

Funcionalidad de bancos comunitarios de semillas. Estudio de caso: APA Azuay

Functionality of community seed banks: APA Azuay, case study

Karla Méndez-Barreto^{1*} , Alberto Macancela-Herrera²  y Miguel Escalona-Aguilar³ 

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Gualaceo, Ecuador.

² Universidad del Azuay, Ciencias Tecnológicas. Cuenca, Ecuador.

³ Universidad Internacional de Andalucía. Pt. Sta. Cruz, Baeza, España.

*Autor para correspondencia:

kadriana.mendezb@gmail.com

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Contribución de autores:

KMB: idealizó, analizó los datos y redactó el artículo. AMH: analizó los datos y dactó el artículo. MEA: redactó el artículo.

Financiamiento:

Ninguno

Historial:

Recibido: 12-12-2024;

Aceptado: 03-04-2025;

Publicado: 13-06-2025

Disponibilidad de datos: Todo el conjunto de datos que apoya los resultados de este estudio está disponible mediante solicitud al autor de correspondencia. El conjunto de datos no está públicamente disponible debido a que contienen información personal de participantes.

Editor responsable:

Arnaldo Esquivel Fariña 
Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay.

Licencia:

Artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons CC-BY 4.0

RESUMEN

La importancia agrícola, ecológica y social que tiene la semilla como material genético permite que sea conservada en bancos de semillas (BS), estos deben contar con infraestructura, técnicas y metodologías adecuadas que eviten la pérdida de viabilidad de la semilla. No obstante, distintas comunidades cumplen un rol importante al mantener semilla local en bancos comunitarios de semillas (BCS). Es así como este estudio de caso se llevó a cabo en el BCS de la Asociación de Productores Agroecológicos (APA) Azuay, ubicado en la ciudad de Cuenca, Ecuador, y tuvo como finalidad determinar la funcionalidad del BCS APA Azuay a partir del estado actual de biodiversidad y de la influencia que ha tenido en sus integrantes. Se generó una base de datos a través de información levantada en el BCS y de encuestas realizadas a miembros-participantes del BCS. Los resultados demostraron que en el BCS la riqueza y biodiversidad Alfa son limitadas, puesto que el índice de Shannon-Weaver y el de Simpson mostraron valores de rango medio-bajo; además, los miembros de APA Azuay ya conservaban semillas antes de ser parte del BCS, sin embargo, el aumento en la demanda de cultivos populares como maíz y frijol ha dado paso a la erosión genética. Con este estudio se concluye que el BCS no cumple por completo las funciones para las que fue creado, ya sea por la baja biodiversidad de semillas o por la poca relevancia que ha tenido para sus integrantes; asimismo, es necesario mejorar la infraestructura y las técnicas adecuadas para el mantenimiento y conservación del material genético.

Palabras clave: Agrobiodiversidad, agroecología, germoplasma, semilla criolla

ABSTRACT

The agricultural, ecological, and social importance of seeds as genetic material enables their conservation in seed banks (SB); these must have adequate infrastructure, techniques, and methodologies to prevent the loss of seed viability. However, different communities play an important role in maintaining local seeds in community seed banks (CSB). This case study was conducted at the CSB of the Agroecological Producers Association (APA) Azuay, located in the city of Cuenca, Ecuador, and aimed to determine the functionality of the CSB APA Azuay based on the current state of biodiversity and its influence on its members. A database was generated using information collected from the CSB and surveys conducted with participating members. The results showed that the CSB has limited richness and Alpha biodiversity, as the Shannon-Weaver and Simpson indices showed medium-low range values; furthermore, APA Azuay members were already conserving seeds before joining the CSB; however, the increased demand for popular crops such as corn and beans has led to genetic erosion. This study concludes that the CSB does not fully fulfill the functions for which it was created, either due to the low biodiversity of seeds or the limited relevance it has had for its members; therefore, it is necessary to improve the infrastructure and techniques for maintaining and conserving genetic material.

Keywords: Agrobiodiversity, agroecology, creole seed, germplasm

INTRODUCCIÓN

El germoplasma vegetal es conservado en distintos bancos, uno de los de mayor importancia son los llamados bancos de semillas (BS) (Li et al., 2017; Camadro y Rimieri, 2021), puesto que mantienen la pureza y viabilidad de la semilla conservada (Khoury et al., 2022). Estos sitios son considerados como fuente de diversidad agrícola por la cantidad de especies y variedades de semillas, además porque la semilla conservada aquí presenta importancia agrícola, ecológica, social y económica (Nankya et al., 2022; Quazi, Golani y Martino Capuzzo, 2021). Sin embargo, los BS deben cumplir ciertas condiciones para un adecuado almacenamiento que permita la ralentización del metabolismo de la semilla y, por ende, mayor longevidad (Latifah et al., 2019; Haj Sghaier et al., 2022).

