura 35.
Número de días a la floración.

b) Duración de la floración

Con respecto a este descriptor, según el análisis de varianza las 12 muestras de fréjol presentaron una amplia duración en esta etapa, teniendo así un promedio general de 34 días con un coeficiente de variación de 9,54%. En la Figura 36 se aprecia la duración mínima de la floración, donde la muestra M3 presentó 27 días, mientras que para la muestra M12 la duración máxima fue de 39 días, este resultado puede estar influenciado por la variabilidad de semilla que integra esta muestra.

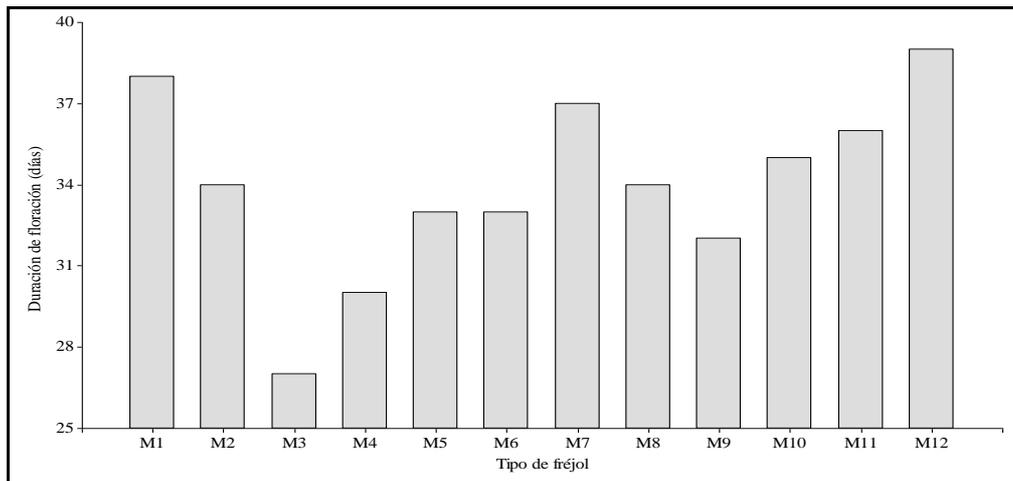


Figura 36.
Duración de la floración.

c) Longitud del tallo principal

Mediante el análisis de varianza en esta variable resultan que existe diferencias significativas para todas las muestras de fréjol, presentando así un promedio general de 2,62 m de altura y un coeficiente de variación de 13,35%.

Luego del análisis con la prueba de Fisher al 5% sobre los datos promedios de desarrollo de cada muestra (Figura 37), se registran 4 rangos de significación. Así destacan: las muestras M5, M7 y M6 con rangos superiores a 2,8 m aproximadamente siendo los tallos más largos; por su parte la muestra M11 presentó un tamaño de 2,31 m siendo el tamaño más bajo dentro del grupo de materiales evaluados.

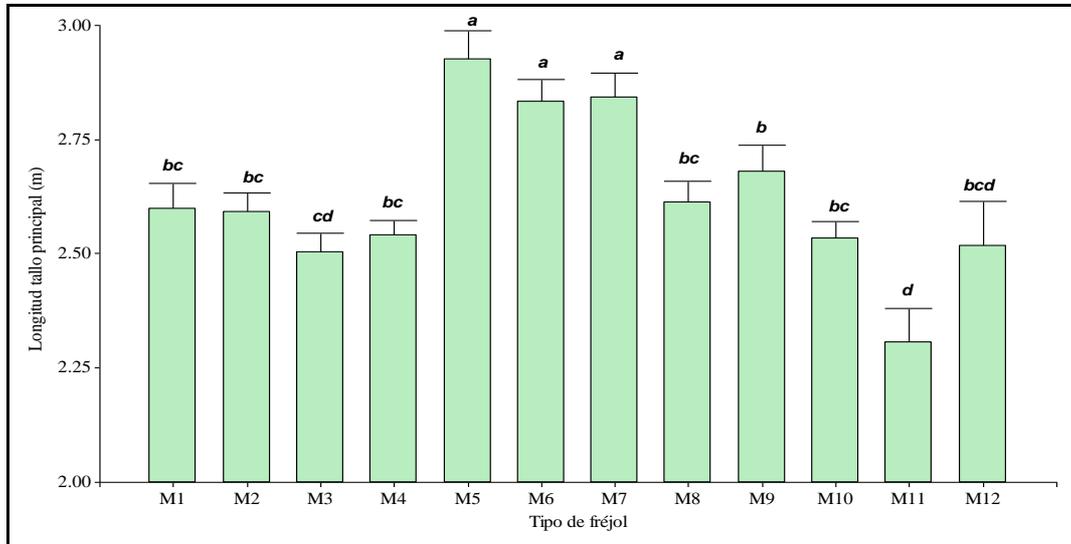


Figura 37.
Longitud del tallo principal (m).

d) Longitud del foliolo central

Luego del análisis de varianza para este descriptor, se deduce la existencia de diferencias significativas entre muestras, en promedio global, se obtiene 10,56 cm, el coeficiente de variación fue 13,45%. Mediante la prueba Fisher al 5%, se establecen cinco rangos significativos (Figura 38), entre estos destaca la muestra M3 con un valor máximo de 11 cm y en el rango más inferior la muestra 10 con un valor mínimo de 9,97 cm y la muestra M11 con 9,99 cm.

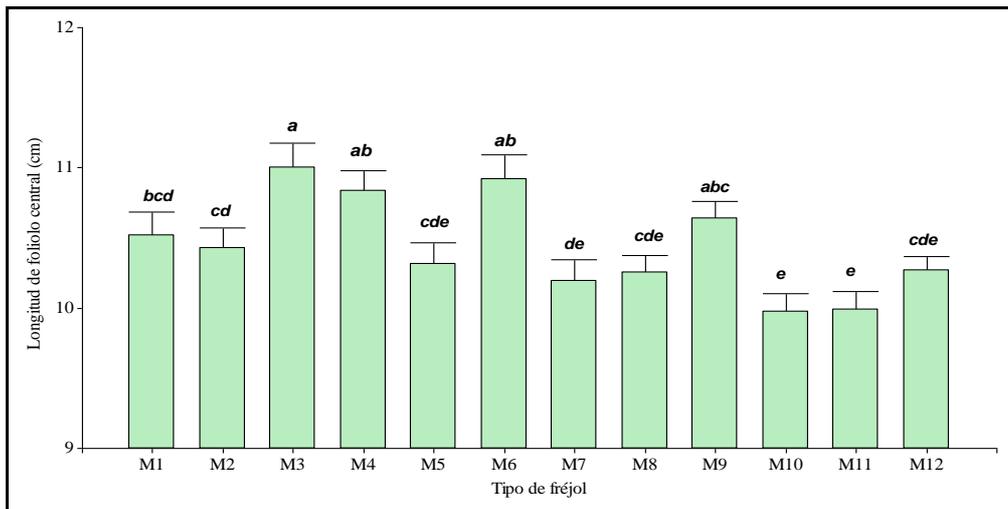


Figura 38.
Longitud del foliolo central (cm).

e) Ancho del foliolo central

En cuanto a esta variable en la Figura 39 se observa la existencia de diferencias significativas entre las muestras, en promedio general, se obtiene 9,82 cm con un coeficiente de variación de 15,83%. Mediante la prueba Fisher al 5%, se establecen cinco rangos significativos, donde se destaca la muestra M2 con un valor máximo de 10,49 cm y en el rango más inferior se encuentran la muestra M10 con 9,02 cm y las muestras M12 y M7 con 8.92 cm.

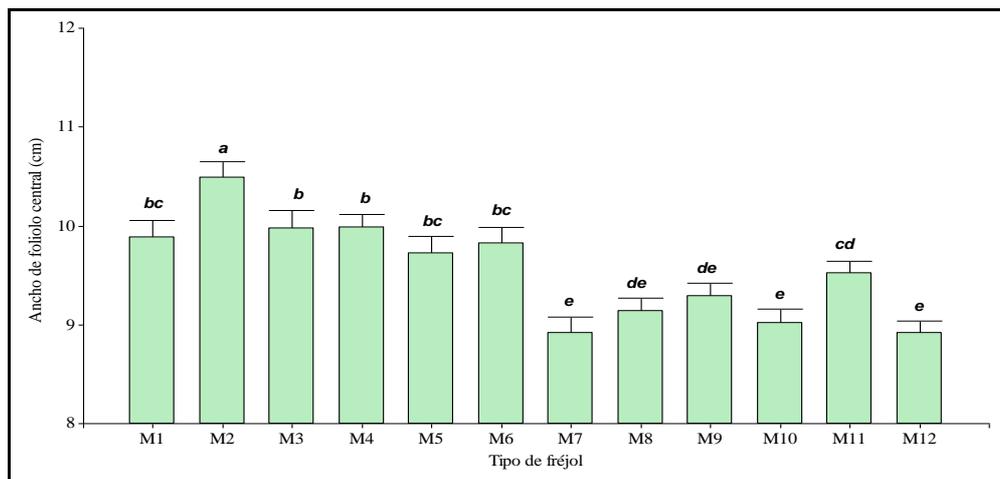


Figura 39.
Ancho del foliolo central (cm).

f) Días a la formación de vainas

En cuanto a este carácter según el análisis de varianza, las muestras de fréjol iniciaron la etapa de formación de vainas en diferentes fechas, teniendo así un promedio general de 119,42 días y un coeficiente de variación de 6,57%.

En este aspecto los resultados obtenidos y representados en la Figura 40, indican que la muestra M4 inició la formación de vainas a los 109 días siendo la más precoz, mientras que la muestra M12 (testigo) inició la formación de vainas a los 134 días determinándose como un material tardío. El resultado mencionado en el testigo pudo ser influenciado porque el mixturado contiene una mezcla de diferentes semillas por lo cual el alcance a la formación de vainas varía.

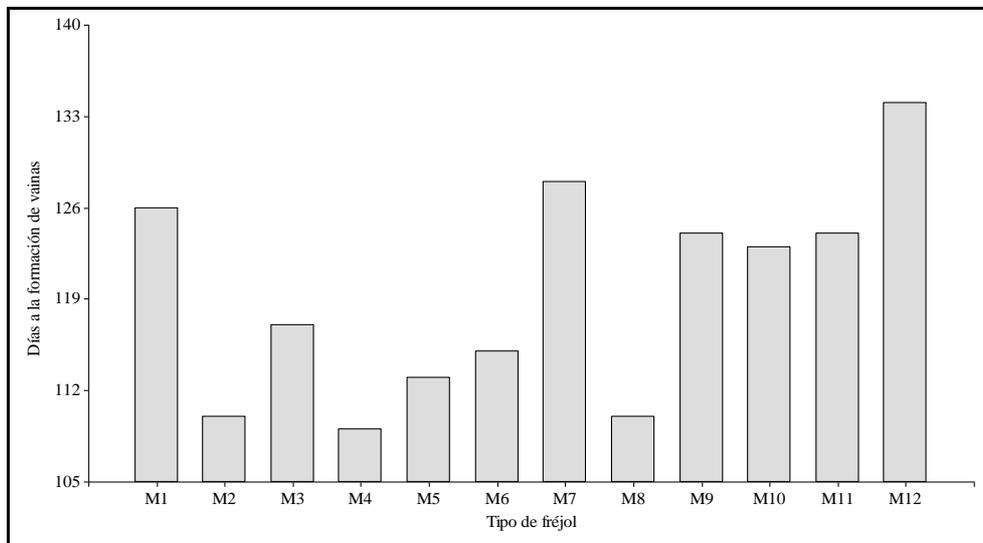


Figura 40.
Días a la formación de vainas.

En estado de madurez fisiológica

a) Días a la madurez fisiológica

Según el análisis de la varianza para esta variable, las 12 muestras de fréjol iniciaron la madurez fisiológica en distintas fechas, generándose así un promedio general de 136,83 días y un coeficiente de variación 6,41%. En este sentido los datos analizados mediante la prueba de Fisher al 5%, indican que las muestras M2 y M8 llegaron a la madurez fisiológica a los 123 días siendo las más precoces, mientras que la muestra M12 llegó a los 151 días determinándose como la muestra más tardía, lo cual se debe a la variabilidad de semillas que integra esta muestra (Figura 41).

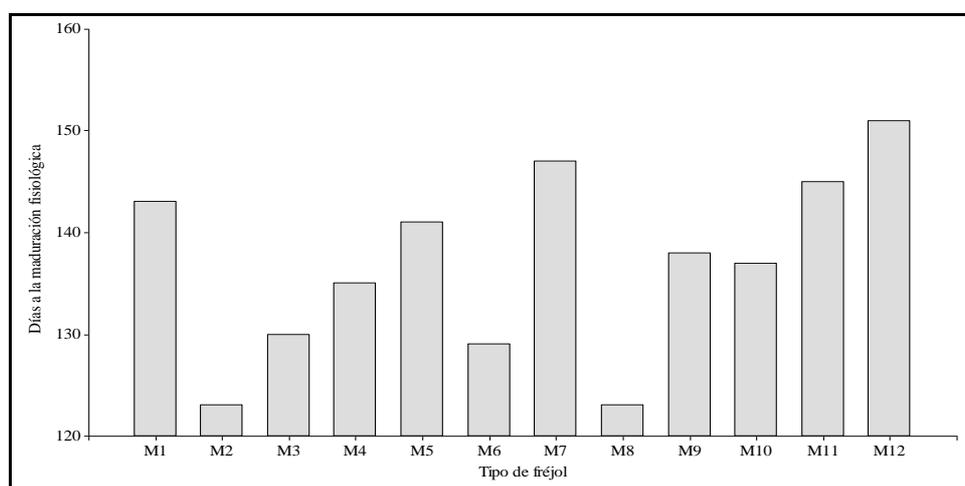


Figura 41.
Días a la madurez fisiológica.

b) Duración de la madurez fisiológica

Con respecto a este descriptor, según el análisis de varianza las 12 muestras de fréjol presentaron una duración intermedia en esta etapa, teniendo así un promedio general de 23,25 días con un coeficiente de variación de 13,06%. Como se observa en la Figura 42 donde la duración mínima de la etapa de madurez fisiológica fue de 19 días para la muestra M10, mientras que para la muestra M3 la duración máxima fue de 30 días.

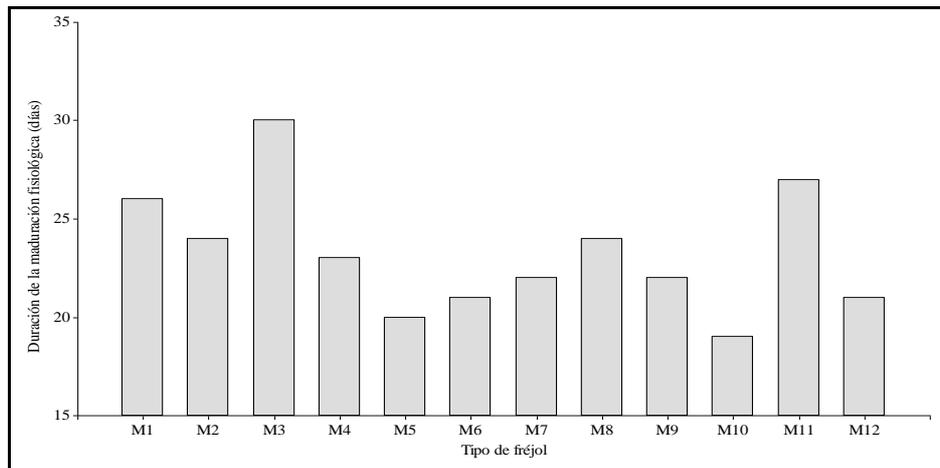


Figura 42.
Duración de la madurez fisiológica.

Al momento de la cosecha

a) Días a la cosecha

Para la variable días a la cosecha en seco los datos fueron tomados desde la siembra hasta que las plantas presentaron el 90% de defoliación y cuando el grano adquirió el color típico de cada muestra. Según el análisis de varianza las muestras de fréjol llegaron a la madurez de campo en distintas fechas determinándose así variedades precoces y tardías con un promedio general de 165,25 días y un coeficiente de variación 5,37%.

De los datos obtenidos, analizados mediante la prueba de Fisher al 5% se deduce que las muestras M2 y M8 alcanzaron la madurez de campo a los 150 días siendo las más precoces, mientras que las muestras M1 y M12 a los 175 días siendo las más tardías como se observa en la Figura 43.

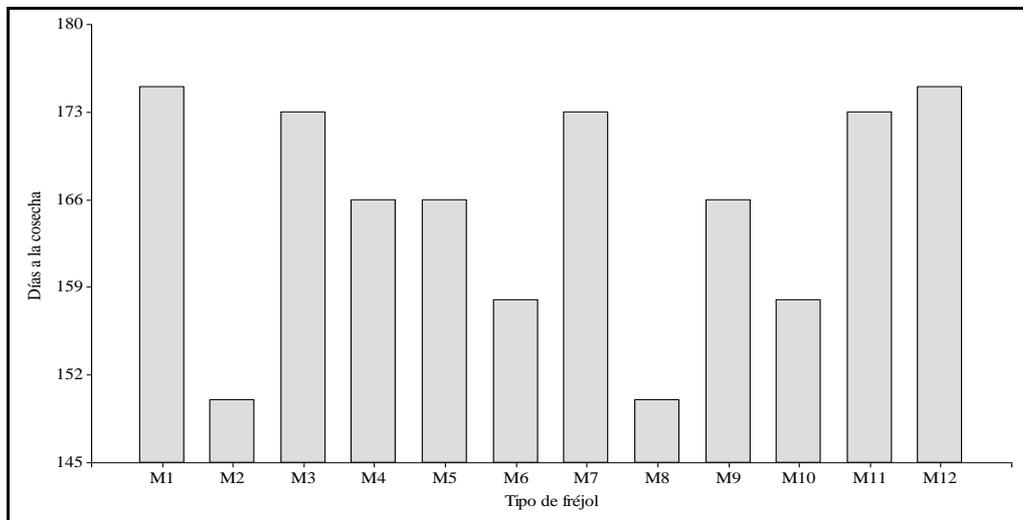


Figura 43.
Días a la cosecha.

b) Numero de vainas

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza, se encuentran diferencias altamente significativas entre muestras con un promedio generalizado que arroja 32,29 vainas y un coeficiente de variación de 38,07% valor considerado alto lo que representa una amplia variabilidad de los datos entre las muestras evaluadas. Como se observa en la Figura 44, se generaron seis rangos de alta significancia, entre los cuales figura en primer lugar, la muestra M6 con 47,23 vainas en promedio y como último rango, la muestra M9 con un promedio de 20,46 vainas por planta.

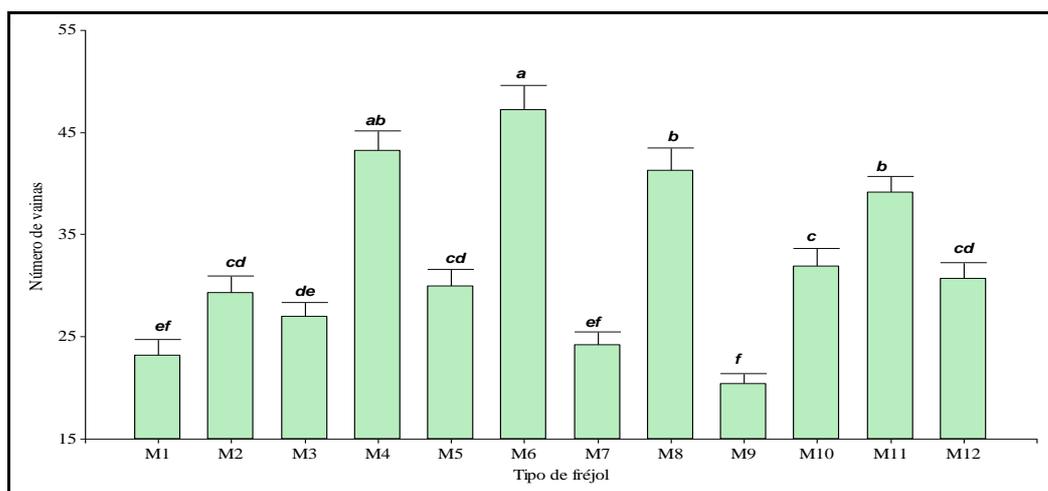


Figura 44.
Número de vainas por planta.

c) Longitud de vainas

En la Figura 45 se observa que para el carácter longitud de vainas, se generaron 5 rangos de alta significancia. Entre los cuales destaca en primer lugar la muestra M11 de mayor longitud de vaina con 15,21 cm, mientras que en último lugar con menor longitud se encuentra las muestras M2 y M8 con 12,75 y 12,83 cm respectivamente, presentando un promedio general de 13.96 cm y un coeficiente de variación de 7,93% lo cual indica que existe una variabilidad baja entre muestras.

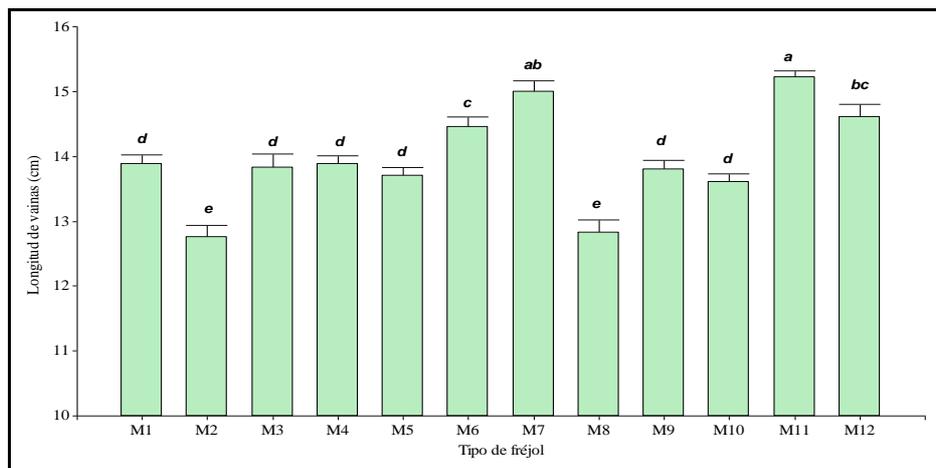


Figura 45.
Longitud de vainas en cm.

d) Ancho de vainas

En cuanto a esta variable como se observa en la Figura 46, para el ancho de vainas se generaron siete rangos de alta significancia, destaca la muestra M9 por presentar mayor ancho de vaina con 1,74 cm y en último rango la muestra M5 con 0,92 cm; el promedio general es de 1,29 cm y un coeficiente de variación de 13,07%.

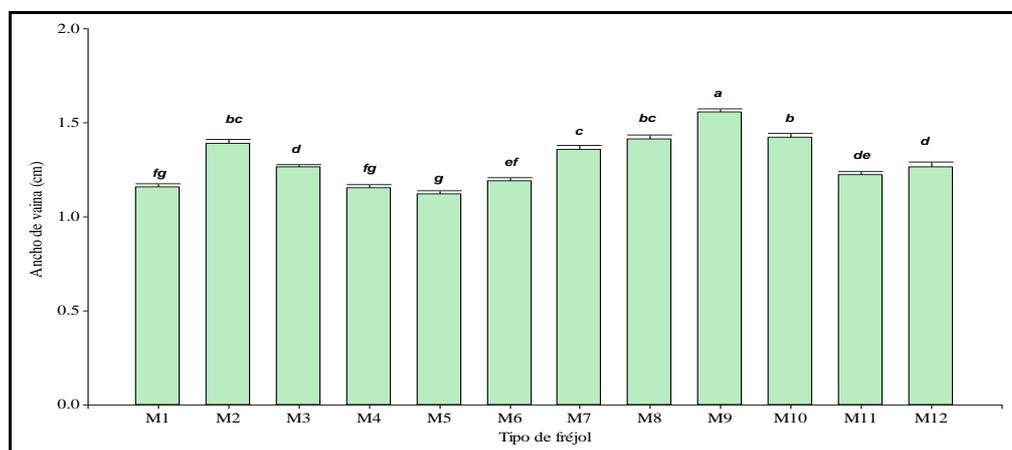


Figura 46.
Ancho de vainas en cm.

e) Número de semillas por vaina

Luego del análisis de varianza, se deduce la existencia de diferencias estadísticas significativas entre muestras, en promedio global, se obtiene 6,32 semillas por vaina con un coeficiente de variación de 13,68 %.

En este sentido, como se observa en la Figura 47 se establecen cinco rangos significativos, entre los que se destaca la muestra M1 que presenta con 7,17 semillas por vaina y en el más inferior la muestra M9 con 5,87 semillas promedio por vaina. Esta variable está íntimamente relacionada con el tamaño de la vaina y forma del grano. En este caso la muestra M1 y M6 no presenta mayor longitud de vaina, pero a pesar de ello presenta mayor número de semillas/vaina al ser granos más pequeños y delgados, por su parte la muestra M9 presenta menor número de granos al ser más grandes.

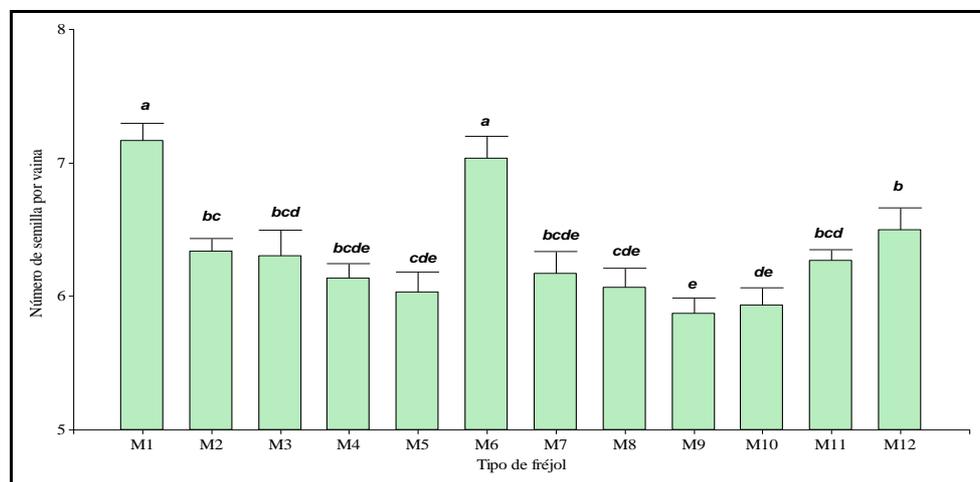


Figura 47.
Número de semillas por vaina.

f) Largo de semilla

Según el análisis de varianza existe diferencias significativas entre muestras evaluadas, con un promedio general de 1,34 cm y un coeficiente de variación de 4,09%, lo cual indica que existe una variabilidad baja entre muestras.

Como se observa en la Figura 48 se generaron siete rangos de alta significancia, entre los cuales destaca en primer lugar la muestra M5 que presenta las semillas de mayor longitud con 1,40 cm, mientras que en último lugar se encuentra la muestra M8 con 1,28 cm siendo la semilla más corta. En este sentido, se debe tener en cuenta que el largo de la semilla es una característica propia de cada variedad y que a la vez está asociada con el rendimiento.

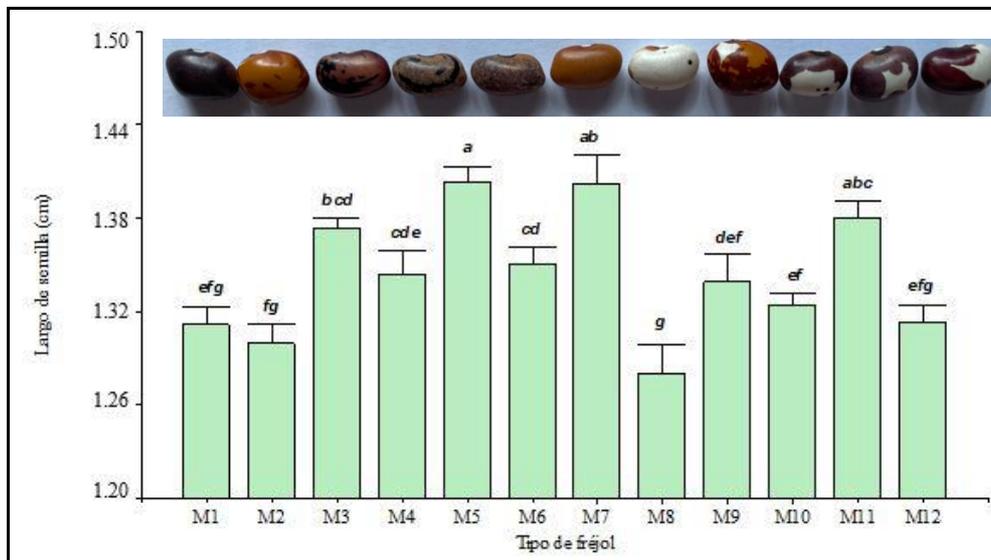


Figura 48.

Largo promedio de semillas (cm).

g) Ancho de la semilla

Según el análisis de varianza existe diferencias significativas entre muestras con un promedio general de 0,90 cm y un coeficiente de variación de 7,12%, lo cual indica que existe una variabilidad baja.

En este aspecto los resultados obtenidos y representados en la Figura 49, indican que se generaron seis rangos de significancia. Entre los cuales la muestra que alcanzó el mayor ancho de semilla en grano seco fue la muestra M2 con un valor promedio de 1,03 cm por semilla, mientras que las muestras que presentaron menor ancho de semilla en grano seco fueron las muestras M1 y M4 con un valor de 0,85 y 0,84 cm. Al igual que el largo de la semilla el ancho también está relacionada con el rendimiento ya que son variables dependientes entre sí.

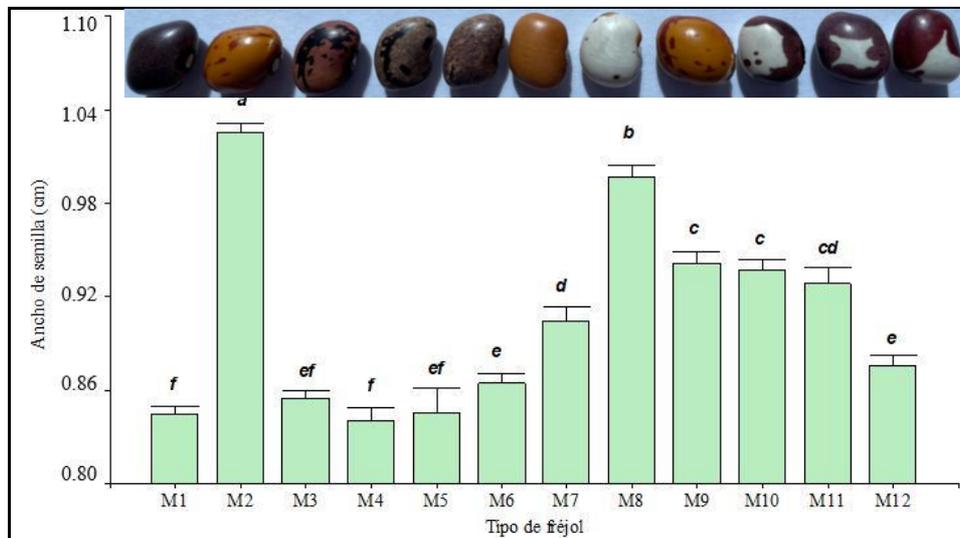


Figura 49.
Ancho promedio de semillas (cm).

h) Grosor de la semilla en cm

Con respecto a esta variable la toma de datos se realizó a semillas individuales, luego del análisis de varianza, se deduce la existencia de diferencias altamente significativas entre muestras que arroja un promedio general de 0,69 cm y un coeficiente de variación de 7,48%. Como se puede observar en la Figura 50 se determinan siete rangos de alta significancia, en donde la muestra que presenta semillas más gruesas es la muestra M8 con una media de 0,78 cm, mientras que la muestra que presentó menor grosor en la semilla fue la muestra M4 con una media de 0,63 cm.

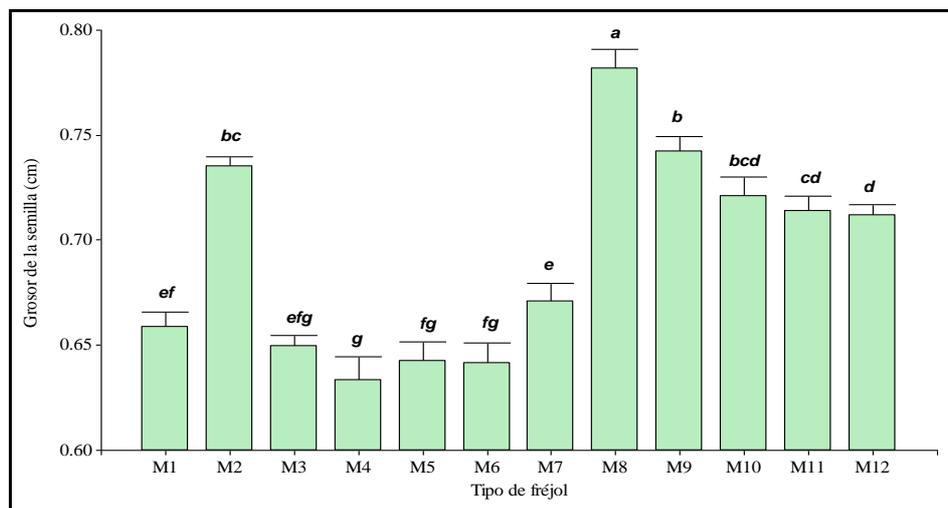


Figura 50.
Grosor de la semilla (cm).

i) Peso de 100 semillas (g)

En esta variable los datos se tomaron cuando la semilla presentó un porcentaje de humedad de 12-13%. Presentando pesos promedios con diferencias significativas entre muestras evaluadas, el promedio general fue de 60 g, con un coeficiente de variación de 11,69% lo que demuestra que el fréjol es una especie que presenta una gran variabilidad genética que producen semillas con una gran diversidad en colores, formas y tamaños.

En la Figura 51 se observa que la muestra M9 se destaca al poseer semillas grandes presentando un peso promedio de 68,23 gramos, mientras que la muestra M4 presenta un peso promedio con 50,36 gramos, esto se relaciona a que la muestra se caracteriza por ser de menor tamaño. Sin embargo, las muestras M8, M2, M10 y M11 presentan un rango de peso que va de 66 a 67 gramos siendo consideradas también como semillas grandes, lo que indica que al ser semillas que componen el fréjol mixturado presentan valores competitivos.

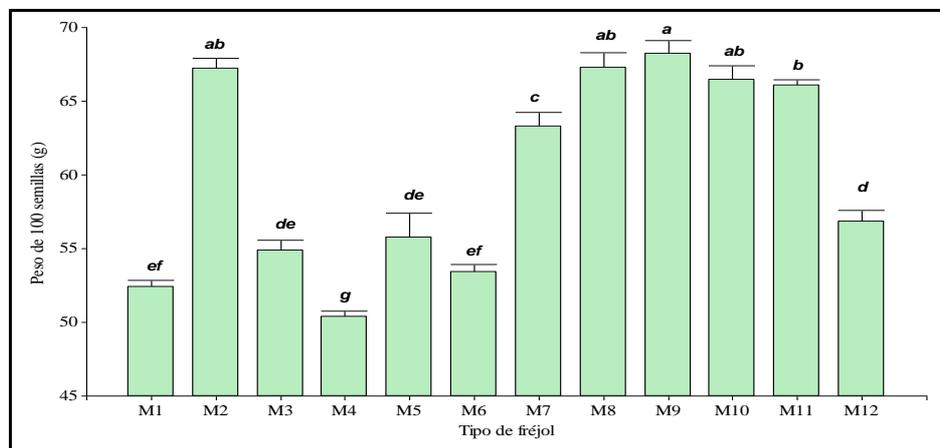


Figura 51.

Peso de 100 semillas en gramos.

j. Rendimiento en kg por unidad experimental

En el rendimiento de grano seco ajustado a un rango de 12 a 13% de humedad, según el análisis de varianza se expresan diferencias significativas entre muestras. El promedio general llega a 8,69 kg/unidad experimental correspondiente a 28 m², el coeficiente de variación fue de 21,67%, que indica que existe una variabilidad alta entre las muestras lo cual está influenciado por la diversidad de semillas evaluadas.

En base a lo expresado, en el análisis de datos realizado mediante la prueba de Fisher al 5% para el rendimiento en grano seco se establecen cinco rangos significativos (Figura 52). En donde la muestra que alcanzó mayor rendimiento fue la muestra M8 con un valor medio de 11,61 kg/unidad experimental, mientras que la muestra que presentó menor rendimiento fue la M7 con un valor promedio de 5,60 kg/unidad experimental. Cabe mencionar que la muestra M12 no es

significativamente diferente de la muestra M8, y se destaca al ubicarse en segundo lugar con un rendimiento de 10,99 kg/unidad experimental lo que implica que el mixturado presenta rendimientos competitivos si se siembra de forma independiente o mezclado.

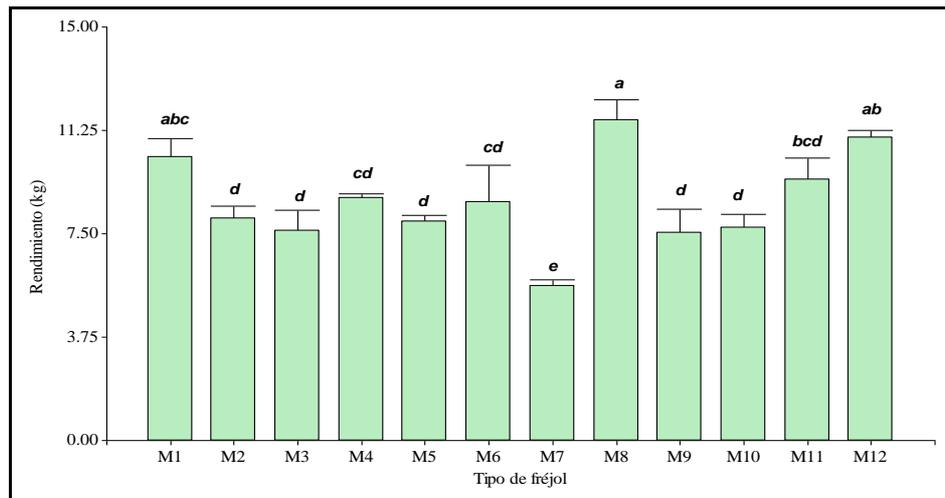


Figura 52.
Rendimiento por unidad experimental en kg.

Incidencia y dinámica poblacional de plagas

Masticador de la hoja (*Acanthoscelides obtectus* Thomas Say.)

En la Figura 53, se aprecia que el porcentaje de incidencia del masticador de la hoja a los 12 días después de la siembra se encontró en más del 80% de las muestras evaluadas. Al identificarse la presencia de la plaga en mención se realizó un control inmediato con la aplicación de forma foliar de tierra de diatomeas (insecticida y fertilizante a base de cristales de sílice), posteriormente la incidencia se redujo a cerca de un 0% en la muestra M9, no así para la muestra M3 donde el porcentaje de incidencia se mantuvo en un 60%, esto probablemente está asociado al grado de resistencia de la muestra.

Cabe mencionar que la muestra 12 correspondiente al fréjol mixturado con el control realizado también redujo a cerca del 0% de incidencia. Al llegar a la etapa vegetativa V4 el porcentaje de presencia del masticador incrementó a cerca de un 25% en todas las muestras, finalizando en la etapa de prefloración (R5). Esta dinámica posiblemente esté relacionada con el ciclo vegetativo de la especie, debido a que este insecto solo se alimenta de las hojas primarias de la planta

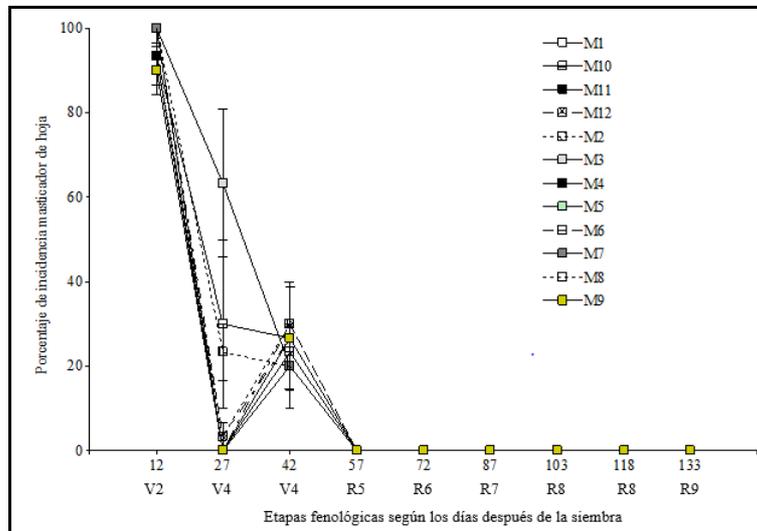


Figura 53.
Incidencia de masticador de hoja según la etapa fenológica.

En cuanto a la dinámica poblacional del masticador, la Figura 54 indica que el inicio y población más alta de esta plaga se registró a partir de los 12 días después de la siembra en la etapa vegetativa V2 con un promedio no mayor a 4 insectos por planta, luego su población va disminuyendo a los 27 días durante la etapa vegetativa V4 a menos de un insecto por planta. Lo que puede estar influenciado principalmente por el control agroecológico realizado, así como también por la migración de los insectos y algunos factores climáticos como humedad, precipitaciones, temperatura y estado fisiológico de la planta. Finalmente, a los 42 días la fluctuación del masticador desaparece en todas las muestras evidenciándose así el cambio de etapa fenológica en el cultivo de fréjol.

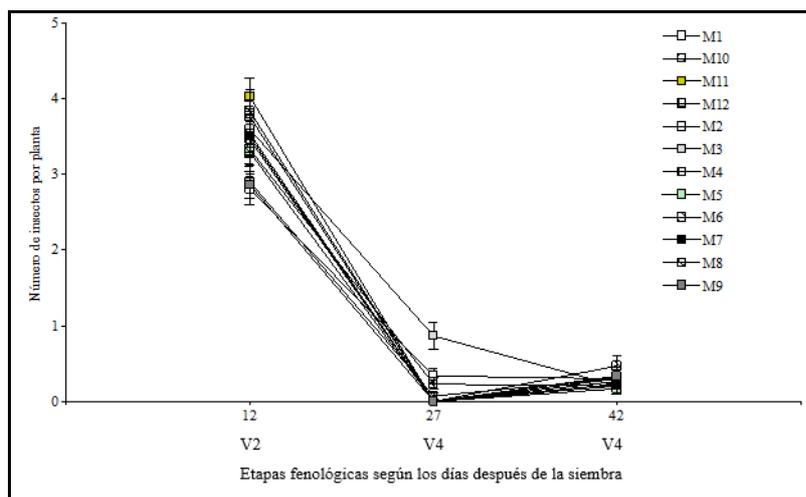


Figura 54.
Dinámica poblacional del masticador de la hoja.

