



ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL
DE LA USC

María José
Romero Astudillo

Tesis doctoral

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

Lugo, 2026

TESIS DOCTORAL

**EVALUACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD
ALTOANDINA Y SU ROL EN LAS COMUNIDADES
RURALES DE LA UNIÓN DE ORGANIZACIONES
CAMPELINAS E INDÍGENAS DE COTACACHI
(UNORCAC), ECUADOR**

Autora

María José Romero Astudillo

Directores

Dr. Joaquín Giménez de Azcárate Cornide
(Universidad de Santiago de Compostela, España)

Dr. César Tapia Bastidas
(Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador)

Tutor

Dr. Joaquín Giménez de Azcárate Cornide
(Universidad de Santiago de Compostela, España)

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y MEDIOAMBIENTALES

LUGO, 2026

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
LISTADO DE ACRÓNIMOS	vi
INFORMACIÓN DE LA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA.....	vii
1. Referencia completa.....	vii
2. Indicios de calidad	viii
3. Indicación de los contenidos en los capítulos de la tesis	viii
4. Contribución de la persona doctoranda en la publicación	viii
DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES.....	ix
DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTOS	xi
RESUMEN	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	15
1.1 AGROBIODIVERSIDAD Y SU IMPORTANCIA	15
1.2 INVENTARIOS DE AGROBIODIVERSIDAD	16
1.3 IMPORTANCIA CULTURAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD	18
1.4 AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL.....	20
1.5 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA AGROBIODIVERSIDAD	21
1.6 PÉRDIDA DE LA AGROBIODIVERSIDAD.....	22
1.7 CONSERVACIÓN Y USO DE LA AGROBIODIVERSIDAD	22
2 CAPÍTULO II: OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	25
3.1 ÁREA DE ESTUDIO	25
3.2 INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN.....	26

3.2.1	Diseño del muestreo	26
3.2.2	Levantamiento de información para el inventario interespecífico	28
3.2.3	Levantamiento información para el inventario intraespecífico de maíz y fréjol	28
3.2.4	Descriptores discriminantes de maíz	28
3.2.5	Descriptores discriminantes de fréjol	31
3.2.6	Análisis estadístico y geográfico	31
3.3	IMPORTANCIA CULTURAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD	32
3.4	AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL.....	34
4	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1	RESULTADOS Y DISCUSIÓN INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN.....	37
4.1.1	Diversidad interespecífica.....	37
4.1.2	Diversidad intraespecífica de maíz.....	42
4.1.3	Diversidad intraespecífica de fréjol	47
4.1.3.1	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.....	51
4.1.3.2	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	54
4.1.3.3	ANÁLISIS DE DIVERSIDAD.....	55
4.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN IMPORTANCIA CULTURAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD	56
4.2.1	CARACTERÍSTICAS DE LOS INFORMANTES.....	56
4.2.2	USOS DE LA AGROBIODIVERSIDAD	57
4.2.3	CONOCIMIENTO ANCESTRAL VINCULADO A PRÁCTICAS CULTURALES Y CEREMONIAS	60
4.2.4	ASPECTOS DE GÉNERO RELACIONADOS CON EL MANEJO DE LA AGROBIODIVERSIDAD	62
4.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL	63
4.4	ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE AGROBIODIVERSIDAD.....	68
4.4.1	Programa de fitomejoramiento participativo.....	68
4.4.2	Establecimiento de Centros de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario (CBDAs)	69
4.4.3	Sostenibilidad de la feria de semillas <i>Muyu Raymi</i>	70
4.4.4	Revitalización de las ferias gastronómicas.....	70
4.4.5	Preservación de los conocimientos ancestrales	71
4.4.6	Investigación, caracterización y monitoreo de agrobiodiversidad	72