Se tiene registro de 1.750 BS a nivel global, donde se conservan cientos de miles de semillas de distintas especies (Walters y Pence, 2021). Asimismo, organizaciones no gubernamentales han financiado la construcción de estos en zonas rurales y comunidades (Vernooy, Rana, Otieno, Mbozi y Shrestha, 2022). Estos últimos, denominados bancos comunitarios de semillas (BCS), tienen la capacidad de manejar recursos genéticos; además, integran conocimientos y prácticas de conservación y uso (García Arenas y Barrera Montealegre, 2013; Vernooy, Shrestha y Sthapit, 2015; Gallardo, 2019). Los BCS evitan la dependencia de fuentes externas de semillas, por lo que permiten conservar los recursos genéticos de cultivos amenazados por la introducción de semilla externa (Maharjan, Gurung y Sthapit, 2013). Estos bancos promueven la colecta de semilla criolla y nativa, las cuales han sido seleccionadas, mejoradas y adaptadas por el agricultor. Además, incrementan la productividad, lo cual influye en el autoabastecimiento a través de la oportunidad de compartir e intercambiar el material con otras localidades (Rivas Platero, Rodríguez Cortés, Castillo, Hernández Hernández y Suchini Ramírez, 2013).

La implementación de un BCS dentro de un marco de biodiversidad agrícola y seguridad alimentaria a nivel comunitario es funcional (Ramírez García, Camiro Pérez, Ramírez Miranda y Espejel García, 2017), debido a que asociaciones de pequeños agricultores conservan, intercambian y permiten la circulación no solo de material genético sino también de conocimientos (Trusiak, Plitta-Michalak y Michalak, 2023; Arenas Calle, Cardozo Conde y Baena, 2015). El Centro de Educación y Tecnología (CET) ha establecido varios BCS en países latinoamericanos, los cuales dan validez a la primera guía elaborada por la Fundación Internacional para el Avance Rural (García Arenas y Barrera Montealegre, 2013). En Brasil, los BCS demostraron ser eficaces en tiempos de sequía, por lo que se creó la Red Semillas que conecta 230 BS en 61 municipios. Asimismo, Biodiversity International promovió la creación de BCS en Bolivia, en los que, aparte de compartir saberes de conservación y sanidad de semilla, se hace en materia de fertilidad del suelo (Pañitru-De la Fuente, Ibáñez, León, Martínez-Tillería y Sandoval, 2020).

Entre tanto, en Ecuador, la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura

menciona que su finalidad es la protección, conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad, el fortalecimiento del Banco Nacional de Germoplasma y los centros de bioconocimiento de recursos fitogenéticos, además de fortalecer el uso, conservación y libre intercambio de la semilla nativa y tradicional (FAO, 2017). Alineado a esta ley, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha creado el banco de germoplasma más grande del país, el cual se encarga de la conservación y uso de la agrobiodiversidad ecuatoriana (Monteros et al., 2018). En este se mantienen alrededor de 30 mil accesiones de 290 géneros y más de 500 especies de plantas cultivadas y sus parientes silvestres (Zambrano, 2020). De la misma manera, en otras instituciones, principalmente académicas, se albergan aproximadamente 6.719 especies y variedades de semillas (INIAP/FAO, 2017).

El BCS APA Azuay fue inaugurado en el año 2020 por la Asociación de Productores Agroecológicos del Azuay (APA), quienes administran el banco de semillas, además, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Fundación Heifer con el fin de tener un BS de especies locales de importancia agrícola como reserva de diversidad genética. Además, los productores y público en general pueden acceder mediante el intercambio y multiplicación de semillas.

Entender la importancia de un BS dentro de una comunidad y su labor en conservar, restaurar y mantener la biodiversidad agrícola permitirá ampliar el número de especies y variedades de semillas en estos espacios (Hossain y Begum, 2015). Por lo tanto, el objetivo de este estudio de caso fue determinar la funcionalidad del banco comunitario de semillas APA Azuay a partir del estado actual de: (1) la biodiversidad de semillas de importancia agrícola local y (2) la influencia que ha tenido desde su fundación hacia sus integrantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en el BCS APA Azuay, el cual se localiza dentro de la periferia urbana de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador (Figura 1). La ciudad se encuentra a 2.560 m s.n.m., cuenta con un clima húmedo de montaña, con una temperatura media anual de 16 °C, precipitación de 900 mm anual y humedad relativa del 84%. La colecta de información se realizó durante el primer semestre del año 2023 a los socios de APA Azuay que comercian sus productos en mercados públicos de la ciudad de Cuenca y, además, han realizado alguna contribución en el BCS en estudio.

Se elaboró una base de datos de todas las muestras de semillas conservadas en los estantes del BCS. La información se obtuvo mediante el registro de los datos presentes en las etiquetas de cada muestra (frasco). Cabe recalcar que las semillas se mantienen en frascos de vidrio de diferentes diseños y tamaños, con su respectiva etiqueta de identificación que incluye familia, género/especie, nombre común, organización/productor/donador, lugar de recolección, fecha de recolección y código de almacenamiento. Estos frascos se encuentran organizados por familias taxonómicas en estantes de madera, en un lugar fresco a temperatura ambiente.

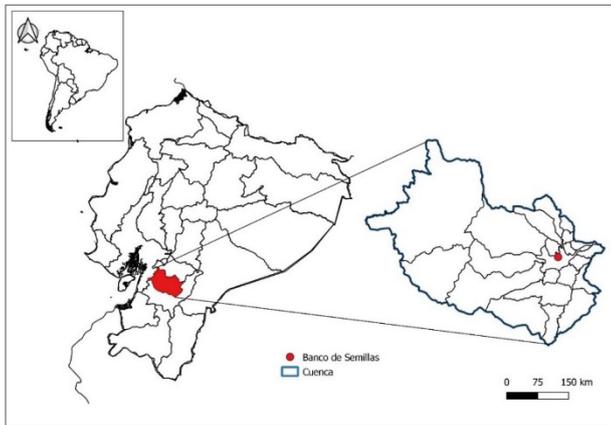


Figura 1. Ubicación geográfica del Banco Comunitario de Semillas APA Azuay en la provincia del Azuay, Ecuador.