Lorito verde (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore)

En la Figura 55 a se puede observar que el porcentaje de incidencia del lorito verde a los 12 días después de la siembra se presentó por debajo del 40% en cada una de las muestras evaluadas. Sin embargo, a partir de su aparición y con la aplicación de extractos vegetales, el porcentaje de incidencia fluctuó según la etapa fenológica y se mantuvo durante todo el ciclo de cultivo sin sobrepasar el 80% de incidencia, lo que indica que no existen daños en la planta debido a que la población se mantiene por debajo del umbral económico.

No obstante, la muestra 12 correspondiente al fréjol mixturado se mantiene en porcentajes bajo del 60% de incidencia (Figura 55 b). Esto probablemente está relacionado con la interacción dentro del manejo de la variabilidad interespecífica. Es decir, los materiales mezclados probablemente contribuyen a que la incidencia de esta plaga sea menor en comparación al manejo de forma independiente. De ahí la importancia de que estos recursos locales mantengan esa dinámica de manejo que realiza el agricultor porque implicaría el no uso de agroquímicos para el control, dando espacio al uso de insecticidas naturales que están elaborados a base de elementos que el agricultor dispone en el medio.

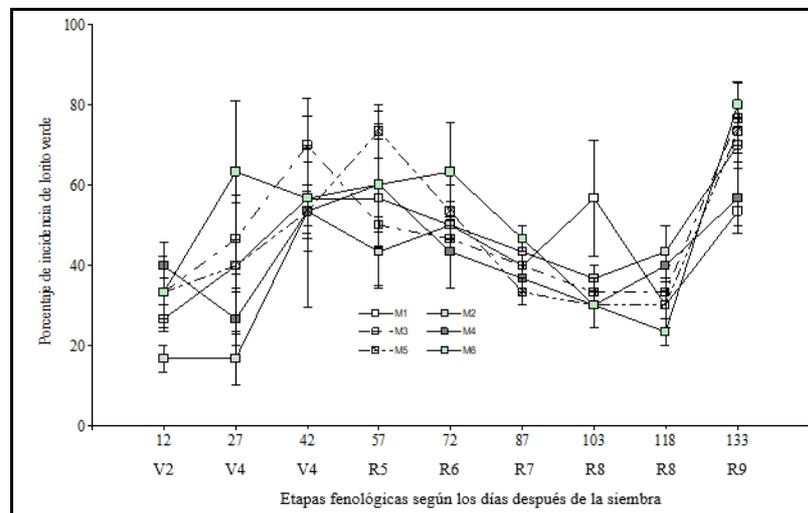


Figura 55 a.
Incidencia de lorito verde en las muestras M1, M2, M3, M4, M5 y M6.

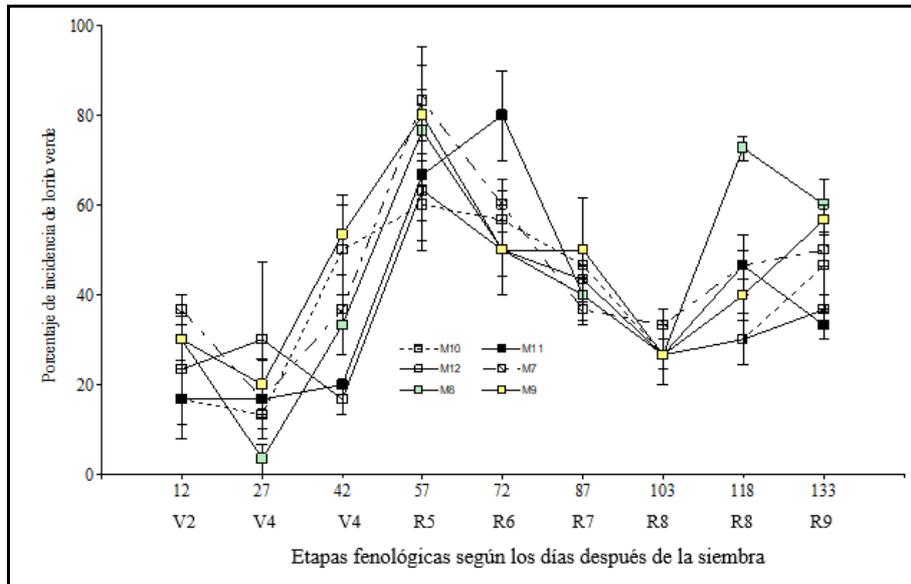


Figura 55 b.
Incidencia de lorito verde en las muestras M7, M8, M9, M10, M11 y M12.

Por su parte el comportamiento de la población del lorito verde inicia a los 12 días en la etapa V2, presentándose mayor población en la muestra M3 (Figura 56 a) y en la muestra M7 (Figura 56 b) con un promedio de 2 insectos/planta a los 42 y 57 días respectivamente. Luego continúa su fluctuación durante toda la etapa fenológica del cultivo sin sobrepasar el umbral económico por lo que se puede afirmar que existe un equilibrio dinámico. Es importante mencionar que las prácticas agroecológicas realizadas en este estudio pueden ser una herramienta útil para reducir y mantener la población de las plagas a bajos niveles.

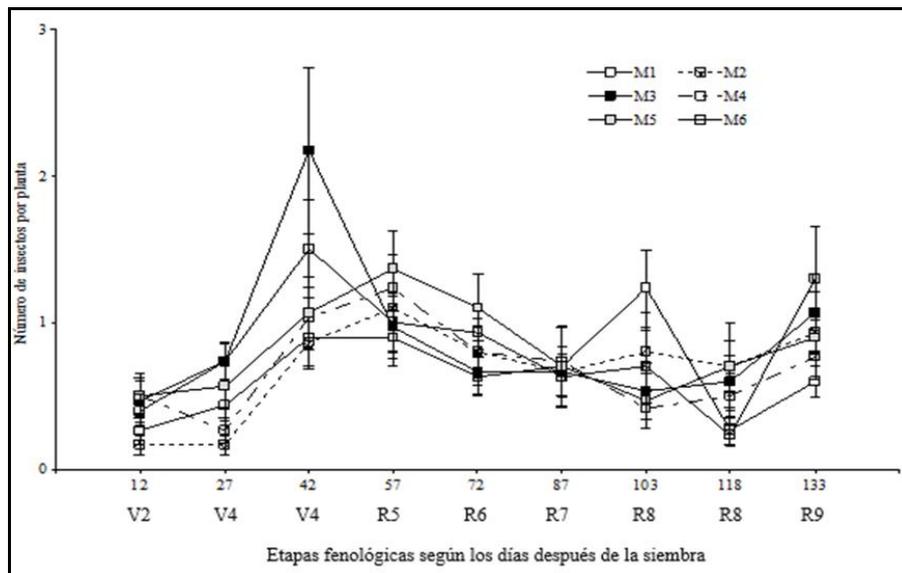


Figura 56 a.
Dinámica poblacional del lorito verde en las muestras M1, M2, M3, M4, M5 y M6.

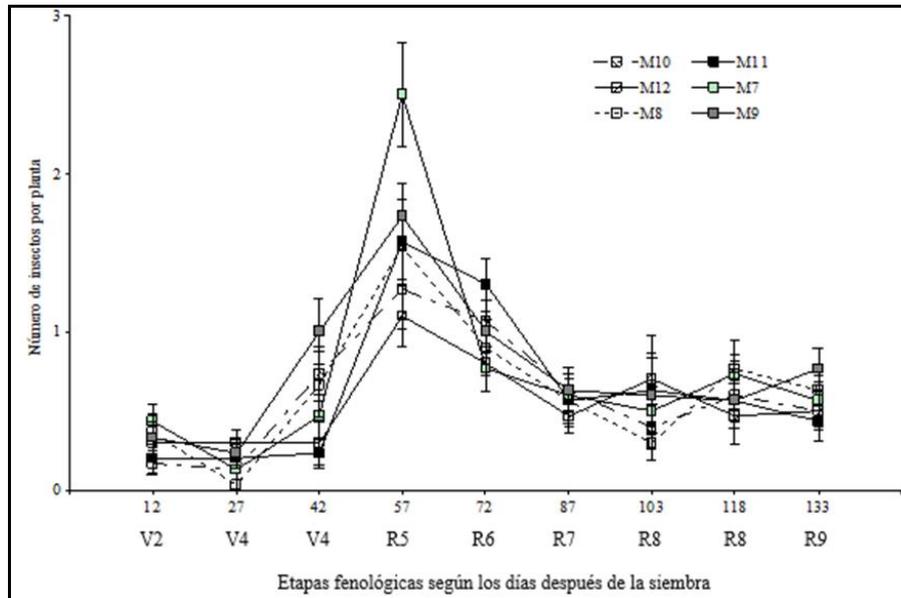


Figura 56 b.

Dinámica poblacional del lorito verde en las muestras M7, M8, M9, M10, M11 y M12.

Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)

De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que el porcentaje de incidencia a los 12 días estuvo por debajo del 30% en cada una de las muestras evaluadas (Figura 57 a), a partir de su aparición y aún con el tratamiento dado a base de extracto de higuerrilla a los 27 días la incidencia subió a 80%. En la Figura 57 b se puede observar que la muestra M7 resulta ser más susceptible durante la etapa vegetativa sobrepasando el 80% de incidencia, la misma que en la etapa reproductiva pasa a ser la más resistente con una incidencia por debajo del 30%.

El incremento de la incidencia se pudo ver afectada al inicio porque se aplicó una baja dosis del extracto (100 ml.L^{-1}) como precaución para que la planta no se quemara por una dosis elevada. Sin embargo, al no presentar una mala reacción de la planta a los 42 días se aplicó una mayor concentración (176 ml.L^{-1}) identificando que la incidencia de mosca blanca disminuyó y se mantuvo en un porcentaje de equilibrio por debajo del 70% donde su presencia no causa pérdidas de producción. De igual manera la presencia o ausencia de la mosca blanca está determinada principalmente por el clima, ya que es una especie que se adapta mejor en verano (Cuellar y Morales, 2006).

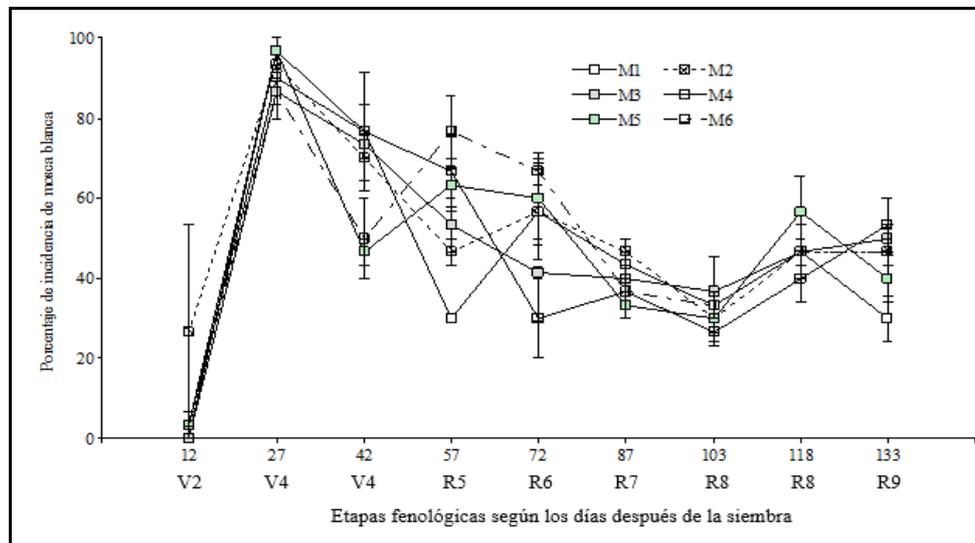


Figura 57 a.

Incidencia de mosca blanca en las muestras M1, M2, M3, M4, M5 y M6.

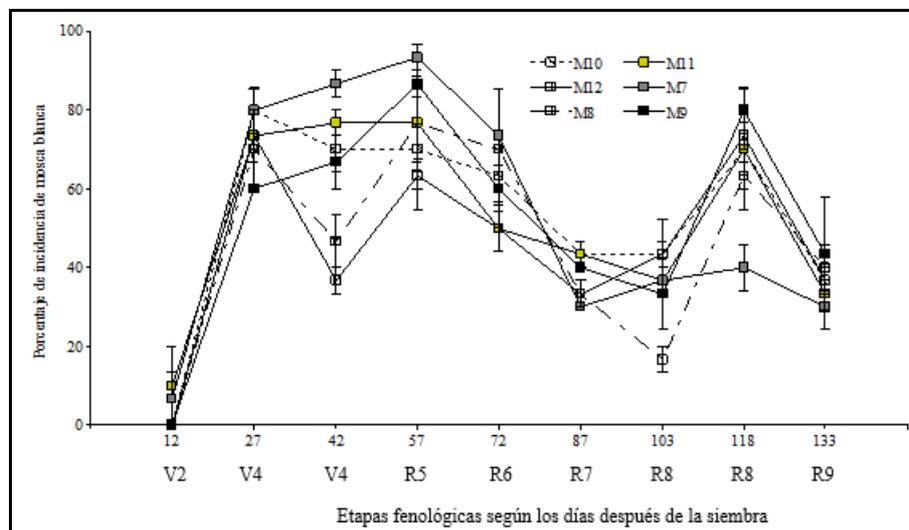


Figura 57 b.

Incidencia de mosca blanca en las muestras M8, M9, M10 y M11.

Con respecto a la dinámica poblacional el recuento de poblaciones de mosca blanca se inició a los 12 días después de la siembra durante la etapa vegetativa V2, a los 27 días (etapa V4) la población de adultos fue más alta principalmente en la muestra M2 (Figura 58 a) y M10 (Figura 58 b) presentando aproximadamente 4 insectos por planta.

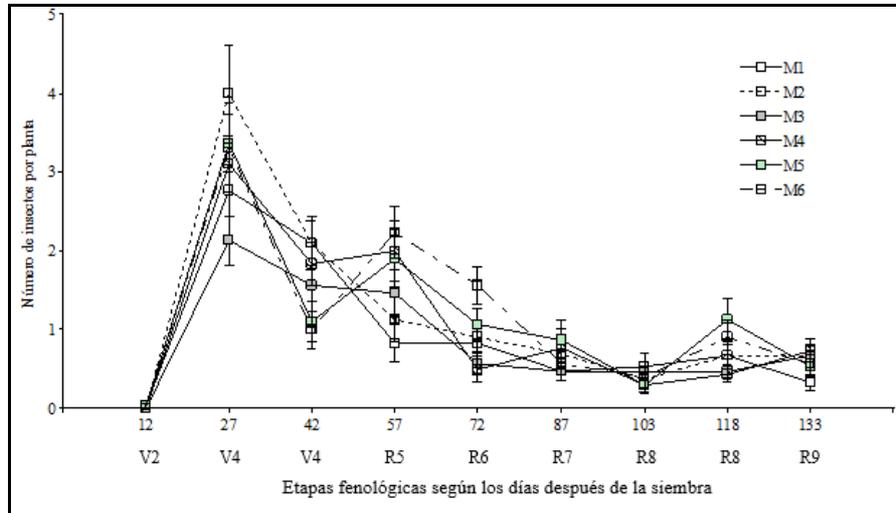


Figura 58 a.

Dinámica poblacional de la mosca blanca de las muestras M1, M2, M3, M4, M5 y M6.

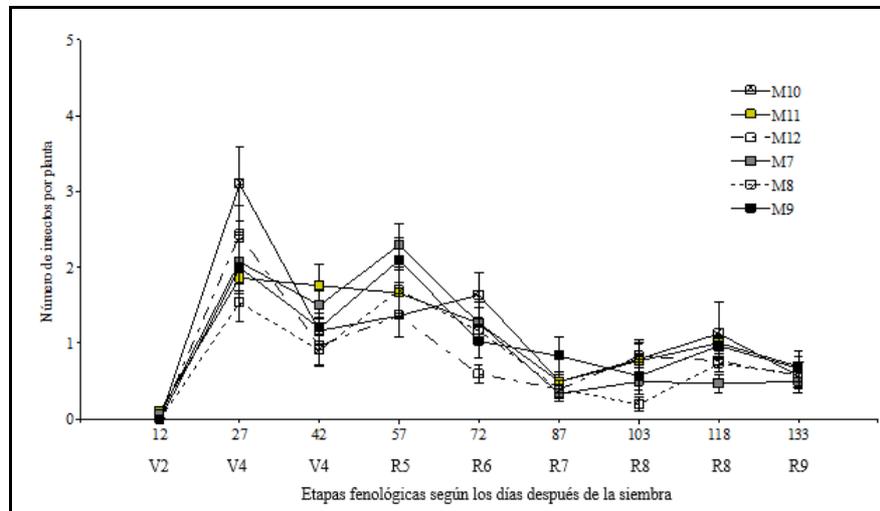


Figura 58 b.

Dinámica poblacional de la mosca blanca de las muestras M7, M8, M9, M10, M11 y M12.

Esta población a los 42 días disminuyó llegando a presentarse al menos un insecto/planta durante el ciclo de cultivo, esto ocurrió posiblemente por el control realizado y por la presencia de fuertes precipitaciones. Dicho comportamiento está estrechamente relacionado con el clima en especial las lluvias, el cual resulta un clima no favorable para la reproducción de estos insectos.

Barrenador de la vaina (*Epinotia aporema* Walsingham)

En cuanto a la incidencia del barrenador de la vaina, en la Figura 59 se observa que se presenta en la etapa de formación de vainas (R7) a los 87 días, en un porcentaje inferior al 60%, teniendo en cuenta que el ataque del gusano afecta directamente al rendimiento se realizó un control inmediato con *Bacillus thuringiensis* Berliner. Sin embargo, a los 103 días en la etapa de llenado de vaina (R8) la

incidencia aumentó al 85%, posiblemente está relacionado con la rápida distribución en nudos y vainas como lo afirma Cruz (2005). Posteriormente el control se realizó a los 118 días y se evidenció una disminución significativa de la incidencia del barrenador en menos del 25% en todas las muestras.

Dado que su ataque afecta directamente a la vaina y en consecuencia al grano, la muestra M8 es la que presentó mayor daño en cuanto a calidad de semilla con 2.64% de semillas dañadas de un total de 10.33 kg de producto cosechado por unidad experimental, por lo que se determina que el daño causado en las vainas fue mínimo, debido a que la incidencia disminuyó con el manejo agroecológico realizado.

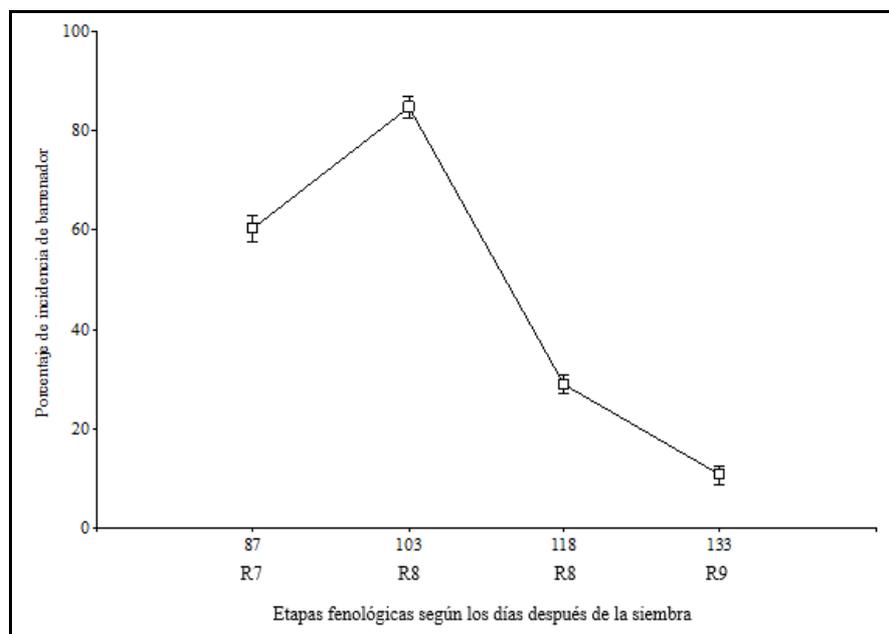


Figura 59.
Incidencia del barrenador.

Por otra parte, en la Figura 60, se observa que el conteo de poblaciones del barrenador inicia en todas las muestras a los 87 días después de la siembra en la etapa de formación de vainas (R7). A los 103 días (etapa R8) la población incrementa debido a su diseminación en nudos y vainas elevándose a más de un gusano por planta, misma que a los 118 días en la etapa de llenado de vainas disminuye hasta llegar a la etapa de madurez fisiológica a los 133 días donde la fluctuación de la población se pierde por control agroecológico realizado con hongos entomopatógenos. Debido al nivel de daño que puede ocasionar se debe evitar que la población sobrepase de dos barrenadores por planta ya que esto puede afectar directamente al rendimiento.

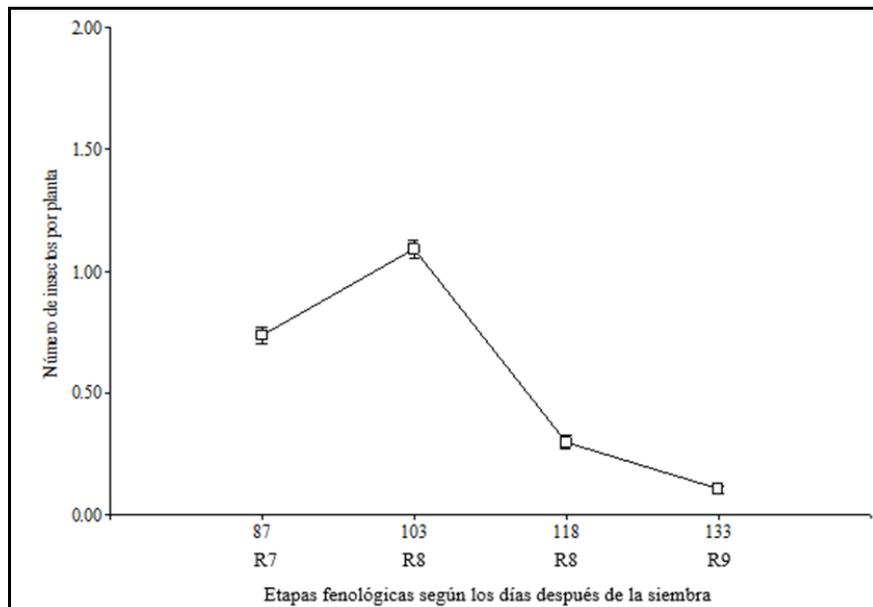


Figura 60.

Número de barrenadores por planta.

Incidencia y severidad de enfermedades

*Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. y Magn.)*

Respecto a la antracnosis se presentó en las hojas a los 103 días, que corresponde a la etapa de llenado de vainas (R8), se registró solo el 1% de afectación en la muestra M9. Debido a la fácil diseminación del hongo, a los 118 días se determinó su presencia en 7 de las 12 muestras evaluadas con una incidencia por debajo del 64% (Figura 61), lo que ameritó un control con bio-preparados.

Posteriormente a los 133 días, etapa de madurez fisiológica (R9) existe disminución de la incidencia de roya en las muestras M2, M10 y destacándose la muestra M11 que presenta respuesta positiva al tratamiento, creando así resistencia a la enfermedad, aunque podría estar relacionado con características genéticas. Por su lado las muestras M1, M3, M6, M9 y M7 demostraron ser más susceptibles porque la incidencia subió a pesar del control realizado. Con respecto a las muestras M4, M5, M8 y M12 se establecen como resistentes a la antracnosis ya que no presentaron rastros de contaminación.

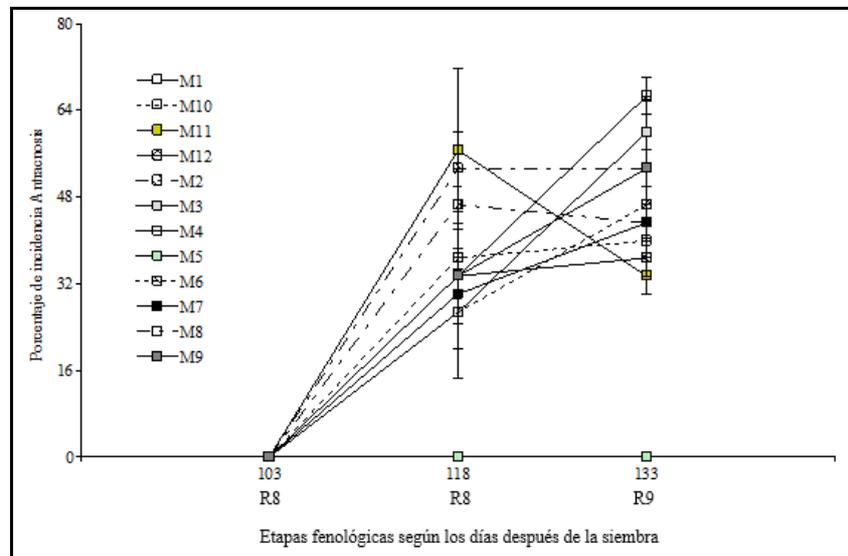


Figura 61.
Porcentaje de incidencia de antracnosis.

Con respecto al porcentaje de severidad de la antracnosis en la Figura 62, se observó que resultaron afectadas únicamente las muestras M1, M2, M3, M6, M7, M9, M10 y M11 con un porcentaje promedio de severidad por debajo del 0.6% y a los 133 días con una severidad bajo el 1%. Estos resultados no representan niveles de daños económicos que afecten el rendimiento del cultivo de fréjol, debido a que el umbral de daño económico es de 7%. Sin embargo, se debe aplicar un control cuando el porcentaje de la enfermedad en las hojas del fréjol sea del 5% ya que dicha enfermedad se disemina con facilidad (García, 2014).

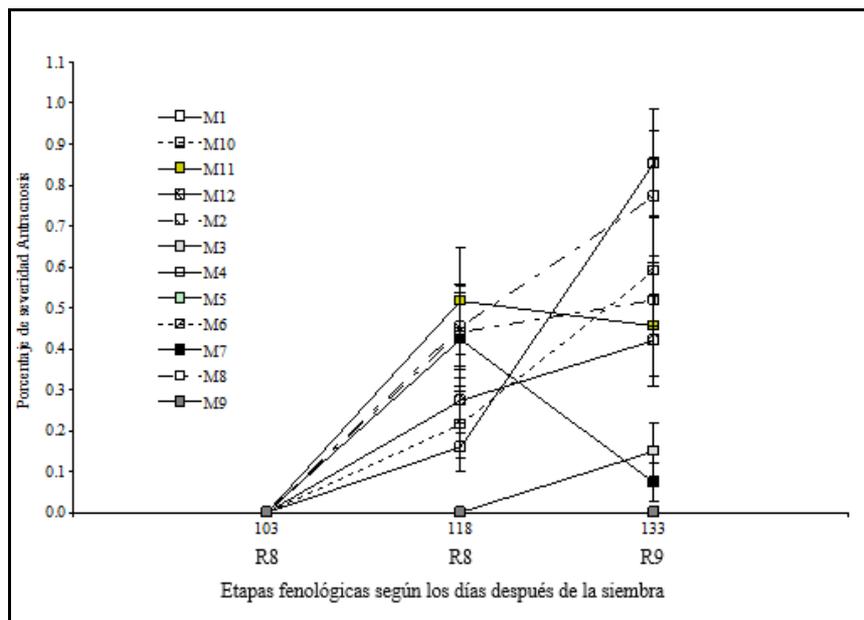


Figura 62.
Severidad de la antracnosis.

Roya (*Uromyces phaseoli* Pers.)

En la Figura 63, se puede observar que a los 103 días en la etapa R8 (llenado de vainas), existe la presencia de la roya cerca de un 1% en la muestra M9, sin embargo, a los 118 días, se observó los índices más altos de incidencia donde la muestra M10 es la más susceptible con casi 100% de infección, seguida de la muestra M9 con 80% y M11 con 35%. Lo que ameritó un control curativo inmediato con bio-preparados a base cola de caballo este producto se caracteriza por presentar alto contenido de sílice y equisetonina.

Posteriormente se realizó el control a los 133 días (etapa de madurez fisiológica) se evidenció una rebaja significativa de la incidencia de roya especialmente en la muestra M10 la cual fue más afectada. Con respecto a las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8 y M12 se determinan como resistentes, lo cual puede ser una buena característica para selección de materiales.

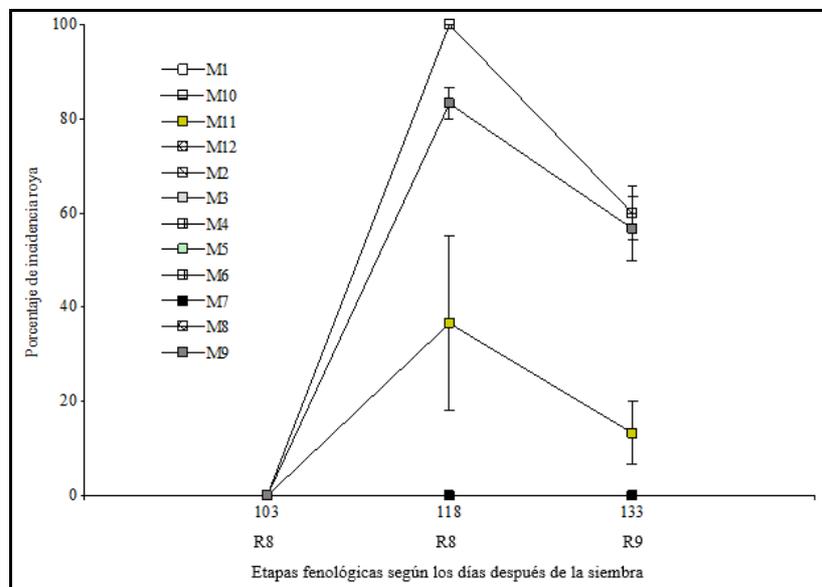


Figura 63.

Porcentaje de incidencia de roya.

En la Figura 64 se puede apreciar que a los 103 días la severidad de roya en la muestra 10 incrementó paulatinamente, por ello a los 118 días la severidad fue de 14.36% en promedio, seguida por las muestras M9 y M11 que también presentan daños en las hojas con una severidad promedio de 10.83% y 10.89% respectivamente. Mientras que, en las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8 y M12 el comportamiento fue distinto ya que resultaron ser resistentes y no existió presencia de roya. No obstante, la presencia de la roya en las muestras 9 y 11 puede deberse a la dispersión de la enfermedad por el viento debido a la cercanía que tienen con la muestra 10 que resulto la más afectada.

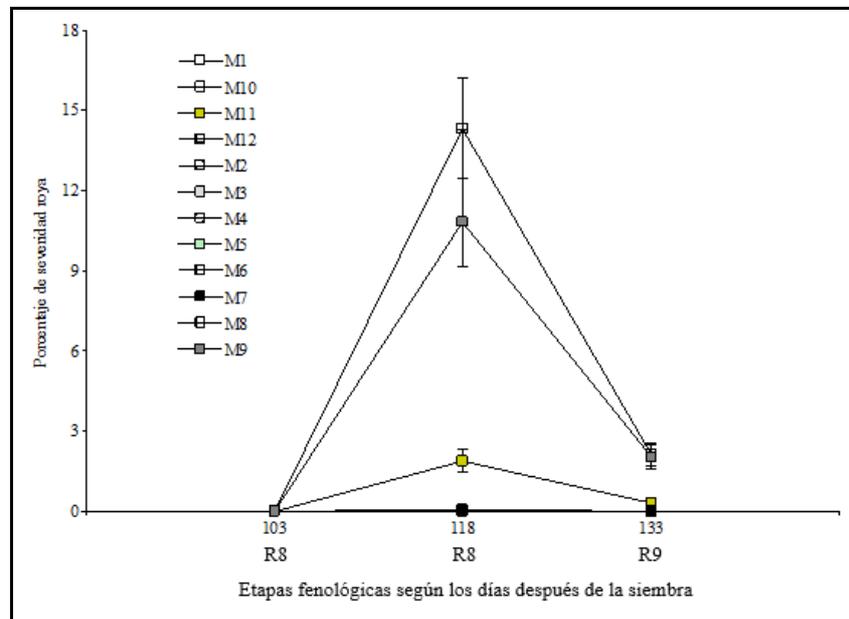


Figura 64.
Severidad de roya.

Identificación de materiales promisorios

La caracterización morfoagronómica de la presente investigación permitió identificar materiales promisorios dentro de las muestras de fréjol. Para esta identificación se utilizaron los descriptores relacionados al rendimiento entre ellos destacan: días a la cosecha, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, largo, ancho y grosor de semillas, peso de 100 semillas y el rendimiento por hectárea, los resultados se detallan a continuación.

En este estudio las muestras de fréjol voluble consideradas como promisorias, de acuerdo con sus componentes de rendimiento primario, corresponden a las muestras: M8, M1, M11, M4, M2, M10, M9 y M12 (mixturado) (Tabla 10). Pero de ellas las más sobresalientes considerando una alta producción en campo expresado en kilogramos por hectárea, correspondieron a las muestras M8, M12, M1 y M11.

Tabla 10.
Variables que componen el rendimiento.

Muestra	Días a la cosecha	Largo de semilla	Ancho de semilla	Grosor de semilla	# vainas/planta	# semillas/vaina	Peso de 100 semillas (g)	Rendim. kg h ⁻¹
M8	150	12,80	9,97	0,78	41,30	6,07	67,25	4146,43
M12	175	13,14	8,76	0,71	30,67	6,50	56,80	3925,00
M1	175	13,12	8,45	0,66	23,20	7,17	52,38	3667,86
M11	173	13,80	9,29	0,71	39,13	6,27	66,08	3385,71
M4	166	13,44	8,41	0,63	43,23	6,13	50,36	3139,29
M6	158	13,50	8,65	0,64	47,23	7,03	53,43	3092,86

M2*	150	13,00	10,26	0,73	29,27	6,30	67,19	2882,14
M5	166	14,03	8,46	0,64	29,97	6,03	55,75	2842,86
M10*	158	13,24	9,37	0,72	31,90	5,93	66,48	2753,57
M3	173	13,74	8,55	0,65	26,97	6,30	54,90	2721,43
M9*	166	13,39	9,41	0,74	20,40	5,87	68,23	2696,43
M7	173	14,02	9,04	0,67	24,23	6,17	63,29	2000,00

*Muestras que presentan tres variables sobresalientes.

Los resultados señalan que dentro de las variables que explican características relacionadas con el rendimiento sobresale la muestra 8, presentando 150 días a la cosecha, ancho de vaina de 9,97 cm, grosor de semilla de 0,78 cm, número de vainas/planta promedio de 41,30, peso de 100 semillas de 67,25 g y el rendimiento de 4146,43 kg ha⁻¹, lo que indica que dicha muestra presenta características deseables para su cultivo.

Cabe resaltar que el testigo correspondiente a la muestra 12 (fréjol mixturado) es la segunda muestra con mejor rendimiento con 3925 kg.ha⁻¹, a pesar de que presenta un peso de 100 semillas de 56,80 g, un número de vainas por planta promedio de 30,67 y es tardía con respecto en días a la cosecha. Sin embargo, por la combinación de semillas tiene un buen rendimiento lo que puede estar relacionado con la proporción de granos que fueron seleccionados al azar para determinar el peso. En donde probablemente se eligió semillas más grandes de entre los once componentes del mixturado y de ahí resultó el peso final. Esto implica que manejar de forma mezclada permite, por un lado, conservar la diversidad local y por otro disponer de germoplasma con buenos rendimientos.

Las muestras M2, M9 y M10 presentaron más de tres características que sobresalen con respecto a las demás y que se pueden controlar. No obstante, es notable que su rendimiento es bajo, pero considerando que es un carácter que depende de factores directos e indirectos la selección de materiales por incremento de rendimiento agronómico no puede ser predecible ya que si se cultiva en diferentes zonas puede presentar un comportamiento distinto por los efectos de la interacción entre el genotipo y ambiente (López y Ligarreto, 2006).

Al comparar los resultados obtenidos de las muestras evaluadas con variedades volubles mejoradas como INIAP 426 CANARIO "Siete Colinas" de acuerdo con Peralta et al. (2004) presentan las siguientes características que determinan el rendimiento: días a la cosecha en seco 170 -190, número de vainas de 17- 40, número de granos/vaina de 6 a 7, peso de 100 semillas de 50 - 60 g y un rendimiento en seco de 1800 - 3200 kg.ha⁻¹. Mientras que la variedad 421 BOLÍVAR de acuerdo con Murillo et al. (2000) presentan: días a la cosecha en seco de 170-200, número de vainas de 18-25, número de granos/vaina de 5 a 6, peso de 100 semillas de 60 g y un rendimiento en seco de 2800 kg.ha⁻¹. Estos resultados en efecto son menores a los alcanzados en la presente evaluación de variedades nativas, ya que las muestras M8 y M12 sobrepasan los 3200 kg.ha⁻¹ y las muestras restantes se encuentran dentro de los rangos de producción de las variedades mejoradas.

Por consiguiente, si bien las muestras evaluadas no son variedades comerciales la conservación de esta variabilidad a nivel de chacras promueve la seguridad y la soberanía alimentaria de los pueblos, de esta manera resulta importante la evaluación de estos materiales que presentan una alta potencialidad de producción y son competitivos frente a variedades mejoradas de tal forma que la diversidad local sea valorizada y potencializada. Y todo esto bajo un manejo agroecológico que beneficia al pequeño agricultor ya que los bioinsumos son de fácil acceso y réplica.

Conclusiones:

- Con el manejo agroecológico se ha llegado a obtener una producción alta por un lado e incluso a nivel de calidad de semilla se ha obtenido semilla con mínimo daño con respeto al ataque de plagas y enfermedades, lo que garantiza su disponibilidad tanto para una nueva siembra como para alimentación de las personas, lo que implica que este tipo de manejo beneficia en la producción.
- Debido al buen comportamiento agronómico que presentaron los 11 componentes del fréjol mixturado y el testigo en la zona de evaluación y teniendo en cuenta las características favorables que determinan un buen rendimiento, se identificaron como promisorias las muestras M8, M1, M11 y M12 (fréjol mixturado), por lo que resulta de interés revalorizar este germoplasma, ya que se adaptaron a las condiciones climáticas, haciendo de las mismas, materiales con rendimientos competitivos frente a otras variedades.
- La muestra M12 presentó un alto rendimiento por la combinación de muestras, lo cual implica que la mezcla de variedades permite tener rendimientos competitivos si se siembra de forma independiente o mezclada, de esta forma al mantener mayor diversidad permite por un lado conservar y fortalecer la diversidad a nivel local y por otro disponer de germoplasma con buenos rendimientos, siendo necesario la revalorización de estos genotipos.
- Se encontró alta variabilidad en los días a la emergencia, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, longitud de tallo, duración de la madurez fisiológica, peso de 100 semillas y rendimiento, de tal manera que al ser caracteres heredables y replicables se pueden aplicar en otras investigaciones.
- Las potencialidades de las diferentes muestras que componen el fréjol mixturado presentaron un comportamiento agronómico favorable debido a que los caracteres cuantitativos evaluados indican que existe una buena adaptación del cultivo, permitiendo de esta manera seleccionar los materiales promisorios.
- En la presente investigación, el manejo agronómico estuvo enfocado en el uso de abonos orgánicos y bio-insumos que son productos que tienen la potencialidad para mitigar acciones de plagas y enfermedades que causan daños al cultivo, a la vez se presenta como una alternativa de manejo que está al alcance del agricultor y con posibilidad de reducir los costos de producción, en razón a una menor aplicación de productos sintéticos.

Recomendaciones:

- Se requiere revalorizar estas prácticas de uso de mezclas biodiversas de semillas de tal manera que se fomente la producción y conservación de frejoles mixturados. Además, el fomento de estas prácticas agroecológicas permite una producción competitiva frente a una producción convencional de variedades mejoradas.
- Realizar nuevas investigaciones con las muestras promisorias seleccionadas en otras zonas bajo el mismo sistema agroecológico, pero en épocas de mayo y junio por los efectos del cambio climático, para validar los resultados, ya que la expresión del genotipo está influenciada por el ambiente, y así, podría confirmarse la expresión genética de los caracteres evaluados.
- Realizar investigaciones relacionadas con el ataque del gusano de la vaina en la etapa R7 que corresponde al llenado de la vaina, seleccionando el período de producción del cultivo durante el cual dicha plaga en particular sea más favorecida por las condiciones climáticas, debido a que éste gusano una vez que se presenta en el cultivo es difícil de controlar y puede afectar directamente al rendimiento provocando pérdidas considerables.
- Desarrollar ensayos con diferente densidad de siembra debido a que son plantas de hábito trepador indeterminado con el fin de facilitar el manejo agronómico y permitir la circulación de luz y aire a toda la planta durante su desarrollo, sobre todo en material con mezcla de variedades como es la muestra M12.
- Además de las muestras promisorias, se recomienda evaluar al resto de muestras en otras zonas de producción, con el fin de identificar muestras que también podrían resultar útiles para diversificar la disponibilidad de germoplasma, ampliar la base genética del cultivo y fortalecer el sistema de manejo tradicional como son los fréjoles mixturados.
- Evaluar muestras de componentes de mixturados de otras comunidades para validar la eficacia del uso de bioinsumos y comprobar la resistencia a plagas y enfermedades.
- Utilizar los bioinsumos con una frecuencia de aplicación quincenal dependiendo de las condiciones del cultivo y etapa fenológica en los sistemas de producción agroecológicos locales.

Referencias:

- Bueno, J., y Cardona, C. (2004). Control de insectos y otros invertebrados dañinos en habichuela y frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, 3(7), 14-21.
- Castaño, J., Zepeda, J., y Zuluaga, S. (2012). Epidemiología y control de roya del frijol [*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Ung.] mediante mezclas en cuarenteño, variedad endémica de Honduras. Revista Zamorano, 30, 1-19.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT]. (1982). Etapas del desarrollo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*L). En F. Contenido Científico: Fernández, P. Geps, y M. P. López. Cali, Colombia: CIAT (serie 04SB-09.03).

- Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT]. (1993). Descriptores varietales para cultivos: Maíz, Sorgo, Arroz y fréjol. Cali, Colombia.
- Coronel, T. (2019). Los sistemas de producción agroecológica y su resiliencia frente al cambio climático en la parroquia San Lucas, provincia de Loja. [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. Repositorio Institucional **HYPERLINK** "<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6585>"
<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6585>
- Cruz, E. (2005). Efectividad del uso de extractos orgánicos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*); en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L), en el municipio de San José. Digital USAC
- Cuellar, M., y Morales, F. (2006). La mosca blanca *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Colombiana de Entomología, 32(1), 1-9.
- Delgado, H. Gusniay, B., Cabascango, T., Guillas, J., Ulquiango, J., Suárez, D., y Naranjo, E. (2017). Semillas andinas tradicionales del Ecuador. Ecuador: Quito, FAO/INIAP, 2017.
- Galović, V., Mladenović, S., Navalusić, J., y Zlokolica, M. (2006). Characterization methods and fingerprinting of agronomical important crop species. The journal of Serbian Genetics Society "Genetika", 32(2), 56-63.
- García, J. (2014). Métodos de control más eficiencia para la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en la producción de cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L). [Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta]. Repositorio Institucional **HYPERLINK** "<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2663>"
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2663>
- Hallman, G., y García, J. (2009). Empoasca spp. como plaga del frijol. Revista Zamorano, 26(1), 127-134.
- Hidalgo, R., y Franco, T. (2003). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Cali Colombia: Boletín técnico N°. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).
- Lamprea, E. (2017). Soberanía alimentaria: agroecología, semillas y gentrificación de lo rural. Colombia: Universidad de los Andes.
- Lescay, E., Vásquez, Y., y Celeiro, F. (2017). Variabilidad y relaciones fenotípicas en variables morfoagronómicas en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Agrícola, 44(4), 58-64.
- López, J. E., y Ligarreto, G. A. (2006). Evaluación por rendimiento de 12 genotipos promisorios de fréjol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Bola roja y Reventón para las zonas frías de Colombia. Agronomía Colombiana, 24 (2), 238-246.
- Murillo, Á., Minchala, L., Pinzón, J., Monar, C., y Peralta, E. (2000). INIAP-421 Bolívar: Variedad mejorada de fréjol voluble. Revista Informativa INIAP, 14, 26-27.
- Nava, U., y Cano, P. (2000). Umbral económico para la mosquita blanca de la hoja plateada en melón en la Comarca Lagunera, México. Agrocienca, 34(2), 227-234.
- Patel, J., Patel, N., y Shiyani, R. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof - An empirical study. Current science, 81, 1163-1164.
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Pinzón, J., y Monar, C. (2004). INIAP-426 Canario Siete Colinas: Variedad mejorada de fréjol voluble. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos.
- Salguero, V., Mancía, J., y González, G. (1992). Manejo integrado de plagas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Tapia, C., Zambrano, E., y Monteros, Á. (2008). Estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación en Ecuador. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos.

Actividad 2.

Título: Feria de intercambio de semillas y gastronómica.

Responsable: Hugo Carrera (UNORCAC), César Tapia, Marcelo Tacán (INIAP).

Colaboradores: Universidad Técnica del Norte.

Antecedentes:

La UNORCAC, principal organización de segundo grado del cantón Cotacachi, se encuentra empeñada en superar los problemas que afectan a sus comunidades; está constituida por 45 comunidades y diversas organizaciones de base campesinas, indígenas y mestizas, localizadas en la zona andina del cantón Cotacachi. Fue creada tras un sostenido proceso socio organizativo liderado por un grupo de jóvenes intelectuales indígenas Cotacacheños. Las condiciones de discriminación y pobreza en la que vive la mayoría de la población campesina indígena de la zona y la decisión de revertir esta situación fueron las motivaciones para lograr la unidad de las comunas e iniciar la lucha.

En la historia de Cotacachi y a nivel de la sierra norte, la participación de las mujeres fue importante. En los años 80, son las mujeres quienes apoyan a través de la logística en la lucha de las comunas por el derecho a las tierras y se concentran en la hacienda Tunibamba, uno de los procesos reivindicativos más largos registrados en Cotacachi por la tierra. En la misma década, las mujeres en las diferentes comunidades se incorporan a los cabildos y participan de proyectos como de la Guarderías infantiles, capacitación en primeros auxilios y proyectos de crianza de animales menores impulsados por la Red de Desarrollo Rural integral.

Es de esta manera que, durante muchos años, las mujeres indígenas y campesinas de las comunidades andinas de Cotacachi han luchado por contar con espacios de participación real dentro de las comunas y de la organización, conformando el Comité Central de Mujeres.

Actualmente el Comité Central de Mujeres de la UNORCAC se encuentra conformado por 29 grupos de mujeres, así como, también con más de 250 productoras agroecológicas de la Feria la Pacha Mama nos alimenta, quienes todos los domingos realizan una feria de productos agroecológicos con precio y peso justo en las instalaciones de Jambi Mascari.

Los grupos de mujeres realizan actividades diversas como: artesanías, panadería, procesamiento de granos andinos, crianza de animales menores, salud, nutrición, cajas de ahorro, crédito, ferias de comidas tradicionales y semillas, por mencionar algunas actividades.

La UNORCAC dentro de su plan estratégico tiene como uno de sus objetivos fomentar la producción agroecológica diversificada y la conservación de los cultivos andinos para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria del cantón. Y, es en ese marco, que durante 18 años se ha venido realizando año tras año una feria de Semillas denominada en la actualidad fiesta de las semillas “*Muyu Raymi*” con la participación de alrededor de 80 productores agroecológicos, 325 conservacionistas de semillas, en su mayoría mujeres y niños/as de las diferentes comunidades del cantón Cotacachi así como también la feria de la gastronomía tradicionales, de artesanías, de emprendimientos productivos, donde participan grupos de mujeres del Comité Central de Mujeres de la UNORCAC y otras Organizaciones de Imbabura y Pichincha.

Objetivos:

General:

Intercambiar experiencias, sabores y saberes entre agricultores de las Organizaciones de diferentes lugares de nuestro país con la finalidad de motivar y mantener la biodiversidad del sistema agrario y el patrimonio alimentario de su entorno, y así generar fuentes de ingreso para los agricultores.

Específicos:

- Generar un espacio de encuentro para valorizar nuestras prácticas agrícolas, como parte del buen vivir rural.
- Conservar y valorar la diversidad de productos cultivados por las familias campesinas de las comunidades de nuestro cantón.
- Promover e innovar el patrimonio alimentario en las comunidades de Cotacachi, utilizando productos agrícolas de la zona y su gastronomía.

Metodología:

Lugar y fecha de realización

Cotacachi – Parroquia Quiroga – Estadio Comuna Cuicocha Pana, Domingo 08 de agosto del 2021.

Participantes

Hubo la participación de agricultores y organizaciones campesinas de todo el país, evidenciándose una participación masiva de hombres y mujeres de todas las edades y etnias.

Se contó con la participación de:

- 241 agricultores en Feria de Semillas.
- Grupos de Mujeres participando en la Feria Gastronómica.
- 54 emprendimientos productivos de la provincia de Imbabura y Pichincha.

- 18 personas en la exposición del Patrimonio Alimentario.
- 2 instituciones públicas y privadas.
- 193 personas de diferentes grupos de música, danza, cabildos, dirigentes y de apoyo logístico.

Realización del evento

La UNORCAC en el 2021 organizó la fiesta de las semillas “Muyu Raymi Cotacachi 2021”. Este evento estuvo liderado por la UNORCAC y el Comité Central de Mujeres con el apoyo de INIAP, TIRFFA, Universidad Técnica del Norte, Asamblea de Unidad Cantonal y la Cooperativa de Ahorros y Crédito Santa Anita Ltda. Durante el evento participaron más de 1.200 personas entre mujeres, hombres y niños/as.

Publicidad

La UNORCAC promocionó el evento en los siguientes medios de comunicación: Radio Ilumán, Radio Mágica, Radio Lagos, TVN, UTV y Radio Runa Estéreo, y las redes sociales de la UNORCAC y Comité Central de Mujeres.

Así como también se realizaron invitaciones personalizadas para el evento de la fiesta “Muyu Raymi Cotacachi 2021”, a los cabildos de las diferentes comunidades, grupos de mujeres, familias conservacionistas, grupos de jóvenes y beneficiarios de los diferentes proyectos desarrollados por la UNORCAC.

Agenda del evento

Hora	Actividad	Responsable
	Animación del Evento	Compañero Santiago Moreta
08:30 AM	Inscripción y ubicación de Stands	Unorcac - CCMU- INIAP
09:30 AM	Ritual de inicio y Bendición de Semillas.	Sr. Alfonso Oyagata – presidente del Consejo de Salud Ancestral Jambi warmikuna
09:45 AM	Palabras de bienvenida	Sr. Darwin Fuerez – Representante de la Comuna Cuicocha Pana.
10:00 AM	Apertura de la Feria de Intercambio, exposición de semillas, gastronomía y emprendimientos locales.	Sr. Fernando Guandinango – Presidente de la UNORCAC
10:10 AM	El Rol de las mujeres en la conservación de las semillas y el conocimiento tradicional	Sra. Magdalena Fures – Presidenta del Comité Central de Mujeres UNORCAC.
10:20 AM	Importancia de las semillas nativas para la agricultura familiar campesina	Sra. Rosa Cachiguango – Representante del CCMU
10:45 AM	Exposición y degustación del patrimonio Alimentario del Cantón	Sra. Madalena Fures Presidenta del Comité Central de Mujeres Unorcac
11:30 AM	Presentación de Grupo de Danza “Amawta Tushuy” de la comuna de Iltaquí	Srta. Toa Panamá
11:30 AM	Presentación de Grupo de Danza “KILLA SISA” de la comuna de Cercado	

11:45 AM	Presentación de grupo de Música "Waruntzy" de la comuna de Ashambuela	Sr. Lenin Farinango
12:00 AM	Presentación de grupo de danza (Sentimiento del Pueblo)	Sr. Miguel Simbaña - Director
12:30 PM	Presentación de grupo de Danza (Páramo Sisa) comuna de Topo Grande	Blanquita Vinueza
12:40 PM	Presentación de grupo de Danza "Atipak Wayra Tushuy" comuna de San Pedro	Jenny Morales
13:00 PM	Presentación de grupo de Música "Humazapas" de la comuna de Turucu	Sr. Jesús Bonilla

Auspiciantes

INIAP, Universidad Técnica del Norte, Tratado Internacional de Fitogenéticos de la FAO, Cooperativa de Ahorros y Crédito Santa Anita Ltda., y Asamblea de Unidad Cantonal.

El evento se realizó desde tempranas horas de la mañana con la colocación de diferentes semillas en el lugar asignado; se realizaron eventos de presentación de grupos de música y danza, se destinó áreas para cada evento en particular, también participaron con carpas institucionales, INIAP Y la Cooperativa de Ahorros y Crédito Santa Anita.

Dentro de la Fiesta de las Semillas "Muyu Raymi Cotacachi 2021", se efectuaron los siguientes eventos de manera simultánea:

Ferias:

1. Feria de semillas
2. Feria de Gastronomía de la zona.
3. Feria de Artesanías y emprendimientos Productivos a nivel Provincial.
4. Exposición y degustación del Patrimonio Agroalimentario de Cotacachi

Resultados:

Feria de semillas 2021

La Feria de Semillas contó con la presencia de 241 mujeres, niñas/os, jóvenes agricultores con sus respectivas semillas, los agricultores llevaron de manera individual desde 5 semillas como valor mínimo y hasta 75 variedades diferentes de semillas como un valor máximo (Fotografía 2).



Fotografía 2.

[Fotografía de UNORCAC] (Cotacachi, Imbabura, 2021). Archivos fotográficos de la UNORCAC. Fotografías de la exposición de semillas provenientes de las comunidades de Cotacachi.

Feria agroecologica

Se realizó la feria de productoras agroecológicas donde alrededor de 64 productores agroecológicos de Cotacachi y otros cantones vecinos participaron ofertando sus productos agroecológicos (Fotografía 3).

De igual manera en el evento, las compañeras productoras participaron en la comercialización del excedente de su producción, como las hortalizas, legumbres, granos tiernos y secos, harinas, tubérculos y plantas nativas y medicinales con el fin de ofrecer al consumidor productos sanos, frescos y libres de pesticidas y fungicidas.



Fotografía 3.

[Fotografía de UNORCAC] (Cotacachi, Imbabura, 2021). Archivos fotográficos de la UNORCAC. Fotografías de la exposición de la feria agroecológica de las comunidades de Cotacachi.

Feria de gastronomía

Se contó con la participación de 11 stands de alimentación, que detallados a continuación (Fotografía 4):

Morales Chupa

- Costilla de chancho asado, papas y tostado

San Antonio del Punge

- Uchuapi
- Cuy
- Mote con chuleta

Tunibamba

- Carne de Piedra

Turucu

- Carne Colorada

Piava Chupa

- Caldo de Gallina de campo

Calera

- Carne Colorada

Itaqui

- Hornado

San Pedro

- Fritada

Cóndor Loma

- Tortillas de tiesto
- Colada de Mora
- Colada de uvilla

Morlan

- Caldo de gallina de campo

Guitarra Ucu

- Pollo asado



Fotografía 4.

[Fotografía de UNORCAC] (Cotacachi, Imbabura, 2021). Archivos fotográficos de la UNORCAC. Fotografías de la eexposición de la feria gastronómica de las comunidades de Cotacachi.

Exposición y degustación del patrimonio alimentario del cantón

Se inscribieron 11 grupos de mujeres de las diferentes comunidades del cantón Cotacachi y alrededor de 60 preparaciones diferentes existentes en las comunidades. El día del evento se montó un espacio de exhibición con identificativos de cada participante y cada preparación de plato en la carpa de patrimonio alimentario, en el cual los participantes mostraron sus preparaciones. Cada participante arregló su espacio y se presentó en condiciones higiénicas adecuadas y algunos llevaron su vestimenta tradicional, así como también realizaron una breve explicación sobre los platos, ingredientes, preparaciones y recetas (Fotografía 5).

Luego de la exposición las autoridades locales y nacionales tuvieron la oportunidad de ir degustando las preparaciones de cada uno de los participantes.



Fotografía 5.

[Fotografía de UNORCAC] (Cotacachi, Imbabura, 2021). Archivos fotográficos de la UNORCAC. Fotografías de la exposición y degustación del patrimonio alimentario del cantón.

Feria de artesanías y emprendimientos productivos

Es una actividad que involucra el desarrollo familiar y comunitario, a través de la artesanía donde se expresan los sentimientos, creencias, tradiciones, costumbres e identidad de los pueblos. En esta ocasión se tuvo la participación de 35 emprendimientos del sector de la Economía Popular y Solidaria de las provincias de Imbabura, Carchi y Pichincha (Fotografía 6).



Fotografía 6.

[Fotografía de UNORCAC] (Cotacachi, Imbabura, 2021). Archivos fotográficos de la UNORCAC. Fotografías de la eexposición de artesanías y emprendimientos productivos

Conclusiones:

- En Cotacachi se ha institucionalizado las ferias de intercambio de semillas, a tal punto, que se han complementado con ferias de emprendimientos, gastronomía y que se las realiza todos los años en el mes de agosto.
- Estas ferias han permitido que se conserve la agrobiodiversidad mediante el intercambio de semillas entre los agricultores, principalmente de maíz y fréjol.

Recomendaciones:

Seguir apoyando a la realización de este tipo de ferias a nivel nacional.

Actividad 3.

Título: Valoración cuantificada de la agrobiodiversidad de comunidades rurales del cantón Cotacachi

Responsable: María José Romero (UTN), César Tapia.

Colaboradores: UNORCAC (Hugo Carrera).

Antecedentes:

La agrobiodiversidad está compuesta por la diversidad biológica que tiene que ver con la alimentación, la agricultura y el ecosistema agrícola, así con aspectos socioculturales, al estar estrechamente relacionada con las actividades humanas y saberes ancestrales (Lermanó et al., 2015). La agrobiodiversidad es una parte de la biodiversidad y presenta dos niveles: recursos genéticos para la alimentación y la agricultura y servicios ecológicos. Todos los componentes contribuyen a la sostenibilidad de las funciones claves de los agroecosistemas (Rocchi et al., 2016).

En consecuencia, el estudio de la agrobiodiversidad es cada vez más relevante, considerando el papel que cumple en la seguridad alimentaria de los pueblos, la conservación de los recursos fitogenéticos y la importancia en la economía de las comunidades rurales (Romero, 2016). La necesidad de estudiar la agrobiodiversidad, radica en la amplia variedad y hábitats de los ecosistemas agrícolas (Jackson et al., 2007), como una fuente de conservación de especies en sistemas agrícolas tradicionales.

La agrobiodiversidad tiene un uso prospectivo en la agricultura y en la sostenibilidad de la producción de alimentos, el mejoramiento de los cultivos y la adaptación de los cultivos al cambio climático. Es por esto que la agrobiodiversidad debe ser inventariada y protegida contra la erosión y extinción (De Carvalho et al., 2016). Desafortunadamente, la ausencia de conocimiento detallado sobre la biodiversidad dificulta la aplicación de herramientas metodológicas que puedan aportar de manera efectiva a su conservación (De Carvalho et al., 2016). Es así que autores como Escobar (2005), manifiestan que entre los aspectos que deben considerarse en estudios de agrobiodiversidad están el social, cultural, ambiental, y económico.

En ese sentido, los inventarios de biodiversidad facilitan la descripción y el conocimiento de la estructura y función de diferentes niveles jerárquicos, para su posterior aplicación en el uso, manejo y conservación de los recursos (Villarreal et al., 2006). En términos de biodiversidad, el inventario se define como el reconocimiento, ordenamiento, catalogación, cuantificación y mapeo de entidades naturales como genes, individuos, especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas o paisajes (Heywood, 1995).

Autores como De Carvalho et al. (2016) sostienen que es un requerimiento urgente contar con un inventario que muestre de forma clara y amplia la diversidad de cultivos, con énfasis en la diversidad intraespecífica. Los inventarios de agrobiodiversidad son herramientas esenciales para crear mecanismos efectivos para monitorear cambios en la diversidad de cultivos y para estimar la erosión genética que pueda comprometer la diversidad de variedades locales.

Por otro lado, comprender la distribución geográfica de la diversidad de cultivos es indispensable para desarrollar estrategias de conservación tanto *ex situ* como *in situ*. Esta información es importante para enfocar los esfuerzos de recolección y conservación de manera más efectiva (Delêtre et al., 2012).

En ese mismo sentido, la agrobiodiversidad funcional hace referencia a los elementos de la biodiversidad en campos agrícolas, que, mediante la utilización de estrategias con base científica, permiten optimizar la regulación y provisión de servicios ecosistémicos que son indispensables para el bienestar humano (ELN-FAB, 2012).

Cabe agregar que autores como Lermanó et al. (2015) manifiestan que la función de la agrobiodiversidad en los agroecosistemas ha adquirido mayor

importancia en los últimos años debido a los servicios ecológicos que brinda. Entre estos servicios pueden mencionarse el reciclaje de nutrientes, la regulación biótica, el mantenimiento del ciclo hidrológico y la polinización.

De igual manera, las comunidades indígenas del Ecuador, poseen una valiosa riqueza de agrobiodiversidad y saberes ancestrales. Las zonas altoandinas en donde se asientan, son consideradas como un centro de diversidad agrícola y patrimonio cultural (Carrera, 2012). La diversidad de cultivos está ligada a los numerosos hábitos alimenticios de los grupos étnicos (Gurung, 2002). Con base en este conocimiento, las comunidades seleccionan e intercambian las semillas de cultivos de subsistencia y, por tanto, de aquellas variedades con características óptimas para determinados usos. Gual (2018) manifiesta que las comunidades rurales utilizan muchos de los recursos, sin embargo, tienen preferencias por ciertos grupos o especies, preferencias que están ligadas a ciertos atributos propios de la cultura. Es por esto que varios estudios etnobotánicos se han enfocado en analizar el rol que desempeñan algunas especies de plantas en la subsistencia campesina. En ese sentido, Hilgert et al. (2013) determinaron que las razones que influyen en la permanencia o cambio de las variedades tradicionales de los agricultores están muy relacionadas con los usos que se dan a estos productos.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, los riesgos de erosión genética promueven el planteamiento de acciones encaminadas a la conservación de la agrobiodiversidad (Lobo y Medina, 2009); así como el desarrollo de sistemas de producción sostenibles que permitan afrontar los retos del crecimiento demográfico, cambios en el entorno y calentamiento global.

Objetivos:

Objetivo general:

Evaluar la agrobiodiversidad altoandina y su rol en las comunidades rurales de la Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi (UNORCAC), Ecuador.

Objetivos específicos:

- Realizar un inventario georreferenciado de la agrobiodiversidad de las comunidades de la UNORCAC a nivel inter e intra específico.
- Evaluar la agrobiodiversidad funcional presente en el área de estudio y su rol como servicio ecológico.
- Estimar el nivel de importancia cultural de la agrobiodiversidad en las comunidades locales.
- Plantear estrategias encaminadas a la conservación de la agrobiodiversidad de las comunidades altoandinas de Cotacachi.

Metodología:

Ámbito geográfico de la investigación

El área seleccionada para realizar el estudio es la zona altoandina del cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura, ubicada al norte del Ecuador (Figura 65). Cotacachi presenta una serie de microclimas que han promovido el desarrollo de una variada agrobiodiversidad. De igual forma, es una zona con amplia diversidad cultural y étnica (la mayor parte de la población es indígena), que mantiene tradiciones de cultivo y uso de agrobiodiversidad característicos. La riqueza en agrobiodiversidad se debe a las prácticas agrícolas ancestrales y a una producción destinada, en gran parte, al autoconsumo, vinculada a la riqueza de usos en gastronomía tradicional (Tapia et al., 2011).

Los habitantes de las comunidades indígenas tienen como actividad económica principal la agricultura familiar campesina, especialmente liderada por mujeres, que constituye la fuente de alimentos e ingresos económicos de la familia. Sus chacras de poca superficie, menos de 1 ha por familia y con el 50% de familias que no tienen acceso al agua de riego, practican una agricultura altamente dependiente de las condiciones climáticas; poseen una alta diversidad agrícola y conocimientos tradicionales.

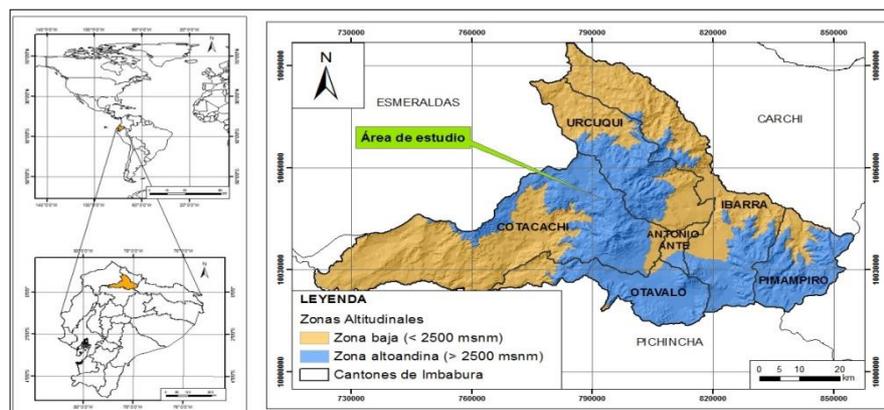


Figura 65.
Área de estudio.

Muestra y levantamiento de información

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en la investigación, se propuso realizar un levantamiento de información primaria georreferenciada, a nivel de las 45 comunidades que forman parte de la Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi – UNORCAC. Como herramientas se empleó técnicas participativas como encuestas formales y entrevistas semi estructuradas a los productores (Lores et al., 2008). La muestra estuvo conformada de forma

sesgada por el 10% de los productores agrícolas en cada una de las 45 comunidades de la UNORCAC, que fueron seleccionadas al azar mediante sorteo.

Inventario georreferenciado de agrobiodiversidad

Se realizó un inventario de la agrobiodiversidad presente en las parcelas de los productores seleccionados en la zona de estudio, mediante el conteo de número de especies, número de individuos por especie y área ocupada por cultivo. Posteriormente se realizó una clasificación taxonómica de las especies encontradas, con el fin de contar con una base de datos taxonómicamente bien definida que indique los puntos geográficos en donde se encuentran distribuidas las diferentes especies. La distribución de la agrobiodiversidad será representada en un mapa a escala 1:25000.

La evaluación de este componente se enfocó en la riqueza de especies. Para la evaluación de la riqueza de agrobiodiversidad, se utilizó índices de diversidad como son *Shannon – Wiener*, *Simpson* y *Margalef*. Como complemento a los índices de diversidad mencionados anteriormente, se realizó un análisis de *clústeres* por el modo-R, para determinar la similitud entre los datos.

Evaluación de los servicios ecológicos

Este estudio se realizará en el 2022 y consiste en un diagnóstico de los servicios ecológicos que ofrece la agrobiodiversidad presente en las parcelas de los productores. Los indicadores que se evaluarán se describen a continuación.

Polinización. Se registrará la presencia de hábitats óptimos para que diferentes especies de insectos cumplan el rol de polinizadores. Se cuantificará la presencia de especies de las familias Fabácea, Asterácea y Opiácea, puesto que las flores de estas familias favorecen la presencia de enemigos naturales en el agroecosistema (Nichols, 2008). Se empleará la siguiente escala (Lermanó et al., 2015).

- 3: presencia de 6 o más especies de plantas con flor pertenecientes a las familias citadas como importantes;
- 2: presencia de entre 3 y 5 especies de plantas con flor pertenecientes a las familias citadas como importantes;
- 1: presencia de hasta 2 especies de plantas con flor pertenecientes a las familias citadas como importantes;
- 0: ausencia de especies de plantas con flor.

Control de plagas. De igual forma, se registrará la presencia de hábitats ideales para el desarrollo de enemigos naturales de especies plaga. La estrategia de manejo de plagas influye en la presencia de artrópodos, por tanto, la evaluación se enfocará en el uso de plaguicidas, considerando que el control de plagas mediante aplicaciones de insecticida influye además en la presencia de artrópodos benéficos. Para la evaluación se utilizará la siguiente escala propuesta por Lermanó et al. (2015).

- 3: No aplican insecticidas, utilizan el control biológico;

- 2: Aplican insecticidas cuando es necesario de acuerdo a los resultados de un monitoreo de plagas;
- 1: Aplican insecticidas cuando aparece alguna plaga que creen puede causar daño considerable;
- 0: Aplicación preventiva de insecticidas.

Rotación de cultivos. La transición o rotación de cultivos se evaluará utilizando la siguiente escala modificada de la original propuesta por Sarandón (2006).

- 3: Rota todos los años, deja descansar un año el terreno o incorpora leguminosas o abonos verdes;
- 2: Rota todos los años, no deja descansar el terreno
- 1: Rota cada 2 ó 3 años.
- 0: Realiza rotaciones eventualmente o no realiza rotaciones.

Policultivos. Se registrará información sobre los sistemas de cultivo en el que dos o más especies se planten en cierta proximidad espacial, resultando en complementariedad biológica que mejore la eficiencia de uso de nutrientes, regulación de plagas y estabilidad del rendimiento de los cultivos (Altieri et al., 2014).

Prevención de la erosión. Se registrará la presencia de cobertura vegetal y cercas vivas, así como labranza en sentido perpendicular a la pendiente. Al ser la cobertura vegetal un parámetro estructural que interviene en la configuración del hábitat y riqueza de los artrópodos, se evaluará el porcentaje de cobertura dentro de las parcelas cultivadas por los agricultores, siguiendo la metodología propuesta por Lermanó et al. (2015), en una superficie de 20 m². Se empleará la siguiente escala.

- 3: La cobertura tiene un valor entre el 80 y 100 %;
- 2: La cobertura tiene un valor entre el 60 y 80 %;
- 1: La cobertura tiene un valor entre el 40 y 60 %;
- 0: La cobertura tiene un valor menor al 40 %.

Reducción de la escorrentía superficial. Se determinará la presencia de cercas vivas o estructuras conservacionistas en las parcelas de los productores.

Mantenimiento de una buena estructura del suelo. Se realizará un análisis del uso de maquinaria agrícola, mismo que influye en el disturbio innecesario del suelo. Su uso reducido permite incrementar la biodiversidad del suelo, que, a su vez, mejorará la estructura, la aireación y la captura y liberación de nutrientes. Se evaluará el tipo de labranza utilizada en el agroecosistema, con el fin de estudiar cómo influye sobre la presencia de enemigos naturales por la existencia de residuos vegetales en superficie y la no remoción de suelo. Para evaluar el uso de maquinaria agrícola se utilizará la escala planteada por Lermanó et al. (2015):

- 3: Rota entre distintos sistemas de labranza (labranza cero sin uso de herbicidas, labranza reducida y labranza convencional);
- 2: Rota entre la labranza cero y la labranza reducida, utilizando bajas cantidades de herbicidas;

- 1: Utiliza labranza cero con alto uso de agroquímicos o labranza reducida;
0: Utiliza solamente labranza convencional.

Conservación de recursos fitogenéticos. Se analizará la producción de cultivos nativos que se estén perdiendo.

Con el fin de analizar de mejor forma la interacción de los diferentes elementos ecológicos de la agrobiodiversidad, se realizará además una caracterización edafoclimática de la zona de estudio a través de cartografía. Se utilizará el software ArcGIS, versión 10.4. Se elaborará cartografía a escala 1:50000 de la zona de estudio en los componentes temperatura, precipitación, hidrología, taxonomía de suelo, pendientes y clases agrológicas, utilizando la Proyección UTM, el Datum WGS 1984 y la Zona 17 Sur. Esta información será comparada con la distribución geográfica de la agrobiodiversidad encontrada.

Estimación el nivel de Importancia cultural

Se analizó información de los aspectos culturales que influyen en el uso y conservación de la agrobiodiversidad. Se recolectó información de las siguientes variables (Sunil et al., 2008; Romero, 2016; Borja, 2018) que permitieron estimar el valor cultural de la agrobiodiversidad.

- *Usos de la Agrobiodiversidad:* como preparaciones de alimentos que permiten la conservación de determinadas especies cultivadas.
- *Prácticas culturales ancestrales:* relacionadas con la agricultura, incluyendo uso de agrobiodiversidad en ceremonias y rituales.
- *Uso medicinal:* en remedios tradicionales caseros.
- *Número de cultivos tradicionales:* que son apreciados por sus usos específicos y que son conservados de generación en generación.
- *Intercambio de semillas:* a través de participación en ferias de intercambio o como intercambio puntual entre productores.
- *Aspectos relacionados con género:* en este indicador se analizó la influencia del género en la conservación de la agrobiodiversidad.
- *Composición étnica de los productores:* se registró información sobre la autoidentificación étnica.

Planteamiento de estrategias encaminadas a la conservación

La información que se generó en la presente investigación, será el insumo que promueva el planteamiento de diversas estrategias de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad de la zona altoandina de Cotacachi. Se prestará especial atención al mantenimiento de variedades locales en las chacras de los productores, rescatando el conocimiento tradicional.

Resultados:

Debido a la emergencia mundial por la pandemia de COVID-19, no se ha podido realizar trabajo en campo, por lo que el levantamiento de la información que está pendiente se realizó a partir del mes de septiembre 2021.

El avance que se ha tenido durante el 2021 se detalla a continuación, por cada uno de los objetivos:

1. Objetivo Específico 1: Planificación del levantamiento de información en campo para completar el inventario de agrobiodiversidad, incluyendo todas las especies presentes en las chacras de los agricultores.
2. Objetivo Específico 2: Planificación del levantamiento de información en campo sobre agrobiodiversidad funcional y estimación de la riqueza de especies para complementariedad biológica dentro de las parcelas de los productores de la UNORCAC.
3. Objetivo Específico 3: Mejorar la revisión de literatura, presentación de resultados, análisis estadísticos, interpretación y discusión del documento (sub estudio 2). La información de este objetivo se complementará, además, una vez que se concluya el objetivo específico 2, con el levantamiento de información en campo.
4. Objetivo Específico 4: Este objetivo se está construyendo poco a poco en función de la información que se va obteniendo de todos los objetivos anteriores.

Con respecto a la redacción del documento de tesis doctoral, se está trabajando en la sistematización y análisis de la información.

Conclusiones:

La presente investigación ha tenido algunos problemas de cumplimiento de tiempos debido a la pandemia, sin embargo, se ha logrado cumplir con dos de los objetivos planteados en esta tesis doctoral.

Recomendación:

Se recomienda que en el primer semestre del año 2022 se termine con el levantamiento de la información del objetivo 3 y 4.

Referencias:

Altieri, M., Nicholls, C., y Montalba, R. (2014). El papel de la biodiversidad en la agricultura campesina en América Latina. *Leisa Revista de Agroecología*. 30(1):5-8.

- Borja, G. (2018). An infalible relationship among gender, interculturality and biodiversity. *Revista Cátedra*, 1(1), 92-103.
- Carrera, H. (2012). La conservación y uso de la agrobiodiversidad, un valioso aporte a la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas de Cotacachi. *Urku Yaku Wachariy*. 1: 7-16.
- De Carvalho, M., Bebeli, P., Da Silva, A., Bettencourt, E., Slaski, J., y Dias, S. (2016). Agrobiodiversity: The Importance of Inventories in the Assessment of Crop Diversity and its time and spatial changes. In: Ahuja, M., Jain, S. (eds) *Genetic Diversity and Erosion in Plants. Sustainable Development and Biodiversity*. vol 8. Springer, Cham.
- Delêtre, M., Gaisberger, H., y Arnaud, E. (2012). Agrobiodiversity in perspective - A review of questions, tools, concepts and methodologies. Report prepared for Bioversity International and IRD-Sud Expert Plantes. 79 p.
- Escobar, D. (2005). Valoración de la agrobiodiversidad. Una aproximación desde la Economía Ecológica. *Geografía Agrícola*. 35: 7-22.
- European Learning Network on Functional AgroBiodiversity (ELN-FAB). (2012). *Functional agrobiodiversity: Nature serving Europe's farmers*. – Tilburg, the Netherlands: ECNC-European Centre for Nature Conservation. 58 p.
- Gual, M. (coord). (2018). *Taxonomía de los usos y manejo de la biodiversidad de México para la construcción de sistemas de información*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. 118 pp.
- Gurung, C. (2002). *Ethnic Communities and Agrobiodiversity Conservation in the Eastern Himalayas*. International Development Research Centre (IDRC). 10 p.
- Heywood, V. (1995). *Global biodiversity assessment*. United Nations Environment Programme. 7-9 pp.
- Hilgert, N., Zamudio, F., Furlan, V., y Cariola, L. (2013). The Key Role of Cultural Preservation in Maize Diversity Conservation in the Argentine Yungas. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Hindawi Publishing Corporation. Artículo ID 732760. 10 p.
- Jackson, L., Pascual, U. y Hodgkin, T. (2007). Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 121: 196–210.
- Lermanó, M., Sarandón, S., Tamagno, L. y Maggio, A. (2015). Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del “potencial de regulación biótica” en agroecosistemas del sudeste bonaerense. *Agricultura Familiar y Territorio*. 114(1): 1-14.
- Lobo, M. y Medina, C. (2009). Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Revista Corpoica*. 10(1):33-42.
- Lores, A., Leyva, A., y Tejeda, T. (2008). Evaluación espacial y temporal de la agrobiodiversidad en los sistemas campesinos de la comunidad “Zaragoza” en La Habana. *Cultivos Tropicales*. 29(1): 5-10.
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 282 p.
- Rocchi, L., Paolotti, L., Cortina, C. y Boggia, A. (2016). Conservation of landrace: the key role of the value for agrobiodiversity conservation. An application on ancient tomatoes varieties. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 8: 307-316.
- Romero, M. (2016). *Distribution and Conservation of Andean Agrobiodiversity in Imbabura Province (Ecuador)*. Trabajo de Titulación Master of Science (Geographical Information Science & Systems). Universidad de Salzburg, Austria. 146 p.
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L., y Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas en fincas de Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*. 1: 19-28.

- Sunil, V., Rao, K. y Maikhuri, R. (2008). The role of cultural values in Agrobiodiversity conservation: a case study from Uttarakhand, Himalaya. *J. Hum. Ecol.* 23(1):1-6.
- Tapia C., Carrera, H., Acosta, V., Chalampiente, D., Lima, L., Navarro Ortega, M.A., y Villota, C. (2011). Promoción de los cultivos andinos para el desarrollo rural en Cotacachi-Ecuador. Cotacachi, Ecuador: INIAP.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H. Ospina, M., y Umaña, A. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Hito 5. Documentación de germoplasma

Actividad 1.

Título: Migración datos pasaporte de ECUCOL a GRINGLOBAL.

Responsable: Eduardo Ordoñez G.

Colaboradores: César Tapia, Álvaro Monteros, Marcelo Tacan, Alberto Roura

Antecedentes:

La información acerca de las accesiones es esencial para la gestión y el mantenimiento de las colecciones en el banco de germoplasma. Para que dicho germoplasma sea usado eficientemente por los programas de mejoramiento, debe existir información lo más completa posible sobre las características más importantes que describan a esos materiales (Rincón y González, 1991).

Los sistemas informáticos para el archivo de datos e información permiten un mayor almacenamiento de toda la información relacionada con la gestión del banco de germoplasma. La adopción de los estándares de datos que actualmente existen para la mayoría de los aspectos de la gestión de datos en bancos de germoplasma facilita la gestión de la información y contribuye a mejorar el uso e intercambio de datos. Existen sistemas de manejo de información sobre germoplasma, como GRIN-Global, GENESYS, Mansfield Database (IPK) y SESTO (NordGen), desarrollados específicamente para bancos de germoplasma y sus necesidades de gestión de la documentación y la información. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2014)

GRIN-global es una plataforma internacional de software, que permite manejar, publicar y consultar información de los recursos genéticos vegetales. Fue desarrollado en conjunto por “USDA Agricultural Research Service”, “Bioversity International” y “Global Crop Diversity Trust”, para ayudar a la conservación y uso de los Recursos Genéticos, a nivel mundial. (Ipinza et al., 2103)

Con la finalidad de dar accesibilidad a la información de las colecciones de los Bancos de Germoplasma del país, el INIAP ha considerado incorporar el sistema

GRIN-Global para el manejo estandarizado de las accesiones, darlas a conocer y permitir el acceso a aquellas personas u organizaciones, interesadas en su utilización. En este contexto, el DENAREF se encuentra implementando esta plataforma, donde se incorporará la información de sus bancos de germoplasma activos de numerosas especies.

Objetivos:

- Revisar y completar los datos pasaporte de las accesiones de la base de datos (ECUCOL).
- Migración de datos pasaporte del ECUCOL al programa Grin-Global

Metodología:

Revisión y completado de información

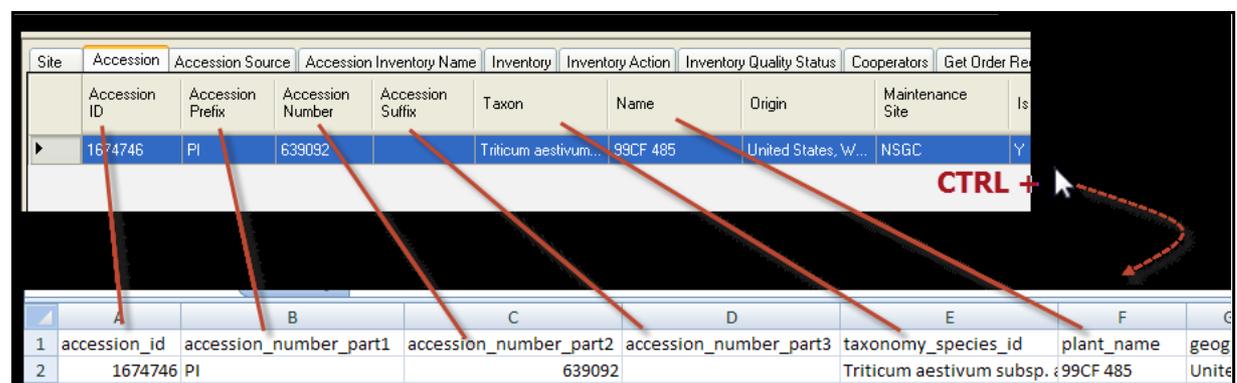
Este proceso se lo realizó revisando la información contenida en la Base de datos ECUCOL, a fin de identificar datos pasaporte faltantes y puedan ser completados de los libros de colectas originales o de otras bases de datos internacionales.

En lo referente al completado se revisaron los libros originales de colecta, así como bases del CIMIT, USDA y CIAT.

Migración de datos pasaporte programa Grin-Global

Preparación de los datos

Se tiene que preparar la estructura en la hoja de cálculo para arrastrar datos al Módulo Curador del programa Grin Global (GG), para cada nuevo registro que se está creando, debe proporcionar datos para los campos obligatorios (Figura 66).



Site	Accession	Accession Source	Accession Inventory Name	Inventory	Inventory Action	Inventory Quality Status	Cooperators	Get Order Re
	Accession ID	Accession Prefix	Accession Number	Accession Suffix	Taxon	Name	Origin	Maintenance Site
	1674746	PI	639092		Triticum aestivum...	99CF 485	United States, W...	NSGC

	A	B	C	D	E	F	G
1	accession_id	accession_number_part1	accession_number_part2	accession_number_part3	taxonomy_species_id	plant_name	geog
2	1674746	PI		639092		Triticum aestivum subsp. 99CF 485	Unite

Figura 66.

Campos obligatorios del programa GRIN-Global del módulo Curador.

Migración de datos.

Ingreso de accesiones

Inicialmente el ingreso se realizó de forma masiva de las accesiones que se tienen en la actual base de datos del ECUCOL, para la migración se utilizó el método de “Arrastrar y soltar”, el cual consiste en copiar los datos de accesión almacenados en una hoja de cálculo al Modulo Curador del GRIN Global (Figura 67).

	A	B	C	D	E	F	H	J	O	P
1		acp	acno	acs	Taxon	PI	Variety	PVP Numbe	Inventory	
2		PI	667734		<i>Glycine max</i>	PI 667734	LG01-5087-5		NSSL 499203.01	
3		PI	667735		<i>Glycine max</i>	PI 667735	Brookings		NSSL 499204.01	
4		PI	667736		<i>Glycine max</i>	PI 667736	Codington		NSSL 499205.01	
5		PI	667737		<i>Glycine max</i>	PI 667737	Roberts		NSSL 499206.01	
6		PI	667738		<i>Glycine max</i>	PI 667738	SD06-322		NSSL 499207.01	
7		PI	667739		<i>Glycine max</i>	PI 667739	SD06-525		NSSL 499208.01	
8		PI	667740		<i>Glycine max</i>	PI 667740	UA 5612		NSSL 499209.01	
9		PI	667741		<i>Glycine max</i>	PI 667741	G08PR-394		NSSL 499210.01	
10		PI	667742		<i>Glycine max</i>	PI 667742	G09PR-80		NSSL 499211.01	
11		PI	667743		<i>Triticum aestivum</i>	PI 667743	Aton		NSSL 499212.01	
12		PI	667744		<i>Triticum aestivum</i>	PI 667744	ARS-Selbu		NSSL 499213.01	
13										

Figura 67.