4.4.7	Identificación y promoción de especies y variedades en riesgo de desaparecer	72
4.4.8	Promoción de prácticas culturales y rituales asociados a la agricultura.....	73
4.4.9	Fortalecimiento del Comité Central de Mujeres de la UNORCAC	73
4.4.10	Pagos por servicios de conservación de agrobiodiversidad.....	74
4.4.11	Conservación de la agrobiodiversidad funcional	74
4.4.12	Colaboración entre investigadores y agricultores.....	74
4.4.13	Fomento de alianzas interinstitucionales	75
4.4.14	Diseño de Políticas Públicas	75
5	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	76
5.1	CONCLUSIONES DEL INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN	76
5.2	CONCLUSIONES DE LA IMPORTANCIA CULTURAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD	76
5.3	CONCLUSIONES DE LA AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL	77
5.4	CONCLUSIÓN ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE AGROBIODIVERSIDAD.....	78
6	CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de <i>chakras</i> seleccionadas por comunidad	27
Tabla 2. Color primario de la semilla.....	29
Tabla 3. Escala para determinar el tipo de semilla.....	29
Tabla 4. Escala para establecer la forma de la mazorca.....	30
Tabla 5. Color del raquis de la mazorca.....	30
Tabla 6. Número de <i>chakras</i> estudiadas por comunidad	33
Tabla 7. <i>Chakras</i> seleccionadas para estudio de agrobiodiversidad funcional	34
Tabla 8. Especies vegetales presentes en la <i>chakra</i> 1	34
Tabla 9. Especies encontradas en las <i>chakras</i> de agricultores	37
Tabla 10. Índices de diversidad para especies.....	42
Tabla 11. Razas y variedades tradicionales de maíz	43
Tabla 12. Medidas de resumen de descriptores cuantitativos de maíz.....	46
Tabla 13. Media de variables cuantitativas por raza de maíz.....	46
Tabla 14. Nombres de variedades de semillas	49
Tabla 15. Valores propios (autovalor) y contribución de cada componente principal.....	54
Tabla 16. ANOVA para cinco rasgos cuantitativos de semilla de fréjol.....	54
Tabla 17. Índice de diversidad-equidad (H') de Shannon-Wiener y Shannon (J')	56
Tabla 18. Características de los informantes clave	56
Tabla 19. Especies con mayor cantidad de usos medicinales	60
Tabla 20. Artrópodos identificados y sus funciones en el agroecosistema	64
Tabla 21. Cantidad de artrópodos capturados mediante red entomológica	66
Tabla 22. Cantidad de artrópodos capturados mediante trampas cromáticas.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa ubicación zona de estudio.....	26
Figura 2. Ubicación de comunidades	27
Figura 3. Escala para evaluación de forma de la semilla	29
Figura 4. Escala para determinar la disposición de hileras en la mazorca	30
Figura 5. <i>Chakras</i> estudiadas por comunidad	32
Figura 6. Ubicación esquemática de sitios de muestreo con red entomológica	35
Figura 7. Ubicación esquemática de sitios de muestreo con trampas cromáticas	35
Figura 8. Diez especies más frecuentes en las <i>chakras</i>	41
Figura 9. Distribución espacial de variedades tradicionales de maíz.....	44
Figura 10. Dendrograma de variedades tradicionales de maíz.....	47
Figura 11. Variedades de fréjol encontradas en la zona de estudio	48
Figura 12. Análisis de conglomerados basado en rasgos morfológicos de semillas de fréjol....	52
Figura 13. Análisis de componentes principales basado en caracteres cuantitativos.....	53
Figura 14. Distribución geográfica de las variedades tradicionales de fréjol	54
Figura 15. Autocorrelación espacial I de Morán sobre el número de variedades de	55
Figura 16. Cantidad de categorías de uso por especie.....	57
Figura 17. Especies con mayor cantidad de usos alimenticios y medicinales.....	58
Figura 18. Feria gastronómica promovida por el Comité Central de Mujeres UNORCAC	59
Figura 19. Ritual de bendición de la semilla, Cotacachi, 2022.....	61
Figura 20. <i>Muyu Raymi</i> , Cotacachi, 2022	62
Figura 21. Roles de género.....	63
Figura 22. Colecta de insectos con red entomológica	65
Figura 23. Cantidad de artrópodos por orden capturados con red entomológica	66
Figura 24. Colecta de insectos con trampas cromáticas	67
Figura 25. Cantidad de artrópodos por orden capturados en trampas cromáticas	68

LISTADO DE ACRÓNIMOS

CBDA	Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
DENAREF	Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos
IBPGR	International Board for Plant Genetic Resources Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador
SIG	Sistemas de Información Geográfica
UNORCAC	Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi

INFORMACIÓN DE LA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA

1. Referencia completa

Título de la publicación: Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Runner Bean (*Phaseolus coccineus* L.) Landraces in Rural Communities in the Andes Highlands of Cotacachi—Ecuador.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14081666>

Nombre y orden de las personas coautoras: María José Romero-Astudillo, César Tapia, Joaquín Giménez de Azcárate y Diego Montalvo.

Filiación institucional de cada autor/a:

María José Romero-Astudillo

Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Grupo de Investigación en Agrobiodiversidad, Seguridad y Soberanía Alimentaria – GIASSA, Ibarra, Ecuador; Universidad de Santiago de Compostela, Programa de Doctorado en Ciencias Agrícolas y Medioambientales. Campus Terra, Lugo, España

César Tapia

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador

Joaquín Giménez de Azcárate

Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Botánica, Campus Terra, Lugo, España

Diego Montalvo

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO, Quito, Ecuador

Nombre de la revista: Agronomy

Editorial: Multidisciplinary Digital Publishing Institute

ISSN: 2073-4395

Año de publicación: 2024

Autorización de la revista: La revista Agronomy, es de acceso abierto y permite la reutilización del artículo como parte de esta tesis doctoral, según la comunicación que se presenta en el Anexo 1.

2. Indicios de calidad

Nombre de la revista/editorial: Agronomy / Multidisciplinary Digital Publishing Institute

Factor de impacto (IF) en el año de la publicación de la contribución: 3.4 (2024)

Posición en la categoría (tercil o cuartil en el JCR o índice similar relevante en el área de conocimiento de la tesis): Cuartil 1 (Q1)

Otras métricas: CiteScore (Scopus) 6.7 (2024), 5-Year Impact Factor: 3.8 (2024) (SJR 2024 0.74)
<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100447811&tip=sid&clean=0>

3. Indicación de los contenidos en los capítulos de la tesis

Los contenidos de la publicación se incorporan en el Capítulo III de la tesis, correspondiente a la Metodología, específicamente en el numeral 3.2.5. Asimismo, se integran en el Capítulo IV, que corresponde a Resultados y Discusión, concretamente en el numeral 4.1.3.

4. Contribución de la persona doctoranda en la publicación

La doctoranda, María José Romero, contribuyó en las siguientes tareas de la publicación: conceptualización, metodología, validación, tabulación y análisis de datos, escritura, edición, visualización, administración del proyecto y obtención de financiamiento.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

La doctoranda declara no tener ningún conflicto de interés en relación con la tesis doctoral.