Para la segunda parte, se realizaron encuestas solo a miembros de la asociación APA Azuay que comercializan sus productos en distintos mercados de la ciudad y que han hecho algún aporte de semilla al BCS ($n= 60$). Las preguntas planteadas fueron:

1. ¿Para qué usted intercambiaría semilla?
2. ¿Qué hace usted con la semilla conservada?
3. ¿Qué semillas usted ha conservado?
4. ¿Qué semillas se han perdido tras el paso del tiempo?
5. ¿Por qué cree usted que se han perdido semillas?
6. ¿La creación del BS le motivó a conservar semillas?

El nivel de investigación fue descriptivo con variables cuantitativas y cualitativas ordinales. Para satisfacer el objetivo planteado se calcularon los índices de biodiversidad y riqueza de las especies de semillas que existen en el BCS. Los índices calculados fueron: Riqueza (r), Simpson (D) y Shannon-Weaver (H'). Posteriormente, se analizó la calidad, sanidad y cantidad de semillas. La calidad física se clasificó en: buen estado (semillas limpias e íntegras), regular (presencia de impurezas, humedad) y mal estado (presenta pudrición). También se realizó conteo de las muestras de semillas que presentaron hongos o plagas (contaminadas). Para la cantidad de semillas se establecieron 4 rangos: muy baja (1-50 semillas), baja (51-100 semillas), medio (101-500 semillas) y alta (más de 500 semillas). Además, se registró el estado de los frascos contenedores de semillas. Finalmente, se analizaron de manera descriptiva las seis preguntas planteadas en la encuesta a miembros participantes del BCS.

Para el análisis de los resultados, se calcularon índices de biodiversidad del BCS siguiendo la metodología de Guo et al. (2022) y se elaboraron gráficos de barras que representan en porcentajes el estado actual del banco de semillas. Adicionalmente, los resultados de las encuestas

fueron visualizados mediante gráficos de radar para facilitar su interpretación. Todos los análisis estadísticos y representaciones gráficas se realizaron utilizando el entorno de desarrollo integrado (IDE) RStudio, con el apoyo de la librería BiodiversityR (R Core Team, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El BCS Azuay es relativamente joven, pero no ha evolucionado desde que fue inaugurado. Las semillas colectadas a su entrada tienen registro de junio de 2020, no han ingresado más muestras, y las que se hallan en este banco proceden de pocas localidades; además, se comprobó que la cantidad es reducida, a pesar de que este BCS tiene como misión almacenar semillas de hortalizas y variedades agrícolas que procedan del Azuay. Cabe señalar que es necesario que un BCS cuente con un espacio físico con infraestructura y adecuaciones que permitan controlar las condiciones de temperatura y humedad ambiental (Bhusal et al., 2020).

La Tabla 1 refleja la procedencia y cantidad de las semillas. Se ha registrado un total de 174 muestras de semillas, cuya procedencia corresponde a ocho cantones del Azuay. Entre estos, Cuenca es el cantón con mayor cantidad de semillas; se contabilizaron 21 localidades distintas en el BCS, de las cuales existen 10 especies diferentes. Asimismo, el cantón Nabón registró 22 muestras de semillas en el BCS con tres especies distintas, seguido muy de cerca por Santa Isabel con dos localidades y 17 muestras de 5 especies. Por el contrario, la menor procedencia de semillas fue de Gualaceo, Paute, Sígsig, San Fernando y Pucará con una sola localidad cada uno. Cabe recalcar que todas las muestras fueron registradas en el BCS en junio de 2020.

Los índices de riqueza y biodiversidad Alpha por especies obtenidos para el BCS de manera general indican que no existe una cantidad variada de familias taxonómicas. El primer índice de riqueza (r) fue de 15, lo cual significa que no hay una cantidad grande de especies; esto es reflejado por el índice de Simpson (D), cuyo valor de 0.72 demuestra que su dominancia es mediana. De igual manera, el índice de Shannon-Weaver (H') reveló que la biodiversidad en este BCS es media-baja, puesto que su valor fue de 2.49 (Tabla 2).

Tabla 1. Número de muestras y especies de semillas por cantón y sitios de recolección en la provincia del Azuay presentes en el BCS.

Cantón	Sitios	Nº Muestras	Nº especies
Cuenca	21	121	10
Gualaceo	1	8	2
Nabón	1	22	3
Paute	1	4	2
San Fernando	1	1	1
Santa Isabel	2	17	5
Sígsig	2	2	2
Pucará	1	1	1

Tabla 2. Índices de biodiversidad y sus valores registrados en el Banco Comunitario de Semillas APA Azuay.