Ejemplo de almacenamiento en hoja de cálculo de la información de las accesiones.

El ingreso de las accesiones al GG, fue progresivo de acuerdo a los formatos establecidos por el programa, inicialmente se ingresaron solo lo correspondiente a la taxonomía de cada una de las accesiones incluyendo información básica como: Código único de identificación y al taxón al que corresponde de la base global de taxonomía del programa.

Posteriormente se fue ingresando información complementaria de cada uno de las accesiones, de tal manera que se obtuvo una base de datos con toda la información correspondiente.

Luego de completar la migración de las accesiones actuales, para el ingreso de nuevas accesiones se realizó a través del asistente de Accesiones (Accession Wizard).

Resultados:

Completado datos pasaporte.

Se ha completado 84 accesiones de información proveniente de libros de colecta originales que se detalla a continuación:

- *Ipomoea trifida*: accesión 2080 (1), se agregó cantón y sitio local.
- *Vicia faba*, accesiones del 11701-11704 (4), se agregó información ubicación.
- *Lupinus mutabilis*: accesiones del 5936 – 6014 (79) se agregó ubicación de datos pasaporte de la colección original.

En lo referente a las accesiones de maíz se ha incorporado y completado los datos pasaporte con codificación del CIMMYT del ECUCOL. La información se

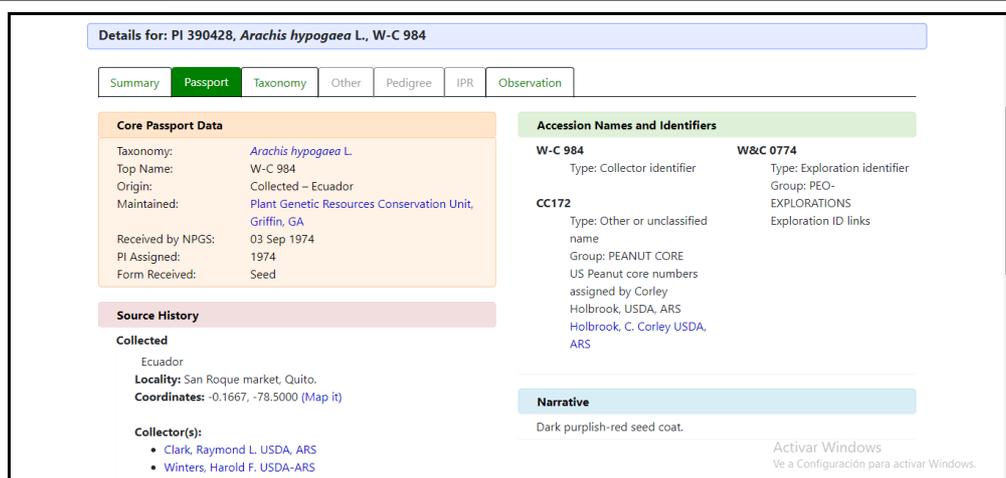
obtuvo del Maize Germoplasma Bank en <http://mgb.cimmyt.org/gringlobal/search>. En total 108 accesiones fueron incluidos en la base del ECUCOL, registros del 12090 - 12159 (70) y del 12485 - 12522 (38), correspondientes a *Zea mays*.

Se ha completado e ingresado a la base digital ECUCOL, la información correspondiente a ubicación de 24 accesiones de *Allium cepa* de la 5091-5114, pertenecientes a la estación INIAP-Tumbaco tanto en grados decimales como en grados, minutos, segundos. Lat. -0.2158 (0°12'54,569" S) y Long. -78,411918 (78°24'42,904" W).

Se ha completado e ingresado a la base digital ECUCOL, la información correspondiente a ubicación de 97 accesiones de *Zea mays* de la 5166 – 5189 (24) y 6572-6634 (63) pertenecientes a la estación INIAP-Pichilingue, tanto en grados decimales como en grados, minutos, segundos e incorporados al ECUCOL. Lat. -1,076962 (1° 4' 37,063" S) y Long. -79,488617 (79°29'19,021" W)

Se ha completado la información para 39 accesiones de *Manihot esculenta* obtenida de las bases del CIAT /GENESYS, accesiones de la 18583-18622 y la información de 72 accesiones de *Arachis hypogaea* de la base de la USDA. Se ha buscado y recopilado información para completado de datos pasaporte encontrados en las bases del USDA de accesiones de *Arachis hypogaea* de la (11819-11891) (Figura 68).

ECU	COLNUMBER	CIAT code	DOI	Synonyms	Common nam	Genus	Species	Country	Altitude (masl)	Latitude (decim)	Longitude (decim)
18583	CM-3320-4	CM 3320- 4	10.18730/PB33	CM 3320- 4		Manihot	esculenta	Colombia	915	3.5333	-76.25
18586	CM-3306-4	CM 3306- 4	10.18730/PY8	CM 3306- 4	Ica-Negrita	Manihot	esculenta	Colombia	915	3.5333	-76.25
18587	CG-1355-2	CG 1355- 2	10.18730/PA93	CG 1355- 2		Manihot	esculenta	Colombia	915	3.5333	-76.25
18607	CM-2136	CM 2136- 2	10.18730/PDFQ	CM 2136- 2		Manihot	esculenta	Colombia	915	3.5333	-76.25
18608	CM-2177-2	CM 2177- 2	10.18730/PBAM			Manihot	esculenta		915	3.5333	-76.25
18610	CM-3306-4-1	CM 3306- 4	10.18730/PY8	CM 3306- 4	Ica-Negrita	Manihot	esculenta	Colombia	915	3.5333	-76.25
18615	CM-4843-1-1	CM 4843- 1	10.18730/P9DZ	CORPOICA-GINES		Manihot	esculenta	Colombia	915	3.5333	-76.25
18616	CM-6182-8	CM 6182- 8	10.18730/PDMX	CM 6182- 8		Manihot	esculenta	Colombia	915	3.5333	-76.25
18618	SM-643-17	SM 643- 17	10.18730/PBNI	SM 643- 17		Manihot	esculenta	Colombia	915	3.5333	-76.25
18620	BGM-337	BRA 1297	10.18730/P8EE	BGM 0337, BRA	Om 375- 1, Cm	Manihot	esculenta	Colombia	915	3.4333	-77.5



Details for: PI 390428, *Arachis hypogaea* L., W-C 984

Summary Passport Taxonomy Other Pedigree IPR Observation

Core Passport Data

Taxonomy: *Arachis hypogaea* L.
 Top Name: W-C 984
 Origin: Collected - Ecuador
 Maintained: Plant Genetic Resources Conservation Unit, Griffin, GA
 Received by NPGS: 03 Sep 1974
 PI Assigned: 1974
 Form Received: Seed

Accession Names and Identifiers

W-C 984
 Type: Collector identifier

W&C 0774
 Type: Exploration Identifier
 Group: PEO-EXPLORATIONS
 Exploration ID links

CC172
 Type: Other or unclassified name
 Group: PEANUT CORE
 US Peanut core numbers assigned by Corley
 Holbrook, USDA, ARS
 Holbrook, C. Corley USDA, ARS

Source History

Collected
 Ecuador
 Locality: San Roque market, Quito.
 Coordinates: -0.1667, -78.5000 (Map it)

Collector(s):
 • Clark, Raymond L. USDA, ARS
 • Winters, Harold F. USDA-ARS

Narrative

Dark purplish-red seed coat.

Activar Windows
 Ve a Configuración para activar Windows.

Figura 68.
Capturas de pantalla información de las bases del CIAT y de la USDA.

Ingreso al ECUCOL de nueva información pasaporte de accesiones

Asignación de ECU e ingreso de datos pasaporte para las accesiones de *Solanum tuberosum*, de la 28489 – 28516 con un total de 28 accesiones ingresadas, *Passiflora tarminiana* de la 28517 – 28592 con un total de 76 accesiones ingresadas.

Incorporación de información al ECUCOL de ingresos al Banco de Germoplasma de accesiones de *Gossypium* spp., al Banco Base del INIAP. Ubicación en bandejas BX27 (1006.80g); BX28 (1826.30 g); BX29 (943.80 g); y *Zea mays* bandeja BX30 (1750.70 g)

Asignación de ECU e ingreso de datos pasaporte para las accesiones de *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosa* y *Tropaeolum tuberosum* de la 28593 – 28647 con un total de 55 accesiones ingresadas.

Migración de datos pasaporte programa Grin-Global

Actualmente se ha preparado la información "Templates" en hojas de cálculo (Excel) para la migración al programa Grin-Global de los taxones de *Chenopodium* 926, *Lupinus* 638 registros, *Ullucus* 327 registros, *Oxalis* 235 registros, *Tropaeolum* 110 registros y *Arracacia* 207 registros.

Conclusiones:

- Se ha completado la información de datos pasaportes de 583 accesiones de varios taxones.
- Se ha preparado el templates para la migración al Grin-Global de los taxones *Chenopodium*, *Lupinus*, *Ullucus*, *Oxalis*, *Tropaeolum* y *Arracacia*.

Recomendación:

- Se recomienda que la migración de las accesiones se realice por taxón; y se vaya completando la información restante, de acuerdo con la información disponible que se tiene en la base de datos del ECUCOL.

Referencias:

- FAO. (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma.
- GRIN-Global. Documentación del Usuario. Recuperado de https://www.grin-global.org/userdocs_spanish.htm
- Ipinza, R., Brand, M., Rojas, C., Gutiérrez, B., y Ortiz, O. (2013). Plataforma Grin-Global para el Manejo De Recursos Genéticos, En El Instituto Forestal. Recuperado: [https://www.researchgate.net/publication/255712675_PLATAFORMA_GRIN-GLOBAL_PARA_EL_MANEJO_DE_RECURSOS_GENETICOS_EN_EL_INSTITUT O_FORESTAL](https://www.researchgate.net/publication/255712675_PLATAFORMA_GRIN-GLOBAL_PARA_EL_MANEJO_DE_RECURSOS_GENETICOS_EN_EL_INSTITUT_O_FORESTAL)
- Rincón, F., y González, L. (1991). Importancia de los Sistemas de Documentación en el Manejo de los Recursos Fitogenéticos, *Agronomía Mesoamericana*. 2: 89-92.

Actividad 2.

Título: Base datos GENESYS. El título debería ser: Divulgación de datos desde el banco de germoplasma INIAP a la plataforma GENESYS

Responsable: Álvaro Monteros

Colaboradores: Eduardo Ordoñez, César Tapia

Antecedentes:

Genesys es una plataforma administrada por Global Crop Diversity Trust desde 2013, publica datos pasaporte, datos de caracterización y evaluación, e imágenes de acceso de RFAA conservados en bancos de germoplasma. Genesys también proporciona orientación y asistencia a los bancos de germoplasma en la documentación de los datos para que sean adecuados para su publicación siguiendo los estándares acordados (Genesys, 2021).

Genesys se desarrolló originalmente como un proyecto de colaboración entre Bioversity International en nombre del Programa de Recursos Genéticos para todo el Sistema del CGIAR, el Crop Trust y la Secretaría del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (Genesys, 2021).

Genesys reúne datos no solo del CGIAR sino también de la red europea de bancos de germoplasma (Eurisco), el USDA y otros bancos de germoplasma. Contiene datos sobre más de 4 millones de accesiones. Crop Trust colabora activamente con bancos de germoplasma de todo el mundo para ayudarlos a compartir datos con Genesys. Todos los bancos de germoplasma pueden proporcionar datos a Genesys.

A través del portal, Crop Trust también pone a disposición de los proveedores de datos herramientas para mejorar la calidad de los datos que comparten y facilitar la presentación de solicitudes de germoplasma a los bancos de germoplasma para su consideración en el contexto de sus políticas de distribución.

A mediados del 2020 el Crop Trust expone el interés de trabajar con INIAP Ecuador en la publicación de información pasaporte para ciertos cultivos seleccionados del banco de germoplasma, por lo cual se inicia un proceso de diálogo virtual hacia la firma de acuerdo de cooperación. Es así que mediante Memorando Nro. INIAP-EESC_DENAREF-2020-0134-MEM del Mejía, 15 de septiembre de 2020 el DENAREF envía un informe técnico de convenio específico entre INIAP y el Global Crop Diversity Trust previo a la preparación del convenio y con una versión de convenio en español e inglés para que sea revisado por las autoridades de INIAP. En este informe incluimos los resultados logrados durante el 2021.

Objetivos:

General:

Divulgar parcialmente la información pasaporte del banco de germoplasma de INIAP, para cultivos seleccionados que se encuentran en el Anexo 1 del Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos

Específico:

Divulgar información de pasaporte de cinco colecciones priorizadas del Banco de Germoplasma del INIAP.

Materiales y métodos:

Para la preparación y firma de acuerdo de cooperación entre el Global Crop Diversity Trust y el INIAP, se realizaron varias reuniones virtuales entre Matija Obreza de Crop Trust con Álvaro Monteros y Eduardo Ordoñez de INIAP. Se trabajó en un inicio con capacitación en la preparación de la base de datos de yuca y luego se continuó con la edición y preparación interna de INIAP con las bases de datos de las colecciones nacionales de camote, fréjol, papa y maíz.

Resultados:

En enero y febrero del 2021 se trabajó en un acuerdo de cooperación entre Crop Trust y el Proveedor de Datos (INIAP) para la divulgación de datos y su posterior publicación en la plataforma GENESYS. El acuerdo, integra el editar y enviar al Crop Trust bases de datos pasaporte de las colecciones nacionales de camote, yuca, fréjol, papa y maíz con información pasaporte pública.

Luego de la respectiva revisión por parte de las instancias pertinentes de INIAP (área jurídica y propiedad intelectual) se llegó a un documento consensuado con el Crop Trust para ser firmado en el mes de febrero 2021. El documento fue firmado por el Dr. Stephan Tyen (Crop Trust) el 21 de enero del 2021 y por el Ing. Marco Andrade Espinel (INIAP) el 9 de febrero del 2021.

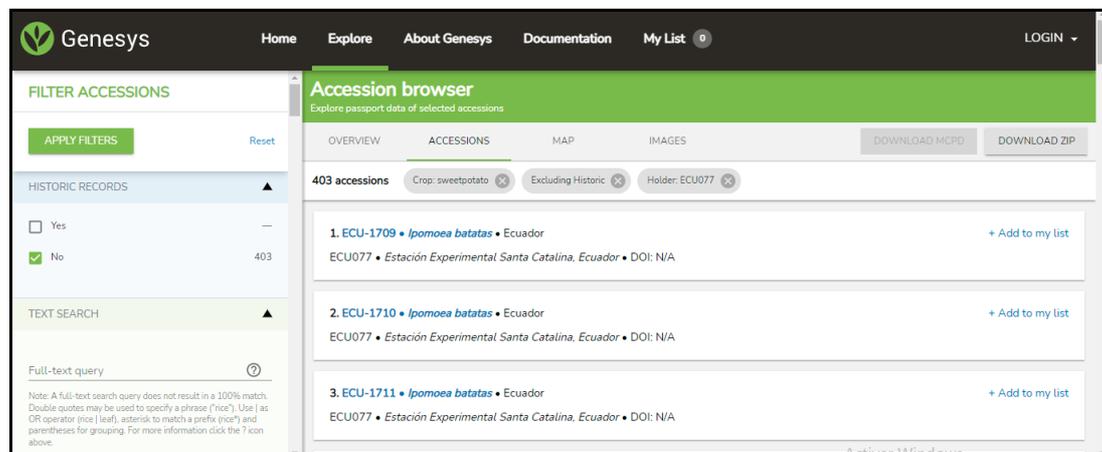
De acuerdo a la agenda de trabajo estipulada, se procedió a preparar las bases de datos de las cinco colecciones nacionales en base a revisión de la base de datos local INIAP-ECUCOL para enviarlas al Crop Trust según a la Tabla 11.

Tabla 11.

Colecciones del banco de germoplasma de INIAP cuya información pasaporte ha sido subida al portal GENESYS administrada por el Crop Trust. Se incluye el número de accesiones en ECUCOL y el número de accesiones subidas al portal <https://www.genesys-pgr.org/>.

Cultivo	Nombre científico	Base de datos ECUCOL-DENAREF (# accesiones)	Base de datos GENESYS (# accesiones)	Fecha de envío a Crop Trust
YUCA	<i>Manihot esculenta</i>	327	265	14-may-21
PAPA	<i>Solanum tuberosum</i>	846	604	2-ago-21
MAIZ	<i>Zea mays</i>	4.836	2.185	25-ago-21
FREJOL	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1.578	1.578	27-ago-21
CAMOTE	<i>Ipomoea batatas</i>	755	403	17-sep-21
Total		8.342	5035	

La información que se ha subido al portal de GENESYS es parcial que incluye: Genero, especie, código, número de accesión, origen, administrativo 1 (provincia) y tipo de conservación del germoplasma (GENUS, SPECIES, COD, ACCENUMB, ORIGCTY, ADM1_PROV, Type of germplasm storage) (Figura 69 y 70).



The screenshot shows the Genesys 'Accession browser' interface. On the left, there are filter sections for 'FILTER ACCESSIONS' (with an 'APPLY FILTERS' button and a 'Reset' link), 'HISTORIC RECORDS' (with 'Yes' and 'No' checkboxes, where 'No' is selected and shows 403 records), and 'TEXT SEARCH' (with a 'Full-text query' input field and a search icon). The main content area is titled 'Accession browser' and shows '403 accessions' with filters for 'Crop: sweetpotato', 'Excluding Historic', and 'Holder: ECU077'. A list of three accessions is displayed, each with a title, location, and DOI, and an 'Add to my list' button.

Figura 69.

Pantalla desplegada en <https://www.genesys-pgr.org/a/v2QLLrdyemJ> con la información de INIAP-ECUADOR.

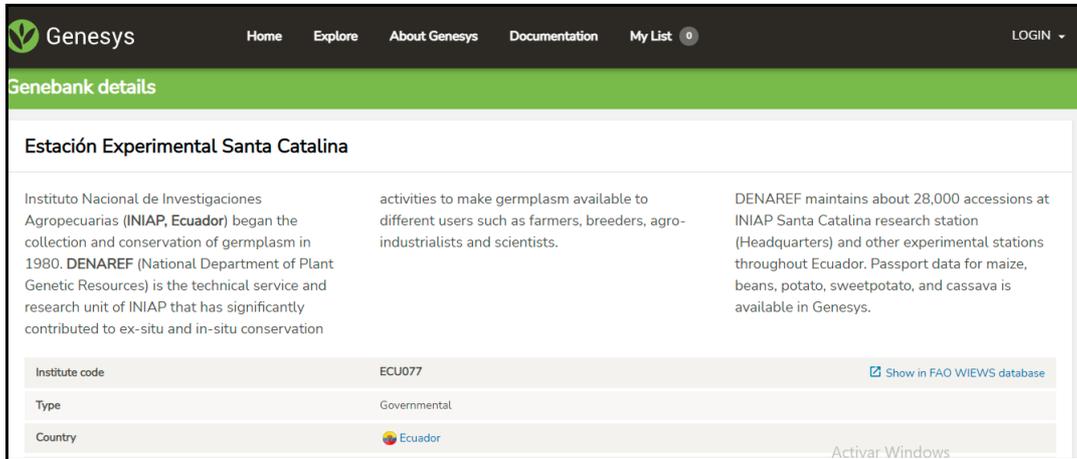


Figura 70.

Pantalla desplegada en <https://www.genesys-pgr.org/wiews/ECU077> como encabezado, promocionando la información de INIAP-ECUADOR.

Conclusiones:

Durante el 2021 se cumplió con los compromisos adquiridos en el convenio firmado con el Global Crop Diversity Trust, mediante la entrega de información pasaporte de cinco cultivos del banco de germoplasma de INIAP. La entrega de esta información permitió también actualizar la información pasaporte en la base de datos del INIAP (ECUCOL).

Referencias:

Genesys. 2021. Crop Trust Genesys. Bajado de: <https://www.croptrust.org/project/genesys/>

Hito 6. Otras Actividades

Actividad 1.

Título: Apoyo a estudios de diversidad en la Granja El Socavón de Galápagos.

Responsables: Álvaro Monteros

Colaboradores: Óscar López

Antecedentes:

El Archipiélago de Galápagos cuenta con una gran biodiversidad terrestre debido a su localización geográfica y a la influencia de varias corrientes marinas (Allauca et al., 2018). De la superficie terrestre de Galápagos (79.9771 hectáreas), el 96.7% es área protegida por el Parque Nacional Galápagos (PNG) y el 3.3% corresponde a zonas de asentamientos humanos (urbanos y rurales), de las cuales 19.010 hectáreas son terrenos destinados a las actividades agropecuarias en Galápagos e identificadas como Unidades de Producción Agropecuarias (UPAs). Actualmente, en las cuatro islas pobladas existen 755 UPAs, distribuidas 357 en

Santa Cruz, 260 en San Cristóbal, 127 en Isabela y 11 en Floreana, en donde están involucrados como responsables 568 hombres y 187 mujeres (Barrera et al., 2019; CGREG, 2016).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en concordancia con el Plan de Bioagricultura para Galápagos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), implementó en “El Socavón”, Parroquia El Progreso de San Cristóbal, el primer Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario (CBDA) de Galápagos con el fin de estudiar, promover el uso y conservar la agrobiodiversidad de las islas (Allauca et al., 2018).

Actualmente en El Socavón se conservan 162 accesiones de especies cultivadas pertenecientes a 29 familias botánicas colectadas en la isla San Cristóbal. Parte de los cultivos y animales presentes en las 4 principales islas ha sido presentada por Barrera et al. (2019), sin embargo, la variabilidad intraespecífica no ha sido descrita.

Objetivo:

Apoyar actividades relacionadas al estudio de la agrobiodiversidad en el Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrícola de INIAP-Galápagos

Metodología:

Por motivo de la pandemia, las actividades incluyeron varias reuniones de trabajo virtuales vía Zoom y varias presenciales.

Resultados:

Publicación científica

Durante el 2021 se realizaron varias reuniones de trabajo con el Dr. Víctor Barrera para preparar una publicación para una revista científica sobre la información generada por INIAP en Galápagos concretándose la publicación:

Barrera, V., Monteros-Altamirano, Á., Valverde, M., Escudero, L., Allauca, J., y Zapata, A. (2021). Characterization and Classification of Agricultural Production Systems in the Galapagos Islands (Ecuador). *Agricultural Sciences*, 12, 481-502. <https://doi.org/10.4236/as.2021.125031> (Figura 71).



Figura 71.

Publicación INIAP sobre sistemas de producción de Galápagos. Acceso gratis en:
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=109082>.

Reuniones sobre el Proyecto Fondo Verde

El 24 de febrero del 2021 el Ministerio del Ambiente realizó la socialización del programa “Climate Change: The New Evolutionary Challenge for the Galapagos”. En el mes de mayo en base a una solicitud del Dr. Juan Calles (FAO) se provee información adicional sobre agricultura de Galápagos para incorporar al proyecto financiado por el fondo Verde para el Clima: “Climate change: the new evolutionary challenge for the Galápagos” el cual había sido enviado a CAF y existían observaciones. La FAO envía las correcciones ya que es el punto focal de agricultura dentro del proyecto. En Septiembre FAO informa que el proceso con el FVC es largo, y hay que pasar varias fases, pero a decir del Dr. Calles va por buen camino.

Proyecto biodiversidad de artrópodos

La Dra. Sandra Garcés está a cargo del proyecto "Caracterización de la diversidad y abundancia de artrópodos en la provincia de Galápagos" y el DENAREF sigue colaborando con la iniciativa. A mediados del 2021 se iniciaron las colectas de especímenes para análisis dentro del proyecto y se continuará hasta el primer trimestre del 2022.

Reunión Comité científico de la Fundación Charles Darwin

Durante el 2021, con fecha 29 de septiembre se realizó una reunión virtual de “Sesión ordinaria del directorio del comité asesor científico del acuerdo suscrito entre el gobierno de la república del Ecuador y la Fundación Charles Darwin para el funcionamiento de la estación científica”.

El orden del día fue el siguiente:

- 1) Constatación del quórum
- 2) Lectura y aprobación del orden del día
- 3) Palabras de bienvenida por parte del Presidente del Directorio
- 4) Presentación de Proyectos de la Estación Científica Charles Darwin
- 5) Puntos varios
- 6) Cierre

Con base en memorando Nro. INIAP-EESC_DENAREF-2021-0198-MEM, de fecha 30 de septiembre de 2021, el Dr. Monteros envía la ayuda memoria de la "Sesión Ordinaria del Directorio del Comité Asesor Científico del Acuerdo Suscrito entre el Gobierno de la República del Ecuador y la Fundación Charles Darwin para el funcionamiento de la Estación Científica" a la Dirección de Estación. Con el Memorando Nro. INIAP-EESC_DIR-2021-1712-MEM Mejía, del 30 de septiembre de 2021 se envía la ayuda memoria a la Dirección de Investigaciones y se acusa recibo según Memorando Nro. INIAP-DI-2021-0264-MEM del 01 de octubre de 2021.

Presentación de proyecto a Darwin Initiative

Con fecha 19 de enero del 2021 en conjunto con la Dra. Shelagh Kell de la Universidad de Birmingham y el Dr. Chris Cockel del Kew Botanic Gardens se somete a Darwin Initiative Round 27: Partnership Projects del Reino Unido, el Proyecto titulado: "Conservation and utilization of plant genetic resources in Galapagos". Con fecha 20 agosto del 2021 el proyecto es aprobado por un monto de 9990 £. Se seguirá coordinando con los otros socios para ejecutar el proyecto semilla durante el 2022.

Presentación de proyecto a fondos FIASA

Con los Dres.: Víctor Barrera y Elena Villacrés, se preparó un proyecto FIASA para apoyar al CBDA Galápagos. La propuesta titulada "Investigaciones que promueven la seguridad alimentaria y el manejo de recursos naturales en los sistemas de producción agropecuaria de las islas Galápagos como mecanismos de adaptación al cambio climático" fue aprobada por comité técnico de la Estación Litoral Sur de INIAP y fue presentada a la Dirección de Investigaciones según Memorando Nro. INIAP-EELS_DIR-2021-0889-MEM Guayaquil, 22 de octubre de 2021, el monto de la propuesta ascienda a USD 1.395.033 US dólares para 36 meses.

Conclusión:

Hasta el momento, aunque no se ha concretado el apoyo institucional para que el Dr. Monteros viaje para una visita al CBDA Galápagos, se ha continuado con el apoyo.

Referencias:

- Allauca, J.; Valverde, M., y Tapia, C. (2018). Conocimiento, Manejo y Uso de la agrobiodiversidad en la isla San Cristóbal. INIAP. Boletín Técnico 173. Puerto Baquerizo Moreno, Galápagos - Ecuador. 76 pp.
- Barrera, V.; Valverde, M.; Escudero, L., y Allauca, J. (2019). Productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria de las islas Galápagos-Ecuador. Libro Técnico No. 174.
- Barrera, V., Monteros-Altamirano, Á., Valverde, M., Escudero, L., Allauca, J., and Zapata, A. 2021. Characterization and Classification of Agricultural Production Systems in the Galapagos Islands (Ecuador). *Agricultural Sciences*, 12, 481-502. <https://doi.org/10.4236/as.2021.125031>
- ARCOIRIS Producción Gráfica. Quito, Ecuador. 228 pp.
- Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos. Plan de Desarrollo Sustentable y Ordenamiento territorial del Régimen Especial de Galápagos-Plan Galápagos (CGREG). (2016). Puerto Baquerizo Moreno, Galápagos, Ecuador. ISBN-978-9942-22-059-2

Actividad 2.

Título: Conceptualizando la Domesticación y Diversificación de Cultivos entre los Runa Amazónicos en Ecuador.

Responsable: Álvaro Monteros

Colaboradores: John R. White

Antecedentes:

Durante el último siglo, alrededor del 75% de los recursos fitogenéticos se han perdido y una tercera parte de la diversidad actual podría desaparecer para 2050. Mientras tanto, se espera que las demandas mundiales de producción de alimentos aumenten en un 60% y se espera que el cambio climático global altere los entornos agrícolas (FAO, 2011). Para preservar la seguridad alimentaria, Ecuador, al igual que muchos países, debe conservar y desarrollar nuevas variedades de cultivos capaces de soportar estos cambios en las demandas agrícolas y ambientales (Maxted et al., 2006). Sin embargo, a diferencia de la mayoría de los países, Ecuador es una región mundial extremadamente importante para la historia de la domesticación de plantas. Ecuador también es único porque contiene quizás la biodiversidad vegetal más alta del mundo. Es importante destacar que, como en muchas regiones del mundo, muchos territorios indígenas se superponen a los principales centros de domesticación y diversidad de cultivos de Ecuador (Myers et al., 2000).

Desafortunadamente, las conceptualizaciones indígenas de domesticación y diversificación de cultivos están casi ausentes de los estudios sobre domesticación y diversificación de cultivos. A pesar del número creciente de conservacionistas, técnicos agrícolas y fitomejoradores que trabajan con pueblos indígenas en puntos

críticos de diversidad genética de cultivos, el conocimiento indígena y las prácticas indígenas relacionadas con los procesos de domesticación y diversificación de cultivos aún son en gran medida desconocidos. Esto es especialmente cierto para las interacciones de los pueblos indígenas con parientes silvestres de los cultivos (Hajjar y Hodgkin, 2007). Los parientes silvestres de cultivos son los parientes evolutivos y los progenitores de los cultivos domesticados, además tienen papeles invaluableles en la domesticación y diversificación de plantas. Son fuentes frecuentes de rasgos valiosos en la hibridación de plantas (por ejemplo, resistencia a plagas, aumento de la nutrición, tolerancia a la sequía, mayor rendimiento). Algunos parientes silvestres de cultivos también pueden ser domesticados.

Objetivo:

Exploración etnobotánica de las interacciones entre los Kichwa Runa de la comunidad de Mondayacu sobre cultivos de plantas y sus parientes silvestres.

Metodología:

Durante el año 2021, por motivos de restricciones de pandemia no fue posible realizar visitas de campo, sin embargo, se prepararon muestras de herbario con protocolo usado en INABIO-Herbario Nacional.

Resultados:

En vista de que no se pudo realizar visitas de campo, durante el 2021 se prepararon 60 muestras de herbario de las colectas anteriores (año 2020) en los sitios de estudio. Según Oficio Nro. INIAP-EESC_DENAREF-2021-0004-OF del 17 de marzo de 2021 se solicita al Director de INABIO, que se realice una donación de un duplicado de este herbario a la Universidad de Harvard (USA). Para esto, estas muestras han sido ingresadas a INABIO Herbario Nacional del Ecuador de acuerdo al Certificado de Depósito De Muestras, Patente N° 002-2020-FLO-OTQU-MAAE, N° Depósito: QCNE-019-2021 de fecha: Quito, 25 de agosto de 2021. Además, existe un duplicado en INIAP-DENAREF. Desde esta fecha, se trabajó en conjunto con INABIO y la U. de Harvard para elaborar un acuerdo de donación (español e inglés), el cual ha sido aprobado preliminarmente por las partes, sin embargo, hasta la fecha de este informe, todavía no se ha recibido el visto bueno de INABIO para dicha donación, la cual se concretaría a inicios del 2022.

Durante el 2021 se preparó un borrador de publicación de la guía "Parientes silvestres de los cultivos entre los runas de la amazonia", la cual será publicada electrónicamente durante el 2022.

Durante el 2021, también se preparó un primer borrador de publicación científica "Indigenous Conceptualizations of Plant Sex, Diversity, and Reproduction among Amazonian Runa" la cual se seguirá trabajando durante el 2022 hasta su publicación.

Conclusiones:

En base a la recomendación del informe anual 2020, se ha logrado entregar oficialmente un duplicado del herbario generado en el marco del proyecto a INABIO-Herbario Nacional del Ecuador, durante el 2021.

Recomendaciones:

Complementar las publicaciones cuyo borrador se ha preparado durante este año.

Referencias:

- FAO. (2011). Save and Grow: A Policymaker's Guide to the Sustainable Intensification of Smallholder Crop Production. Rome, Italy. FAO.
- Hajjar, R., y Hodgkin, T. (2007). The Use of Wild Relatives in Crop Improvement: A Survey of Developments over the Last 20 Years. *Euphytica* 156 (1-2):1-13.
- Maxted, N., Ford-Lloyd, V., Stephen, J., Shelagh, K. y Scholten, M. (2006). Towards a Definition of a Crop Wild Relative. *Biodiversity and Conservation* 15 (8):2673-85.
- Myers, N., Russell A. Mittermeier, C., Mittermeier, G., Da Fonseca, G. y Kent, J. (2000). Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403 (6772):853-858.

Actividad 3.

Título: Identificación de áreas de conservación de la agrobiodiversidad

Responsables: César Tapia, Eduardo Ordoñez

Colaboradores: Álvaro Monteros, Marcelo Tacán, Doris Tixe, José Luis Vaca, Mariela Carvajal

Antecedentes:

Las zonas de conservación son áreas que permiten albergar una diversidad de materiales desarrollados localmente, sirviendo también como medios de enseñanza para que las personas aprecien y se empoderen de la riqueza de variedades tradicionales. Estas zonas son un factor importante para el medio ambiente pudiendo ser aprovechadas también para generar ingresos económicos en beneficios de la comunidad (Tapia et al., 2017), sin alejarse del objetivo primordial que es su conservación.

Estudios biogeográficos han permitido identificar áreas prioritarias para la conservación aportando información relevante en la determinación de preferencia de nichos de las especies, facilitando la implementación de estrategias de muestreo y conservación (Aguirre et al., 2015).

La identificación de las áreas de conservación en finca, son importantes como depósitos de diversidad, sirviendo al mismo tiempo como parcelas de ensayos

para que los agricultores conozcan y palpen el valor de las variedades relacionadas con las necesidades de sustento. A nivel internacional se han desarrollado varias iniciativas para generar indicadores del estudio de la diversidad en especies silvestres, teniendo pocos progresos al respecto con criterios objetivos y confiables para la conservación de la diversidad de los cultivos, menor aún en la identificación de áreas de conservación, información y criterios que son indispensables para determinar las zonas que requieran de acciones urgentes de implementación de estrategias de conservación (Tapia, 2015).

Los agricultores han conservado la agrobiodiversidad mediante el conocimiento que ha sido transmitido de generación en generación, a través de la obtención de semillas y propágulos vegetativos, así como su siembra continua; éste es un proceso dinámico, en el que se selecciona e introduce permanentemente variabilidad mediante el libre intercambio de materiales entre comunidades, lo cual ha conducido al desarrollo de las llamadas variedades locales, folclóricas, primitivas de agricultor, teniendo como ventajas, entre otras, la adaptación a ambientes marginales y a estrés, con una conservación vinculada a su utilización y con un proceso evolutivo en marcha, como respuesta a cambios ambientales y presiones de patógenos y pestes (Arias y Medina, 2009).

Por otro lado, los Sistemas de Información Geográfica – SIG, son herramientas aplicables para la definición de las áreas de conservación por los diferentes usos en el ámbito de los recursos fitogenéticos, pudiendo efectuar una superposición de cultivos con mapas temáticos, generando así información variada sobre la tierra, su uso, etnias, etc., permitiendo de esta manera conocer las variables determinantes sean estas económicas o sociales que se relacionan con la diversidad de los cultivos (Negri et al., 2010).

Bajo este contexto, el Ecuador a pesar de ser un país con una superficie pequeña (256.370 km²), es un país que posee una configuración climatológica, fisiográfica y orográfica destacable, permitiéndole disponer de una gran diversidad de recursos con singular potencial productivo, encontrándose localizado en el extremo occidental de América del Sur, entre 1° 30' N y 5° S de latitud y entre los 75° W y 81°W de longitud (Estrella et al., 1995).

Objetivos:

Determinar las zonas de conservación de la Agrobiodiversidad nativa en el Ecuador, como recurso biológico alimentario.

Metodología:

Para determinar las zonas de conservación, se realizó la identificación de celdas de 5x 5 km, a través de la selección de criterios, generación de capas-criterio y finalmente la evaluación multicriterio, detalladas a continuación:

- a) Selección de Criterios. - Los criterios que se tomaron en cuenta para priorizar las zonas de conservación del chocho fueron:

- ✓ Ecogeográficos: Diversidad ecogeográfica, precipitación, carbón orgánico y pH de suelo.
 - ✓ Biológicos: Abundancia de poblaciones de chocho y tamaño poblacional.
 - ✓ Demográficos: Distancia de áreas protegidas, distancia a núcleos urbanos, cercanía a vías principales, usos de suelo, riesgo de inundaciones y riesgo volcánico.
- b) Generación de capas criterio. - Las capas-criterio generadas se crearon empleando las capas de información disponibles, detalladas en la Tabla 12. A continuación, los valores de cada capa criterio, se los transformaron en rangos de preferencia a escala de 0 a 100, considerando los valores positivos a los mayores o cercanos a 100 y valores negativos a los menores o cercanos a 0. Para el caso de los criterios cualitativos la transformación se lo realizó de manera directa es decir 0 para categorías negativas y 100 para categorías positivas, mientras que para los criterios cuantitativos la transformación se lo realizó mediante la aplicación de cuartiles, estas valoraciones se detallan en la Tabla 13.

Tabla 12.

Capas criterio empleadas para la determinación de las zonas de conservación en el Ecuador.

Nro.	Criterios seleccionados y Códigos	Capa original	Tipo
1	Diversidad Ecogeográfica - DECOQUAL	Distancias Ecogeográficas	Ráster (5 km x 5 km)
2	Precipitación - PRECQUAL	Precipitación anual de los sitios colectados	Vectorial (puntos)
3	Carbón orgánico - CARBORQUAL	Carbón orgánico de los sitios de colecta	Vectorial (puntos)
4	pH suelo -PHQUAL	pH se suelo de los sitios de colecta	Vectorial (puntos)
5	Abundancia de poblaciones - ABPOBQUAL	Número de accesiones colectadas	Vectorial (puntos)
6	Tamaño poblacional - TAMQUAL	Número de habitantes por parroquia	Vectorial (polígono)
7	Distancia a áreas protegidas - DISTPROTGQUAL	Áreas protegidas	Vectorial (polígono)
8	Distancia a núcleos urbanos - DISTURBQUAL	Zonas urbanas	Vectorial (polígono)
9	Cercanía a vías principales - CERVIAQUAL	Vías principales	Vectorial (polígono)
10	Uso de suelo - USUELQUAL	Uso de suelo	Vectorial (polígono)

11	Riesgo de inundaciones - RINUNQUAL	Áreas de riesgo a inundaciones	Vectorial (polígono)
12	Riesgo volcánico – RIVOLQUAL	Áreas de riesgo volcánico	Vectorial (polígono)

Tabla 13.

Transformación de capas-criterio con base a las preferencias.

Nro.	Criterio	Información criterio	Transformación	
			Valores	Preferencia
1	Diversidad Ecogeográfica	7,94 – 10,58	100	Alta
		5,30 – 7,93	66	Media
		2,65 – 5,29	33	Baja
		0 – 2,64	0	No deseable
2	Precipitación (mm)	500 - 700	100	Alta
		400 - 500 y 700 - 900	66	Media
		300 - 400 y 900 – 1.000	33	Baja
		< 300 y > 1.000	0	No deseable
3	Carbón Orgánico	> 4%	100	Alta
		2 – 4 %	66	Media
		1- 2 %	33	Baja
		< 1%	0	No deseable
4	pH Suelo	6,5 – 8,0	100	Alta
		6,0-6,5 y 8,0-8,5	66	Media
		5,5-6,0 y 8,5-9,0	33	Baja
		< 5,5 y > 9,0	0	No deseable
5	Abundancia de Poblaciones (Colectas)	> 7	100	Alta
		5 - 7	66	Media
		3 - 4	33	Baja
		1 - 2	0	No deseable
6	Tamaño Poblacional (Número de habitantes)	929 – 2.467	100	Alta
		2.468 – 4.802	66	Media
		4.803 – 9.196	33	Baja
		9.197 – 100.759	0	No deseable
7	Distancia a Áreas Protegidas (km)	0 - 3	100	Alta
		3 - 10	66	Media
		10 - 20	33	Baja
		> 20	0	No deseable
8	Distancia a Núcleos Urbanos (km)	> 15	100	Alta
		10 - 15	66	Media
		5 - 10	33	Baja
		0 - 5	0	No deseable
9	Cercanía a Vías Principales (km)	> 10	100	Alta
		5 - 10	66	Media

		1 - 5	33	Baja
		0 - 1	0	No deseable
10	Uso de Suelo	Cultivos	100	Alta
		Pastizal	66	Media
		Zonas de vegetación	33	Baja
		Bosque natural	0	No deseable
11	Riesgo de Inundaciones	Sin Riesgo	100	Alta
		Baja	66	Media
		Media	33	Baja
		Alta	0	No deseable
12	Riesgo Volcánico	Sin Riesgo	100	Alta
		Baja	66	Media
		Media	33	Baja
		Alta	0	No deseable

- c) Evaluación multicriterio. - Habiendo definido los criterios y las preferencias en sus diferentes niveles, se procedió a realizar la evaluación de las celdas con base a los 12 criterios. Para esto se empleó el método de la suma ponderada, mediante la fórmula: $M = \sum_{i=1}^n A_i W_i$.

Siendo: A_i = La capa del criterio

W_i = El peso de cada criterio

n = La cantidad de los criterios considerados.

Se estableció igualdad de peso para cada uno de los criterios seleccionados, considerando que todos los criterios son equivalentes en importancia.

Resultados:

Las zonas de conservación de la agrobiodiversidad en el Ecuador ha sido una tarea permanente, comenzando con 10 cultivos (quinua, amaranto, maíz, capulí, melloco, oca, mashua, camote, yuca y maní) que ya han sido publicados y se encuentra en el repositorio del INIAP. A continuación, se detalla las zonas de conservación óptimas para los siguientes cultivos:

Zonas óptimas de conservación del cultivo de ají

Con la sumatoria de los 12 criterios se logró identificar cuatro sitios óptimos para áreas de conservación de ají con los más altos puntajes (731 a 865). En primer lugar, se ubicó con 865 y 832 puntos en la parroquia de Catacocha, cantón Paltas, provincia de Loja. En segundo lugar, con 831 puntos ubicada en la parroquia Bomboiza, del cantón de Gualaquiza de la provincia de Morona Santiago. En tercer lugar, con 830 puntos ubicada en la parroquia San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, y en la parroquia Gualaquiza, cantón Gualaquiza, provincia de Morona Santiago. En cuarto lugar, con 799 puntos ubicada en las parroquias San Antonio de Manú, San Pablo de Tenta y Urdaneta, del cantón Saraguro, provincia de Loja (Figura 72).