DEDICATORIA

*A Miguel y a María Rosa, mi inspiración constante,
quienes con su apoyo hicieron posible culminar este proceso.*

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi profundo agradecimiento a mis directores de tesis doctoral: al Dr. Joaquín Giménez de Azcárate (Universidad de Santiago de Compostela), por su siempre acertada orientación científica, su generosidad al compartir su vasto conocimiento y el apoyo brindado en los momentos más difíciles, muestra de su profesionalismo y calidad humana; y al Dr. César Tapia (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), por acercarme desde un inicio hacia el interesante mundo de la agrobiodiversidad y compartir de manera oportuna su amplia experiencia en este campo, reflejo de su compromiso para fortalecer mi formación.

Al Dr. Agustín Merino, Coordinador del Programa de Doctorado en Agricultura y Medioambiente para el Desarrollo por su permanente seguimiento del avance de la investigación y por las gestiones que hicieron posible su desarrollo en un entorno académico colaborativo.

A la Universidad Técnica del Norte, por el respaldo institucional brindado para la ejecución de este trabajo, promoviendo un ambiente de investigación comprometido con la realidad de las comunidades indígenas.

Al Ing. Hugo Carrera, a la Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi (UNORCAC) y al Comité Central de Mujeres de la UNORCAC, por la apertura brindada para realizar el trabajo de campo y por facilitar los espacios de diálogo con las comunidades. Mi reconocimiento más especial es para los pequeños agricultores que participaron en este estudio, por su generosidad al compartir su valioso conocimiento y experiencias.

Finalmente, agradezco al Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO, por el financiamiento otorgado a esta investigación a través de la subvención: “PR-268-Ecuador”.

RESUMEN

La presente investigación evalúa la agrobiodiversidad altoandina y su rol en las comunidades rurales de la Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi (UNORCAC), Ecuador, donde la población indígena mantiene una amplia riqueza de saberes ancestrales y diversidad agrícola. La investigación se dividió en tres estudios complementarios orientados a caracterizar la diversidad, evaluar su importancia cultural y analizar la agrobiodiversidad funcional en *chakras* de agricultores de 10 comunidades altoandinas de Cotacachi (altitud >2500 msnm).

En el primer estudio, se analizaron 43 y 87 *chakras* para los inventarios inter e intraespecífico, respectivamente. Se calcularon índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson y Margalef) y se aplicaron herramientas de autocorrelación espacial (I de Morán), análisis de *clusters* y componentes principales. Se identificaron 140 especies vegetales, distribuidas en 117 géneros y 51 familias, así como 39 variedades de maíz (*Zea mays* L.) y 47 variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus coccineus* L.), evidenciándose una alta diversidad genética con patrones espaciales estructurados.

El segundo estudio, relacionado con la importancia cultural de la agrobiodiversidad, que se basó en entrevistas semi estructuradas a 43 familias, reveló que el 98% de los informantes es indígena, con edad promedio de 59 años y un bajo nivel de educación formal (30%). Para determinar el uso de la agrobiodiversidad, se establecieron 14 categorías, destacando especies multipropósito. El maíz y el fréjol son los alimentos principales, mientras que 63 especies cumplen usos medicinales y 25 tienen valor cultural. Los hombres predominan en la toma de decisiones (56%) y manejo de la *chakra* (86%), mientras que las mujeres lideran la siembra (65%), cosecha (63%) y conservación de semillas (84%).

El tercer estudio evaluó la agrobiodiversidad funcional en dos *chakras* contrastantes. La primera, orientada al autoconsumo, incluyó 45 especies en 920 m², mientras que la segunda, de orientación comercial, registró solo cuatro especies en 1.035 m². Se identificaron 25 familias de artrópodos en 13 órdenes, con mayor abundancia de Diptera, Hymenoptera y Thysanoptera en la *chakra* más diversa, donde también se observó presencia de Neuroptera como controlador biológico. En la *chakra* menos diversa predominaron Hemiptera y Lepidoptera, órdenes que incluyen plagas agrícolas. Los resultados confirman que sistemas diversos favorecen la presencia de insectos benéficos y la resiliencia del agroecosistema.

Finalmente, se plantearon estrategias para la conservación de la agrobiodiversidad: programas de fitomejoramiento participativo, bancos comunitarios de semillas, fortalecimiento del *Muyu Raymi*, ferias gastronómicas, rescate de conocimientos ancestrales, monitoreo genético, incentivos económicos por conservación, promoción de rituales agrícolas, fortalecimiento del rol de las mujeres, alianzas interinstitucionales y políticas públicas interculturales sensibles al género. Estas acciones buscan garantizar la soberanía alimentaria, la sostenibilidad y la conservación de la agrobiodiversidad altoandina.

RESUMO

A presente investigación avalía a agrobiodiversidade altoandina e o seu rol nas comunidades rurais da Unión de Organizacións Campesinas e Indíxenas de Cotacachi (UNORCAC), Ecuador, onde a poboación indíxena conserva unha ampla riqueza de saberes ancestrais e diversidade agrícola. A investigación dividiuse en tres estudos complementarios orientados a caracterizar a diversidade, avaliar a súa importancia cultural e analizar a agrobiodiversidade funcional en *chakras* de agricultores en 10 comunidades da zona altoandina de Cotacachi (altitude >2500 msnm).