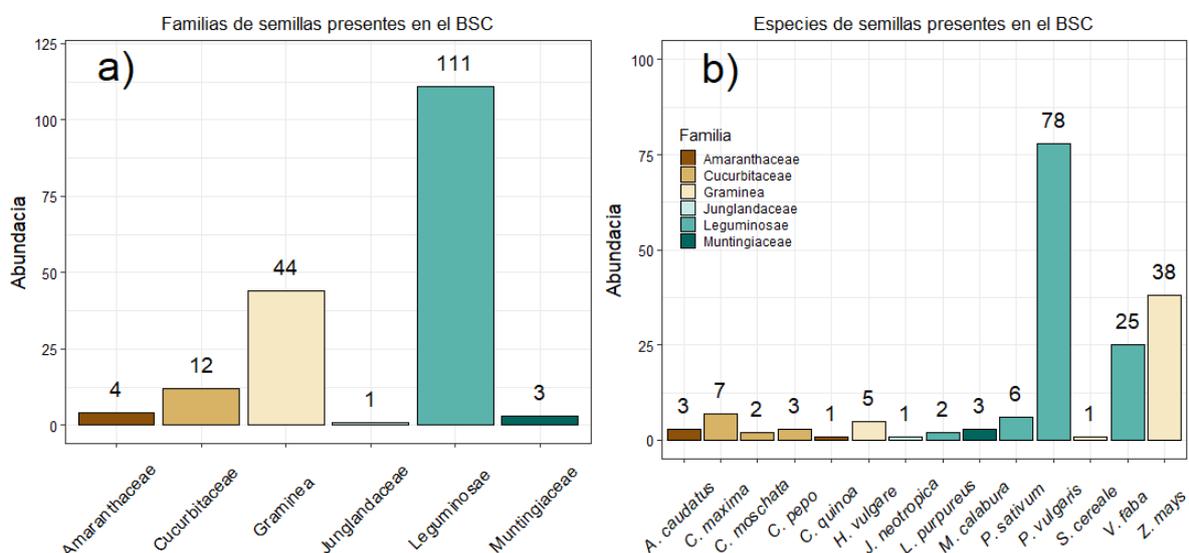
Índices	Representa	Valor	Fuente
Riqueza (r)	Riqueza de especies	15	(Chao, 1987) Journal of Wildlife Management 31, 87-96
Simpson (D)	Dominancia	0.72	(Simpson, 1949)
Shannon-Weaver (H \square)	Biodiversidad	2.49	(Shannon y Weaver, 1949)

Estos resultados demuestran que no existen abundantes especies y la diversidad no es lo suficientemente propicia para cumplir su cometido, considerando que lo mencionado con anterioridad es una de las funciones de cualquier BS y mucho más cuando de este depende el cuidado de semillas nativas, criollas y adaptadas a las condiciones de una localidad en específico (O'Donnell & Sharrock, 2018; Latifah et al., 2019; Renard, Mahaut y Noack, 2023).

La Figura 2a de abundancia por familia refleja que en el BCS se registraron siete familias botánicas. De estas, Leguminosae (Fabaceae) fue la familia con mayor cantidad de semillas conservadas, sobrepasando las 100 semillas, seguida por Gramineae (Poaceae), la cual alcanzó 44 muestras de semillas depositadas en el BCS. Estas familias se hallan en números altos respecto al resto, puesto que son base de la dieta en la zona andina del Ecuador (INIAP, 2018). Las Cucurbitaceae muestran una cantidad baja de semillas almacenadas con 12 muestras en el BCS. Por el contrario, las familias Amaranthaceae, Muntingiaceae y Juglandaceae cuentan con 4, 3 y 1 muestra respectivamente en el BCS. Asimismo, en la abundancia por especie, *Phaseolus vulgaris* (frijol) fue la semilla con mayor cantidad de muestras en el BCS, seguida de *Zea mays* (maíz); cada una de estas presentó distintas variedades. *Vicia faba* igualmente es una de las especies con cantidad moderada de muestras. *Cucurbita maxima* (zapallo) y *Pisum sativum* (arveja) fueron otras especies con poca cantidad de muestras registradas. Otras como *Chenopodium quinoa* (quinua), *Juglans*

neotropica (nogal) y *Secale cereale* (centeno) apenas cuentan con una muestra de semillas en el BCS (Figura 2b). Esto es un indicador de que el BCS posiblemente no puede suplir las necesidades cuando existan condiciones adversas a las actuales; por ende, un óptimo BCS puede ayudar a aplicar medidas resilientes en una comunidad, país o región ante el desabastecimiento de alimentos causados por sequías (Renard, et al., 2023).

De acuerdo al estado de la semilla se puede mencionar que, del total de muestras de semillas, el 89.7% de estas se encuentran en buen estado, el 7.4% en mal estado y el 2.9% en estado regular (Figura 3a). Se contabilizó la cantidad de semillas en cada una de las muestras; tan solo el 1.1% tiene una cantidad alta de semillas (más de 500 semillas). Por el contrario, una cantidad muy baja (1-50 semillas) representó el 36.6%, seguido de baja (51-100 semillas) con un porcentaje de 33.1% y media (101-500 semillas) con el 29.1% del total de muestras (Figura 3b). El BCS APA Azuay hasta la actualidad muestra cantidades pobres de semillas, a diferencia de los BCS de África, donde existen cantidades generosas de semillas, sobre todo de variedades criollas y adaptadas (Adokorach, Otieno y Subedi, 2021). Sin embargo, estos BCS fueron creados con un objetivo claro y con la contribución de la comunidad entera desde su funcionamiento (Sthapit, 2016), lo que ha permitido conservar este material genético, mejorar su acceso y disponibilidad para cultivos locales (Nankya et al., 2022).