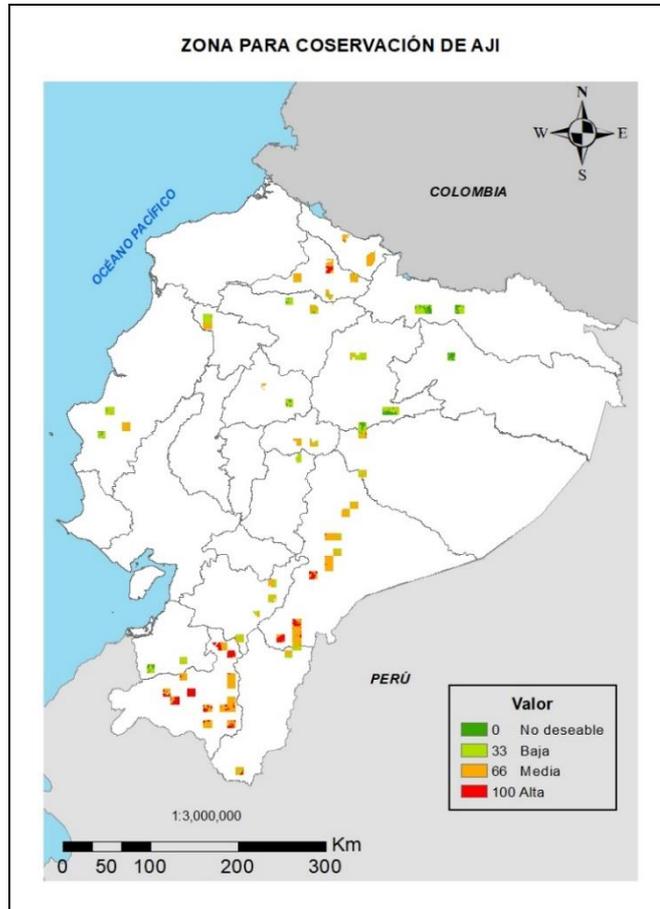


Figura 72.
Zonas óptimas para la conservación de ají.

Zonas óptimas de conservación del fréjol

Sumado los criterios analizados, se observó cuatro sitios óptimos para áreas de conservación de fréjol con puntajes altos de 649 a 731 puntos. En primer lugar, se ubicó con 731 puntos la parroquia Malacates, cantón Loja, provincia de Loja. En segundo lugar, con 697 puntos un área que corresponde a cinco parroquias (Quiroga, Plaza Gutiérrez, San Francisco, Imanta y el Sagrario,) del cantón de Cotacachi de la provincia de Imbabura; también está la parroquia El Sagrario del cantón Ibarra, provincia de Imbabura. En tercer lugar, con 665 puntos la parroquia Puéllaro, cantón Quito, provincia de Pichincha, la parroquia Ambuquí, del cantón Ibarra, provincia de Imbabura, y la parroquia Pimampiro del cantón Pimampiro, provincia de Imbabura (Figura 73).

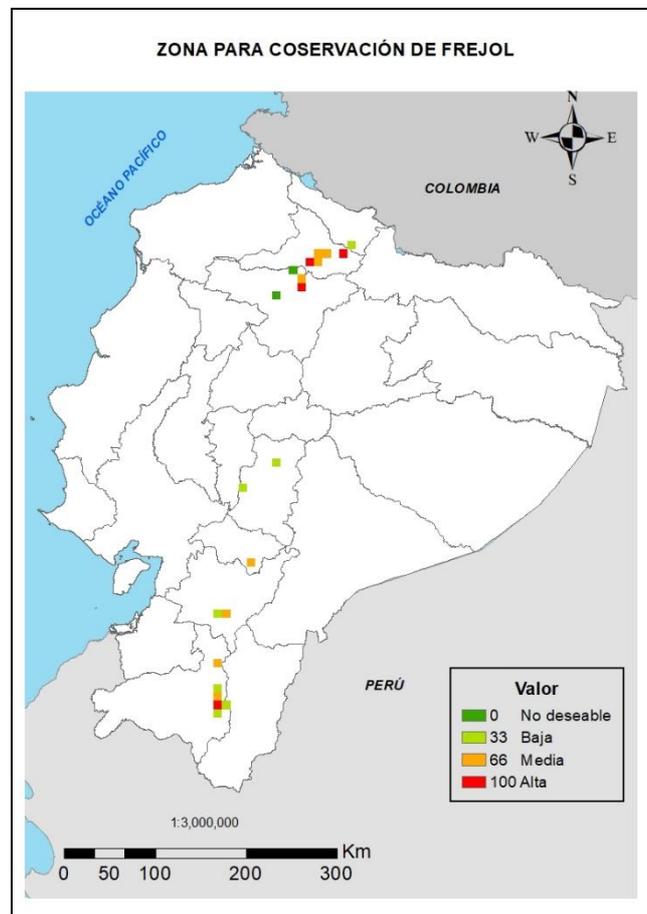


Figura 73.
Zonas óptimas para la conservación de fréjol.

Identificación de zonas óptimas de conservación del cultivo de papa

En la Figura 74, se observa el mapa de la sumatoria de los criterios de este cultivo. Se logró identificar cinco sitios óptimos para áreas de conservación de papa con puntajes de 711 a 798 puntos. En primer lugar, se presentaron puntajes de 798 puntos en las parroquias San Pablo de Tenta y Selva Alegre del cantón Saraguro, provincia de Loja. En segundo lugar, se presentaron puntajes de 765 puntos en la parroquia La Mana del cantón Saraguro, provincia de Loja, y en la parroquia San Lucas del cantón Loja. En tercer lugar, se presentaron puntajes de 765 puntos en la parroquia Chunchi del cantón Chunchi, provincia de Chimborazo y la parroquia Palmira del cantón Guamote, provincia de Chimborazo. En cuarto lugar, se presentaron puntajes de 763 puntos en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia de Bolívar. En quinto lugar, se presentaron puntajes de 730 puntos en las parroquias de San Isidro y La Concepción del cantón Mira, provincia de Carchi, y la parroquia Julio Andrade del cantón Tulcán, provincia de Carchi.

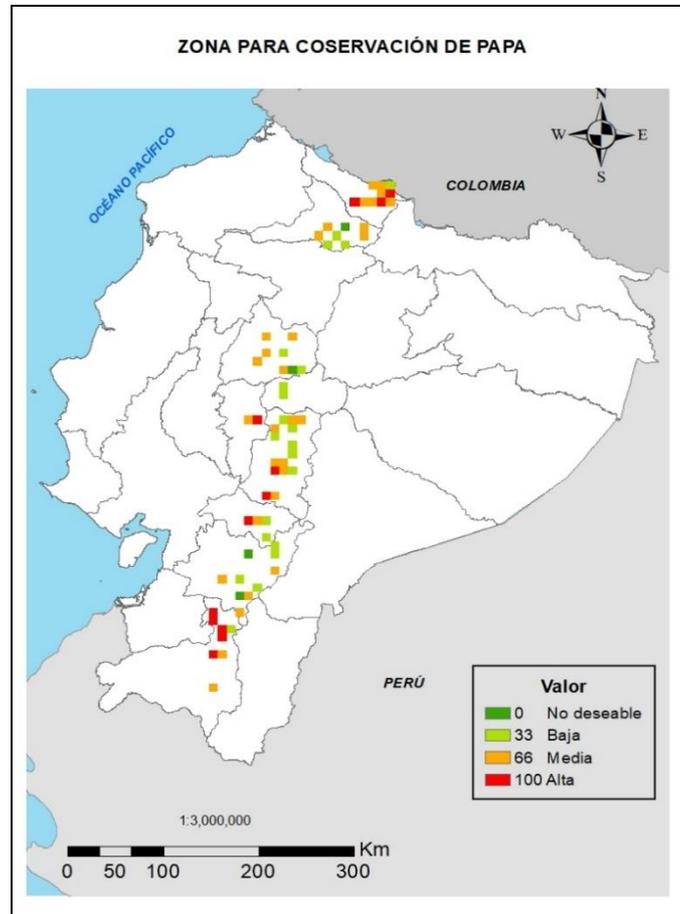


Figura 74.
Zonas óptimas para la conservación de papa.

Identificación de zonas óptima de conservación del tomate de árbol

Se identificó tres sitios óptimos para áreas de conservación de tomate de árbol con puntajes de 691 a 765 puntos. En primer lugar, se ubicó un área con 765 puntos en la parroquia El Sagrario, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. En segundo lugar, con 732 puntos otro sitio en la parroquia El Palacio de Celén, cantón Saraguro, provincia de Loja, y en tercer lugar con 697 puntos en la parroquia Chantaco, del cantón Chantaco, provincia de Loja (Figura 75)

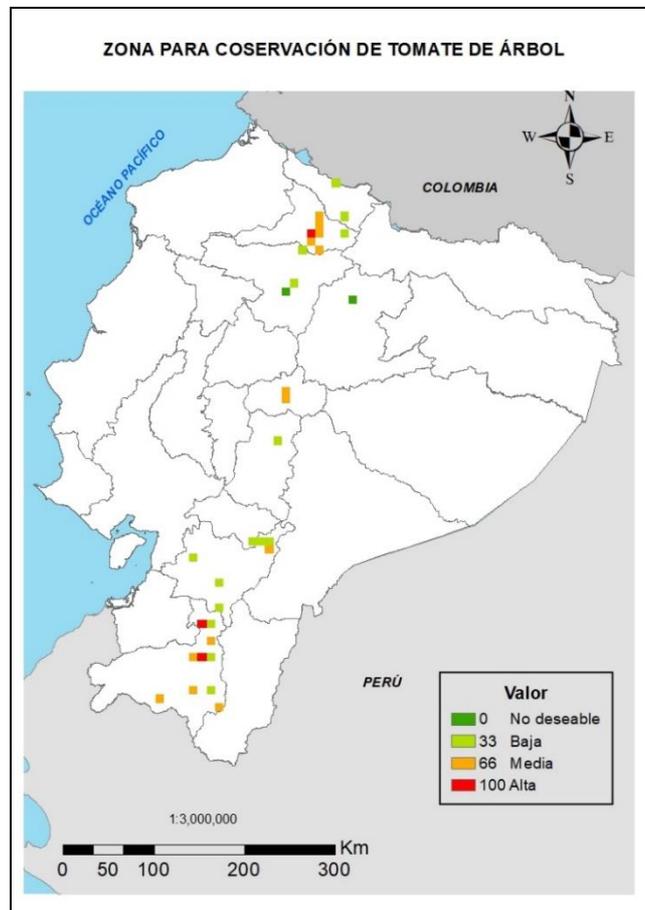


Figura 75.
Zonas óptimas para la conservación de tomate de árbol.

Identificación de zonas óptimas de conservación de la uvilla

En la Figura 76, se observa el mapa tres sitios óptimos para áreas de conservación de uvilla con puntajes de 605 a 732 puntos. En primer lugar, se ubicó un sitio en la parroquia San José de Minas, cantón Quito, provincia de Pichincha. En segundo lugar, con 698 puntos un área que corresponde a la parroquia San Lucas, del cantón de Loja de la provincia de Loja, otro en la parroquia San José de Minas, cantón Quito, provincia de Pichincha. En tercer lugar, con 631 puntos un área en la parroquia Sardinias, cantón El Chaco, provincia de Napo.

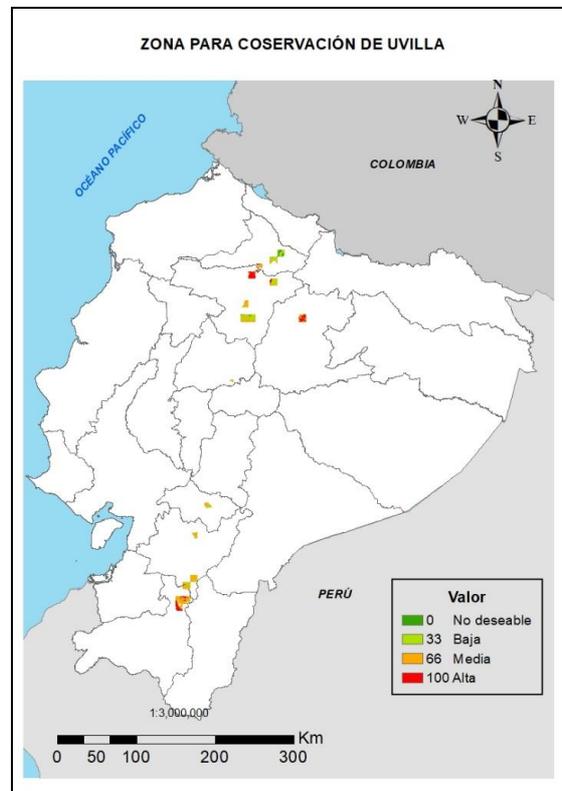


Figura 76.
Zonas óptimas para la conservación de uvilla.

Identificación de zonas óptimas de conservación de chocho

Se ha determinado que las zonas de conservación de chocho están ubicadas en la zona sur de la provincia de Imbabura, zona norte de la provincia de Pichincha, provincia de Chimborazo, zona limítrofe entre Tungurahua y Chimborazo y zona norte de Loja, con características ecogeográficas adecuadas para conservar a esta especie. De estas zonas los lugares que obtuvieron mayor puntaje para ser consideradas como óptimas para la conservación del chocho se concentran en la zona sur de Tungurahua en el cantón Quero parroquia Yanayacu, zona centro este de Chimborazo en el cantón Guamote parroquia Cebadas y zona norte de Loja en el cantón Saraguro parroquia Manu, lo cual se puede observar en la Figura 77.

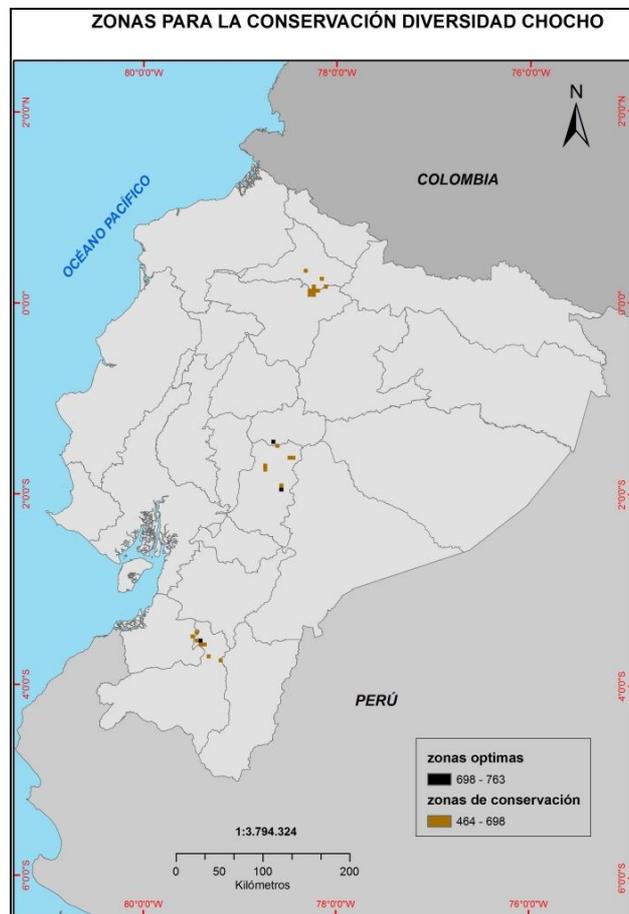


Figura 77.
Zonas óptimas para la conservación de chocho.

Identificación de zonas óptimas de conservación de jícama

Con base a los mapas generados para cada uno de los 12 criterios analizados, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Figura 78, se puede observar que las zonas de conservación de jícama se encuentran en las provincias, cantones y parroquias que presentaron puntajes altos desde 566 hasta 864.

Las zonas óptimas para la conservación de esta raíz, presentaron puntajes entre 831 y 864; se identificaron cinco celdas con el mayor puntaje (864 puntos), las cuales están ubicadas en el cantón Zaruma (provincia de El Oro) y el cantón Saraguro (provincia de Loja). En términos generales las provincias de El Oro y Loja son las provincias con mayor prioridad para la conservación de jícama.

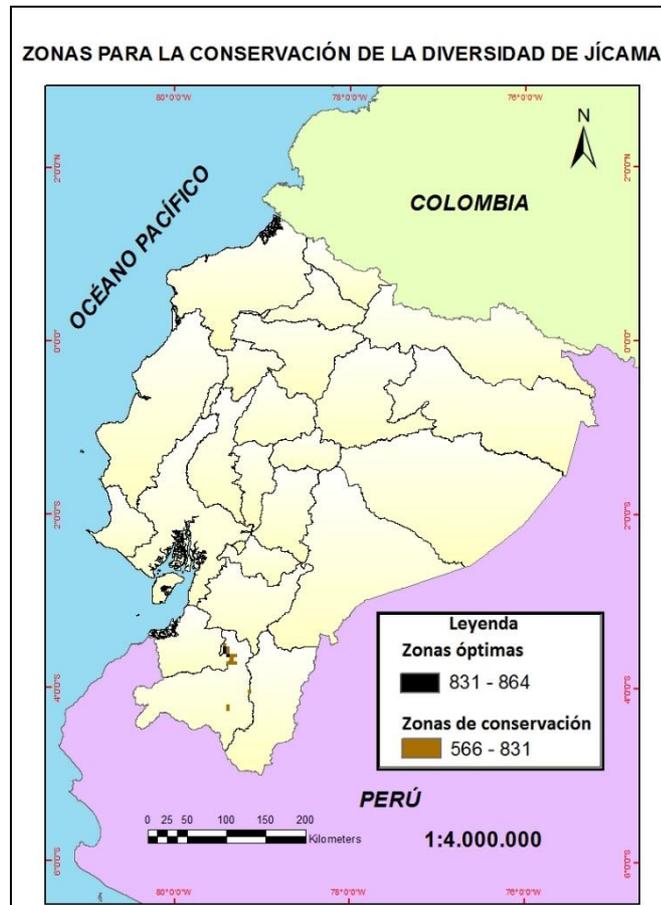


Figura 78.
Zonas óptimas para la conservación de jícama.

Identificación de zonas óptimas de conservación de achira

Con base a los mapas generados para cada uno de los 12 criterios analizados para esta raíz, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**⁷⁹ se puede observar que solamente se ha identificado una zona de conservación de achira. La zona de conservación presentó un puntaje de 630. Esta zona se ubica en la parroquia de Alluriquín del cantón Santo Domingo de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

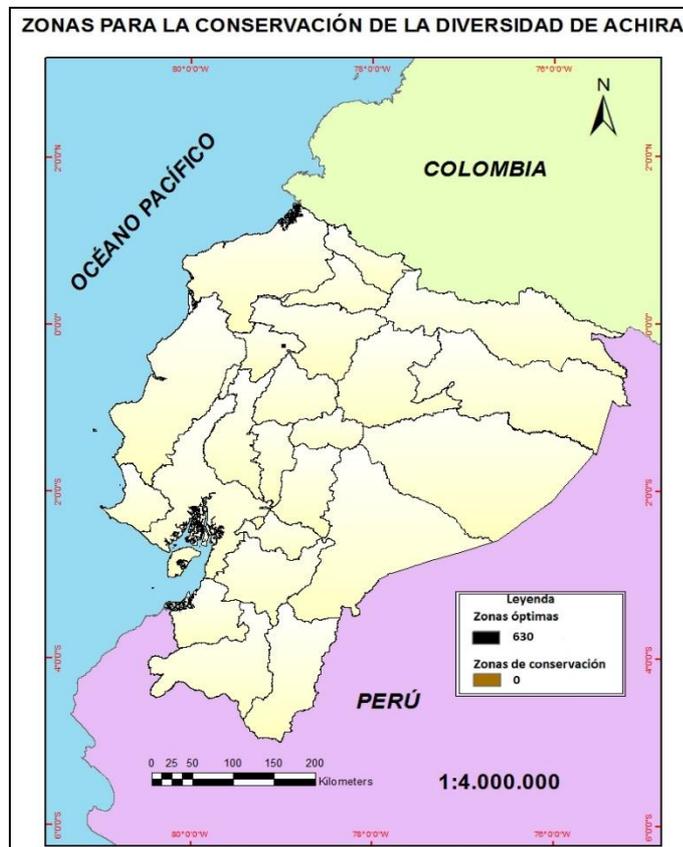


Figura 79.
Zonas óptimas para la conservación de achira.

Identificación de zonas óptimas de conservación de zanahoria blanca

En la Figura 80, **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede observar que las zonas óptimas para la conservación presentaron puntajes entre 765 y 865; se identificaron tres celdas con el mayor puntaje (865 puntos), las cuales están ubicadas en cantón Portovelo (provincia de El Oro) y el cantón Loja (provincia de Loja). En términos generales las provincias de El Oro y Loja son las provincias con mayor prioridad para la conservación de zanahoria blanca.

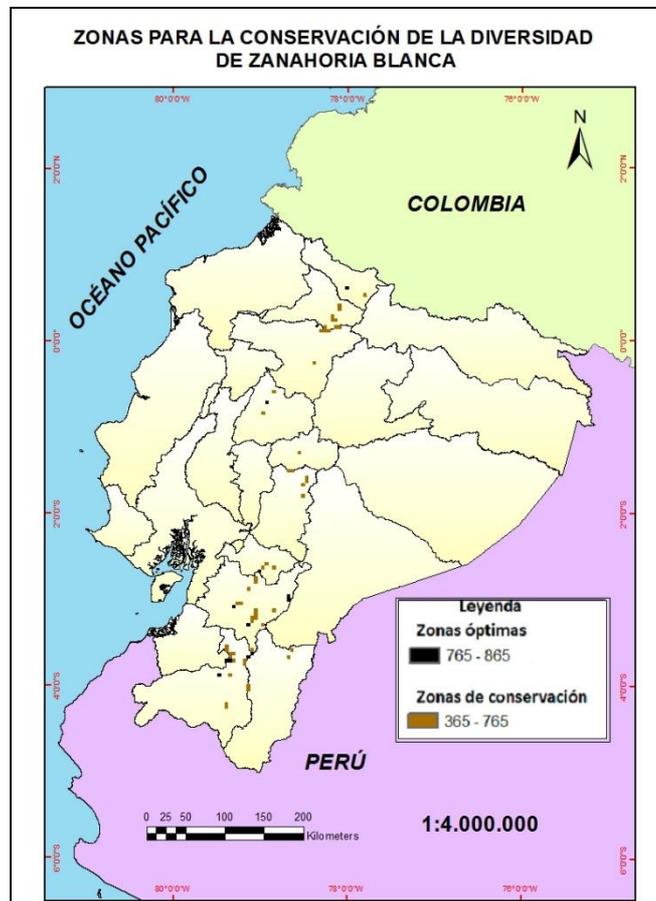


Figura 80.
Zonas óptimas para la conservación de zanahoria blanca.

Identificación de zonas óptimas de conservación de miso

En la Figura 81 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, las zonas óptimas para la conservación de miso presentaron puntajes entre 663 y 728; se identificaron 3 celdas con el mayor puntaje (728 puntos), las cuales están ubicadas en cantones de Pedro Moncayo y Quito de la provincia de Pichincha. En términos generales la provincia de Pichincha tiene mayor prioridad para la conservación de miso.



Figura 81.
Zonas óptimas para la conservación de miso.

Conclusiones:

- Las zonas óptimas para uvilla, tomate de árbol y ají se ubicaron en diferentes localidades de las provincias de Carchi, Imbabura, Loja. Para fréjol y papa en el norte, centro y sur de la región sierra de Ecuador.
- Las zonas óptimas definidas para la conservación del chocho se ubicaron en la parte sur de la provincia de Tungurahua, zona centro este de la provincia de Chimborazo y zona norte de la provincia de Loja, como resultado de la integración de los diferentes criterios y variables ecogeográficas ideales para su adaptación.
- Las zonas de conservación óptimas para jícama y zanahoria blanca están en las provincias de El Oro y Loja. Para achira en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en el cantón Alluriquín, y miso en la provincia de Pichincha en los cantones Pedro Moncayo y Quito.

Recomendaciones:

- Continuar con el estudio de la identificación de zonas de conservación de otros cultivos y la implementación de estrategias de conservación y uso

sostenible en estas zonas en contribución de la seguridad y soberanía alimentaria del Ecuador.

- Difundir la información generada, en contribución del fomento de la conservación de los recursos fitogenéticos como aporte a lo establecido en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable-LOASFAS.

Bibliografía

- Aguirre, A., Bonilla, M., y Caetano, C. (2015). Evaluación de la diversidad y patrones de distribución de *Passiflora* subgénero *Astrophea* (Passifloraceae) en Colombia. Un reto para la investigación taxonómica, florística y de conservación de las especies Universidad Nacional de Colombia. Palmira-Colombia.
- Arias, M., y Medina, C. (2009). Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de sistemas de producción sostenibles. Ciencia y Tecnología Agropecuaria.
- Estrella, J., Muñoz, L., Tapia, C., Mazón, N., y Velásquez, J. (1995). Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos. INIAP - FAO, Quito-Ecuador.
- Negri, V., Castellini, G., Tiranti, B., Torricelli, R., Tosti, N., & Falcinelli, M. (2010) Landraces are structured populations and should be maintained on farm. En: Proceedings of the 18th Eucarpia genetic resources section meeting (en impresión). Piestany, República Eslovaca.
- Tapia, C. (2015). Identificación de áreas prioritarias para la Conservación de razas de maíz en la Sierra del Ecuador. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid-España. 156 p.
- Tapia, C., Rosales, O., y Suárez-Duque, D. (2017). Zonas para la conservación de diez cultivos nativos. INIAP/MAG/FAO/GEF/UTN. Quito-Ecuador.

Actividad 4:

Título: Elaboración del Tercer Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación.

Responsable: Lenin Rosero (Técnico consultor de FAOEC responsable del proceso de información).

Colaboradores: Cesar Tapia, Alberto Roura.

Antecedentes:

Los recursos fitogenéticos desempeñan un papel cada vez mayor en la seguridad alimentaria y el desarrollo en el mundo. En ellos se sustenta la capacidad de la agricultura para responder a los cambios, ya sean de tipo ambiental o socioeconómico. Son las materias primas para satisfacer las necesidades actuales y futuras de mejora de los cultivos y los programas de adaptación. Por eso es muy importante conservar y utilizarlos en forma sostenible (FAO, 2012).

El Segundo Plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura aborda nuevos desafíos y oportunidades a través de cuatro áreas prioritarias como son: Conservación y manejo *in situ*, Conservación *ex situ*, Utilización sostenible, Creación de una capacidad institucional y humana sostenible de igual forma establece una serie convenida de medidas y planes que permite proteger nuestro amplio y variado conjunto de recursos genéticos, que garantiza un flujo continuo de variedades nativas y mejoradas, mediante el aprovechamiento de características acrecientes para producir alimentos de mejor calidad y en cantidades que satisfagan nuestras necesidades futuras (FAO, 2012).

Tanto el Primer informe sobre el estado de los RFAA en el mundo presentado en 1996 en la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos; como el Segundo informe sobre el estado de los RFAA en el mundo presentado en 2008, y aprobado por la Comisión en su 12ª reunión ordinaria en 2009 y publicado en 2010, dieron paso a la aprobación por parte de 150 países del Plan de acción mundial progresivo para la conservación y la utilización sostenible de los RFAA. Posteriormente se dio lugar al Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. En respuesta al Segundo informe, la Comisión revisó el Plan de acción mundial (PAM) y el Consejo de la FAO, en nombre de la Conferencia de la FAO, aprobó el Segundo PAM en 2012. Con la entrada en vigor del Tratado, las evaluaciones periódicas del estado de los recursos fitogenéticos del mundo para la alimentación y la agricultura y el Plan de acción mundial progresivo se han convertido en componentes de apoyo del Tratado. Este informe mundial está compuesto por información que cada país debe aportar para lo cual los Puntos Focales designados, deben levantar la información, identificando y consultando a cada institución privada, pública y/o ONG que tenga trabajos dentro del período del informe y en las cuatro áreas prioritarias ya mencionadas (FAO, 2012).

Para el Ecuador este informe se podría convertir en un instrumento que permita identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de las cuatro áreas prioritarias con el fin de ser un mecanismo de apoyo en la toma de decisiones en el ámbito de conservación de los RFAA.

Objetivo:

Elaborar el Tercer Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación RFAA.

Metodología:

En la Figura 82 se observa el proceso metodológico empleado para la obtención de información para la elaboración del tercer informe nacional sobre el estado de los RFAA. La descripción de este procedimiento obedece a los siguientes recursos:

- Se estableció una lista de contactos de instituciones públicas y privadas a nivel nacional, mismas que desarrollan actividades relacionadas con las

áreas prioritarias consideradas el Segundo PAM sobre el estado de los RFAA.

- Se capacitó a las instituciones sobre el uso de la herramienta VIEWS de la FAO para la respectiva ubicación de cuestionarios y registro de información (Figura 83).
- Se validó la información de las instituciones que se encuentre registrada en la plataforma digital VIEWS.
- Se estableció indicadores y realizar resúmenes descriptivos en cada una de las preguntas consideradas dentro de las áreas prioritarias que compone el Segundo PAM.

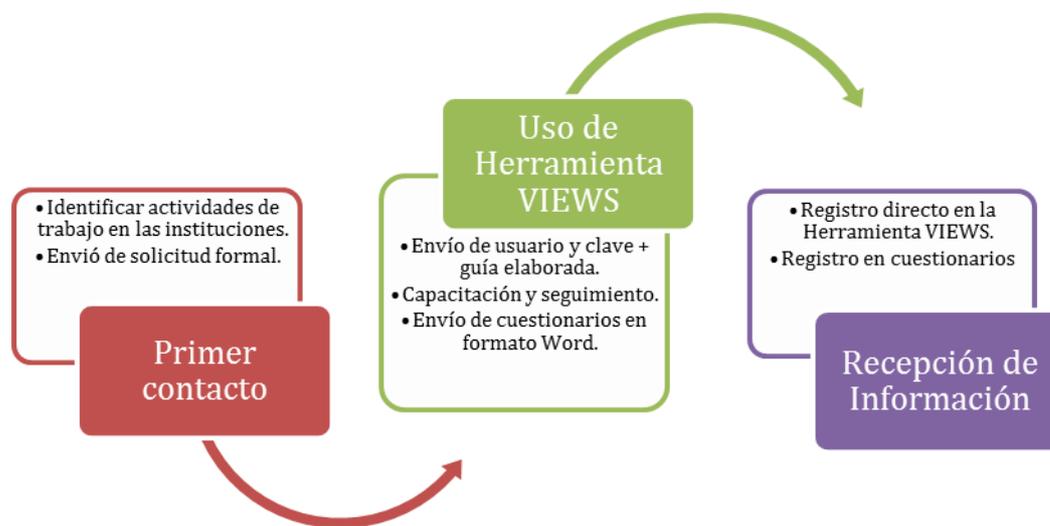


Figura 82.
Flujograma de proceso de obtención de información.

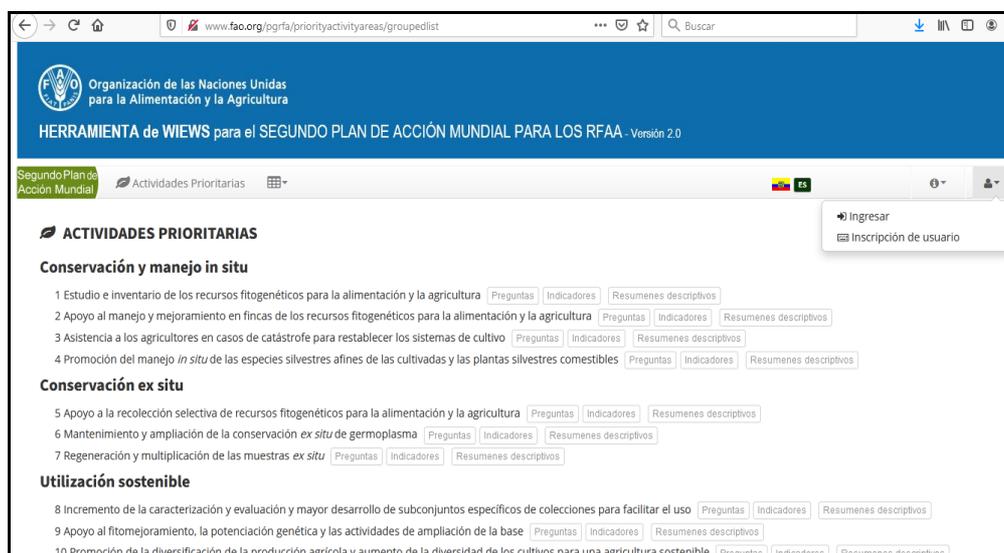


Figura 83.

Herramienta de VIEWS para el segundo PAM para los RFAA.

Resultados:

El informe refleja información desde enero del 2012 a diciembre del 2019. A continuación, se detalla por capítulos de acuerdo al Segundo Plan de Acción Mundial para los RFAA.

Capítulo 1. Conservación y Manejo *In Situ*

Actividad prioritaria 1: Estudio e inventario de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura

El conocimiento de la diversidad de cultivos existente, de su distribución y de su evolución a lo largo del tiempo es un requisito esencial para desarrollar e implementar estrategias eficaces y eficientes de manejo de los cultivos y su diversidad genética. Este conocimiento se utiliza para monitorear los cambios en la diversidad y para reunir información sobre las diferentes especies y poblaciones.

<p><i>Principales logros desde enero de 2012</i></p> <p>1.1. Resuma los principales logros con relación a los estudios e inventarios de RFAA in situ (incluyendo en fincas de los agricultores) realizados.</p> <p>Hasta finales de 2019 se ha logrado realizar inventarios de cultivos de importancia para la seguridad alimentaria principalmente como: maíz (<i>Zea mays</i>), fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), papa (<i>Solanum tuberosum</i>), quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>), amaranto (<i>Amaranthus</i> sp.), entre otros. Hasta finales de 2019 se ha logrado identificar materiales que están en peligro de erosión genética en áreas de alta diversidad de las especies antes mencionadas. Hasta diciembre de 2019 se ha inventariado una parte de parientes silvestres de los cultivos en: papa (<i>Solanum tuberosum</i>), fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), camote (<i>Ipomoea batatas</i>), arroz (<i>Oryza sativa</i>), berenjena (<i>Solanum melongena</i>) y cacao (<i>Theobroma cacao</i>).</p>
<p><i>Cambios y tendencias desde enero de 2012</i></p> <p>Puntos a considerar:</p> <p>1.2. Cambios significativos observados en determinadas zonas geográficas que han influido en el estado de amenaza de las especies, y causas específicas de los cambios en esas zonas.</p> <p>Hasta diciembre de 2019 se ha producido una serie de eventos climáticos en el mundo y específicamente en el Ecuador principalmente por temas de cambio climático y calentamiento global, lo que ha producido varias inundaciones y deslaves con cambios en determinadas zonas geográficas principalmente de las zonas de transición entre la sierra y la amazonia, están causando una potencial pérdida de especies principalmente de parientes silvestres.</p> <p>1.3. Observaciones de cualquier cambio y/o tendencia relevante en la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos por especie) de especies en el país.</p> <p>En relación a las tendencias en la riqueza y abundancia de especies no se ha realizado un análisis de parientes silvestres de especies cultivadas, si se ha</p>

realizado análisis puntuales en especies cultivadas principalmente maíz (*Zea mays*), notándose que están en peligro varias razas de maíz en la sierra ecuatoriana, queda todavía una gran tarea sobre el análisis de la riqueza y abundancia de parientes silvestres relacionados con cultivos.

1.4. El Segundo Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo resaltó la necesidad de incrementar el financiamiento, los recursos humanos, el conocimiento y la coordinación en la elaboración de estudios e inventarios de RFAA. Explique si ha sido posible atender esta necesidad a lo largo del periodo y, en caso afirmativo, en qué medida.

En relación al financiamiento, recursos humanos, conocimiento y coordinación para la elaboración de inventarios no ha existido apoyo estatal y se ha logrado algunos avances mediante proyectos internacionales mediante fondos provenientes del GEF y el Fondo de Diversidad de Cultivos.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

1.5. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con la elaboración de estudios e inventarios en cuanto a cobertura de especies y de zonas geográficas, metodologías, coordinación y disposiciones organizativas, conocimientos, capacidades y financiamiento.

Dado que no existe financiamiento para esta actividad es necesario que el Fondo de investigación, semillas y transferencia de tecnología de la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura se implemente y que el Ministerio de Finanzas entregue los fondos correspondientes para alimentar dicho fondo, con lo que permitirá realizar un mayor número de estudios e inventarios de los RFAA.

Una carencia identificada en esta actividad es la poca participación de Universidades, Organizaciones y ONGS que apoyen los inventarios de los RFAA y sus parientes silvestres.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

1.7. Prioridades y rumbos estratégicos para la acción futura que se definieron o se están definiendo a partir de la identificación de carencias y necesidades.

En base a las carencias y necesidades es fundamental la implementación de las directrices voluntarias de la Comisión de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación – CRG de la FAO tanto de las especies cultivadas como de parientes silvestres, dado que en el Ecuador no existe normativas secundarias para el estudio, manejo e inventario de los RFAA por lo que se está realizando una propuesta con fondos GEF para este fin.

Actividad prioritaria 2: Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los RFAA

La diversidad vegetal presente en las fincas de los agricultores constituye un elemento central de sus estrategias de sustento y desarrollo. El manejo y el mejoramiento en fincas de estos RFAA, incluyendo las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas, refuerzan la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a las presiones bióticas y abióticas en entornos cambiantes.

Principales logros desde enero de 2012

2.1. Resuma los principales logros en relación con las actividades de manejo de los RFAA y de mejoramiento de cultivos en las fincas de los agricultores.

Hasta diciembre de 2019 se ha logrado capacitar a más de 3000 agricultores en el manejo de los RFAA en finca.

En las zonas de alta diversidad que se han definido por medio de una tecnología innovativa se han realizado una serie de estrategias para la implementación de chacras biodiversas en la amazonia y sierra del Ecuador principalmente con variedades nativas. En Estas chacras se ha restituido variedades provenientes de las áreas geográficas de influencia y también de los Centros de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario CBDAS, o bancos comunitarios, así como del Banco de Germoplasma del INIAP.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

Puntos a considerar:

2.2. Cambios y/o tendencias significativas en relación con el número y tipo de actividades en apoyo del manejo de los RFAA y del mejoramiento de cultivos en las fincas de los agricultores, tal como se describe en la pregunta 2.1 (ver pregunta 2.1). Entre los cambios también se pueden incluir nuevas iniciativas, como incentivos de mercado, medidas de sensibilización pública y políticas de apoyo.

En base a los logros que se ha conseguido desde el 2012 se puede observar cambios muy importantes en relación a: 1. Mayor número de chacras biodiversas. 2. Continúa restitución de variedades nativas a los agricultores. 3. Implementación de Centros de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario CBDA o bancos comunitarios. 4. Identificación de variedades adaptadas al cambio climático. Política nacional de Investigación participativa. 6. Política nacional en el fomento de Agricultura Sustentable y apoyo a la Agricultura Familiar.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

2.6. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con el manejo y el mejoramiento de RFAA en fincas en el país.

La principal carencia es la falta de involucramiento de organizaciones, ONGS y Universidades para el apoyo en el manejo y mejoramientos de los RFAA en fincas. También es una necesidad que esta actividad tenga un efecto multiplicador en zonas geográficas que no se ha logrado la implementación de los logros antes mencionados, principalmente en la costa y amazonia del Ecuador.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

2.7. Acciones realizadas desde enero de 2012 con el fin de cubrir las carencias y/o necesidades identificadas en el último informe, incluyendo el desarrollo de políticas y rumbos estratégicos.

En el 2017 se aprobó la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable que indica una serie de acciones que se deben realizar sobre el manejo y mejoramiento de RFAA en fincas y que contemplan las acciones antes mencionadas en los anteriores acápite.

Actividad prioritaria 3: Asistencia a los agricultores en casos de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivo

Las catástrofes naturales y los conflictos civiles suelen suponer un peligro para la resiliencia de los sistemas agrícolas. El acceso a cantidades adecuadas de semillas y materiales de plantación de buena calidad de las variedades de cultivos que los agricultores cultivan y prefieren, también conocido como “seguridad en semillas”, es uno de los elementos fundamentales para restablecer y mantenerlos sistemas agrícolas inmediatamente después de situaciones de catástrofe.

<p>Principales logros desde enero de 2012</p>
<p>3.1. Resuma los principales logros en relación con la asistencia a los agricultores en casos de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivo.</p> <p>En relación a esta actividad no existen avances relevantes como por ejemplo políticas públicas específicas que en caso de catástrofes para restablecer los sistemas de cultivos, por lo que todavía no existen logros que reportar.</p>
<p>Carencias y necesidades en diciembre de 2019</p>
<p>3.4. El impacto que han tenido las catástrofes en la disponibilidad de semillas/materiales de plantación y los cultivos o grupos de cultivos que se vieron afectados en mayor medida.</p> <p>A pesar de que el Ecuador continuamente está amenazado por catástrofes naturales que pueden afectar gravemente zonas agrícolas, no se cuenta con una política por parte del gobierno nacional que indique que institutos u organizaciones que se debe encargarse de restablecer los sistemas de cultivo ni la metodología para la reposición de semillas a los agricultores. Con lo que se cuenta actualmente es con un seguro agrario por parte de Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para las cosechas, que en caso de una pérdida de la producción por algún fenómeno natural o causado por el hombre se cobre un seguro en dinero, que permite comprar semilla, maquinaria e insumos para volver a cultivar. Además, de la ayuda que presta el MAG, con maquinaria e insumos agrícolas para mitigar los daños causados por las catástrofes. Por lo tanto, debe ser una prioridad para el gobierno crear leyes y normativas para la reposición de semillas en caso de una catástrofe especialmente de variedades nativas.</p>
<p>Información relevante adicional, según proceda</p>
<p>Puntos a considerar:</p> <p>3.6. Medidas correctoras que se hayan tomado en el país para atender la falta de semilla/material de plantación en las comunidades locales.</p> <p>En relación a este tema no se ha realizado esfuerzos relevantes hacia atender con semilla en caso de catástrofes a los agricultores, solamente se ha logrado acciones puntuales no sostenibles para restablecer los sistemas de producción.</p>

Actividad prioritaria 4: Promoción del manejo in situ de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles.