No primeiro estudo, analizáronse 43 e 87 *chakras* para os inventarios inter e intraespecífico, respectivamente. Calculáronse índices de diversidade (Shannon-Wiener, Simpson e Margalef) e aplicáronse ferramentas de autocorrelación espacial (I de Morán), análise de *clusters* e compoñentes principais. Identificáronse 140 especies vexetais, distribuídas en 117 xéneros e 51 familias, así como 39 variedades de millo (*Zea mays* L.) e 47 variedades de feixón (*Phaseolus vulgaris* L. e *Phaseolus coccineus* L.), evidenciándose unha alta diversidade xenética con patróns espaciais estruturados.

O segundo estudo, relacionado coa importancia cultural da agrobiodiversidade, baseouse en entrevistas semiestruturadas a 43 familias, e revelou que o 98% dos informantes é indíxena, con idade media de 59 anos e un baixo nivel de educación formal (30%). Para determinar o uso da agrobiodiversidade, establecéronse 14 categorías, destacando especies multipropósito. O millo e o feixón son os alimentos principais, mentres que 63 especies teñen usos medicinais e 25 teñen valor cultural. Os homes predominan na toma de decisións (56%) e na xestión da *chakra* (86%), mentres que as mulleres lideran a sementeira (65%), a colleita (63%) e a conservación de sementes (84%).

O terceiro estudo avaliou a agrobiodiversidade funcional en dúas *chakras* contrastantes. A primeira, orientada ao autoconsumo, incluíu 45 especies en 920 m², mentres que a segunda, de orientación comercial, rexistrou só catro especies en 1.035 m². Identificáronse 25 familias de artrópodos en 13 ordens, con maior abundancia de Diptera, Hymenoptera e Thysanoptera na *chakra* máis diversa, onde tamén se observou presenza de Neuroptera como controlador biolóxico. Na *chakra* menos diversa predominaron Hemiptera e Lepidoptera, ordens que inclúen pragas agrícolas. Os resultados confirman que sistemas diversos favorecen a presenza de insectos beneficiosos e a resiliencia do agroecosistema.

Finalmente, formuláronse estratexias para a conservación da agrobiodiversidade: programas de mellora xenética participativa, bancos comunitarios de sementes, fortalecemento do *Muyu Raymi*, feiras gastronómicas, recuperación de coñecementos ancestrais, seguimento xenético, incentivos económicos pola conservación, promoción de rituais agrícolas, fortalecemento do papel das mulleres, alianzas interinstitucionais e políticas públicas interculturais sensibles ao xénero. Estas accións buscan garantir a soberanía alimentaria, a sustentabilidade e a conservación da agrobiodiversidade altoandina.

ABSTRACT

This research evaluates high-Andean agrobiodiversity and its role in the rural communities of the Union of Peasant and Indigenous Organizations of Cotacachi (UNORCAC), Ecuador, where the indigenous population maintains extensive ancestral knowledge and agricultural diversity. The study was divided into three complementary components aimed at characterizing diversity, assessing its cultural importance, and analyzing functional agrobiodiversity in *chakras* of farmers from 10 high-Andean communities of Cotacachi (altitude >2500 masl).

In the first study, 43 and 87 *chakras* were analyzed for inter- and intraspecific inventories, respectively. Diversity indices (Shannon-Wiener, Simpson, and Margalef) were calculated, and spatial autocorrelation tools (I de Morán), cluster analysis, and principal component analysis were applied. A total of 140 plant species were identified, distributed in 117 genera and 51 families, as well as 39 varieties of maize (*Zea mays* L.) and 47 varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus coccineus* L.), evidencing high genetic diversity with structured spatial patterns.

The second study, related to the cultural importance of agrobiodiversity, was based on semi-structured interviews with 43 families. Results revealed that 98% of respondents self-identify as Indigenous, with an average age of 59 years and a low level of formal education (30%). Fourteen categories of agrobiodiversity use were established, highlighting multipurpose species. Maize and beans were the primary food crops, while 63 species were recorded with medicinal uses, and 25 with cultural significance. Men predominated in decision-making (56%) and *chakra* management (86%), whereas women played a central role in sowing (65%), harvesting (63%), and seed conservation (84%).

The third study evaluated functional agrobiodiversity in two contrasting *chakras*. The first, oriented toward self-consumption, included 45 species in 920 m², while the second, with a commercial orientation, registered only four species in 1,035 m². A total of 25 families of arthropods belonging to 13 orders were identified, with greater abundance of Diptera, Hymenoptera, and Thysanoptera in the more diverse *chakra*, where Neuroptera were also observed as biological control agents. In the less diverse *chakra*, Hemiptera and Lepidoptera predominated, both including agricultural pests. Results confirm that diverse systems favor the presence of beneficial insects and greater agroecosystem resilience.

Finally, several strategies for agrobiodiversity conservation were proposed: participatory plant breeding programs, community seed banks, strengthening of *Muyu Raymi*, gastronomic fairs, recovery of ancestral knowledge, genetic monitoring, economic incentives for conservation, promotion of agricultural rituals, empowerment of women's roles, inter-institutional alliances, and intercultural and gender-sensitive public policies. These actions aim to guarantee food sovereignty, sustainability, and conservation of Andean agrobiodiversity.