**Figura 2.** Abundancia de semillas en el BCS. a) Por familia, b) Por especie.

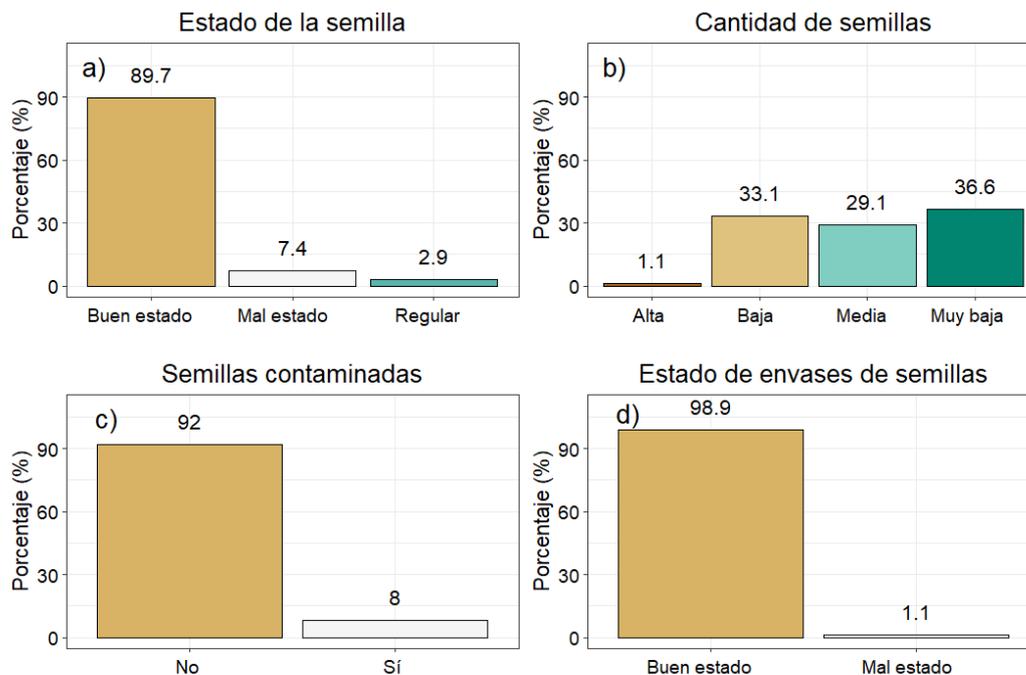


Figura 3. Estado de las semillas dentro del BCS. a) Estado de conservación, b) Cantidad por muestra, c) Presencia de contaminación, d) Estado de los envases.

Además, se evaluó la fitosanidad de las semillas, del total de muestras, solamente el 8% presentó plagas u hongos (Figura 3c); por el contrario, el 92% está libre de contaminación, asimismo, en otros BCS se ha reportado que las condiciones de almacenamiento no son las correctas, las semillas son vulnerables a que se desarrolle hongos o sean hospederas de insectos (Latifah et al., 2019). Finalmente, se contabilizó que los envases usados son de vidrio, asimismo, un pequeño porcentaje, el 1.14% se encuentran en mal estado (Figura 3d). Lo mencionado con anterioridad permite que dentro de estas muestras de semillas almacenadas se contaminen, esto se debe a la deficiencia de técnicas de conservación las cuales garantizan la calidad de la semilla (Vernooy et al., 2015), igualmente, se recomienda una habitación en donde la temperatura esté entre 5° C - 20° C y la humedad

ambiental no mayor al 25% (FAO, 2014), no a condiciones ambiente como es este el caso.

Cabe mencionar que las personas encuestadas responden de acuerdo a sus experiencias y conocimientos agrícolas. En la primera pregunta, las personas encuestadas mencionaron que intercambiarían semillas para mejorar la producción de sus cultivos, aunque también responden que ya cuentan con buena semilla. Para la segunda pregunta, cerca del 100% de encuestados indicaron que seleccionan la mejor semilla para la siguiente temporada del cultivo (Figura 4). En el BCS APA Azuay las muestras se conservan en condiciones ambientales y el tratamiento de estas es empírico; posiblemente por estas falencias se observaron muestras contaminadas y otras fueron retiradas.

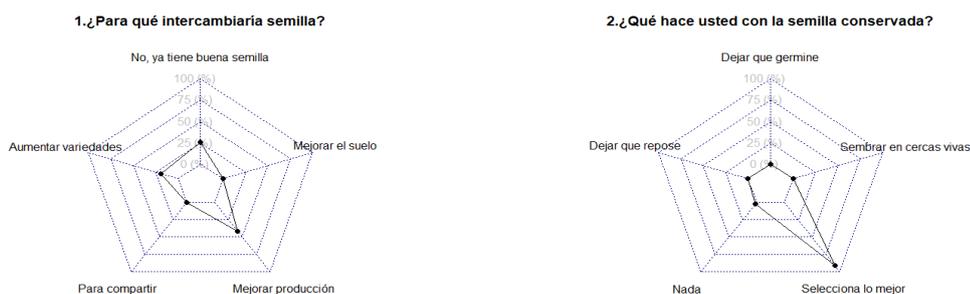


Figura 4. Respuestas de los miembros de APA Azuay a las preguntas sobre intercambio y conservación de semillas.