Los ecosistemas naturales contienen RFAA de gran importancia, como las especies silvestres afines de las cultivadas y las especies silvestres comestibles raras, endémicas y amenazadas. Lo ideal es que las especies silvestres afines de las cultivadas y las especies silvestres comestibles se conserven in situ, en áreas protegidas donde puedan evolucionar en condiciones naturales. Sin embargo, los planes de manejo de las áreas protegidas raramente incluyen de manera específica

la diversidad genética de estas especies, y muchas áreas protegidas se encuentran en riesgo de degradación y destrucción.

<p>Principales logros desde enero de 2012</p> <p>4.1. Resuma los principales logros en relación con la conservación y el manejo in situ de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles.</p> <p>El principal logro ha sido la colecta y conservación en el Banco de Germoplasma del INIAP de parientes silvestres relacionados con cultivos en especies como: papa (<i>Solanum</i> sp.), berenjena (<i>Solanum</i> sp.), arroz (<i>Oryza</i> sp.), fréjol (<i>Phaseolus</i> sp.), camote (<i>Ipomoea</i> sp.), cacao (<i>Theobroma</i> sp.) y pasifloras (<i>Passiflora</i> sp.). No se ha realizado actividades para conservación y manejo <i>in situ</i> de estas especies.</p>
<p>Carencias y necesidades en diciembre de 2019</p> <p>4.6. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con la conservación y el manejo in situ de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles en el país.</p> <p>Las necesidades serían:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Metodología para la definición de parientes silvestres en base a las directrices voluntarias de la CRG. 2. Listado, mapeo, inventario y estado de conservación de especies silvestres. 3. Declaración de áreas de conservación de parientes silvestres en áreas protegidas. 4. Generación de normativa secundaria para la conservación y uso sostenible de parientes silvestres. 5. Protocolo para el monitoreo de parientes silvestres priorizados. 6. Desarrollo de Sistemas de Información geográficas SIG de parientes silvestres 7. Implantación de planes de acción de las áreas de conservación de parientes silvestres.
<p>Información relevante adicional, según proceda</p> <p>Puntos a considerar:</p> <p>4.10. Medidas correctoras implementadas frente a las limitaciones y/o problemas encontrados que no se hayan descrito anteriormente.</p> <p>Dado que el código ambiental del Ecuador no contempla normativa para los parientes silvestres, se está promoviendo en el futuro cercano con fondos internacionales la generación de inventarios, reservas genéticas, normativas secundarias, planes de acción, monitoreo de poblaciones y nuevas misiones de colectas de los parientes silvestres y también de las especies silvestres comestibles.</p>

Capítulo 2. Conservación *ex situ*

Actividad prioritaria 5: Apoyo a la recolección selectiva de RFAA

El riesgo de pérdida inminente, las oportunidades de utilización y la subsanación de faltantes en las colecciones *ex situ* son las principales fuerzas motoras para emprender la recolección selectiva de RFAA. Aunque en general se ha realizado una buena recolección de muchos cultivos importantes, aún quedan carencias por

atender. Las colecciones de especies silvestres afines de las cultivadas, especies silvestres comestibles y cultivos regionales, minoritarios e infrautilizados son mucho menos completas. La diversidad existente de estos grupos de plantas puede ser especialmente vulnerable al cambio climático, incluso cuando se conserva y maneja adecuadamente in situ o en las fincas.

<p>Principales logros desde enero de 2012</p> <p>5.1. Resuma los principales logros en relación con la recolección selectiva de RFAA, como por ejemplo la reducción o eliminación de carencias identificadas en las colecciones ex situ, el rescate de especies en peligro de extinción, la prevención de la erosión genética de especies prioritarias mediante una recolección oportuna, u otros.</p> <p>En el Banco de Germoplasma del INIAP se ha logrado identificar vacíos de colecta mediante el programa CAPFITOGEN y su herramienta Representa.</p> <p>Se ha realizado algunas misiones de colecta de especies de importancia para la seguridad alimentaria y de potencial económico principalmente en granos andinos, cacao, tubérculos andinos y frutales.</p> <p>Se cuenta con definición de áreas de conservación para 25 cultivos en base a la información de las colectas del Banco de Germoplasma del INIAP.</p> <p>Se han definido para varios cultivos mapas de diversidad morfológica y ecogeográfica.</p>
<p>Cambios y tendencias desde enero de 2012</p> <p>Puntos a considerar:</p> <p>5.2. Cambios y tendencias significativos al comparar los resultados de las actividades de recolección que se presentan en el informe nacional actual con los del informe nacional anterior.</p> <p>Existe un cambio significativo en la recolección de parientes silvestres afines a las cultivadas, ya que en el periodo 2014 a 2019 se ha logrado la colecta de poblaciones de cinco especies que reposan en el Banco de Germoplasma del INIAP en cámara fría, en campo e <i>In vitro</i>.</p>
<p>Garencias y necesidades en diciembre de 2019</p> <p>Puntos a considerar:</p> <p>5.5. La capacidad técnica actual para implementar la recolección selectiva de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles. En relación a la capacidad técnica en el país es necesario una mayor capacitación para la recolección selectiva de especies silvestres.</p> <p>5.6. La colaboración entre el banco o bancos nacionales de germoplasma, los responsables de las áreas protegidas in situ y las instituciones académicas en relación con la recolección de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles que están o pueden estar afectadas por el cambio climático.</p> <p>Es necesario una mayor colaboración entre el Ministerio de Ambiente MAE y las instituciones que están dedicadas a la recolección de especies silvestres, ya que este ministerio es responsable de emitir los permisos para la recolección de dichas especies. También es importante la colaboración de universidades, principalmente con las escuelas de biología para la recolección de especies, ya que ellas cuentan con personal técnico calificado en ciertas especies.</p>
<p>Información relevante adicional, según proceda</p>

Puntos a considerar:

5.7. Principales carencias, limitaciones o problemas encontrados durante la implementación de la recolección selectiva en el país desde 2012.

Uno de los principales problemas en la recolección selectiva es la falta de apoyo, falta de financiamiento del estado ecuatoriano, así como el poco financiamiento en el mundo para esta actividad.

5.8. Países y/o instituciones regionales o internacionales colaboradoras que han realizado actividades de recolección de germoplasma en el país desde 2012.

En el período en análisis ha habido apoyo principalmente del GEF y el Fondo Mundial de Diversidad de Cultivos para colecta de especies de seguridad alimentaria y de parientes silvestres.

Actividad prioritaria 6: Mantenimiento y ampliación de la conservación ex situ de germoplasma

Debido a una creciente demanda de diversificación, resulta fundamental expandir la conservación *ex situ* de cultivos infrautilizados, especies silvestres comestibles, especies forrajeras y especies silvestres afines de las cultivadas, las cuales suelen presentar mayores dificultades en la conservación *ex situ* que los cereales o las leguminosas. Esta actividad prioritaria tiene como objetivo garantizar el desarrollo de un sistema racional, eficaz, orientado a objetivos y sostenible de conservación y utilización *ex situ*, tanto para semillas como para especies de propagación vegetativa.

Principales logros desde enero de 2012

6.1. Resuma los principales logros en relación con la conservación ex situ de germoplasma en el país en términos generales, incluyendo las iniciativas que se encuentran “excluidas” del ámbito directo del programa nacional de RFAA (por ejemplo, jardines botánicos o colecciones de museos).

El principal Banco de Germoplasma del Ecuador se encuentra en el INIAP, el cual continúa conservando bajo estándares internacionales germoplasma nativo, materiales de mejora genética, germoplasma producto de intercambio y germoplasma en custodia. Existen esfuerzos muy puntuales de bancos de germoplasma principalmente en la Universidad Católica del Ecuador Cede Ibarra, Universidad Técnica Particular de Loja, la Escuela Politécnica del Litoral y la Universidad Técnica del Cotopaxi.

En el 2018 y 2019 se ha logrado la implementación de centros de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario CBDA en Galápagos, Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi - UNORCAC, Universidad Técnica del Norte UTN y en la Universidad Católica del Ecuador Cede Ibarra.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

Puntos a considerar:

6.3. Cambios significativos observados en relación con el “tipo de almacenamiento” de las colecciones, es decir, almacenamiento de semillas a medio plazo, almacenamiento de semillas a largo plazo, colección de campo, colección in vitro, accesiones criopreservadas, muestras de ADN.

Se sigue manteniendo los mismos tipos de almacenamiento, pudiendo resaltar que

en el 2019 se empezó a implementar metodología en maní (*Arachis hypogaea*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*) y cacao (*Theobroma cacao*) para la conservación a largo plazo o crioconservación. 6.4. Además a corto plazo se está coordinando con la Universidad Católica del Ecuador para poner duplicados de seguridad desde el Banco de Germoplasma del INIAP en el Instituto de Recursos Genéticos de esa Universidad.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

Puntos a considerar:

6.6. Necesidades y prioridades en términos de capacidad de conservación *ex situ* en el país, por ejemplo, la racionalización de las colecciones mediante la colaboración regional e internacional incluyendo: la posibilidad de compartir instalaciones, compartir las cargas financieras de la conservación, un mejor manejo del germoplasma, tecnologías de conservación de bajo coste y el establecimiento de colecciones libres de patógenos.

Dadas las políticas internacionales y nacionales como acceso a RFAA en la actualidad no es viable la colaboración nacional e internacional en compartir instalaciones y financiamiento.

Una de las grandes debilidades del banco de germoplasma del INIAP es la implantación de colecciones que estén libres de patógenos.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

6.7. Problemas o limitaciones graves de la conservación *ex situ* en el país desde 2012 y medidas correctoras implementadas.

El principal problema en la conservación *in situ* se refiere a falta de financiamiento estable y esto se puede solucionar con la implementación del fondo de investigación de la ley de agrobiodiversidad que contempla financiamiento para los bancos de germoplasma del país.

6.8. Iniciativas desarrolladas para una mayor complementariedad entre el manejo en fincas y la conservación *in situ* de RFAA por un lado y la conservación *ex situ* por otro.

En los últimos años se ha realizado una serie de actividades que ha permitido la complementariedad entre la conservación *in situ* y la conservación *ex situ* como, por ejemplo: restitución de germoplasma en Centros de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario CBDA, chachas biodiversas, agroturismo, entre otras.

6.9. Eficiencia y eficacia del sistema de documentación e información de las colecciones para el manejo del germoplasma conservado y la participación en un sistema de información regional.

En el Banco de Germoplasma del INIAP en el 2019 se ha comenzado con la depuración de las base de datos de las colecciones, y en un futuro cercano se migrará esa información a GRINGLOBAL, así como se firmará un convenio con GENESYS.

Actividad prioritaria 7: Regeneración y multiplicación de las muestras *ex situ*

Incluso en condiciones óptimas de almacenamiento *ex situ*, es necesario en algún momento regenerar las semillas para asegurar su continua viabilidad. El objetivo de esta actividad prioritaria es la regeneración y la multiplicación de accesiones *ex situ*

para satisfacer las necesidades de conservación, distribución y duplicación de seguridad.

<p>Principales logros desde enero de 2012</p>
<p>7.1. Resuma los principales logros en relación con la regeneración y la multiplicación de accesiones ex situ.</p> <p>En el periodo del informe se ha logrado la regeneración y multiplicación principalmente de especies con bajo porcentaje de viabilidad y que tienen semillas intermedias.</p>
<p>Carencias y necesidades en diciembre de 2019</p>
<p>7.3. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con la regeneración y la multiplicación de accesiones ex situ en el país, en especial para aquellas especies o grupos de especies que presentan mayores problemas de regeneración y multiplicación en las instalaciones del país.</p> <p>Falta de personal calificado. Falta de financiamiento.</p>
<p>Información relevante adicional, según proceda</p>
<p>Puntos a considerar:</p> <p>7.4. La idoneidad del procedimiento o sistema de monitoreo actual para manejar la viabilidad y las existencias de semillas, dos requisitos previos para una conservación segura. En este punto se incluye la frecuencia del control de la calidad (viabilidad, estado sanitario) y cantidad (número de accesiones y número de semillas/plantas/plántulas por accesión) de las colecciones ex situ y la capacidad del sistema de información del banco de germoplasma para relacionar los datos de calidad (viabilidad, estado sanitario) y cantidad (número de accesiones y número de semillas/plantas/plántulas por accesión) con la necesidad de regeneración y multiplicación.</p> <p>El Banco de Germoplasma de INIAP cuenta con un sistema de monitoreo CARDEX que permite una alerta sobre materiales que tienen poca semilla o materiales con baja viabilidad.</p> <p>7.5. Procedimientos de manejo que se siguen para evitar la erosión genética de las colecciones durante la regeneración y la multiplicación.</p> <p>El Banco de Germoplasma del INIAP sigue las normas internacionales en cuanto a la regeneración y multiplicación para evitar la erosión genética durante el proceso.</p> <p>7.7. Existencia de un “plan de emergencia” para el caso de que la regeneración/multiplicación no pueda realizarse a tiempo para evitar la pérdida de accesiones o de una diversidad importante dentro de las accesiones.</p> <p>En el Ecuador no se cuenta con un plan de emergencia que evite la pérdida de accesiones y un fondo económico viable que garantice este proceso.</p> <p>7.8. Prioridades definidas de regeneración/multiplicación para la próxima década.</p> <p>Es una prioridad la regeneración y multiplicación en los próximos 5 años si el estado ecuatoriano entrega los fondos necesarios que están contemplados en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad Semillas y Fomento de Agricultura Sustentable. Caso contrario se tendrá que solicitar apoyo internacional.</p>

Capítulo 3: Utilización sostenible de RFAA

Actividad prioritaria 8: Incremento de la caracterización y evaluación y mayor desarrollo de subconjuntos específicos de colecciones para facilitar el uso.

La caracterización y la evaluación mejoradas pueden fomentar una utilización mayor y más eficiente de las colecciones. Esta actividad prioritaria trata sobre la mejora y la facilitación del intercambio y el acceso a datos de calidad de caracterización y evaluación en las colecciones de germoplasma, incluyendo a través de sistemas de información nacional, regional y mundial.

<p>Principales logros desde enero de 2012</p> <p>8.1. Describa los principales logros en la caracterización (morfológica y molecular) y la evaluación de RFAA conservados ex situ y el desarrollo de subconjuntos relativos a características específicas.</p> <p>Se ha realizado principalmente caracterizaciones morfológicas y moleculares en yuca (<i>Manihot esculenta</i>), camote (<i>Ipomoea batatas</i>), maíz (<i>Zea mays</i>), higuera (<i>Ricinus communis</i>).</p> <p>Se ha realizado caracterizaciones ecogeográficas en maíz (<i>Zea mays</i>), amaranto (<i>Amaranthus sp.</i>), chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>), capulí (<i>Prunus serotina</i>), melloco (<i>Ullucus tuberosus</i>), oca (<i>Oxalis tuberosa</i>), mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>), papa (<i>Solanum tuberosum</i>), maní (<i>Arachis hypogaea</i>), camote (<i>Ipomoea batatas</i>), zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>), miso (<i>Mirabilis expansa</i>), jícama (<i>Smallanthus sonchifolia</i>), achira (<i>Canna edulis</i>), entre otras.</p>
<p>Cambios y tendencias desde enero de 2012</p> <p>8.2. Principales cambios y tendencias en relación con la caracterización y evaluación del germoplasma de las colecciones ex situ conservadas en el país, incluyendo el número de descriptores utilizados y/o los caracteres evaluados.</p> <p>El principal cambio en el periodo del informe ha sido la inclusión de la caracterización ecogeográfica con la finalidad de identificación de germoplasma con posible tolerancia de germoplasma a factores abióticos, para lo cual se ha utilizado el programa CAPFITOGEN que trabaja con más de 100 descriptores bioclimáticos, edáficos y geofísicos.</p>
<p>Carencias y necesidades en diciembre de 2019</p> <p>8.4. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con la caracterización, la evaluación y la distribución de accesiones de germoplasma en el país, destacando también las especies o géneros de cuyas colecciones hay insuficientes datos de caracterización disponibles.</p> <p>En la última década no se ha realizado en gran cantidad temas de caracterización morfológica y molecular por falta de financiamiento y apoyo nacional e internacional. Es necesario realizar caracterizaciones morfológica, molecular, nutricional y ecogeográfica de varias colecciones que no han sido caracterizados como: frutales amazónicos, raíces tropicales, frutales alto andinos principalmente.</p>
<p>Información relevante adicional, según proceda</p> <p>Puntos a considerar:</p> <p>8.5. El estado de caracterización y evaluación de especies y cultivos importantes, teniendo en consideración las especies silvestres afines de las cultivadas y las especies infrautilizadas.</p> <p>En el Banco de Germoplasma del INIAP en los cultivos de importancia para seguridad alimentaria se tiene caracterizado un 80% del germoplasma. Las especies</p>

silvestres que han sido colectadas todavía no han entrado en un proceso de caracterización.

8.6. La accesibilidad a datos recientemente generados de caracterización o evaluación y el uso mejorado del germoplasma que resulta de la definición de subconjuntos de las colecciones.

Por el momento no existe accesibilidad a datos de caracterización dado a restricciones legales que tiene el país a dicha información.

8.7. La combinación de las actividades de caracterización con las de regeneración y multiplicación y la colaboración con fitomejoradores, patólogos, virólogos y otros o con otras instituciones para evaluar germoplasma.

Una estrategia que ha implementado el banco de germoplasma es que cuando se realiza la regeneración y multiplicación es que se aprovecha para realizar la caracterización morfológica con apoyo de programas de mejora genética del INIAP y Universidades.

8.9. Facilitación de la utilización de germoplasma en el país y problemas o limitaciones generales que influyen en el grado de utilización de los recursos genéticos conservados en los bancos de germoplasma del programa nacional.

La utilización del germoplasma por parte de los programas de mejora genética es parcial debido a que dichos programas se han debilitado por falta de financiamiento para dicha actividad en el país.

8.10. Impacto de la participación activa del país en el Sistema Multilateral de Acceso y Distribución de Beneficios (SML) del Tratado Internacional sobre la distribución de germoplasma.

En el país se tiene poca participación en SML ya que solamente se ha realizado dos ATMS por los centros internacionales. No existen peticiones de partes contratantes del tratado para que se proporcione germoplasma desde el banco que es de dominio público.

8.12. Prioridades definidas para la próxima década.

Las prioridades para la próxima década se enfocarán en las caracterizaciones que no tienen datos y que se han conservado durante años en el INIAP.

Actividad prioritaria 9: Apoyo al fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base.

Las colecciones de germoplasma pueden utilizarse tanto para identificar alelos específicos que son útiles para el desarrollo de variedades adaptadas a nuevas condiciones y necesidades, como para ampliar la base genética general de los programas de mejoramiento. Son necesarias capacidades humanas e infraestructuras fuertes para que los programas de pre-mejoramiento y mejoramiento sean eficientes en su propósito de generar variedades con la suficiente tolerancia a estreses bióticos y abióticos para la adaptación al cambio climático, para una mejor nutrición y para apoyar la diversificación.

Principales logros desde enero de 2012

9.1. Resuma los principales logros en relación con el fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base genética en el país, y describa uno o dos casos exitosos como ejemplos de dichos logros.

En la última década se han venido generando variedades mejoradas principalmente en rubros como: papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), cacao (*Theobroma cacao*), cereales y frutales alto andinos.

Casos exitosos de variedades mejoradas con alta productividad y resistencia a plagas y enfermedades se tienen en papa (*Solanum tuberosum*) con cualidades tolerantes a factores abióticos y a *Phytophthora*. Otro caso es el lanzamiento de dos variedades de cacao fino de aroma (*Theobroma cacao*) con alta productividad.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

Puntos a considerar:

9.3. Cambios observados al comparar la situación actual con la presentada en el informe nacional anterior y/o en el primer ciclo de presentación de informes del Segundo PAM, con respecto al número de especies con actividades de mejoramiento público y/o privado y al número de actividades de mejoramiento dirigidas a agricultores de pequeña escala. No se ha detectado cambios significativos ya que los programas de mejora genética han seguido trabajando en los procesos de mejoramiento convencional. Cabe destacar que en la última década se ha utilizado herramientas biotecnológicas para realizar mejoramiento asistido, lo cual acorta el tiempo para la generación de variedades mejoradas. Además, se ha involucrado a los agricultores en proceso de investigación participativa para generar variedades mejoradas de acuerdo a la demanda principalmente con pequeños agricultores.

9.4. Tendencias en la capacidad en recursos humanos para el fitomejoramiento en los sectores público y privado, en el número de accesiones utilizadas en actividades de mejoramiento y en el número de variedades mejoradas obtenidas como resultado de dicha utilización.

Producto de estos procesos de investigación se han generado más de 60 variedades mejoradas cuyos parentales provienen de centros internacionales y del banco de germoplasma del INIAP.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

9.5. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con el fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base genética en el país.

Cada vez los programas de mejora genética cuentan con personal calificado.

No existe financiamiento para mejoramiento genético en el país.

Es necesario priorizar y fortalecer programas de mejora genética en cultivos estratégicos para el Ecuador.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

9.6. Niveles de capacidad y de actividad en fitomejoramiento público y/o privado para responder a las demandas de los agricultores, y dependencia de mejoradores e instituciones de mejoramiento del extranjero.

A medida que pasan los años la capacidad en investigación en fitomejoramiento es menor lo cual repercute en la demanda de los agricultores.

9.7. Función que desempeñan los bancos de germoplasma del país en los programas de mejoramiento en general, nivel de participación en actividades y/o contribución en términos de diversidad genética aportada a los programas de mejoramiento.

Los programas de mejora del INIAP están solicitando continuamente germoplasma al banco de germoplasma del INIAP para sus investigaciones.

9.8. Participación en proyectos nacionales/regionales o en acuerdos de colaboración en materia de fitomejoramiento, potenciación genética y ampliación de la base de cultivos o grupos de cultivo importantes.

Los investigadores de los programas de mejora participan continuamente en proyectos internacionales para la investigación en cultivos como maíz (*Zea mays*), leguminosas, frutales, cacao (*Theobroma cacao*), café (*Coffea sp*), palma africana (*Elaeis guineensis*), papa (*Solanum tuberosum*), entre otros.

9.9. En el Segundo Informe se reconocía la importancia del premejoramiento como complemento del fitomejoramiento en la introducción de nuevos caracteres procedentes de poblaciones no adaptadas y plantas silvestres emparentadas. ¿Cuál ha sido la importancia del premejoramiento en el país? En caso de que no haya sido importante, ¿de qué manera amplían su base genética los programas de fitomejoramiento?

En los últimos años los programas de mejora genética han implicado la investigación utilizando germoplasma de parientes silvestres ya que la base genética en los cultivos no ha permitido la solución de algunos problemas fitosanitarios

9.10. Grado de aplicación de la biotecnología de plantas en programas de fitomejoramiento del país.

Todos los programas de mejor del INIAP están utilizando herramientas biotecnológicas para la generación de variedades mejoradas.

Actividad prioritaria 10: Promoción de la diversificación de la producción agrícola y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible.

Los sistemas agrícolas que dependen en gran medida de un número reducido de variedades y especies carecen de resiliencia y pueden ser vulnerables a pérdidas de rendimiento debidas a plagas y enfermedades. Los nuevos desafíos para la agricultura apuntan a la necesidad de introducir una mayor diversidad de cultivos y especies en los sistemas de producción que sirva de fundamento para la sostenibilidad de la agricultura.

Principales logros desde enero de 2012

10.1. Resuma los principales logros en relación con la diversificación de la producción agrícola y el aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible, y describa uno o dos casos exitosos como ejemplo de dichos logros.

En los últimos diez años se ha promovido en la amazonia y en la sierra del Ecuador la diversificación y la producción agrícola y el aumento de la diversidad de cultivos por medio de proyectos internacionales que han permitido la implementación y fortalecimiento de chacras biodiversas. Una vez que se promulgó la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad Semillas y fomento de la agricultura sustentable, es una obligación del estado ecuatoriano la diversificación de los sistemas agrícolas, es así que se ha fortalecido la Subsecretaría de Agricultura Familiar en el Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG.

Unos de los casos exitosos de la diversificación de sistemas están en el cantón Cotacachi de la Provincia de Imbabura en donde se tiene más de 500 chacras biodiversas que han permitido mejorar la calidad de vida de los agricultores por medio de agroturismo, venta de un mayor número de productos en los circuitos cortos de comercialización.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

10.3. Cambios en los niveles de diversidad cultivada a lo largo del periodo abarcado por el informe, y en particular los producidos como consecuencia del cambio climático. Es importante señalar que en el Segundo Informe se señalaba la mayor atención que estaba recibiendo el aumento de los niveles de diversidad genética en los sistemas de producción como mecanismo de reducción de riesgos, especialmente en consideración de los efectos previstos del cambio climático.

Tomando en cuenta los logros que se han mencionado, existen cambios relevantes principalmente en la comercialización de diversificar los sistemas de producción dado que los agricultores han notado algunas ventajas comparativas con relación al manejo en monocultivo como:

1. Mayor número de productos para ser comercializados
2. Mejora de aspectos nutricionales en la familia y en la comunidad
3. Reducción de plagas y enfermedades
4. Conservación de los suelos y del agua
5. Conservación de los polinizadores.

Como se puede ver estas ventajas han permitido que los sistemas de producción Biodiversos sean considerados como servicios ambientales que contribuyen a reducción de riesgos por el cambio climático.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

10.4. Describa las principales carencias y/o necesidades que existen en el país en relación con la diversificación y el aumento de la diversidad de los cultivos.

Aunque es una obligación del estado ecuatoriano la promoción y fortalecimiento de sistemas de producción biodiversos, sin embargo, todavía se cuenta con una gran cantidad de unidades productivas principalmente en la costa que están dedicadas a la producción de banano (*Musa sp.*), cacao (*Theobroma cacao*), palma africana (*Elaeis guineensis*), entre otros. Es necesario en un futuro cercano que dichos sistemas vayan manejando una agricultura sustentable.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

10.5. Integración de la promoción de la diversificación de la producción agrícola y/o el aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible en la estrategia nacional de RFAA.

En el país no se cuenta con una estrategia nacional de RFAA sino con la ley de Agrobiodiversidad y su reglamento que legisla en el sentido de promover chacras biodiversas.

10.6. Participación y función del banco de germoplasma en proyectos regionales y mundiales dirigidos a la diversificación de la producción agrícola y/o al aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible.

El Ecuador ha participado en varios proyectos internacionales dirigidos a la restitución de variedades nativas en las fincas de los agricultores lo cual ha permitido que en la actualidad se haya implementado y fortalecido más 3000 unidades de

producción.

10.7. Participación de la sociedad y de las ONG en programas de promoción de la diversidad.

En los últimos cinco años ha existido una mayor participación de ONG y organizaciones de segundo grado que promocionan circuitos cortos (productor – consumidor) de una gran cantidad de especies subutilizadas.

10.8. Principales factores impulsores de la promoción de la diversidad de cultivos en el país.

Los principales factores impulsores de la promoción de esta diversidad es la sensibilización hacia el consumidor de la importancia nutricional y de salud de estos cultivos. 10.9. En la actualidad los consumidores están buscando especies que sean ricas en proteínas, vitaminas más aun en épocas de pandemia con la finalidad aumentar las defensas del organismo.

Actividad prioritaria 11: Promoción del desarrollo y comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas.

En los sistemas de producción agrícola comercial predominan unas pocas especies. Sin embargo, los agricultores y las comunidades indígenas y locales utilizan muchas más especies, incluyendo variedades de los agricultores/variedades nativas tanto de las especies mayoritarias como de otras minoritarias, para satisfacer las demandas locales de alimento, fibra y medicina. Para aprovechar el valor potencial de mercado de las variedades de los agricultores/variedades nativas y de las especies infrautilizadas es necesario integrar mejor las iniciativas de personas e instituciones que forman parte de la cadena de producción en sus diferentes etapas.

Principales logros desde enero de 2012

11.1. Resuma los principales logros en relación con el desarrollo y comercialización de las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas, y describa uno o dos casos exitosos como ejemplos de dichos logros.

En el 2018 se generó por medio del MAG, la política agraria en el sentido del fortalecimiento de canales de comercialización directos desde el agricultor al consumidor, rompiendo los procesos de intermediación. Es así, que se ha logrado por medio del estado ecuatoriano y de proyectos internacionales la consolidación de varias ferias locales de comercialización en la sierra, costa y amazonia. Casos exitosos de sostenibilidad de estas ferias de sostenibilidad son las que se desarrolla en el cantón Cotacachi, y en la parroquia La Esperanza de la provincia de Pichincha que ya tienen una dinámica semanal de productos biodiversos directamente al consumidor y que provienen de agricultura familiar con bajo o ningún uso de pesticidas.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

Puntos a considerar:

11.2. Cambios y tendencias significativos durante el periodo abarcado por el informe en relación con las políticas nacionales de promoción del desarrollo y

comercialización de variedades de los agricultores/variedades nativas y especies infrautilizadas (ver pregunta 11.1).

Como se indicó en el 11.1 existe un cambio muy relevante en la política agraria hacia la producción y comercialización de especies infrautilizadas por medio de circuitos cortos o sistemas de garantía local que está permitiendo a los agricultores un mejor precio en sus productos al romper la intermediación. Esta política pública ha permitido que se fortalezca la agricultura familiar y que los consumidores tengan más sanos y nutritivos.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

11.5. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con el desarrollo y la comercialización de las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas. Indique, por ejemplo, las carencias en documentación, caracterización y evaluación de RFAA; utilización en fitomejoramiento; extensión; procesamiento postcosecha; comercialización; trabajo con el conocimiento tradicional, u otros.

Es necesario que esta política pública se la aplique a nivel nacional, principalmente en la costa de Ecuador. Obviamente todavía existen algunas carencias relacionadas con una mayor caracterización del germoplasma que se encuentra en los bancos de germoplasma, mayor uso de las colecciones por parte de los fitomejoradores, reapertura de los sistemas de extensión agrícola, eficiencia en el manejo y procesamiento post cosecha principalmente en productos perecibles y protección de los conocimientos tradicionales conforme a las leyes vigentes en el país.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

11.6. Disponibilidad de datos sobre la importancia económica de las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas en el país en términos generales.

No se cuenta con datos económicos de especies infrautilizadas en el país, solamente de cultivos de importancia económica como maíz (*Zea mays*), banano (*Musa sp.*), palma africana (*Elaeis guineensis*), arroz (*Oryza sativa*), cacao (*Theobroma cacao*), café (*Coffea sp.*), papa (*Solanum tuberosum*).

11.7. Eficacia de las políticas y marcos normativos existentes en la promoción de las variedades de los agricultores/variedades nativas y especies infrautilizadas, y requisitos específicos para la comercialización de variedades de estas especies que existan en el país.

Como se indicó anteriormente el país cuenta con políticas y marcos normativos para la protección de cultivos de especies infrautilizadas y con protocolos establecidos para el manejo de canales de comercialización y venta de estos productos.

11.8. Indique las tres especies infrautilizadas del país con mayor potencial para el desarrollo y la comercialización.

Las especies infrautilizadas son: aguacate (*Persea americana*), guayusa (*Ilex guayusa*), vainilla (*Vanilla sp.*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*), naranjilla (*Solanum quitoense*) y guanábana (*Annona muricata*).

11.9. Limitaciones o problemas de gravedad encontrados en relación con el desarrollo y comercialización de variedades de los agricultores/variedades nativas y especies infrautilizadas y medidas correctoras implementadas.

Las principales limitaciones con el desarrollo y producción de especies infrautilizadas

es el apoyo a los pequeños agricultores con créditos a bajo interés que les permita mejorar el manejo agronómico, postcosecha y comercialización, así como capacitación en la producción de semilla de calidad.

11.10. Prioridades establecidas para la próxima década.

En la próxima década se debe implementar al 100% la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento a la agricultura sustentable, en donde se promueve la conservación y uso sustentable de los RFAA, la promoción de semilla certificada y el fomento de una agricultura sustentable.

Actividad prioritaria 12: Apoyo a la producción y distribución de semillas

Para asegurar que los agricultores adoptan las variedades más apropiadas y utilizan semillas y materiales de siembra en cantidad y calidad adecuadas, de manera oportuna y a costos razonables, deben establecerse sistemas de semillas eficaces. Se necesitan enfoques integrales que fortalezcan los sistemas de semillas existentes con el fin de producir y ofrecer semillas de calidad de variedades cultivadas que sean útiles para los diversos sistemas agrícolas.

Principales logros desde enero de 2012

12.1. Resuma los principales logros en relación con la producción y distribución de semillas en el país.

Se cuenta con la actualización de producción de semilla certificada en la ley de agrobiodiversidad.

Existe política pública agraria que promueve la producción de semilla de calidad por medio de institutos de investigación y productores semilleros.

El MAG promueve centros de acopio para una distribución más eficiente para los agricultores.

Por medio del MAG, del INIAP, AGROCALIDAD y BANECUADOR se promueve la capacitación de agricultores de semilla de calidad en las cuatro regiones del país.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

12.2. Cambios y tendencias significativos durante el periodo en cuanto a:

- las principales especies sembradas/plantadas en el país;
- el número de variedades autorizadas (Indicador 40);
- el número de empresas de producción de semillas en activo (Indicador 41);
- la cantidad de semilla de calidad producida por el sector formal y los porcentajes de superficie agrícola sembradas/plantadas con semilla de calidad (Indicador 43);
- la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas (Indicador 42); y
- las políticas y leyes sobre semillas (Indicador 44).

Las principales especies sembradas en el país son: Arroz (*Oryza sativa*), maíz duro (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), maíz suave (*Zea mays*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*), quinua (*Chenopodium quinoa*), trigo (*Triticum vulgare*), cebada (*Hordeum vulgare*), chocho (*Lupinus mutabilis*), soya (*Glycine max*), amaranto (*Amaranthus sp.*), avena (*Avena sativa*), haba (*Vicia faba*), maní (*Arachis hypogaea*).

Al final del periodo abarcado por el segundo informe el INIAP ha registrado 50 variedades.

Según la Dirección de Gestión de Recursos Agrícolas del Ministerio de Agricultura y

Ganadería MAG hasta el año 2019 en el país se encontraban operando 1138 empresas registradas de semillas.

El principal cambio desde el primer informe fue la aprobación de la ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la agricultura Sustentable.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

12.3. Describa las principales carencias y necesidades que existen actualmente en los sistemas de producción y distribución de semillas en relación con:

- la disponibilidad de semilla de buena calidad de una gran diversidad de variedades y especies; y
- las políticas y leyes sobre semillas.

En la actualidad existe una carencia de producción de semillas de especies principalmente de especies infrautilizadas es decir no existe un sistema de producción de semillas de calidad establecido por lo que la disponibilidad de semilla es baja.

Como se indicó anteriormente en el 2017 se actualizó la ley de semillas que estaba vigente desde 1974 lo cual permitirá un mejor manejo de la producción y manejo de la producción, control de semilla certificada.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

12.4. Coexistencia de un sistema formal y un sistema informal de semillas en el país. En el Ecuador existe el sistema formal de producción y distribución de semilla certificada que lo hace por medio del INIAP y del Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG y existe un sistema informal de semillas que lo realizan los agricultores mediante el intercambio de sus semillas.

12.6. Niveles de adopción de variedades mejoradas autorizadas por parte de los agricultores.

La mayor o menor adopción de variedades mejoradas, en el Ecuador, depende del cultivo. Por ejemplo, en arroz (*Oryza sativa*), en cacao (*Theobroma cacao*), banano (*Musa sp.*) y papa (*Solanum tuberosum*), hubo en general una mayor adopción de variedades mejoradas por parte de los agricultores. Una menor adopción resulta para cultivos de la sierra como maíz, frejol y papa.

Capítulo 4. Creación de una capacidad institucional y humana sostenible

Actividad prioritaria 13: Creación y fortalecimiento de programas nacionales

Los programas nacionales eficaces de RFAA proporcionan las políticas, las estrategias de apoyo y los planes de acción necesarios para establecer objetivos bien definidos y prioridades claras, asignar recursos, distribuir roles y responsabilidades e identificar y fortalecer los vínculos entre todas las partes interesadas relevantes.

Principales logros desde enero de 2012

13.1. Describa los principales logros en la creación y fortalecimiento de programas nacionales, incluyendo el desarrollo, implementación y armonización de los marcos políticos e institucionales.

El Ecuador ha avanzado mucho en cuanto a leyes y política pública agraria, sin

embargo existen debilidades en el fortalecimiento de programas nacionales en RFAA por lo que se necesita elaborar planes estratégicos de acción para que existan programas que apoyen la conservación y usos de estos recursos.

Cambio y tendencias desde enero de 2012

13.3. Cambios en la colaboración entre instituciones, empresas privadas y organismos de otros sectores (por ejemplo, ambiental, forestal, educativo, etc.) en el programa nacional, incluyendo vínculos y apoyos recibidos de instituciones regionales e internacionales con el fin de facilitar de manera regular la planificación nacional, el establecimiento de prioridades y la coordinación de la obtención de fondos.

Se ha avanzado en algunas colaboraciones institucionales con sectores desde el punto de vista ambiental y educativo principalmente para el desarrollo de guías de educación en agro biodiversidad y para la inclusión del tema de Agrobiodiversidad de las normativas y políticas ambientales del país. También se ha logrado la colaboración con gobiernos descentralizados para incluir en sus planes de desarrollo y ordenamiento territorial la conservación y usos de los RFAA. Por último permanentemente se está coordinando con instituciones internacionales para el establecimiento de prioridades y obtención de fondos así por ejemplo el GEF y el Fondo de Diversidad de Cultivos.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

13.4. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con la creación y fortalecimiento del programa nacional.

Al no contar con normativas o políticas para la creación y fortalecimiento de programas nacionales en RFAA surge la necesidad de la urgente implantación de la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura Sustentable la cual contempla una serie de articulados que podrían permitir el fortalecimiento de los programas nacionales.

Información relevante adicional, según proceda

13.5. En el Segundo Informe se señalaba que muchos países seguían sin contar con estrategias nacionales y/o planes de acción para el manejo de la diversidad, y cuando los tenían no conseguían implementarlos en su totalidad. ¿Cómo se ha abordado este hecho en el país?

La falta de planes de acción al manejo de la diversidad se ha logrado abordar mediante la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura Sustentable.

13.6. En el Segundo Informe se reclamaba que muchos países debían prestar una mayor atención al desarrollo de políticas y normativa a nivel nacional en relación con la conservación, el intercambio y la utilización de RFAA, de carácter apropiado, no conflictivo y complementario, que incluyeran aspectos como las regulaciones en materia fitosanitaria, la protección de la propiedad intelectual, los derechos de los agricultores y la bioseguridad, y teniendo en consideración las necesidades e intereses de todas las partes interesadas. ¿Cómo se ha abordado este hecho en el país?

Falta una mayor coordinación entre las leyes nacionales vigentes en temas sobre conservación y uso de RFAA, acceso a recursos genéticos, propiedad intelectual y aspectos fitosanitarios. De alguna forma se ha venido trabajando con el Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENADI, La Agencia de Regulación y Control Fito

y Zoonosanitario – AGROCALIDAD, La Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación - SENESCYT y El Ministerio de Ambiente y Agua - MAE en la coordinación sobre actividades de accesos a RFAA, registro de obtenciones vegetales y certificados fitosanitarios.

Actividad prioritaria 14: Promoción y fortalecimiento de redes sobre los RFAA

Las redes facilitan el intercambio de RFAA y proporcionan una plataforma para la divulgación de información, la transferencia de tecnología, el debate científico y la colaboración en la investigación. Las redes pueden ayudar a establecer prioridades para la acción y desarrollar políticas, así como a respaldar programas nacionales.

Principales logros desde enero de 2012

14.1. Resuma los principales logros en relación con la promoción y el fortalecimiento de redes sobre los RFAA, incluyendo las redes temáticas.

Hay un retroceso en cuanto a la promoción fortaleciendo de redes en RFAA ya que REDARFIT fue eliminada y la Red TROPIGEN no ha estado en los últimos años muy activa.

El Ecuador sigue participando en varias redes temáticas principalmente de frejol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*) y cacao (*Theobroma cacao*).

Cambio y tendencias desde enero de 2012

14.2. Principales cambios y tendencias al comparar la situación actual con la presentada en el informe nacional anterior y/o en el primer ciclo de presentación de informes del Segundo PAM en cuanto a la participación del país en redes regionales de RFAA y de fitomejoramiento.

El principal cambio es la debilitación de las redes regionales de RFAA a nivel de América latina. Se siguen manteniendo algunas redes de Fito mejoramiento en maíz (*Zea mays*), cacao (*Theobroma cacao*) y arroz (*Oryza sativa*). La tendencia sobre redes de RFAA no es clara y se tendrá que definir la utilidad de dichas redes para su fortalecimiento o su desaparición.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

14.3. Describa las principales carencias y necesidades observadas con respecto a las redes nacionales, regionales o mundiales sobre RFAA y fitomejoramiento, incluyendo los problemas que afectan a la participación eficaz del país.

Falta de interés de organizaciones internacionales para apoyar redes de RFAA y Fito mejoramiento.

Falta de liderazgo para fortalecer las redes.

Falta de financiamiento para la sostenibilidad de las redes.

Información relevante adicional, según proceda

Punto a considerar:

14.4. Experiencias recientes con las redes regionales de RFAA y fitomejoramiento de cultivos, su eficacia y los principales beneficios que se obtienen de ellas.

Dado el debilitamiento de las redes no se ha identificado en los últimos años beneficios que se obtengan de la participación de los países. Es importante definir cuáles serían los beneficios de las redes con la finalidad de buscar mayor apoyo nacional e internacional que permita por medio de ellas una mayor eficiencia en la conservación y usos de RFAA y de temas de investigación tendientes a generación

de variedades mejoradas y tecnología.

Actividad prioritaria 15: Creación y fortalecimiento de sistemas amplios de información sobre los RFAA

La información fiable puede facilitar la transparencia y la racionalidad en la toma de decisiones en relación con la conservación y la utilización sostenible de los RFAA. La gestión de la información desempeña un papel fundamental en la conservación y utilización de los RFAA. Implica la recopilación, el procesamiento y la difusión de información a través de plataformas nacionales, regionales o mundiales. Un sistema de información integral debe reconocer los conocimientos indígenas tradicionales e integrarlos con el conocimiento científico moderno para desarrollar el mejor enfoque posible para la conservación y el uso de la diversidad de los RFAA preservados tanto ex situ como in situ.

Principales logros desde enero de 2012

15.1. Resuma los principales logros en relación con la creación y el fortalecimiento de sistemas amplios de información sobre los RFAA.