1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 AGROBIODIVERSIDAD Y SU IMPORTANCIA

La agrobiodiversidad es un concepto complejo y multidimensional que involucra las diferentes especies en un ecosistema y su diversidad genética (Matthies et al., 2023). La agrobiodiversidad presenta dos niveles: recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, y servicios ecológicos. Es decir, está constituida por las especies que contribuyen a la agricultura y producción de alimento, incluyendo plantas, animales, hongos y microorganismos (FAO, 2019; Goldberg et al., 2021), que han sido conscientemente seleccionados por determinadas características deseables (Contreras et al., 2019); y por las especies que contribuyen a la polinización, reciclaje de nutrientes, control biológico de plagas y otros servicios ecosistémicos que aportan a los sistemas de producción (Jones et al., 2021). La agrobiodiversidad incluye el conjunto de especies relevantes para la alimentación y la agricultura, dentro del amplio espectro de la biodiversidad (Bioversity International, 2016), así como los aspectos socioculturales, al estar estrechamente ligada a las actividades humanas y saberes ancestrales (Iermanó et al., 2015). Esto incluye toda la diversidad de cereales, frutas, legumbres y hortalizas que son parte fundamental de la dieta alrededor del mundo (Vázquez et al., 2024). Estos componentes contribuyen a la sostenibilidad de las funciones claves de los agroecosistemas (Paolotti et al., 2016).

La agrobiodiversidad es relevante, por su contribución esencial a la seguridad alimentaria, la conservación de recursos fitogenéticos, la reducción de efectos del calentamiento global y por su rol en la economía de las poblaciones rurales (Raggi, et al., 2022; Ba et al., 2023; Romero y Gómez 2023), así como el incremento de la resiliencia de los agroecosistemas (Ceccarelli y Grando, 2022; Gómez et al., 2022; Rettore et al., 2023), la regulación de los servicios ecosistémicos (Rampersad et al., 2023) y su contribución a la reducción de la dependencia de agroquímicos (Goldberg et al., 2021).

De igual forma, la agrobiodiversidad permite mantener sistemas de agricultura sustentable y hábitats culturales tradicionales (Ba et al., 2023). La diversidad genética en los agroecosistemas está directamente relacionada con la provisión de una dieta alimenticia variada, fibras y plantas para uso en medicina tradicional (Goldberg et al., 2021; Chávez et al., 2024). La agrobiodiversidad tiene un uso prospectivo en la agricultura, en la sostenibilidad de la producción de alimentos (Chávez et al., 2024), en la mejora de los cultivos, en la adaptación de éstos al cambio climático y en la conservación de cultivos tradicionales al integrarse en prácticas agrícolas ancestrales que favorecen la diversidad de semillas, la resiliencia alimentaria y la continuidad cultural (Ba et al., 2023); es por ello que debe ser inventariada y protegida frente a su desvanecimiento y extinción (Gomes y Freire, 2023).

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). Jones et al. (2021) manifiestan que hay necesidad de mejorar el monitoreo de la agrobiodiversidad, con el fin de asegurar un sistema alimentario más sustentable y resiliente. Vázquez et al. (2024) sugieren que aún no se han estudiado profundamente las implicaciones científicas de la agrobiodiversidad como una fuente de recursos alimenticios desde un punto de vista biocultural. En este sentido, Chávez et al. (2024) sostienen que es de suma importancia la adopción de medidas de conservación y promoción de la agrobiodiversidad, especialmente, en contextos locales.

1.2 INVENTARIOS DE AGROBIODIVERSIDAD

El escaso conocimiento detallado sobre la biodiversidad nativa o endémica de una determinada zona dificulta la aplicación de estrategias que puedan aportar de manera efectiva a la conservación y a la generación de políticas públicas encaminadas a su fortalecimiento (De Carvalho et al., 2016; Gómez et al., 2022; Sharma et al., 2024). De igual forma, limita la información disponible para la toma de decisiones que fortalezcan a los productores en procesos de conservación de diversidad agrícola. Los inventarios de agrobiodiversidad y su conservación son, por tanto, un aspecto importante para garantizar la continuidad de la diversidad de los sistemas de producción agrícola (Quintero et al., 2018; Lala et al., 2018; Gomes y Freire, 2023).

Frente a esto, los inventarios de agrobiodiversidad constituyen una importante herramienta que permite catalogar especies y variedades presentes en un área geográfica determinada, así como el conocimiento asociado a estas, estableciendo una base para planificar acciones de conservación eficientes (Whitney et al., 2018; Pacicco et al., 2018; Gomes y Freire, 2023). Autores como De Carvalho et al. (2016) sostienen que es un requerimiento urgente contar con inventarios que muestren de forma clara y amplia la diversidad de cultivos presente en una zona, con énfasis en la diversidad intraespecífica. Es así como, los inventarios de agrobiodiversidad son 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. De la misma forma, la Convención sobre Diversidad Biológica y el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, destacan la necesidad de desarrollar inventarios de recursos genéticos vegetales, incluyendo variedades tradicionales y parientes silvestres relacionados, como uno de los primeros pasos para promover su conservación y uso sostenible (Pacicco et al., 2018; Almeida, et al., 2023).

Estos inventarios son esenciales para preservar el patrimonio cultural, ya que documentan variedades tradicionales y cultivares obsoletos, que reflejan la historia, habilidades y prácticas de las comunidades locales. Su contribución a la preservación del conocimiento tradicional y el patrimonio cultural está, generalmente, asociado con prácticas agrícolas locales. Las variedades desarrolladas a lo largo de siglos poseen rasgos genéticos únicos y están vinculadas a dietas locales y adaptaciones ambientales (Ardenghi, 2018; Contreras et al., 2019). Al catalogar estos recursos, los inventarios los protegen de la extinción, garantizando que sus rasgos permanezcan disponibles para su uso futuro. Además, los inventarios destacan la conexión entre la diversidad agrícola y la identidad cultural, apoyando tanto la sostenibilidad agrícola como la preservación del conocimiento tradicional para las futuras generaciones (Paprštein et al., 2015).