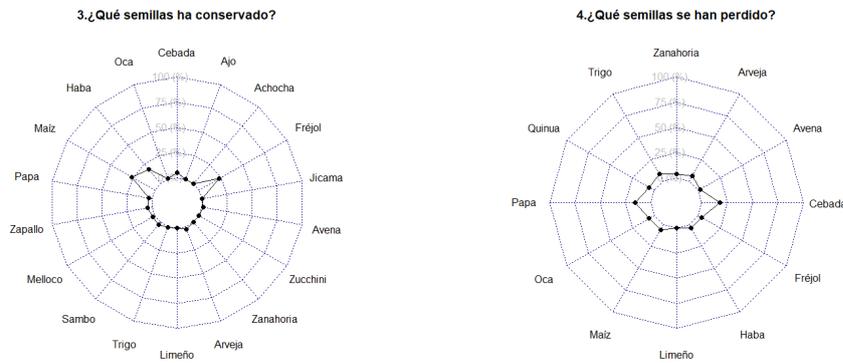


Figura 5. Respuestas de los miembros de APA Azuay a las preguntas sobre semillas conservadas y perdidas.

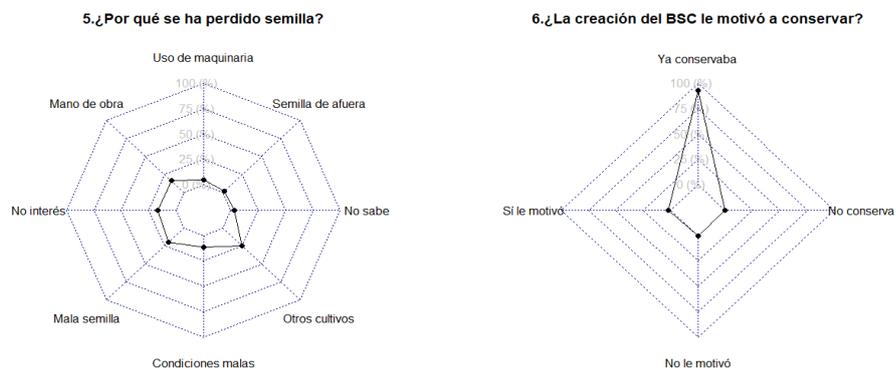


Figura 6. Respuestas de los miembros de APA Azuay a las preguntas sobre pérdida de semillas y motivación para conservarlas.

Mientras que, en la tercera pregunta, el maíz (*Zea mays*) fue mencionado la mayoría de veces, también leguminosas como frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*) y arveja (*Pisum sativum*), con menor frecuencia cebada (*Hordeum vulgare*) y cucurbitáceas. La pregunta 4 hace referencia a las semillas que se han perdido con el paso del tiempo; en esta se observa que cebada (*Hordeum vulgare*) es la semilla que más se mencionó, luego se encuentra la papa (*Solanum tuberosum*) y semillas de especies andinas como quinua (*Chenopodium quinoa*) y oca (*Oxalis tuberosa*) como lo indica la Figura 5.

Para la pregunta cinco, en concordancia de por qué se ha perdido la semilla, se indica que no hay demanda de la semilla; también indicaron que es por la mala calidad de la semilla, con menos frecuencia el desinterés a propagar la semilla y la mano de obra escasa. Finalmente, la última pregunta en la cual se indica si la creación del BCS le motivó a conservar semillas, cerca de su totalidad indicó que ya conservaba semilla y solamente a una persona le motivó a conservar (Figura 6). Estos resultados posiblemente se deban a la ausencia de tecnificación, al igual que motivos económicos, la falta de leyes que garanticen la conservación de semillas y variedades (Ruiz, 2016; Pazmiño, Solórzano y Pazmiño, 2021) y la sustitución por otros cultivos como lo indica la pregunta

5. Asimismo, no se halla un amplio número de especies y variedades de semillas conservadas; dentro de estas se destaca el maíz, este cultivo es predominante debido a que el Azuay es una de las principales provincias productoras de maíz de la sierra (Velásquez et al., 2021). Además, este cultivo en el Ecuador cuenta con variedades adaptadas a distintas condiciones climáticas (Caviedes, Carvajal-Larenas y Zambrano, 2020). Otra semilla que también fue mencionada múltiples veces fue el frijol; desde años atrás este ha aumentado su consumo, demanda y área de cultivo (Garcés-Fiallos, Olmedo-Zamora, Garcés-Estrella y Díaz-Coronel, 2015), por lo que se ha convertido en la leguminosa más producida en el Ecuador (Peralta, Mazon, Minchala y Guamán, 2016). Por el contrario, en otras regiones del mundo, zonas rurales, la variedad de material genético conservado y germoplasma en forma de semilla es extensa (FAO, 2019), que a más de esta acción han desarrollado técnicas para mantenerlas viables y a disposición inmediata (Guzzon, Bello, Bradford, Mérida Guzman y Costich, 2020), lo cual es carente en el BCS de estudio.