El Ecuador no cuenta con sistemas amplios de información de RFAA sino con sistemas locales promovidos por instituciones de investigación, universidades y organizaciones de segundo grado. En este sentido se ha difundido la información mediante redes sociales, páginas web, entrevistas a medios de comunicación y publicaciones. Además se ha avanzado por medio del Servicio Nacional de Derechos Intelectuales - SENADI en el depósito voluntario de conocimientos tradicionales de varias etnias del Ecuador.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

15.2. Cambios y tendencias significativos al comparar la situación actual de los sistemas de información de RFAA con la presentada en el informe nacional anterior y/o en el primer ciclo de presentación de informes del Segundo PAM.

Un gran avance en el conocimiento de sistemas tradicionales ha sido el depósito voluntario de varias etnias sobre su conocimiento tradicional sobre algunos productos que son parte de sus ecosistemas.

15.3. Principales cambios en relación con el número de (i) especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles in situ; (ii) variedades de los agricultores/variedades nativas en fincas de los agricultores; (iii) accesiones ex situ; y (iv) variedades autorizadas, públicamente disponibles mediante sistemas de información.

Desde el 2014, en el marco del seguimiento del Segundo Plan de Acción Mundial sobre RFAA, y posteriormente de la Meta 2.5 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el Ecuador publica anualmente en el Sistema Mundial de Información y Alerta Rápida sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura – WIEWS, el listado del germoplasma conservado ex situ a mediano y largo plazo. El cumplimiento del compromiso de informar sobre el indicador 2.5.1 de ODS ha permitido estandarizar y mejorar la calidad de la documentación de las principales colecciones ex situ del país.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

15.4. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación

con los sistemas de información integrales sobre RFAA dirigidos a especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles in situ, variedades de los agricultores/variedades nativas en fincas de los agricultores, accesiones ex situ y variedades autorizadas

Consideramos que una carencia ha sido no contar con un sistema de información de documentación integral que permita manejar la información adecuada y de acuerdo a las realidades nacionales. En este sentido se está promoviendo en el país el uso del sistema de información GRIN-Global, así como, de los sistemas de información que maneja el TIRFAA. También se están haciendo algunos acercamientos para ingresar información en GENESYS.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

15.5. Existencia de diferentes sistemas de información en el país sobre RFAA, dirigidos a especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles *in situ*, variedades de los agricultores/variedades nativas en fincas de los agricultores, accesiones ex situ y variedades autorizadas, vínculos entre dichos sistemas y disposiciones para acceder a ellos a través de un único punto de entrada. En el Ecuador no hay sistemas de información formales sobre RFAA.

15.6. Accesibilidad pública de la información incluida en el sistema nacional de información sobre RFAA. La accesibilidad todavía sigue siendo restringida por normas y leyes que no permiten que sea pública esa información.

15.7. Consideraciones y/o recomendaciones para posibles mejoras a partir de la experiencia en la contribución con información a sistemas de información públicamente disponibles a niveles internacional y/o regional.

Como se indicó anteriormente se está migrando a manejar el sistema GRIN-Global y se está definido qué información puede ser pública. Como reportado en 15.3 arriba, las principales colecciones ex situ del país se encuentran publicadas a través del WIEWS en base a un número limitado, pero significativo, de descriptores acordados a nivel internacional que cumplen con el estándar MCPD de FAO y Bioversity International para el intercambio de información sobre germoplasma. Se está también evaluando la posibilidad de ampliar dicha lista de descriptores y publicar la información sobre las colecciones del país en GENESYS.

15.8. Progresos en la estandarización de datos para mejorar el intercambio de datos y germoplasma a niveles nacional y mundial.

En el Banco de Germoplasma del INIAP está en un proceso de estandarización de datos mediante el programa CAPFITOGEN que puede ser una alternativa para mejorar la calidad de datos y solucionar errores lo cual permitirá un mejor intercambio a nivel nacional e internacional.

15.10. Prioridades establecidas para la próxima década.

Para el 2022 se tendrá toda la información de documentación del banco de germoplasma en GRIN-Global y también al sistema de información del TIRFAA.

Actividad prioritaria 16: Elaboración y fortalecimiento de sistemas de vigilancia y salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión de los RFAA

La erosión de los RFAA sucede en los campos de cultivo y en la naturaleza, pero también se puede producir en las colecciones ex situ. El concepto de sistemas de vigilancia y salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión genética abarca todas las actividades y mecanismos que contribuyen directa o indirectamente a la conservación y la utilización continua de RFAA, incluyendo sistemas de encuestas/inventarios, sistemas de monitoreo, sistemas de conservación y sistemas de información.

Principales logros desde enero de 2012

16.1. Resuma los principales logros en relación con la elaboración y el fortalecimiento de sistemas de vigilancia y salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión de los RFAA.

El Ecuador tiene una gran debilidad sobre la implantación de sistemas de vigilancia y salvaguardia, un tema que está pendiente y que no ha podido ser solucionado a nivel nacional. Se tiene solamente ciertos estudios de caso en pocas áreas geográficas que han permitido identificar materiales que están en proceso de erosión genética. El sistema de bancos de germoplasma del país, liderado por el Banco Nacional del INIA, la prospecciones y recolecciones de germoplasma que vienen realizándose a pesar de las fuertes limitaciones presupuestarias, son pilares y parte de un sistema y estrategia nacional para fortalecer la vigilancia y salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión de los RFAA. Dicho sistema todavía tiene que ser ampliado y mayormente integrado, por ejemplo, con el sistema de áreas protegidas.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

16.3. Describa las principales carencias y necesidades en la actualidad en relación con la elaboración y el fortalecimiento de sistemas de vigilancia y salvaguardia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión genética.

El Ecuador no cuenta con un sistema de vigilancia ya salvaguarda, por lo tanto es necesario una tarea conjunta del gobierno nacional, instituciones de investigación, universidades, gobiernos locales y sector privado que peritan elaborar un sistema de vigilancia sólido y eficiente.

Actividad prioritaria 17: Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos

La eficacia y la eficiencia en la conservación y la utilización de RFAA dependen en gran medida de las capacidades en materia de recursos humanos y de su continuo desarrollo. Las actividades de creación de capacidad sobre RFAA conllevan la educación y la formación interdisciplinarias en un conjunto de materias interrelacionadas, que pueden proceder de iniciativas nacionales, regionales o internacionales.

Principales logros desde enero de 2012

17.1. Resuma los principales logros en relación con la creación y el fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos.

Se ha reducido notablemente la capacidad de recursos en RFAA ya que hay una

política de estado de reducción de personal en el sector público, y en las universidades no se contemplan o no se priorizan para recursos humanos en RFAA. El principal logro que se ha tenido en el país es la capacitación en RFAA mediante una maestría en Recursos Genéticos y Biodiversidad que la dicta la Universidad Técnica del Norte UTN.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

17.2. Cambios y tendencias significativos al comparar la situación actual de la capacidad en recursos humanos con la situación presentada en el informe nacional anterior y/o en el primer ciclo de presentación de informes del Segundo PAM. Se ha dado un cambio en sentido negativo en la capacidad de recursos humanos entre los dos informes, y que en vez de tener una mayor número de recursos humanos capacitados ha habido una tendencia periódica a la disminución sostenible de dichos recursos.

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

17.3. Describa las principales carencias y necesidades actuales en el país en relación con la creación y el fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos.

Es necesario que a nivel del gobierno nacional se priorice la inversión para aumentar el número de técnicos que se dedique a la conservación y usos de RFAA en todas las instituciones que tienen que ver en este tema.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

17.8. Colaboración con universidades e instituciones de investigación nacionales para la creación o fortalecimiento de las capacidades del personal.

Maestría en Biodiversidad y Recursos Genéticos de la Universidad Técnica del Norte.

Esta maestría tiene como objetivo fortalecer las capacidades de los profesionales en la gestión y conservación de la agro-biodiversidad andina, enfocándose a aspectos teóricos, prácticos y humanos que faciliten el óptimo tratamiento de la situación actual de este patrimonio natural, también les ayudará a prepararse para enfrentar y resolver problemas relacionados a la seguridad alimentaria, estabilidad ambiental y social con el uso de técnicas y prácticas de gestión y conservación de los recursos.

Plan de estudios para la mención en Recursos Filogenéticos y de microorganismos asociados:

I SEMESTRE:

A) Agro ecosistemas: aspectos técnicos y de legislación. B) genética aplicada a la gestión de los recursos genéticos. C) Biotecnología aplicada a los recursos genéticos. D) economía de la conservación. E) Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión de los recursos genéticos.

II SEMESTRE:

A) Seminario “cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria”. B) Sistemática vegetal aplicada a los recursos fitogenéticos y de microorganismos. C) Fisiología vegetal aplicada a los recursos fitogenéticos. D) Manejo de recursos genéticos de Plantas y microorganismos. E) Metodología de investigación.

III SEMESTRE:

A) Técnicas de conservación de recursos genéticos de plantas y microorganismos. B) Seminario “normativas sobre el depósito, conservación e intercambio de cepas.

Propiedad de las cepas microbianas”. C) Seminario “documentación de recursos genéticos de plantas y microorganismos”. D) Producción y comercialización de productos derivados de los recursos genéticos andinos”. E) Trabajo de titulación.

Actividad prioritaria 18: Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los RFAA

La sensibilización es fundamental para movilizar la opinión pública y para generar y mantener una acción política adecuada a nivel nacional, regional e internacional. Los programas de sensibilización pública deben llevarse a cabo de manera continua para asegurar un financiamiento adecuado de la mejora de la infraestructura y el desarrollo de los recursos humanos en los programas nacionales de RFAA.

Principales logros desde enero de 2012

18.1. Resuma los principales logros en relación con la sensibilización pública sobre la importancia de los RFAA, resaltando las principales iniciativas de sensibilización pública implementadas, así como los productos más relevantes que se hayan desarrollado.

En la última década se ha logrado pasos relevantes en la sensibilización de la importancia de los RFAA en varios niveles como: poder legislativo, medios de comunicación, consumidores, organizaciones de segundo grado, universidades, mediante: reuniones, ferias gastronómicas, ferias de semillas, videos institucionales, páginas web, redes sociales, etc. Producto de esta sensibilización hay un mayor número de consumidores principalmente urbanos que están buscando y consumiendo productos de especies nativas infrautilizadas como la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), melloco (*Ullucus tuberosus*), papas nativas de colores (*Solanum*), borjón (*Alibertia patinoi*), arazá (*Eugenia stipitata*), uvilla (*Physalis peruviana*), entre otras.

Cambios y tendencias desde enero de 2012

18.2. Cambios y tendencias significativos al comparar la situación actual de la sensibilización pública con la presentada en el informe nacional anterior y/o en el primer ciclo de presentación de informes del Segundo PAM.

Como se había indicado, en la última década hay una mayor demanda de productos con características de alta proteína como la quinua (*Chenopodium quinoa*) y el amaranto (*Amaranthus* sp.), antioxidantes como las papas nativas (*Solanum tuberosum*) y el maíz negro (*Zea mays*), vitaminas como frutales altoandinos y amazónicos, energizantes como la guayusa (*Ilex guayusa*).

Carencias y necesidades en diciembre de 2019

18.3. Describa las principales carencias y/o necesidades que existen en el país en relación con la sensibilización pública sobre el valor de los RFAA y su programa nacional, incluyendo el adecuado manejo de especies silvestres afines de las cultivadas y especies silvestres comestibles, la diversificación de cultivos y la nutrición, la adaptación de la agricultura a los cambios en el ambiente, a reducir el impacto ambiental de la agricultura y a responder a los desafíos de la producción en el futuro, entre otros.

Las especies silvestres emparentadas a los cultivos y las especies silvestres comestibles son una tarea que se tiene para el futuro en el sentido de una mayor

promoción y sensibilización ya que no son conocidas por la sociedad en general. Se debe promover los RFAA nativos en un mayor número de medios de comunicación masivos y de la importancia para la nutrición de la población, más aún que en la actualidad el Ecuador tiene una tasa de desnutrición de las más alta en América Latina.

Es necesario en las zonas de la costa ecuatoriana una mayor sensibilización en el manejo de los cultivos hacia una agricultura sustentable.

Información relevante adicional, según proceda

Puntos a considerar:

18.4. En el Segundo Informe se indica que la sensibilización pública sobre las especies y variedades cultivadas locales puede contribuir a crear una amplia base de apoyo mediante contactos personales, intercambios de grupos, ferias de diversidad, festivales de poesía, música y teatro, y el uso de medios de comunicación locales e internacionales. ¿Ha sucedido esto en el país?

Como se indicó anteriormente se han realizado una serie de estrategias para mejorar la sensibilización como:

1. Ferias de intercambio de semillas
2. Ferias gastronómicas
3. Guías de educación en RFAA
4. Agroturismo
5. Ferias de artesanías con productos de los RFAA
6. Ferias de emprendimientos
7. Ferias de comercialización
8. Videos promocionales
9. Entrevistas por medios de comunicación y redes sociales
10. Empresas agroindustriales con productos de la Agrobiodiversidad
11. Chacras biodiversas

Conclusiones:

- El presente informe proporciona información que permite establecer de forma cualitativa el nivel de implementación en el Ecuador del Segundo Plan Acción Mundial de los RFFA.
- Permite identificar fortalezas y debilidades en las diferentes áreas y establecer planes nacionales para una implementación integral de todas las áreas y actividades.

Recomendaciones:

Fortalecer a las capacidades de los puntos focales nacionales para poder recabar la información de las diferentes instituciones públicas y privadas que trabajan en la conservación, manejo y uso de los RFAA.

Referencias:

- FAO. (2012). *Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Filogenéticos para la Agricultura y la Alimentación*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i2624/i2624s00.pdf>

Actividad 5:

Título: La Agrobiodiversidad y aspectos nutricionales en incas representativas del proyecto “Sello de la Agrobiodiversidad Familiar Campesina: comercialización asociativa e inclusiva en la frontera norte del Ecuador”

Responsables: César Tapia, Álvaro Monteros, Marcelo Tacán, Nelly Paredes

Colaboradores: IICA

Antecedentes:

La agrobiodiversidad es fundamental para los seres humanos, debido a que constituye un suministro de alimentos para la seguridad y soberanía alimentaria de los pueblos; además, conserva en equilibrio los sistemas de producción con controladores biológicos y mantiene a los agentes polinizadores, lo que repercute positivamente en un incremento de la producción; a su vez, es un conector de paisajes que cumplen con otros impactos ecológicos positivos en la naturaleza. En definitiva, la agrobiodiversidad suple las necesidades nutricionales, económicas, ecológicas y sociales de la población (Cromwell et al., 2001).

Se debe mencionar que el ser humano usa una reducida cantidad de especies vegetales, pese a que son muchas las que están todavía disponibles y que podrían aportar a la dieta básica de las familias. Es así que el 90 % del consumo de alimentos se sustenta en apenas 15 especies de plantas (como maíz, papa, trigo y arroz) de las 270 000 existentes, lo cual demuestra que la base alimenticia de la humanidad es muy reducida (González, 2002). El segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO menciona que la erosión genética sigue avanzando en muchos países del mundo; entre las causas está el reemplazo de las variedades nativas o tradicionales por otras comerciales establecidas mayormente en monocultivos, la apertura de la frontera agrícola, pérdida o contaminación de las cuencas hidrográficas, cambios en los hábitos alimenticios, la degradación del medio ambiente, grandes áreas establecidas con monocultivos, grandes áreas de pastizales degradados, presencia de nuevos patógenos, y dependencia de insumos externos, lo que provoca una pérdida o erosión acelerada de los cultivos.

Es así que la agrobiodiversidad debe ser conservada por ser alimento para los seres humanos, lo cual contribuye al bienestar y desarrollo de los pueblos (Lobo, 2008). Además, los agricultores históricamente son poseedores de un conocimiento milenario sobre el manejo, cuidado y siembra de la agrobiodiversidad; este hecho es requisito fundamental para recuperar y revalorizar esta amalgama de especies vegetales que cultivan los agricultores en Ecuador.

El estudio de la agrobiodiversidad en las provincias de Esmeraldas, Carchi y Sucumbíos permitió entender el conocimiento tradicional y saber local de las comunidades con las que están vinculado el proyecto FIEDS-04-2019, proyecto sello de la AFC: Comercialización Asociativa e Inclusiva en la Frontera Norte del Ecuador. Este estudio se realizó desde el enfoque holístico para recopilar los datos generales de la finca, aspectos sociales de productor, sistema productivo, tipo de usos y aprovechamiento de los cultivos, sistema de cultivo en la finca, sistema de aprovechamiento y manejo, sistema socio-organizativo y asistencia técnica.

Objetivo:

Realizar una compilación y difusión de las principales especies presentes en los sistemas de producción de la zona norte ecuatoriana con las familias vinculadas al proyecto FIEDS-IICA y la identificación de especies subutilizadas promisorias desde el punto de vista de potencial de mercado y capacidad nutricional.

Metodología:

Inventario de la agrobiodiversidad

En primera instancia se ejecutaron tres talleres, uno por provincia; en el caso de las provincias de Esmeraldas y Carchi, se ejecutó un taller presencial para la identificación preliminar de especies de potencial comercial en las asociaciones de influencia del proyecto, mientras que, en la provincia de Sucumbíos, se desarrolló un taller telemático.

Para el inventario de la agrobiodiversidad nativa en fincas del proyecto, se buscó información secundaria disponible en internet en estudios previos de la región, y en fuentes de información primaria a través de consultas con funcionarios públicos de los Gobiernos Provinciales y Parroquiales. La información de los cultivos y su variabilidad presente en fincas fue recolectada en campo mediante un método dirigido, lo que permitió realizar observaciones y entrevistas a los diferentes beneficiarios del proyecto FIEDS ejecutado por IICA. En todas las fincas se realizó una visita guiada por técnicos de los Gobiernos Provinciales, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y coordinadores en las tres provincias, quienes facilitaron el acceso a las fincas de los agricultores, con el fin de aplicar las encuestas y obtener la foto-documentación para conocer los cultivos que tenían en sus fincas, de acuerdo a la diversidad de las especies presentes en los sistemas de producción.

Se realizaron inventarios de agrobiodiversidad vegetal mediante metodologías que permitieron el protagonismo de agricultores y técnicos de las instituciones socias para la identificación de las especies durante los recorridos hechos en cada sistema de producción; de esta manera, se logró una efectiva socialización de las plantas usadas para la alimentación, lo cual fue debidamente documentado. Todo lo realizado buscó identificar al menos cuatro especies con

potencial, que fueron evaluadas mediante análisis fisicoquímico y nutricional, para la búsqueda de encadenamiento de mercados en las tres provincias.

Caracterización ecogeográfica de las fincas visitadas

Para poder conocer las características bioclimáticas, edáficas y geofísicas de las fincas visitadas en las provincias de Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos, se utilizó el Programa CAPFITOGEN (Parra-Quijano, 2015) y las siguientes herramientas:

- 1) **Testable**, que permite conocer los posibles errores encontrados en la tabla de pasaporte de entrada.
- 2) **Geoqual**, que posibilita medir la calidad de los datos de georreferenciación.
- 3) **Ecogeo**, que sirve para realizar la caracterización ecogeográfica de las fincas visitadas utilizando las siguientes variables: temperatura media anual, rango de temperatura media, precipitación media anual, estacionalidad de la precipitación, altitud, pendiente, pH, carbón orgánico, y porcentaje de arcilla, limo, grava y arena. La información fue extraída de las siguientes bases de datos: Worldclim (<http://www.worldclim.org> 30 arc-sec-onds resolution), Ministerio de Agricultura y Ganadería (<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>), Shuttle Radar Topography Mission (<http://srtm.csi.cgiar.org/>) y Manual CAPFITOGEN vr. 2.0 (Parra-Quijano et al., 2015; <http://www.capfitogen.net/es/programa/>).

La información generada a partir de la caracterización ecogeográfica es una matriz de datos donde las filas corresponden a las fincas en evaluación y las columnas, a las variables ecogeográficas. A partir de esta base de datos, se realizó un análisis estadístico (InfoStat/Profesional versión 2017 [Di Rienzo et al., 2011]) para identificar la variación interna en las fincas de cada provincia. Para variables cuantitativas, se empleó la media, desviación estándar, mínima y máxima; en cambio, para variables cualitativas, se calcularon las frecuencias absolutas y relativas en las fincas de cada provincia.

Priorización de especies por provincia

Para la selección de las especies por provincia, se utilizó la siguiente metodología:

1. Se realizaron tres talleres presenciales/virtuales con la participación de los coordinadores del proyecto, además de personal técnico del MAG, prefecturas y agricultores.
2. En los talleres, se desarrolló la presentación del proyecto e introducción sobre la importancia de la agrobiodiversidad.
3. La selección de las posibles especies priorizadas se realizó mediante 13 preguntas o criterios, las cuales tenían una ponderación y calificación que los agricultores iban dando a cada especie enlistada por ellos.
4. Tras el ejercicio, se realizó la valoración de cada una de las especies utilizando los 13 criterios.

5. Producto de la valoración, se identificó un grupo de 15 potenciales especies a ser validadas en campo.
6. En las fincas de agricultores, de los 15 materiales identificados, se eligieron 4 especies promisorias tomando en cuenta:
 - a. Presencia en las fincas de los agricultores,
 - b. Cantidad de plantas o superficie sembrada,
 - c. Importancia económica y nutricional,
 - d. Especies nativas subutilizadas; y,
 - e. Ausencia de un proceso de comercialización en curso.

Resultados:

Ubicación de las fincas

La ubicación de las fincas encuestadas en las tres provincias se puede observar en la Figura 84, donde se detalla la información administrativa de las fincas visitadas. En la provincia de Carchi, se visitaron 17 fincas pertenecientes a 4 cantones y 7 parroquias. En la provincia de Esmeraldas, se visitaron 28 fincas en 7 cantones y 15 parroquias, y en la provincia de Sucumbíos se visitaron 14 fincas pertenecientes a 4 cantones y 9 parroquias.

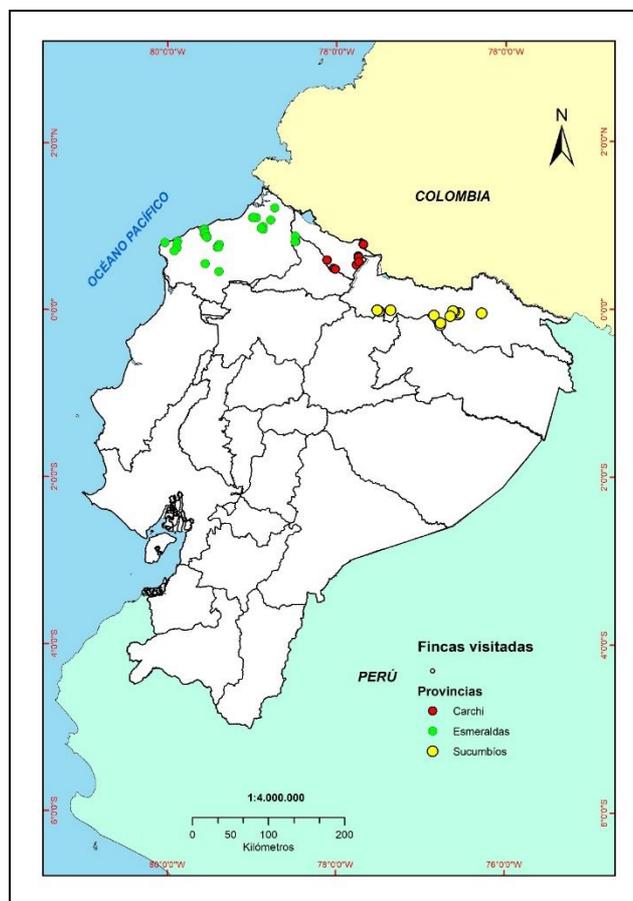


Figura 84.

Fincas visitadas para el inventario de la agrobiodiversidad en las provincias de Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos, 2021.

Inventario de agrobiodiversidad

En este estudio, se realizaron inventarios de agrobiodiversidad vegetal mediante metodologías que permitieron la interacción entre agricultores y técnicos de las instituciones socias para la identificación de las especies; de esta manera, se logró una efectiva sistematización y documentación de la agrobiodiversidad utilizada para la alimentación. Este proceso permitió identificar al menos cuatro especies potenciales por provincia desde el punto de vista agrícola, nutricional y de mercado. A continuación, se describe los resultados del inventario de la agrobiodiversidad en las provincias objeto del estudio.

Carchi

En la Tabla 14, se observan 21 especies de granos, tubérculos, raíces y frutales andinos que fueron identificados en los sistemas de producción.

Tabla 14.

Lista de agrobiodiversidad con nombres científicos, usos y hábitos de crecimiento. Carchi, 2021.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Uso	Hábito
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	AH	Arbóreo
Ají: pica rico, redondo, rocoto, zanahoria	<i>Capsicum sp.</i>	SOLANACEAE	AH, Cn, Me	Herbáceo
Amaranto	<i>Amaranthus sp.</i>	AMARANTHACEA	AH	Herbáceo
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	CONVOLVULACEA	AH, AA	Herbáceo
Chamburo	<i>Carica pubescens</i>	CARICACEA	AH	Arbóreo
Chocho	<i>Lupinus mutabilis</i>	FABACEAE	AH	Herbáceo
Cítricos	<i>Citrus sp.</i>	RUTACEA		
Fréjol leche	<i>Phaseolus vulgaris</i>	FABACEAE	AH	Herbáceo
Hortalizas: lechuga, zanahoria, acelga, col	<i>Lactuca sativa,</i> <i>Daucus carota,</i> <i>Beta vulgaris var. cicla,</i> <i>Brassica oleracea var. capitata</i>		AH, AA	Herbáceo Herbáceo
Jícama	<i>Smallanthus sonchifolia</i>	COMPOSITAE	AH, Me	Herbáceo

Mashua	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	TROPEOLACEA	AH, AA	Herbáceo
Melloco	<i>Ullucus tuberosus</i>	BASELLACEAE	AH, AA	Herbáceo
Maíz	<i>Zea mays</i>	GRAMINACEA	AH, AA	Herbácea
Mora con y sin espinas	<i>Rubus glaucus</i>	ROSACEAE	AH	Herbáceo
Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>	OXALIDACEA	AH, AA	Herbáceo
Papa: amarilla, botella, chaucha, chola, negra, pera, ratona, violeta nativa	<i>Solanum tuberosum</i>	SOLANACEAE	AH	Herbáceo
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>	CHENOPODEACEAE	AH	Herbáceo
Sambo	<i>Cucurbita ficifolia</i>	CUCURBITACEA	AH, AA	Herbáceo
Taxo	<i>Passiflora edulis</i>	PASSIFLORACEA	AH	Herbáceo
Uvilla	<i>Physalis peruviana</i>	SOLANACEAE	AH	Herbáceo
Z. Blanca	<i>Arracacha zanthorrhiza</i>	APIACEAE	AH, AA	Herbáceo

AH: Alimentación Humana; AA: Alimentación Animal; Cn: Condimento; Me: Medicinal

Esmeraldas

En la Tabla 15, se presentan 52 especies que se identificaron en los sistemas de producción visitados; puede notarse una gran biodiversidad en granos, tubérculos, raíces y frutales.

Tabla 15.

Lista de agrobiodiversidad con nombres científicos, usos y hábitos de crecimiento. Esmeraldas, 2021.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Uso	Hábito
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	BIXACEAE	Cn	Arbóreo
Achiotillo	<i>Nephelium lappaceum</i>	SAPINDACEAE	AH	Arbóreo
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	AH	Arbóreo

Ají: picante, peludo	<i>Capsicum</i> sp.	SOLANACEAE	Cn	Herbáceo
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	MYRTACEAE	AH	Arbóreo
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	POACEAE	AH	Herbácea
Bore	<i>Xanthosoma</i> sp.	ARACEAE	AH, AA	Herbáceo
Borojó	<i>Borojoa patinoi</i>	RUBIACEAE	AH	Arbóreo
Cacao nacional	<i>Theobroma cacao</i>	MALVACEAE	AH	Arbóreo
Caimito	<i>Chrysophyllum caimito</i>	SAPOTACEAE	AH	Arbóreo
Caña	<i>Saccharum officinarum</i>	POACEAE	AH	Herbácea
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	OXALIDACEAE	AH	Arbóreo
Carguero	No determinado	---	---	---
Chillangua	<i>Eryngium foetidum</i>	APIACEAE	Cn	Herbáceo
Chirimoya	<i>Annona squamosa</i>	ANNONACEAE	AH, AA	Arbóreo
Chirarán, albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	LAMIACEAE	AH, Cn, Me	Herbáceo
Chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i>	ARECACEAE	AH, AA	Palma
Cúrcuma	<i>Curcuma longa</i>	ZINGIBERACEAE	Cn	Herbáceo
Fréjol palo	<i>Cajanus cajan</i>	FABACEAE	AH	Herbáceo
Fruta del pan	<i>Artocarpus altilis</i>	MORACEAE	AH, AA	Arbóreo
Guaba	<i>Inga edulis</i>	FABACEAE	AH	Arbóreo
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	ANNONACEAE	AH	Arbóreo
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE	AH,	Arbóreo

			AA	
Guayabilla	<i>Eugenia victoriana</i>	MYRTACEAE	AH	Arbóreo
Güinul	<i>No determinado</i>	---	---	---
Haba pallar	<i>Phaseolus lunatus</i>	FABACEAE	AH, AA	Herbáceo
Limón	<i>Citrus limon</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Maíz	<i>Zea mays</i>	POACEAE	AH, AA	Herbáceo
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Mango	<i>Mangifera indica</i>	ANACARDEACEAE	AH	Arbóreo
Mangostán	<i>Garcinia mangostana</i>	CLUSIACEAE	AH	Arbóreo
Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>	PASSIFLORACEAE	AH	Arbustivo
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	ANACARDIACEAE	AH	Arbóreo
Mate	<i>Crescentia cujete</i>	BIGNONIACEAE	AA	Arbóreo
Melón de árbol	<i>No determinado</i>	---	AH	Arbóreo
Naranja	<i>Citrus x sinensis</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>	SOLANACEAE	AH, AA	Herbáceo
Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	RUBIACEAE	AH	Arbustivo
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	LAMIACEAE	AH	Herbáceo
Palma de coco	<i>Cocos nucifera</i>	ARECACEAE	AH, AA	Palma
Palma real	<i>Roystonea regia</i>	ARECACEAE	AA	Palma
Palmicha, asaí	<i>Euterpe oleracea</i>	ARECACEAE	AH, AA	Palma
Papaya	<i>Carica papaya</i>	CARICACEAE	AH, AA	Arbóreo

Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	CUCURBITACEAE	AH, AA	Herbáceo
Plátano	<i>Musa sp.</i>	MUSACEAE	AH, AA	Hierba gigante
Sacha inchi	<i>Plukenetia volubilis</i>	EUPHORBIACEAE	AH	Herbáceo
Salá	<i>Shorea robusta</i>	DIPTEROCARPACEAE		
Toronja	<i>C. x paradisi</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Zapote negro	<i>Pouteria sapota</i> o <i>Diospyros nigra</i>	MALVACEAE	AH	Arbustivo
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	EUPHORBIACEAE	AH, AA	Herbáceo
Zapallos y zapallo amarillo	<i>Cucurbita maxima</i>	CUCURBITACEAE	AH, AA	Herbáceo

AH: Alimentación Humana; AA: Alimentación Animal; Cn: Condimento; Me: Medicinal

Sucumbíos

En la Tabla 16, se detallan 80 especies que se identificaron en las fincas visitadas; destaca que son principalmente raíces, frutales, condimentos y hortalizas.

Tabla 16.

Lista de agrobiodiversidad con nombres científicos, usos y hábitos de crecimiento. Sucumbíos, 2021.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Uso	Hábito
Acelga	<i>Beta vulgaris</i> var. cicla	AMARANTHACEAE	AH, AA	Herbáceo
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	BIXACEAE	Cn	Arbóreo
Achotillo	<i>Nephelium lappaceum</i>	SAPINDACEAE	AH, AA	Arbóreo
Aguacate (verde, morado)	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	AH	Arbóreo

Ají (alargado, redondo)	<i>Capsicum sp.</i>	SOLANACEAE	Cn	Herbáceo
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	LAMIACEAE	AH, Cn, Me	Herbáceo
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	MYRTACEAE	AH	Arbóreo
Badea	<i>Passiflora quadrangularis</i>	PASSIFLORACEAE	AH	Arbustivo
Barbasco rastrero	<i>Caryocar glabrum</i>	CARYOCARACEA	Me	Rastrero
Bilimbí	<i>Averrhoa bilimbi</i>	OXALIDACEAE	AH	Arbóreo
Borojó	<i>Borojoa patinoi</i>	RUBIACEAE	AH	Arbóreo
Cafetillo	---	---	---	---
Caimito	<i>Pouteria caimito</i>	SAPOTACEAE	AH	Arbóreo
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	POACEAE	AH	Herbáceo
Carachupa panga	No determinado	---	---	---
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	OXALIDACEAE	AH	Arbóreo
Cebolla blanca larga	<i>Allium fistulosum</i>	LILIACEAE	AH	Herbáceo
Cebollín	<i>Allium schoenoprasum</i>	AMARYLLIDACEAE	Cn	Herbáceo
Chicle	<i>Lacmelia spp.</i>	APOCYNACEAE	AH	Arbóreo
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	ANNONACEAE	AH	Arbóreo
Chontaduro (amarillo, rojo, naranja, blanco con y sin espinas)	<i>Bactris gasipaes</i>	ARECACEAE	AH, AA	Palma
Chontilla/achupar	<i>Bactris maraja</i>	ARECACEAE	AH, AA	Palma
Cidra	<i>Sechium edule</i>	CUCURBITACEAE	AH, AA	Herbáceo
Cilantro amazónico	<i>Eryngium foetidum</i>	APIACEAE	Cn*	Herbáceo

Ciruelo mango	<i>Spondias purpurea</i>	ANACARDIACEAE	AH, AA	Arbóreo
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	ARECACEAE	AH, AA	Palma
Col	<i>Brassica oleracea</i>	BRASSICACEAE	AH, AA	Herbáceo
Cúrcuma	<i>Curcuma longa</i>	ZINGIBERACEAE	Cn	Herbáceo
Fréjol largo	<i>Phaseolus vulgaris</i>	FABACEAE	AH, AA	Herbáceo
Fruta de pan	<i>Antocarpus altilis</i>	MORACEAE	AH, AA	Arbóreo
Fruta milagrosa	<i>Synsepalum dulcificum</i>	SAPOTACEAE	AH	Arbóreo
Guanábana (de dos tipos)	<i>Anona muricata</i>	ANNONACEAE	AH, AA	Arbóreo
Guayaba (blanca, roja y rosada)	<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE	AH, AA	Arbóreo
Guayusa	<i>Ilex guayusa</i>	AQUIFOLIACEAE	AH	Arbóreo
Guineo (seda, morado, mata serrano)	<i>Musa x paradisiaca</i>	MUSACEAE	AH, AA	Hierba gigante
Hierbaluisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	POACEAE	Cn	Herbáceo
Hierbita	<i>Coriandrum sativum</i>	APIACEAE	Cn	Herbáceo
Jack-fruit	<i>Artocarpus hetherophillus</i>	MORACEAE	AH, AA	Arbóreo
Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	ZINGIBERACEAE	AH, AA	Herbáceo
Jigacho	<i>Vasconcellea stipulata</i>	CARICACEAE	AH	Arbustivo
Jirón	<i>Sicana odorifera</i>	CUCURBITACEAE	AH	Herbáceo
Limón vejiga	<i>Citrus latifolia</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Limón bicolor	<i>Citrus aurantifolia</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Limón chino	<i>Citrus aurantifolia</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo

Limón mandarina	<i>Citrus limonia</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Limón meyer	<i>Citrus aurantifolia</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Limón sutil	<i>Citrus aurantifolia</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Madroño	<i>Rheedia acuminata</i>	CLUSIACEAE	AH	Arbóreo
Maíz tusilla	<i>Zea mays</i>	POACEAE	AH, AA	Herbáceo
Malanga morada	<i>Colocasia esculenta</i>	ARACEAE	AH, AA	Herbáceo
Mandarina (semilla e injertas)	<i>Citrus reticulata</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Mango	<i>Manguifera indica</i>	ANACARDIACEAE	AH, AA	Arbóreo
Maní (morado)	<i>Arachis hypogaea</i>	FABACEAE	AH, AA	Herbáceo
Maracuyá roja y amarilla	<i>Passiflora edulis</i>	PASSIFLORACEAE	AH	Arbustivo
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	ANACARDIACEAE	AH	Arbóreo
Mora	<i>Rubus ulmifolius</i>	ROSACEAE	AH, AA	Herbáceo
Morete	<i>Mauritia flexuosa</i>	ARECACEAE	AH, AA	Arbóreo
Mucuna	<i>Mucuna pruriens</i>	FABACEAE	AH	Herbáceo
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>	SOLANACEAE	AH	Arbustivo
Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	RUBIACEAE	AH	Arbustivo
Orito (<i>baby banana</i>)	<i>Musa acuminata</i> AA	MUSACEAE	AH, AA	Hierba gigante
Papa aérea	<i>Dioscorea sp.</i>	DIOSCOREACEAE	AH	Arbustivo
Papa china	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	ARACEAE	AH, AA	Herbáceo
Papaya	<i>Carica papaya</i>	CARICACEAE	AH, AA	Arbóreo

Patas	<i>Theobroma bicolor</i>	MALVACEAE	AH, AA	Arbóreo
Pepinillo	<i>Cucumis sativus</i>	CUCURBITACEAE	AH, AA	Herbáceo
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i>	SOLANACEAE	AH	Herbáceo
Piña	<i>Ananas comosus</i>	BROMELIACEAE	AH, AA	Herbáceo
Pitahaya roja	<i>Hylocereus megalanthus</i>	CACTACEAE	AH, AA	Herbáceo
Plátano (maqueño, barraganete, dominico, hartón)	<i>Musa paradisiaca</i>	MUSACEAE	AH, AA	Hierba gigante
Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i>	MYRTACEAE	AH, AA	Arbóreo
Tapioca	No determinada	---	---	---
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	SOLANACEAE	AH, AA	Herbáceo
Toronja (blanca, rojo por semilla e injerta)	<i>Citrus grandis</i>	RUTACEAE	AH	Arbóreo
Uva de árbol	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	URTICACEAE	AH, AA	Arbóreo
Vainita	<i>Phaseolus vulgaris</i>	FABACEAE	AH, AA	Herbáceo
Yuca (blanca y amarilla)	<i>Manihot esculenta</i>	EUPHORBIACEAE	AH, AA	Herbáceo
Zapallo	<i>Citrullus lanatus</i>	CUCURBITACEAE	AH	Arbustivo
Zapote	<i>Quararibea cordata</i>	MALVACEAE	AH	Arbustivo

AH: Alimentación Humana; AA: Alimentación Animal; Cn: Condimento; Me: Medicinal

Caracterización ecogeográfica de las fincas visitadas

En la Tabla 17 se observa las variables bioclimáticas, edáficas y geofísicas, indicando la cantidad de fincas, la media, desviación estándar, y valores mínimos y máximos para las tres provincias del estudio.

En la provincia de Carchi se verifican fincas con rangos entre 1.584 y 2.957 msnm. La temperatura anual está entre 11,5 y 19,2 °C, y la precipitación se da entre 592 y 1.053 mm al año. En relación a datos edáficos, se detectó que el pH está en

rangos entre 5,2 y 6,2; es decir, entre ácido y ligeramente ácido, con textura compuesta en mayor porcentaje por arena y limo.

En la provincia de Esmeraldas se observan fincas con rangos altitudinales entre 9 y 1.518 msnm. La temperatura anual va desde 19,0 hasta 26,0 °C, y la precipitación se encuentra entre 881 y 3.308 mm al año. En lo que respecta a datos edáficos, se determinó que el pH está en rangos entre 4,3 y 7,7; es decir, entre muy ácido y ligeramente alcalino, con textura compuesta en mayor porcentaje por limo.

En la provincia de Sucumbíos, las fincas estudiadas se encuentran en rangos entre 248 y 1.366 msnm. La temperatura anual está entre 19,9 y 25,1 °C, mientras que la precipitación está entre 3.021 y 3.926 mm al año. En lo referente a datos edáficos, se detectó que el pH está en rangos entre 4,5 y 5,3; es decir, entre muy ácido y ácido, con textura compuesta en mayor porcentaje por limo y arcilla.

Tabla 17.

Resumen de variables cuantitativas en fincas visitadas, por provincia, 2021.

Provincia	Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Carchi	Estacionalidad precipitación	17	33,47	5,54	25,00	44,00
	Precipitación promedio anual	17	939,24	135,85	592,00	1053,00
	Rango de temperatura anual	17	11,81	0,50	11,50	13,30
	Temperatura promedio anual	17	13,74	3,16	11,50	19,20
	Porcentaje de arcilla	17	10,24	2,54	3,00	12,00
	Porcentaje de arena	17	47,18	9,22	40,00	60,00
	Porcentaje de grava	17	10,59	6,26	0,00	19,00
	Porcentaje de limo	17	42,59	7,74	31,00	49,00
	pH	17	5,52	0,43	5,20	6,20
	Altitud	17	2564,65	546,87	1584,00	2957,00
Esmeraldas	Estacionalidad precipitación	28	55,64	19,63	28,00	85,00
	Precipitación promedio anual	28	1838,21	698,44	881,00	3308,00
	Rango de temperatura anual	28	8,96	0,80	7,60	10,90
	Temperatura promedio anual	28	24,94	1,37	19,00	26,00
	Porcentaje de arcilla	28	26,39	13,20	3,00	56,00
	Porcentaje de arena	28	39,43	20,85	8,00	72,00
	Porcentaje de grava	28	3,75	3,68	0,00	9,00
	Porcentaje de limo	28	34,18	13,48	20,00	5,00
	pH	27	5,85	1,09	4,30	7,70
	Altitud	28	179,57	294,12	9,00	1518,00
Sucumbíos	Estacionalidad precipitación	14	17,00	1,75	12,00	19,00
	Precipitación promedio anual	14	3519,93	190,76	3021,00	3926,00
	Rango de temperatura anual	14	11,29	0,33	11,00	12,20
	Temperatura promedio anual	14	24,01	1,66	19,90	25,10
	Porcentaje de arcilla	14	31,00	18,53	18,00	59,00
	Porcentaje de arena	14	35,86	16,39	11,00	47,00
	Porcentaje de grava	14	1,07	1,33	0,00	3,00
	Porcentaje de limo	14	33,14	2,21	30,00	35,00
	pH	14	4,71	0,33	4,50	5,30
	Altitud	14	446,07	365,07	248,00	1366,00

La Tabla 18 indica las variables cualitativas y sus frecuencias, tanto absolutas como relativas. En la provincia de Carchi, las fincas visitadas están en pendiente que van desde planas a suaves y, principalmente, con carbón orgánico alto. En Esmeraldas, la variable pendiente se cataloga como plana y en la mayoría de las fincas el carbón orgánico fue muy bajo. En Sucumbíos la pendiente fue similar que en Esmeraldas y el carbón orgánico fue un poco superior a las fincas de Esmeraldas, sin embargo, sigue siendo bajo.