Los inventarios proporcionan datos esenciales para que los responsables de la formulación de políticas desarrollen estrategias y marcos legales orientados a proteger y promover la agrobiodiversidad, asegurando la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas agrícolas a largo

plazo. Los inventarios de agrobiodiversidad aportan al planteamiento de políticas públicas al proporcionar datos esenciales para promover la agricultura sostenible, la seguridad alimentaria y la preservación de los ecosistemas (De Carvalho et al., 2016). El registro de especies y conocimientos tradicionales, ayudan a diseñar políticas que protejan la agrobiodiversidad y promuevan prácticas sostenibles. Estos inventarios destacan la resiliencia de los cultivos y métodos agrícolas tradicionales, orientando políticas que apoyen enfoques agroecológicos y contrarresten los efectos negativos de la globalización (Soto et al., 2022).

Al identificar y promover productos diversos de la agrobiodiversidad, los inventarios pueden mejorar las oportunidades de mercado y la generación de ingresos para los agricultores, contribuyendo a la reducción de la pobreza y la estabilidad económica. Los inventarios de agrobiodiversidad cumplen un rol importante en el aumento de los ingresos en las comunidades agrícolas (Fu et al., 2009). En los sistemas agroforestales de cacao, por ejemplo, los inventarios documentan especies de árboles que proporcionan productos adicionales como frutas, madera y recursos medicinales, ayudando a los agricultores a diversificar sus fuentes de ingresos y aumentar su autosuficiencia (Jagoret et al., 2024). Las especies de valor económico, junto con el conocimiento tradicional, constituyen un aporte a la sostenibilidad ambiental y al crecimiento económico de las comunidades campesinas (Lala et al., 2018).

Por otro lado, es importante indicar que algunos estudios sobre agrobiodiversidad se han desarrollado en la zona altoandina de Cotacachi. Skarbø (2006) evaluó, entre los años 2004 y 2005, el estado de la agrobiodiversidad en cinco comunidades de Cotacachi (Quitugo, El Batán, San Pedro, Peribuela y Ugshapungo), ubicadas en tres rangos altitudinales comprendidos entre 2480 y 3200 msnm. El objetivo del estudio fue explorar las causas y efectos de la erosión genética en ese momento. El estudio identificó 61 especies vegetales utilizadas para la alimentación, con una marcada tendencia a predominancia de cultivos de maíz, fréjol y papa. Encontró, además, que los aspectos culturales y las tradiciones propias de las comunidades indígenas, constituyen uno de los factores más relevantes para la conservación de la agrobiodiversidad en Cotacachi.

En este sentido, Rhoades (2006), a través del Programa de apoyo colaborativo para la Agricultura Sustentable y el Manejo de Recursos Naturales (SANREM, por sus siglas en inglés), lideró una investigación interdisciplinaria de seis años, enfocada en agricultura sustentable y manejo de recursos naturales en comunidades campesinas e indígenas de Cotacachi. Este estudio integral de la zona altoandina de Cotacachi, a través de la contribución de varios autores, ofrece una visión detallada del clima y relieve, del uso y conservación de la biodiversidad, de los recursos naturales y la sustentabilidad y, finalmente, del desarrollo con identidad en la zona de estudio.

De igual forma, otros estudios como los de Tapia y Carrera (2013), reportan el trabajo colaborativo realizado entre varias instituciones para la colecta de recursos fitogenéticos en Cotacachi, con el objetivo de conservarlos en el Banco Nacional de Germoplasma. Por su parte, Skarbø (2014) analizó la relación entre la agrobiodiversidad y las variables culturales dentro de un grupo étnico en Cotacachi, en un marco econométrico. Igualmente, Hair (2020) se enfocó en la caracterización espacial de la agricultura a pequeña escala y el análisis de metodologías de conservación de agrobiodiversidad.

Todos estos estudios constituyen un aporte para incrementar la información sobre el estado de la agrobiodiversidad en esta zona, así como el planteamiento de estrategias encaminadas a su conservación. Sin embargo, al momento, muy pocos inventarios de agrobiodiversidad se han realizado en la zona altoandina de Cotacachi. Entre los años 2009 y 2010, Skarbø (2012) desarrolló un estudio enfocado en determinar el contenido y extensión de la agrobiodiversidad cultivada en Cotacachi, encontrando 103 especies cultivadas en las mismas parroquias consideradas en la presente investigación doctoral. De igual forma en la zona andina de Cotacachi, Bonilla (2017) realizó un levantamiento de información de los cultivos nativos exceptuando variedades mejoradas, en el cual determinó la presencia de 25 diferentes cultivos. Asimismo, López (2017) realizó una caracterización de cuatro chacras en la comunidad Chilcapamba, en Cotacachi, con el objetivo de proponer una agenda agroturística, identificando en el estudio 91 especies vegetales.

Como complemento a los inventarios, es importante resaltar la importancia de los estudios enfocados en la caracterización de la agrobiodiversidad y su rol en la conservación y el uso sostenible de los cultivos tradicionales. La caracterización proporciona la base de conocimiento para identificar y preservar rasgos genéticos deseables (Stagnati et al., 2022). La documentación de rasgos fenotípicos facilita la identificación de germoplasmas diversos y valiosos, respaldando los programas de mejoramiento. De esta manera, la caracterización asegura que la biodiversidad conservada se convierta en un recurso para el mejoramiento de los cultivos y la seguridad alimentaria a largo plazo (Kim et al., 2022).