CONCLUSIONES

El BCS APA Azuay, debido a que presenta carencias en la infraestructura, técnicas inadecuadas para la conservación

y baja cantidad de semillas de especies y variedades, se puede determinar como no funcional. Además, la escasa riqueza y biodiversidad no permiten cumplir los objetivos para los cuales fue creado. Asimismo, se pudo constatar que el BCS no causó cambios en los hábitos de conservación de sus miembros fundadores, principalmente porque ya conservaban semillas; sin embargo, en la actualidad se conservan principalmente semillas comerciales, lo que ha llevado a la pérdida de material genético de importancia cultural. Con este estudio se espera que los integrantes del BCS acuerden modificar las técnicas de conservación, así como aliarse con autoridades que inviertan en el mejoramiento del mismo, el cual tiene importancia agrícola, económica y social.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Asociación de Agroecólogos del Azuay (APA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adokorach, J., Otieno, G., & Subedi, A. (2021). *Strengthening community seed banks in East and Southern Africa in times of Covid-19*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29979.18722>
- Arenas Calle, W. C., Cardozo Conde, C. I., y Baena, M. (2015). Análisis de los sistemas de semillas en países de América Latina. *Acta Agronomica*, 64(3), 239–245. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3.43985>
- Bhusal, A., Khatri, L., Gc, S., Mandal, I., Bhatt, B. P., Pudasaini, N., Katuwal, Y., Mishra, S., Gautam, A., Shiwakoti, T., & Dhakal, B. P. (2020). Scope of the Community Seed Bank as a Climate Smart Technology. *Compendium of Climate-Smart Agriculture Technologies and Practices*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Compendium-of-Climature-smart-Agriculture-and-Bhusal-Khatri/37821792932346e49ca5db85f5ea59484e895ef1#related-papers>
- Camadro, E. L., & Rimieri, P. (2021). Ex situ plant germplasm conservation revised at the light of mechanisms and methods of genetics. *Journal of Basic and Applied Genetics*, 32(1), 11–24. <https://doi.org/10.35407/bag.2020.32.01.02>
- Caviedes, M., Carvajal-Larenas, F. E., & Zambrano, J. L. (2020). Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 12(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>
- Chao, A. (1987). Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. *Biometrics*, 43(4), 783. <https://doi.org/10.2307/2531532>
- FAO. (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. In *Comisión de Recursos genéticos para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/3/i3704s/i3704s.pdf>
- FAO. (2019). The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. In *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.4060/ca3129en>
- Rivas Platero, G. G., Rodríguez Cortés, A. M., Castillo, D. P., Hernández Hernández, L. y Suchini Ramírez, J. G. (2013). *Bancos Comunitarios de Semillas Criollas : una opción para la conservación*. Serie divulgativa N° 17. *Turrialba: Repositorio CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE))*. Disponible en: <http://semillasdeidentidad.blogspot.com.co/2014/07/semillas-nativas-y-criollas-libres-de.html>
- Gallardo, A. (2019). Casa De Semillas De Uso Comunitario. Experiencia Del Grupo De Semillas De Zapala. *Presencia*, 30 (72), 8–12. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/6659>
- Garcés-Fiallos, F. R., Olmedo-Zamora, I. M., Garcés-Estrella, R. E., y Díaz-Coronel, T. G. (2015). Potencial agronómico de 18 líneas de fréjol F6 en Ecuador. *IDESIA*, 33(2), 107–118. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000200013>
- Guo, Y., Li, Y., Li, J., Li, J., Wen, S., Huang, F., He, W., Wang, B., Lu, S., Li, D., Xiang, W., & Li, X. (2022). Comparison of Aboveground Vegetation and Soil Seed Bank Composition among Three Typical Vegetation Types in the Karst Regions of Southwest China. *Agronomy*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/agronomy12081871>
- Guzzon, F., Bello, P., Bradford, K. J., Mérida Guzman, M. de los A., & Costich, D. E. (2020). Enhancing seed conservation in rural communities of Guatemala by implementing the dry chain concept. *Biodiversity and Conservation*, 29(14), 3997–4017. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02059-6>
- Haj Sghaier, A., Tarnawa, Á., Khaeim, H., Kovács, G. P., Gyuricza, C., & Kende, Z. (2022). The Effects of Temperature and Water on the Seed Germination and Seedling Development of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Plants*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/plants11212819>
- Hossain, M., & Begum, M. (2015). Soil weed seed bank: Importance and management for sustainable crop production- A Review. *Journal of Gender, Agriculture and Food Security*, 1(3), 1–22. <https://www.bangla-jol.info/index.php/JBAU/article/view/28783>
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador). (2018). *Guía para el manejo y conservación de recursos fitogenéticos en Ecuador*. *Publicación miscelánea N° 432*. Mejía, Ecuador: Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF). Disponible en: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- INIAP/FAO. (2017). *La Biodiversidad para la agricultura y la alimentación en Ecuador*. Quito: INIAP/FAO. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4772>
- Khoury, C. K., Brush, S., Costich, D. E., Curry, H. A., de Haan, S., Engels, J. M. M., Guarino, L., Hoban, S., Mercer, K. L., Miller, A. J., Nabhan, G. P., Perales, H. R., Richards, C., Riggins, C. & Thormann, I. (2022). Crop genetic erosion: understanding and responding to loss of crop diversity. *New Phytologist*, 233(1), 84–118. <https://doi.org/10.1111/nph.17733>
- Latifah, D., Widyatmoko, D., Rakhmawati, S. U., Zuhri, M., Hardwick, K., Darmayanti, A. S., & Wardhani, P. K. (2019). The Role of Seed Banking Technology in the Management of Biodiversity in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 298(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/298/1/012006>
- Li, C., Xiao, B., Wang, Q., Zheng, R., & Wu, J. (2017). Responses of soil seed bank and vegetation to the increasing intensity of human disturbance in a semi-arid region of northern China. *Sustainability*, 9(10).