Tabla 18.

Frecuencias de variables cualitativas en fincas visitadas por provincia, 2021.

Provincia	Variable	Categoría	F.A.	F.R.
Carchi	Pendiente	Plana	4	0,24
		Muy suave	12	0,70
		Suave	1	0,06
	Carbón orgánico	Muy bajo	4	0,24
		Alto	13	0,76
Esmeraldas	Pendiente	Plana	26	0,93
		Muy suave	2	0,07
	Carbón orgánico	Muy bajo	18	0,64
		Bajo	2	0,07
		Medio	8	0,29
Sucumbíos	Pendiente	Plana	12	0,86
		Muy suave	2	0,14
	Carbón orgánico	Bajo	14	1,00

Especies priorizadas

Especies priorizadas para la provincia de Carchi

De acuerdo con la priorización de especies por parte de los agricultores en el taller inicial y las visitas a las fincas, se identificaron coincidencias en los cultivos de ají, uvilla y zanahoria blanca que deberían ser las tres primeras especies priorizadas. Carchi es una provincia en la que, mayormente, los trabajos agrícolas están enfocados en el monocultivo de la papa, principalmente de la variedad “superchola”, con pequeños huertos con cultivos como los de aguacate, cítricos, camote, entre otros.

Siguiendo los lineamientos y objetivos del estudio, en los que se solicitaba priorizar especies subutilizadas que no tienen canales de comercialización ni mercados, a pesar de que no existe superficie sembrada al momento de realizar las encuestas, se sugiere que se considere en la priorización a la quinua, mashua, jícama y camote (Tabla 19) por sus características nutricionales que ayudarán a mejorar la dieta de las familias. La quinua tiene un alto contenido de proteína, la mashua se usa para la prevención de cáncer de próstata, la jícama contiene inulina

que es un azúcar apto para diabéticos, y el camote tiene función inmunológica que previene el daño vascular y cardíaco.

Una de las ventajas agronómicas de la quinua tunkahuan, mashua zapallo, jícama de carne amarilla y camote toquesita es que son variedades tradicionales y mejoradas anuales, lo que facilitaría la obtención de rendimiento para la cadena de mercado y valor agregado de las familias productoras de la provincia.

Tabla 19.

Cultivos priorizados para la provincia de Carchi. INIAP, 2021.

Cultivos	Fotodocumentación
<p>Uvilla (<i>Physalis peruviana</i>)</p>	
<p>Ají pica rico y rocoto (<i>Capsicum</i> sp.)</p>	
<p>Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)</p>	
<p>Zanahoria blanca (<i>Arracacha xanthorrhiza</i>)</p>	

Camote
(*Ipomoea batatas*)



Mashua
(*Tropaeolum tuberosum*)



Jícama
(*Smallanthus sonchifolius*)



Especies priorizadas para la provincia de Esmeraldas

Los cultivos que tienen mayor producción en las fincas visitadas son: aguacate, zapote negro, pimiento, maracuyá, mango, guayaba, guanábana, guaba, fruta de pan y chirimoya. Sin embargo, de estos cultivos, solamente tres (chillangua, guayaba y fruta de pan) coinciden con la lista priorizada que se desarrolló en el taller inicial, seguramente porque no hubo una numerosa presencia de agricultores en dicho taller. Descartando los cultivos que ya tienen un proceso continuo de comercialización y buscando otros cultivos con aportes nutricionales y de salud, se han priorizado los cultivos que se detallan en la Tabla 20. En relación con el palmiche y chillangua, fue difícil calcular la superficie o número de plantas que tenían los agricultores; sin embargo, en el caso de chillangua, es una planta generosa que crece espontáneamente y su ciclo de cultivo es corto, lo que facilita la obtención de materia prima en un período de 3 a 4 meses.

Además, esta especie ya tiene un avance en relación con la venta en el mercado local de Esmeraldas como aliño en combinación con cebollín, orégano y albahaca. En lo referente al palmiche, en las fincas visitadas no se pudo observar un

número importante de plantas y los agricultores no tienen una idea clara sobre el rendimiento; sin embargo, se pudo observar una gran cantidad de plantas distribuidas en los manglares de la zona del cantón Borbón. De igual forma, se sugiere al zapote negro que, según los conocimientos tradicionales de la gente de la zona, en forma de jugo ayuda notablemente a las personas que tienen anemia; este fruto se vende en pequeñas cantidades en el mercado local del cantón Borbón.

Tabla 20.

Cultivos priorizados para la provincia de Esmeraldas. INIAP, 2021.

Cultivos	Fotodocumentación
<p>Palmiche o asaí (<i>Euterpe precatoria</i>)</p>	
<p>Zapote negro (<i>Diospyros nigra</i>)</p>	
<p>Fruta de pan (<i>Antocarpus altilis</i>)*</p>	

Chillangua
(*Eryngium foetidum*)*



*Especies priorizadas que se encuentran en las provincias de Esmeraldas y Sucumbíos.

Es importante mencionar que la fruta de pan y la chillangua o cilantro amazónico se priorizaron para las provincias de Esmeraldas y Sucumbíos.

Especies priorizadas para la provincia de Sucumbíos

Los cultivos que tienen mayor producción en las fincas visitadas fueron: achiote, aguacate, cítricos (limón, naranja, mandarina, toronja), chontaduro, guayaba y plátano. En relación con el cilantro amazónico o chillangua, fue difícil calcular la superficie o número de plantas en fincas; no obstante, los agricultores mencionaron que producir cilantro es sencillo y que estarían dispuestos a hacerlo, si hay mercado para esta especie. En el caso del morete, se pudo observar un buen número de árboles en la zona de influencia del proyecto y en áreas protegidas. También se sugiere que se incluya a la papa aérea; aunque se observó poca presencia de plantas en las fincas visitadas, su potencial nutricional es muy interesante como se indica en el detalle de las especies priorizadas para esta provincia (Tabla 21).

Tabla 21.

Cultivos priorizados para la provincia de Sucumbíos. INIAP, 2021.

Cultivos	Fotodocumentación
<p>Morete (<i>Mauritia flexuosa</i>)</p>	



Chontaduro
(*Bactris gasipaes*)



Papa aérea
(*Dioscorea* spp.)



Fruta de pan
(*Antocarpus altilis*)*



Cilantro amazónico o chillangua
(*Eryngium foetidum*)*

*Especies priorizadas que se encuentran en las provincias de Esmeraldas y Sucumbíos.

Conclusiones:

Carchi

- En esta provincia predomina el monocultivo como práctica agrícola, como es el caso de la papa y el pastizal para ganadería de leche, con cultivos nativos como el melloco, oca, mashua, quinua y chocho relegados a una superficie reducida de terreno. En las zonas bajas de Salinas, se observan pequeñas extensiones con frutales como el aguacate, cítricos, y algunos cultivos de ají y camote.
- Existe una alta variación de altitud con fincas en rangos entre 1584 y 2957 msnm. La temperatura anual está en rangos entre 11.5 y 19.2 °C, y la precipitación se encuentra entre 592 y 1053 mm al año. Se observaron suelos con pH entre ácido y ligeramente ácido, y con textura compuesta en mayor porcentaje de arena y limo.
- Para esta provincia, por contemplar zonas bajas y altas, se han priorizado siete especies. En la zona baja, el ají, la jícama y el camote, mientras que en la zona alta se priorizaron la mashua, la quinua, la zanahoria blanca y la uvilla.

Esmeraldas

- En esta provincia hay mayor presencia de mujeres en las fincas. En este sentido existen asociaciones de emprendimiento que fortalecen la labor de la mujer en la agricultura.
- Los sistemas de producción están compuestos en su mayoría de cultivos comerciales como el cacao, café, plátano y yuca; sin embargo, al igual que en Sucumbíos con este estudio preliminar se podría fortalecer los sistemas de producción de los agricultores y potenciar algunos cultivos nativos como es el caso del chontaduro, fruta de pan, chillangua, entre otros.
- Los agroecosistemas en esta provincia se caracterizan por tener fincas con altitudes que van de 9 a 1518 msnm., con temperatura anual entre 19 y 26 °C, y la precipitación entre 881 y 3308 mm al año. En relación a suelos, el pH está en rangos entre 4,3 y 7,7, es decir, entre muy ácido y ligeramente alcalino con textura compuesta en mayor porcentaje de limo.
- Las especies priorizadas para esta provincia fueron: fruta de pan, chillangua, zapote negro y palmiche

Sucumbíos

- De la información registrada en la provincia de Sucumbíos, la mayor parte de los encuestados fueron hombres y de la etnia colonos, posiblemente esto se relaciona con el poco uso y conocimiento de los cultivos de la agrobiodiversidad amazónica.
- En las fincas encuestadas la mayor parte de su producción se tiende a perder en la finca, solo un bajo porcentaje se usa para el autoconsumo especialmente con los cultivos como fruta de pan, guayaba, cítricos, cilantro amazónico, morete, esto posiblemente se debe a la falta de mercados para poder vender para que el productor disponga de nuevas alternativas de ingresos económicos

- De los sistemas de producción muestreados en Sucumbíos mayormente los colonos centran sus actividades en cultivos comerciales como el cacao, café, plátano y yuca, posiblemente se deba a las oportunidades de mercado. Sin embargo, con este estudio preliminar en fincas de colonos y tomando como base el área geográfica de la provincia de Sucumbíos consideramos que se podría fortalecer los sistemas de producción de los agricultores y potenciar algunos de nuestros cultivos como es el caso del morete, chontanduro, fruta de pan, papa aérea y cilantro amazónico. Finalmente, el aprovechamiento nutricional de las especies alimenticias antes descritas no solamente satisfaría las necesidades de una población, sino que también impulsaría su desarrollo comercial.
- Las fincas se encuentran en agroecosistemas con rangos entre 248 y 1366 msnm., temperatura anual en rangos entre 19.9 y 25.1 °C, y la precipitación entre 3021 y 3926 mm al año, pH en suelos está en rangos entre 4.5 y 5.3, es decir, entre muy ácido y ácido con textura compuesta en mayor porcentaje de limo y arcilla.
- Las especies priorizadas en esta provincia son: papa aérea, morete, fruta de pan, chontanduro y cilantro amazónico.

Recomendaciones:

- Promocionar el valor nutritivo y el consumo de las especies priorizadas en cada provincia, con el fin de incrementar el consumo y la demanda.
- Dar a conocer el aporte de las mencionadas especies en la salud del organismo a través de su aporte en metabolitos secundarios, con el fin de aumentar la demanda desde el punto de vista medicinal y farmacológico.
- Desarrollar nuevos productos enmarcadas en el nuevo patrón de consumo de la población, especialmente con especies de alto valor nutricional y ricas en compuestos bioactivos como la mashua, chillangua, palmiche y morete con el fin de dinamizar la agroindustria nacional basada en la transformación de estas especies, ayudar a disminuir los índices de desnutrición de los grupos vulnerables y la prevención de enfermedades relacionadas con la mala alimentación.

Referencias:

- Cromwell, D., Cooper, D., & Mulvany, P. (2001). Definiendo la biodiversidad agrícola. Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Agrícola. https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/36073/119605_v3.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Di Rienzo, J. A., Guzmán, A. W., & Casanoves, F. (2002). A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 7(2), 129–142. <https://doi.org/10.1198/10857110260141193>
- González Vega, M. (2012). El Ñame (*Dioscorea spp.*). Características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo. *Cultivos Tropicales*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362012000400001

- Lobo, M. (2009). Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 9(2), 19–30. https://doi.org/10.21930/rcta.vol9_num2_art:114
- Parra-Quijano, M., Torres, E., Iriondo, JM., y López, F. (2015) Herramientas CAPFITOGEN para la conservación y utilización de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, Versión 2.0. 289 p.

Actividad 6:

Título: Establecimiento y regeneración *in vitro* de parientes silvestres de camote *Ipomoea* spp. con fines de conservación de la especie.

Responsables: Kimberly Carrión

Colaboradores: Alberto Roura, Álvaro Monteros

Antecedentes:

Los parientes silvestres de cultivos (PSC) son especies que están cercanamente relacionadas a cultivos agrícolas y hortícolas que podrían aportar caracteres beneficiosos a los cultivos o que se recolectan para servir de alimentos o piensos (FAO, 2017). Son genéticamente diversos y constituyen una posible fuente de genes y alelos para la adaptación de los cultivos a los cambios de las condiciones ambientales y las necesidades humanas, pueden mejorar la calidad nutricional y adaptación de los cultivos a ciertos factores como temperaturas extremas, sequías, salinidad del suelo, entre otras (Castañeda Sifuentes & Albán Castillo, 2016).

El INIAP participó en el Proyecto “Recolección de parientes silvestres de papas, berenjenas, habas, arroz y batatas en Ecuador” con la cual conformó una colección de especies silvestres de camote que incluyen: *I. trifida*, *I. ramosissima* e *I. tiliacea* (INIAP, 2016) las mismas que han sido conservadas en invernadero.

Las especies silvestres de camote específicamente son difíciles de propagar sexualmente ya que no producen fácilmente semillas, o si las producen, son inviables o requieren de escarificación debido a que presenta tegumento impermeable (Alarcón-Bravo et al., 2016). Por lo tanto, se prefiere la propagación clonal para conservar los genotipos de élite, técnica que ha sido utilizada por agricultores para obtener una nueva planta con los mismos genes que su progenitor (Mwanga et al., 2017). Las colecciones de campo corren el riesgo de destrucción por calamidades, plagas y enfermedades naturales a más de ser costoso, por esto, los duplicados de seguridad de las colecciones de bancos de germoplasma en campo se establecen, utilizando estrategias de conservación complementarias, por ejemplo, a través de técnicas de cultivo de tejidos (Linsen et al., 2019).

El DENAREF ha iniciado un proceso de introducción y mantenimiento *in vitro* de tres especies del género *Ipomoea* (*I. trifida*, *I. ramosissima*, *I. tiliacea*), para ello, en la presente investigación se desarrollará un protocolo que contribuya con el establecimiento y regeneración *in vitro* de los parientes silvestres de camote a partir de yemas axilares y apicales donde se probarán concentraciones de diferentes

fitoreguladores de crecimiento como el ácido giberélico (AG3) y ácido indol 3 acético (AIA), 6-Bencilaminopurina (BAP) y kinetina (Kn), con el fin de conservar la diversidad genética de estas especies silvestres, proporcionando una solución clave para la seguridad agrícola alimentaria (Solieman & Ragheb, 2016).

Para el desarrollo de esta actividad se planteó una tesis de pregrado que estuvo a cargo de la tesista Kimberly Carrión, estudiante de la carrera de Ingeniería en Biotecnología de la UDLA. El planteamiento de este protocolo fue aprobado por comité técnico de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, el 17 de abril del 2020 con Memorando nro. INIAP-EESC_DENAREF -2020-0190-MEM, con el fin de que se cumplan todos los requerimientos oficiales ante el INIAP para que conste como un proceso de investigación en desarrollo dentro del DENAREF.

Objetivos:

General:

Desarrollar protocolos para el establecimiento y regeneración *in vitro* de parientes silvestres de camote *Ipomoea* spp. con el fin de conservación

Específicos:

- Definir un medio de cultivo para el establecimiento *in vitro* de parientes silvestres de camote *Ipomoea* spp. en las fases de introducción y alargamiento.
- Establecer un medio de cultivo para la regeneración *in vitro* de especies de *Ipomoea* spp. mediante la evaluación de brotes en respuesta a la adición de reguladores de crecimiento.

Metodología:

En este año se continuó con la investigación siguiendo la metodología establecida en el protocolo aprobado por comité técnico de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, el 17 de abril del 2020 con Memorando nro. INIAP-EESC_DENAREF -2020-0190-MEM y que se describe en el informe anual del DENAREF del 2020.

Resultados:

Este proceso se concluyó con la elaboración de un manual de procedimiento como insumo requerido por parte de la UDLA para otorgar el título de Ingeniera en Biotecnología a la estudiante Kimberly Carrión, en este manual se describe con normas ISO los pasos a seguir para para la desinfección, introducción y regeneración de yemas de *I. trifida*, *I. ramosissima*, *I. tiliácea*, los medios de cultivo adecuados para la introducción de yemas así, como los medios de cultivo para su regeneración y que tipo de yema es la que mejor resultado da en este proceso de

acuerdo a los análisis estadísticos realizados con los resultados obtenidos en esta investigación.

Los resultados de esta investigación han sido divulgados en la Charla Virtual sobre “Estudios preliminares para la conservación *in vitro* de especies Forestales y Silvestres”, como parte del Encuentro Científico del Programa de Posgrado en Biotecnología de la Universidad de Vale do Taquari-Univates y se presentó como póster en el XIII Simposio Internacional de Recursos Fitogenéticos para las Américas y El Caribe. Organizado por Agrosavia y la Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Virtual (Figura 85).

Establecimiento y regeneración *in vitro* de yemas de *Ipomoea* spp.

Carrión, K.¹, Roura, A.², Monteros-Altamirano, Á.²

¹Universidad de las Américas, Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Quito, Ecuador.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador. Email: alberto.roura@iniap.gob.ec

Introducción

El INIAP mantiene una colección de 25 accesiones de 3 especies silvestres de camote *Ipomoea trifida*, *Ipomoea ramosissima* e *Ipomoea tiliacea*, colectadas en Ecuador, las cuales actualmente se conservan en campo y por seguridad deben ser conservadas en condiciones *in vitro*. Existen protocolos para el establecimiento, regeneración y conservación *in vitro* del camote cultivado *Ipomoea batata*, sin embargo, no existen protocolos específicos para estas especies silvestres emparentadas. Por lo tanto, el estudio propuso identificar protocolos adecuados para el establecimiento y regeneración *in vitro* de estas especies para establecer protocolos de conservación en una etapa posterior.

Objetivos

Identificar medios de cultivo óptimos para el establecimiento y regeneración *in vitro* de parientes silvestres de camote *Ipomoea* spp. mediante la evaluación de brotes en respuesta a la adición de reguladores de crecimiento.

Métodos

Los explantes usados para la investigación fueron yemas apicales y laterales de las especies *I. trifida*, *I. tiliacea* y *I. ramosissima*. Para su establecimiento (fase I) se usó como medio de cultivo base el medio MS, suplementado con Ácido Giberélico (GA₃) y Ácido indol-3-acético (AIA), (en tabla 1).

Tabla 1: Tratamientos evaluados para cada una de las especies *I. trifida*, *I. tiliacea* y *I. ramosissima* en la fase de Establecimiento *in vitro*.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1	MS sin hormonas yema lateral
T2	MS sin hormonas yema apical
T3	5 mg/L AG ₃ + 0,05 mg/L AIA + yema lateral
T4	5 mg/L AG ₃ + 0,05 mg/L AIA + yema apical
T5	10 mg/L AG ₃ + 0,1 mg/L AIA + yema lateral
T6	10 mg/L AG ₃ + 0,1 mg/L AIA + yema apical
T7	0,05 mg/L AIA + yema lateral
T8	0,05 mg/L AIA + yema apical
T9	5 mg/L AG ₃ + yema lateral
T10	5 mg/L AG ₃ + yema apical

Posterior a las 4 semanas de establecimiento, los explantes que sobrevivieron durante la fase de establecimiento y que no presentaron contaminación u oxidación fueron subcultivados (fase II), las plántulas fueron seccionadas en segmentos nodales de 1.5 – 2.0 cm de longitud y cultivadas en medios de cultivo MS, suplementado con Bencilaminopurina (BAP) y Kinetina (Kn), (tabla 2).

Tabla 2: Tratamientos evaluados para cada una de las especies *I. trifida*, *I. tiliacea* y *I. ramosissima* en la fase de Regeneración.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	0,5 mg/L BAP + 2 mg/L Kn
T2	2 mg/L BAP + 0,5 mg/L Kn
T3	2 mg/L BAP
T4	2 mg/L Kn

AGROBIODIVERSIDAD,
un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.

Resultados y Discusión

En la primera fase, el ANOVA determinó que hay diferencia significativa entre los 10 tratamientos evaluados y en las pruebas de comparaciones múltiples (LSD) se evidenció que para *Ipomoea tiliacea* los mejores tratamientos fueron: 5 mg/L AG₃ + 0.05 mg/L AIA + yema lateral, 10 mg/L AG₃ + 0.1 mg/L AIA + yema lateral y 0.05 mg/L AIA + yema lateral. Para *Ipomoea ramosissima* los mejores tratamientos fueron 5 mg/L AG₃ + 0.05 mg/L AIA + yema lateral, 10 mg/L AG₃ + 0.1 mg/L AIA + yema lateral, 0.05 mg/L AIA + yema lateral y 5 mg/L AG₃ + yema lateral en medio MS y para *Ipomoea trifida* 10 mg/L AG₃ + 0.1 mg/L AIA + yema lateral y 0.05 mg/L AIA + yema lateral tienen un 100% de establecimiento (Figura 1).

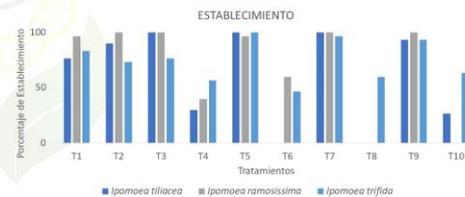


Figura 1: Porcentajes de Establecimiento para cada una de las especies *I. trifida*, *I. tiliacea* y *I. ramosissima*

En la segunda fase para todas las especies de *Ipomoea* spp. evaluadas, se observó la presencia de brotes a los 30 días de evaluación; el ANOVA presentó alta diferencia significativa respecto al número de brotes entre los tratamientos evaluados y de acuerdo con la prueba LSD se encontró que para *Ipomoea tiliacea* los tratamientos con 2 mg/L BAP + 0.5 mg/L Kn y 2 mg/L BAP en medio MS presentaron 4 brotes por explante; para la especie *Ipomoea ramosissima* se encontró que el tratamiento con 2 mg/L Kn en medio MS presentaron 4 brotes por explante; mientras que para *Ipomoea trifida* se encontró que los tratamientos con 2 mg/L BAP + 0.5 mg/L Kn y 2 mg/L BAP en medio MS presentaron 3 brotes por explante (Figura 2 y 3).



Figura 2: Número de Brotes para cada una de las especies *I. trifida*, *I. tiliacea* y *I. ramosissima*

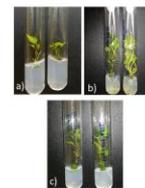


Figura 3: a) *Ipomoea trifida* 2 mg/L BAP + 0,5 mg/L Kn, b) *Ipomoea ramosissima* 2 mg/L BAP, c) *Ipomoea tiliacea* 2 mg/L Kn

Conclusiones

Con este estudio hemos encontrado medios adecuados para establecimiento y regeneración de *Ipomoea* spp. silvestres como paso previo a la conservación de las especies *in vitro*.

<https://www.sirgeac.net/>

Figura 85.

Poster presentado en el XIII Simposio Internacional de Recursos Fitogenéticos para las Américas y El Caribe, sobre la investigación Establecimiento y regeneración *in vitro* de parientes silvestres de camote *Ipomoea* spp. con fines de conservación de la especie.

Conclusiones:

La investigación ha permitido determinar los diferentes procesos y medios de cultivo adecuados para el establecimiento y regeneración de yemas laterales de *I. trifida*, *I. ramosissima*, *I. tiliácea*.

Recomendaciones:

Se recomienda continuar con la investigación y evaluar diferentes medios de cultivo y reguladores osmóticos que permitan conservar bajo la metodología de crecimiento mínimo *in vitro* yemas laterales de *I. trifida*, *I. ramosissima*, *I. tiliácea*, con el fin de establecer un protocolo de conservación *in vitro* para estas especies en el laboratorio de cultivo *in vitro* del DENAREF.

Referencias:

- Alarcón-Bravo, L., Torres-Reaño, G., Austin, D.F., Rojas-Idrogo, C. y Delgado-Paredes, G.E. (2016). *Ipomea y Merremia en el N del Perú 101 Acta Botanica Malacitana 41.101-120 Málaga*. Universidad de Málaga. Servicio de Publicaciones. <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/12683>.
- Castañeda, R. y Albán, J. (2016). Importancia cultural de la flora silvestre del distrito de pamparomás, ancash, Perú. *Ecología Aplicada*, 15(2), 151. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.755>
- FAO. (2017). *Directrices voluntarias para la conservación y el uso sostenible de parientes silvestres de cultivos y plantas silvestres comestibles*. <http://www.fao.org/3/a-i7788s.pdf>
- INIAP. (2016). *Colección de especies silvestres relacionadas a papa, arroz, berenjena, fréjol, lima y camote en Ecuador*. 1–35.
- Linsen, L., T'Joen, V., van der Straeten, C., van Landuyt, K., Marbaix, E., Bekaert, S. y Ectors, N. (2019). Biobank Quality Management in the BBMRI.be Network. *Frontiers in Medicine*, 6(June). <https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00141>
- Mwanga, R.O.M., Andrade, M.I., Carey, E.E., Low, J.W., Craig, G. y Grüneberg, W.J. (2017). Sweetpotato (*Ipomoea Batatas* L.). In *Genetic Improvement of Tropical Crops* (pp. 181–218). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59819-2_6
- Solieman, T.H.I. y Ragheb, E.I M. (2016). Efficiency of Clonal Selection on Improving Some Economical Characters of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.). In *J. Agric. Sci* (Vol. 61, Issue 5).

Actividad 7:

Título: Establecimiento y regeneración *in vitro* de cedro (*Cedrela* spp.) a partir de yemas laterales con fines de conservación de la especie.

Responsables: Marcela Quintana.

Colaboradores: Alberto Roura, Álvaro Monteros.

Antecedentes:

El cedro es un árbol forestal perenne que pertenece al género *Cedrela* y a la familia Meliaceae; se originó en América del norte y se distribuye desde México hasta el norte de Argentina. Debido a su amplia distribución en América tropical forma parte de la flora nativa de países latinoamericanos en donde se han encontrado varias especies como: *C. adenophyllia*, *C. amarata*, *C. odorata* y *C. montana* (Ávila et al., 2017); en Ecuador estas especies son comúnmente conocidas como cedro y es nativa de los bosques tropicales (FAO, 2006). *Cedrela* y todas sus especies, son consideradas como una de las maderas más comerciales e importantes de América Latina, contribuye a una gran variedad de servicios como: usos maderables, ornamentales, fija carbono y ayuda a reducir los efectos de cambio climático (FAO, 2006). En Ecuador la deforestación de bosques tropicales de *Cedrela odorata* refleja una pérdida de alrededor de 300,000 hectáreas anuales siendo las causas principales la destrucción del hábitat, cambios climáticos, factores socioeconómicos y la escasa atención que recibe la conservación de las especies forestales.

La característica morfológica más representativa de estas coníferas es que llegan a medir entre 25 y 50 metros de altura. Las hojas son perennes y presentan una forma delgada, de color verde; las flores se presentan en inflorescencias: los conos (estructura de semillas femeninas) alcanzan su madurez al cabo de año, logrando desintegrar y expandir sus semillas maduras para su reproducción (Rojas & Torres, 2014). Sin embargo, se ha determinado que *Cedrela* spp. produce en condiciones naturales bajo número de semillas y tienen baja viabilidad en almacenamiento, lo cual pone en peligro la propagación de la especie (Sampayo-Maldonado et al., 2017).

El cultivo de tejidos vegetales *in vitro*, mediante la técnica de micropropagación clonal, logra altas tasas de multiplicación en condiciones totalmente asépticas (Bahadur et al., 2015) (Gómez et al., 2011; Bonilla et al., 2015) exige un control específico del ambiente, tanto físico como químico en el que se sitúe al explante (Morales y Herrera, 2007) y evita que el material genético se exponga a condiciones ambientales externas y mantenga un nivel mínimo de patógenos (Montes-Salazar et al., 2016). Además, el cultivo *in vitro* apoya el establecimiento de bancos de germoplasma, ya que permite la conservación a mediano plazo de material vegetal con dificultades para ser conservados en cámaras frías o en campo, como es el caso de algunas especies forestales (Bonilla et al., 2015). Estudios para el mantenimiento y conservación *in vitro* en *Cedrela* spp. identificaron una alta tasa de contaminación (Montes-Salazar et al., 2016; Sampayo-Maldonado et al., 2017; Santamaria et al., 2012).

La especie *Cedrela odorata* se encuentra incluida en la lista roja de especies de la UICN como vulnerable. Como hemos descrito, la producción de semillas de la especie es escasa y presenta baja viabilidad en almacenamiento; por lo tanto, el presente trabajo busca determinar una metodología alternativa y apropiada para el

establecimiento y regeneración *in vitro* de *Cedrela* spp. a partir de yemas laterales, como paso previo a su conservación *in vitro*.

Actualmente el DENAREF conserva como semillas solamente tres accesiones de cedro, provenientes de Loja, Pichincha y Orellana. Es por esto, que los protocolos identificados para introducción y regeneración *in vitro* de *Cedrela* spp, apoyarán a futuro, colectas de árboles plus a nivel nacional y su conservación *ex situ*, colección que podría apoyar la reforestación en el Ecuador.

Para el desarrollo de esta actividad se planteó una tesis de pregrado que está a cargo de la tesista Marcela Quintana, estudiante de la carrera de Ingeniería en Biotecnología de la UDLA. El planteamiento de este protocolo fue aprobado por comité técnico de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, el 17 de abril del 2020 con Memorando nro. INIAP-EESC_DENAREF -2020-0191-MEM, con el fin de que se cumplan todos los requerimientos oficiales ante el INIAP para que conste como un proceso de investigación en desarrollo dentro del DENAREF.

Objetivos:

General:

Desarrollar metodologías para establecimiento y regeneración *in vitro* de cedro (*Cedrela* spp.) a partir de yemas laterales con fines de conservación.

Específicos:

- Determinar un protocolo para el establecimiento *in vitro* de yemas laterales de *Cedrela* spp.
- Definir el protocolo para la regeneración *in vitro* de yemas laterales en plantas de *Cedrela* spp.

Metodología:

En este año se continuó con la investigación siguiendo la metodología establecida en el protocolo aprobado por comité técnico de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, el 17 de abril del 2020 con Memorando nro. INIAP-EESC_DENAREF -2020-0191-MEM y que se describe en el informe anual del DENAREF del 2020.

Resultados:

Este proceso se concluyó con la elaboración de un manual de procedimiento como insumo requerido por parte de la UDLA para otorgar el título de Ingeniera en Biotecnología a la estudiante Marcela Quintana, en este manual se describe con normas ISO los pasos a seguir para para la desinfección, introducción y regeneración de yemas de *Cedrela* spp., de los medios de cultivo adecuados para la introducción de yemas así, como los medios de cultivo para su regeneración de

acuerdo a los análisis estadísticos realizados con los resultados obtenidos en esta investigación.

Los resultados de esta investigación han sido divulgados en la Charla Virtual sobre “Estudios preliminares para la conservación *in vitro* de especies Forestales y Silvestres”, como parte del Encuentro Científico del Programa de Posgrado en Biotecnología de la Universidad de Vale do Taquari-Univates y se presentó como póster en el II Congreso Internacional de Biotecnología. Organizado por la Universidad de las Américas en Ecuador (Figura 86).

Establecimiento y Regeneración *in vitro* de cedro (*Cedrela* spp.) a partir de yemas laterales con fines de conservación del género.

Marcela Quintana*, Alberto Roura**, Álvaro Monteros-Altamirano**, Franklin Sigcha***, David Tapia*.

*Universidad de las Américas, Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Quito, Ecuador.

** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador.

*** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Dirección de Innovación y Transferencia de Tecnología, Quito, Ecuador.

e-mail: alberto.roura@iniap.gob.ec

Antecedentes:

El género *Cedrela* forma parte de la flora nativa de los países latinoamericanos [1]. Se ha determinado que *Cedrela* spp. produce en condiciones naturales un bajo número de semillas con poca viabilidad, lo cual pone en peligro su propagación [2].

Objetivos:

El presente trabajo busca determinar una metodología alternativa y apropiada para el establecimiento y regeneración *in vitro* de *Cedrela* spp. a partir de yemas laterales, como paso previo a su conservación en crecimiento mínimo.

Metodología:

Para la desinfección e introducción de las yemas laterales *in vitro*, se ejecutaron 12 tratamientos (Tabla 1), donde se evaluaron los porcentajes de contaminación y establecimiento a los 15 días.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el proceso de desinfección en la fase de Establecimiento *in vitro* de yemas laterales de *Cedrela* spp.

Establecimiento			
Tratamiento	Tiempo de inmersión de alcohol 70%	Concentración NaOCl (%)	Tiempo de inmersión de NaOCl (min)
1	30 segundos	1	20
2	30 segundos	1	10
3	30 segundos	1	3
4	30 segundos	3	20
5	30 segundos	3	10
6	30 segundos	3	3
7	1 minuto	1	20
8	1 minuto	1	10
9	1 minuto	1	3
10	1 minuto	3	20
11	1 minuto	3	10
12	1 minuto	3	3

Para la regeneración de las yemas, se realizaron 8 tratamientos (Tabla 2). Las variables que se evaluaron fueron la presencia de brotes, tamaño del explante y porcentaje de regeneración, que fueron evaluadas a los 60 días.

Tabla 2. Tratamientos evaluados en la fase de Regeneración *in vitro* de yemas laterales de *Cedrela* spp.

REGENERACIÓN				
Tratamiento	Medio	Hormona	Concentración	
			Alta (mg.L ⁻¹)	Baja (mg.L ⁻¹)
1	MS	NAA	1,5	-
2	MS	NAA	-	0,5
3	MS	BAP	3	-
4	MS	BAP	-	2
5	WPM	NAA	1,5	-
6	WPM	NAA	-	0,5
7	WPM	BAP	3	-
8	WPM	BAP	-	2

Resultados y Discusión:

Para las variables contaminación y establecimiento los análisis estadísticos indicaron que el Tratamiento 10 (Tabla 1) mostró diferencias con respecto a los demás tratamientos (Gráfico 1).



Gráfico 1. Resultados de los Tratamientos evaluados en la fase de Establecimiento *in vitro* de yemas laterales de *Cedrela* spp.

Para la variable presencia de brotes, el tamaño del explante y el porcentaje de regeneración los análisis estadísticos mostraron que el Tratamiento 4 (Tabla 2) se distingue de los demás (Gráfico 2).



Gráfico 2. Resultados de los Tratamientos evaluados en la fase de Regeneración *in vitro* de yemas laterales de *Cedrela* spp.



Figura 3. Yema de lateral de *Cedrela* sp. regenerada en el Tratamiento 4.

CONCLUSIONES:

El Tratamiento 10 se estableció como el más idóneo para la etapa de desinfección y establecimiento.

El Tratamiento 4 se determinó como el más adecuado para la etapa de regeneración de yemas laterales de *Cedrela* spp., las yemas regeneradas bajo estas condiciones podrían pasar a un medio de crecimiento mínimo para su conservación.

BIBLIOGRAFÍA:

[1] Ávila R, Cruz S, Domingo H, Marmillod D, Sagüi H, Favio A, Castro R, Ramírez González R. "Cedro *Cedrela odorata*; paquete tecnológico forestal Guatemala, INAB". 2017. www.inab.gob.gt/www.inab.gob.gt

[2] Sampayo-Maldonado S, Castillo-Martínez C R, Jiménez-Casas M, Sánchez-Monsalvo V, Jasso-Mata J, López-Upton J. "Germinación *in vitro* de semillas de *Cedrela odorata* L. de genotipos extintos". Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Agroproductividad. 2017. Vol 10. No. 8. Pp: 53-58.

Figura 86.

Poster presentado en el II Congreso Internacional de Biotecnología. Organizado por la Universidad de las Américas en Ecuador sobre la investigación Establecimiento y regeneración *in vitro* de cedro (*Cedrela* spp.) a partir de yemas laterales con fines de conservación de la especie.

Conclusiones:

La investigación ha permitido determinar los diferentes procesos y medios de cultivo adecuados para el establecimiento y regeneración de yemas laterales de *Cedrela* spp.

Recomendaciones:

Se recomienda identificar una especie específica de *Cedrela* que se encuentre dentro de la Estación Experimental Santa Catalina con la ayuda del Ing. Sigcha que es experto en forestería y repetir la investigación con el fin de descartar si los resultados obtenidos van a ser válidos para diferentes especies del género *Cedrela*.

Referencias:

- Ávila, R., Cruz, S., Domingo, H., Marmillod, D., Sagüi, H., Favio, A., Castro, R. y Ramírez González, R. (2017). *Cedro Cedrela odorata; paquete tecnológico forestal. Guatemala, INAB*. [www.inab.gob.gt](http://www.inab.gob.gt/www.inab.gob.gt)
- Bahadur, B., Rajam, M. V., Sahijram, L. y Krishnamurthy, K. V. (2015). Preface. *Plant Biology and Biotechnology: Volume II: Plant Genomics and Biotechnology, II*, vii–viii. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2283-5>
- Bonilla, M., Mancioe, C. y Aguirre, A. (2015). Conservación in vitro: una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 67. <https://doi.org/10.22490/21456453.1264>
- FAO. (2006). *Especies Forestales, bosques secos Ecuador*. 162–187.
- Gómez, O., Apolinar Hernández, M. M., Reyes, M.A.B., Antonio González Rodríguez, J., Robert Díaz, M. y Peña Ramírez, Y. J. (2011). *Establecimiento de la dosis letal media en Cedro Rojo*.
- Montes-Salazar, A. M., Sepúlveda-Jiménez, G., Evangelista-Lozano, S. y Rodríguez-Monroy, M. (2016). Estudio preliminar para la propagación in vitro de *Cedrus atlantica* mediante yemas axilares* Preliminary study for in vitro propagation of *Cedrus atlantica* through axillary buds. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Vol. 7).
- Morales, E. y Herrera, L. (2007). (*Cedrela odorata* L.) *Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje Elaboración*.
- Rojas, F. y Torres, G. (2014). Cedro amargo (. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 11(26), 25–26.
- Sampayo-Maldonado, S., Castillo-Martínez, C. R., Jiménez-Casas, M., Sánchez-Monsalvo, V., Jasso-Mata, J. y López-Upton, J. (2017). Germinación in vitro de semillas de *Cedrela odorata* l. de genotipos extintos. *in vitro germination of cedrela odorata l. seeds from extinct genotypes.*, 10(8), 53–58. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=125082825&site=ehost-live>
- Santamaria, A., Páez, T., Soria, N. y Reyes, C. (2012). *Establecimiento de un protocolo para la germinación in vitro e inducción a callo embrionario de cedro (cedrela montana) a partir de embriones zigóticos*. 21(11), 88. <https://doi.org/10.1038/nm.3978>

Anexo 1.

Descriptores seleccionados para caracterización morfológica in situ de *Gossypium* spp.

• Características vegetativas

D1. Hábito de crecimiento

- 3 = Postrado
- 5 = Compacto
- 7 = Erguido

D3. Color del tallo

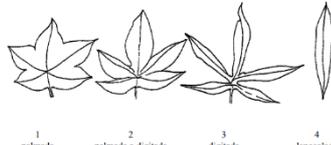
- 1 = Verde claro
- 2 = Verde
- 3 = Verde rojizo

D5. Densidad del Follaje

- 1 = Laxa
- 2 = Media
- 3 = Densa

D7. Forma de la hoja

- 1 = Palmada
- 2 = Palmada a digitada
- 3 = Digitada
- 4 = Lanceolada



D9 Intensidad del color verde de la hoja

- 3 = Claro
- 5 = Medio
- 7 = Oscuro

D11. Nectarios en hojas

- 0 = ausencia
- 1 = Presencia

D13. Tipo de floración

- 0 = Agrupada
- 1 = Semi agrupada
- 2 = No agrupada



D15. Color del polen

- 3 = Crema
- 5 = Amarillo
- 7 = Amarillo oscuro

D17. Dentado de las brácteas

- 3 = Ligeramente
- 5 = Mediano
- 7 = Profundo

D19. Tamaño de la capsulas

- 3 = Pequeño
- 5 = Mediano
- 7 = Grande

D21. Punteado de la superficie de la capsulas

- 1 = Ausente
- 3 = Fina
- 5 = Media
- 7 = Rugosa

D23. Grado de apertura

- 3 = Débil
- 5 = Media
- 7 = Fuerte

D25. Longitud del pedúnculo de la capsula

- 3 = Corto
- 5 = Mediano
- 7 = Largo

D2. Forma de la planta

- 1 = Cilíndrica
- 2 = Cónica
- 3 = Globosa



D4 Velloosidad del tallo

- 1 = Glabra
- 2 = Vello cortos
- 3 = Vello largos

D6. Tamaño de planta

- 1 = Baja
- 3 = Media
- 5 = Alta

D8. Tamaño de la hoja

- 3 = Pequeño
- 5 = Mediano
- 7 = Grande

D10 Pubescencia en el envés de la hoja

- 3 = Ausente
- 5 = Moderada
- 7 = Fuerte

D14. Color del pétalo

- 1 = Blanco
- 2 = Crema
- 3 = Amarillo
- 4 = Lavanda

D16. Posición del estigma en relación a las anteras

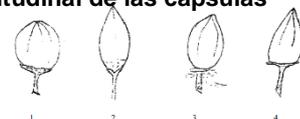
- 1 = Debajo
- 2 = Mismo nivel
- 3 = Encima

D18. Tamaño de las brácteas

- 3 = Pequeño
- 5 = Mediano
- 7 = Grande

D20. Forma longitudinal de las capsulas

- 1 = Redondeada
- 2 = Elíptica
- 3 = Ovalada
- 4 = Cónica



D22. Prominencia de la punta de las capsulas

- 1 = Débil
- 2 = Media
- 3 = Fuerte
- 4 = Muy fuerte



D24. Contenido de fibra en la capsula

- 3 = Poco
- 5 = Medio
- 7 = Alto

D26. Longitud de la fibra

- 1 = Muy corta
- 3 = Corta
- 5 = Media

D27. Finura de la fibra

- 3 = Fina
- 5 = Media
- 7 = Gruesa

D29. Presencia de borra en la semilla

- 0 = Ausencia
- 1 = Presencia

D31. Color de la borra

- 1 = Blanco
- 2 = Gris
- 3 = Verde claro
- 4 = Marrón claro

7 = Larga

9 = Muy larga

D28. Color de la fibra

- 1 = Blanco
- 2 = Beige
- 3 = Marrón

D30. Densidad de la borra en la semilla

- 3 = Laxo
- 5 = Medio
- 7 = Denso

D32. Tamaño de la semilla

- 3 = Pequeña
- 5 = Mediana
- 7 = Grande