1.3 IMPORTANCIA CULTURAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD

La agrobiodiversidad, además de constituir la variedad de animales, plantas y microorganismos usados directa o indirectamente en los sistemas agrícolas, incluye una cantidad invaluable de conocimiento en términos de prácticas agrícolas asociadas, tradiciones culinarias, usos medicinales y otros beneficios culturales (Spirito et al., 2022). Es así como, desde un enfoque holístico, la agrobiodiversidad se define como una red dinámica de interacciones entre las personas, los organismos vivos y el ambiente que responde a necesidades y circunstancias determinadas (Puppo et al., 2023). El contexto cultural de la agrobiodiversidad en los sistemas alimentarios de pequeña escala juega un papel importante en su conservación (Giménez et al., 2018). Las prácticas agrícolas tradicionales, incluyendo el uso de diversas variedades locales, contribuye significativamente al uso sostenible y la conservación de la agrobiodiversidad (Gamboa et al., 2014; Lokhandwala, 2022).

Por otra parte, las comunidades rurales cumplen un papel importante en la generación y conservación de la agrobiodiversidad, ya que están vinculadas directamente con la agricultura familiar campesina no industrial y tienen una larga trayectoria de conocimiento tradicional (Puppo et al., 2023). Las comunidades agrícolas indígenas son actores clave en el uso y conservación de la diversidad genética de los cultivos (Heindorf et al., 2019). En muchas sociedades indígenas, la alimentación, la salud y la nutrición son aspectos inseparables que tienen una influencia directa en la organización social, como la medicina, el agroecosistema, el lenguaje, los significados simbólicos y la cultura (Gallegos et al., 2021).

En este sentido, los grupos sociales en donde se facilita la acción colectiva se asocian, usualmente, con mecanismos de intercambio tradicional. Esto representa una fuente importante de semillas en la agricultura de subsistencia. En consecuencia, un grupo de agricultores puede

mantener un mayor número de variedades con menor probabilidad de perderlas que un agricultor individual (Stromberg et al., 2010). Es así como, el involucramiento en instituciones colectivas, como es el caso de la Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi (UNORCAC), puede facilitar las acciones relacionadas con la conservación de la agrobiodiversidad.

Es necesario destacar que una diferencia cultural importante entre la población indígena y el resto de los habitantes en la sociedad ecuatoriana es la cosmovisión andina. Los principios de complementariedad y reciprocidad, característicos de las comunidades altoandinas, determinan las relaciones en su vida, bajo las dimensiones éticas, antropológicas y sociales, fomentando la armonía y la coexistencia respetuosa. Prácticas como la *minga* (trabajo comunal recíproco) y el *trueque* (intercambio), son ejemplos de estas relaciones (Bown y McClellan, 2017; Toro, 2024). En la sociedad indígena, las actividades agrícolas generalmente promueven la cohesión, confianza y cooperación (Gallegos et al., 2021). La cosmovisión andina es más que una forma de ver al mundo, pues involucra toda la experiencia de la existencia.

Por otro lado, con el fin de contextualizar el entorno en el que se realizó esta investigación, es importante mencionar que Los Andes son considerados tanto un área geográfica como cultural, en la cual su población comparte muchos rasgos culturales. Uno de estos es el mantener una *chakra* para sus cultivos. De acuerdo con lo establecido por FAO (2023), la *chakra* es un sistema de agricultura ancestral de la población indígena *Kichwa* en la región andina del Ecuador. Este sistema se caracteriza por la integración e interconexión de climas, ecosistemas, prácticas culturales, creencias andinas y biodiversidad, en altitudes entre los 2500 y 3400 metros sobre el nivel del mar. Las *chakras* son áreas altamente productivas, consideradas espacios vivos en donde la naturaleza y las comunidades de Cotacachi han vivido en armonía por siglos. Son el centro del desarrollo de la vida material y simbólica de las familias y comunidades *Kichwa*. Éstas representan un espacio de conservación *in situ* de semillas, que conducen a alcanzar la soberanía alimentaria.

En Cotacachi, así como en la mayoría de los pueblos indígenas andinos, aún se utilizan prácticas agrícolas ancestrales, incluyendo festividades asociadas con el calendario agrícola (Gallegos et al., 2021), que aportan a la diversidad de cultivos altamente nutritivos, al control de la erosión del suelo y a reducir los efectos del cambio climático (Skarbø, 2016; Hair, 2020; Carrasco et al., 2021). El conocimiento ancestral, entendido como un conjunto acumulado de conocimiento, prácticas y creencias que evolucionan a través de procesos adaptativos que son culturalmente transmitidos entre generaciones, incluye la relación entre organismos vivos y su entorno, tomando un enfoque holístico y reconociendo la complejidad del sistema ecológico (Puppo et al., 2023).

Desafortunadamente, la pérdida de saberes ancestrales es uno de los factores que conduce a la reducción de la agrobiodiversidad. A esto se suma la expansión de monocultivos, la migración campesina, el cambio en los patrones alimenticios y la ampliación de la frontera agrícola (Himley, 2009; Carrera, 2012; Tuaza y Colloredo, 2024). En forma general, durante los últimos años, el Ecuador ha enfrentado un fuerte proceso de urbanización, tal es así que menos de un tercio de la población vive en zonas rurales (Gallegos et al., 2021), acentuando aún más la pérdida de agrobiodiversidad.