<https://doi.org/10.3390/su9101837>

- FAO (2017). *Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura. Asamblea del Ecuador 22. Del Reglamento a la Ley de Semillas. Texto unificado de legislación secundaria del mag, libro i* (2017). FAOLEX Database. Disponible en: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu165505.pdf>
- Maharjan, S. K., Gurung, A. R., & Sthapit, B. (2013). Enhancing On-Farm Conservation Of Agro-Biodiversity Through Community Seed Bank: An Experience Of Western Nepal. *Journal of Agriculture and Environment*, 12, 132–139. <https://doi.org/10.3126/aej.v12i0.7573>
- García Arenas, A. M. y Barrera Montealegre, J. S. (2013). *Casa de Semillas Taapay Mikuy Estrategia de la Universidad Tecnológica de Pereira*. Pereira, Colombia (eds.): Universidad Tecnológica de Pereira & Instituto de Investigaciones Ambientales. <https://repositorio.utp.edu.co/items/ec407eea-3e4f-4966-b6d9-a3009f9bde76>
- Monteros, A., Tacán, M., Peña Monserrate, G. R., Tapia B., C., Paredes Andrade, N., y Lima, L. (2018). Guía para el manejo y conservación de recursos fitogenéticos en Ecuador. In *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4889>
- Nankya, R., Jika, A. K. N., De Santis, P., Lwandasa, H., Jarvis, D. I., & Mulumba, J. W. (2022). Community Seedbanks in Uganda: Fostering Access to Genetic Diversity and Its Conservation. *Resources*, 11(6), 1–11. <https://doi.org/10.3390/resources11060058>
- O'Donnell, K., & Sharrock, S. (2018). Botanic gardens complement agricultural gene bank in collecting and conserving plant genetic diversity. *Biopreservation and Biobanking*, 16(5), 384–390. <https://doi.org/10.1089/bio.2018.0028>
- Pañitrur-De la Fuente, C., Ibáñez, S. T., León, M. F., Martínez-Tilleria, K., & Sandoval, A. (2020). Conservation of native plants in the seed base Bank of Chile. *Conservation Science and Practice*, 2(11). <https://doi.org/10.1111/csp2.292>
- Pazmiño, A. A., Solórzano, M. M., & Pazmiño, V. A. (2021). El Banco de Germoplasma como instrumento. *Revista de Investigación Talentos*, 8(1), 112–121. <https://doi.org/10.33789/talentos.8.1.148>
- Peralta, E., Mazon, N., Minchala, L., y Guamán, M. (2016). *Fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) y arveja (Pisum sativum L) en las provincias de Cañar, Azuay y Loja. Publicación Miscelánea N° 413*. Quito. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP, 72 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30280.11524>
- Quazi, S., Golani, T., & Martino Capuzzo, A. (2021). Germplasm Conservation. *Endangered Plants*, April. <https://doi.org/10.5772/intechopen.96184>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Ramírez García, A., Camiro Pérez, M., Ramírez Miranda, C., y Espejel García, A. (2017). La soberanía alimentaria. El enfoque desde los territorios y las redes agroalimentarias. *Sapientiae. Ciências Sociais, Humanas e Engenharias*, 2(2), 127–147. <https://www.redalyc.org/journal/5727/572761144004/572761144004.pdf>
- Renard, D., Mahaut, L., & Noack, F. (2023). Crop diversity buffers the impact of droughts and high temperatures on food production. *Environmental Research Letters*, 18(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc2d6>
- Ruiz, C. C. (2016). Food Sovereignty and Territory: The Domestic Production Unit as a Basic Premise. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 223, 313–320. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.376>
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). The Theory of Mathematical Communication. *International Business*, 131. https://pure.mpg.de/rest/items/item_2383164_3/component/file_2383163/content
- Simpson, E. (1949). Measurement of Diversity. *Nature*, 163(1943), 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>
- Sthapit, B. R. (2016). *Community Seed Banking : Appropriate Practices and Solutions for Food Security Bhuwon Sthapit 6-9 October 2015 , Chiang Mai , Thailand*. https://www.bioiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/Community_Seed_Banks.pdf
- Trusiak, M., Pliitta-Michalak, B. P., & Michalak, M. (2023). Choosing the Right Path for the Successful Storage of Seeds. *Plants*, 12(1), 1–20. <https://doi.org/10.3390/plants12010072>
- Velásquez, J., Zambrano, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., Garcés, S., Ortiz, R., León, J., Campaña, D., López, V., Asaibay, C., Nieto, M., Pintado, P., Yáñez, C., Racines, M., & Sanmartín G. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5796>
- Vernooy, R., Rana, J., Otieno, G., Mbozi, H., & Shrestha, P. (2022). Farmer-Led Seed Production: Community Seed Banks Enter the National Seed Market. *Seeds*, 1(3), 164–180. <https://doi.org/10.3390/seeds1030015>
- Vernooy, R., Shrestha, P., & Sthapit, B. (2015). Community Seed Banks. In *Community Seed Banks*. Biodiversity International. <https://doi.org/10.4324/9781315886329>
- Walters, C., & Pence, V. C. (2021). The unique role of seed banking and cryobiotechnologies in plant conservation. *Plants People Planet*, 3(1), 83–91. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10121>
- Zambrano, J. (2020). Conservación y mejoramiento genético de plantas en el INIAP. In USFQ PRESS (Ed.), *Memorias del primer Simposio de Genética y Genómica en el Ecuador Editores: USFQ PRESS*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5482>