En el mismo sentido, la migración de los jóvenes indígenas de las comunidades rurales de la zona altoandina amenaza la agrobiodiversidad y los conocimientos ancestrales, elementos esenciales para la identidad cultural y la resiliencia ecológica. A medida que las nuevas generaciones abandonan estas comunidades, las prácticas agrícolas tradicionales disminuyen, lo que provoca la pérdida de agrobiodiversidad y técnicas ancestrales de cultivo. La devaluación de la vida rural en los sistemas educativos orientados a lo urbano exacerba esta tendencia, alejando a los jóvenes de su herencia agrícola. Este cambio debilita la soberanía alimentaria y reduce la capacidad de las comunidades para adaptarse al cambio climático. Abordar este problema requiere reformas en la educación, incentivos económicos para la agricultura sostenible, la preservación del conocimiento de los ancianos y un mayor apoyo a los mercados locales para revitalizar la vida rural y proteger el patrimonio cultural y ecológico andino (Tuaza y Colloredo, 2024).

Es así como, los saberes ancestrales relacionados con el manejo de las especies animales y vegetales son de suma importancia para la conservación y el uso sostenible de la agrobiodiversidad (Puppo et al., 2023). El conocimiento que se transmite de generación en generación sobre el uso, métodos de cultivo e interacciones ecológicas, permite preservar la herencia cultural de una zona (Lokhandwala, 2022) y puede ser considerado una estrategia para la conservación de la agrobiodiversidad.

1.4 AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL

La agrobiodiversidad funcional corresponde a la variedad de organismos presentes en los agroecosistemas, que cumplen funciones ecológicas que apoyan la producción de cultivos y la sostenibilidad (Iermanó et al., 2015; Goldberg et al., 2021; Gómez et al., 2022). La agrobiodiversidad favorece servicios ecosistémicos importantes que pueden ser beneficios tangibles o intangibles denominados agrobiodiversidad funcional (Delbaere et al., 2014; Wood et al., 2015; Gerits et al., 2021; Matthies et al., 2023). Los insectos que cumplen roles de polinizadores y de enemigos naturales de las plagas constituyen componentes vitales de esta agrobiodiversidad funcional (Díaz et al., 2018; Gerits et al., 2021). Estos insectos están siendo cada vez más reconocidos por su importancia en la resiliencia y el funcionamiento de los agroecosistemas, especialmente en sistemas de agricultura tradicional (Dainese et al., 2019).

La importancia de los polinizadores radica en que transfieren polen en aproximadamente el 75% de los espermatófitos, contribuyendo así al funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas y a suministrar el alimento necesario para satisfacer la demanda de la población humana (Balzan et al., 2014; Potts et al., 2016). Por esta razón, la baja productividad y rendimiento de los cultivos se ha asociado con la pérdida de servicios de polinización, entre otros, que se ha compensado con expansión agrícola (Isaacs et al., 2009; De Pedro et al., 2020).

En los Andes, donde se cultivan numerosas especies nativas y variedades tradicionales en parcelas diversas de pequeños agricultores, conocidas como *chakras*, la polinización tiene una marcada importancia. Esta región alberga una rica variedad de insectos polinizadores como abejas (*Apis mellifera*), abejorros (*Bombus* sp.) y varios géneros de sírfidos, entre otros (Chen et al., 2021). Muchos cultivos andinos dependen de los polinizadores para maximizar su producción y rendimiento. Estudios realizados en pequeñas fincas han mostrado que aumentar la abundancia de polinizadores puede reducir las brechas de rendimiento (Garibaldi et al., 2016; Dainese et al., 2019; Bloom et al., 2021; Anderson et al., 2025). Las contribuciones de los

polinizadores en las *chakras* benefician directamente a los agricultores rurales debido a que aseguran las cosechas sin necesidad de insumos externos. Además, algunos polinizadores como las abejas aportan un valor cultural y económico por su uso en la apicultura (Balzan et al., 2014; Potts et al., 2016).

Al igual que los polinizadores, los enemigos naturales de las plagas agrícolas cumplen un rol fundamental en los agroecosistemas. Éstos incluyen artrópodos depredadores de géneros como *Coccinella*, *Chrysoperla*, *Macrolophus* y *Phytoseiulus*, así como varios géneros de avispas y moscas parasitoides, que reducen naturalmente las poblaciones de herbívoros plaga, que afectan a los cultivos (Hardiansyah et al., 2021). La función ecológica del control de plagas es promovida por una mayor abundancia y diversidad de depredadores y parasitoides (Tortosa, et al., 2022). Investigaciones demuestran que los policultivos favorecen la proliferación de enemigos naturales, en comparación con los monocultivos, creando condiciones para una mayor regulación de plagas (Moreira et al., 2016; Nicholls et al., 2016; Redlich et al., 2018; Chen et al. 2021; Ebel et al., 2024).

A medida que aumentan las presiones de la modernización y el cambio climático, preservar las funciones ecológicas se vuelve cada vez más importante para la resiliencia de la agricultura tradicional (Peredo y Barrera, 2024). En este sentido, las iniciativas para proteger y promover los sistemas agrícolas ancestrales están cobrando fuerza, al combinar el conocimiento científico con el saber indígena para mejorar los servicios ecosistémicos en beneficio de las futuras generaciones (Madden, 2021). Al valorar y comprender los roles de los polinizadores y los enemigos naturales en los agroecosistemas andinos, las comunidades rurales y los investigadores pueden colaborar para asegurar que estos paisajes sigan siendo productivos, biodiversos y sostenibles (Díaz et al., 2018; Dainese et al., 2019).

La comprensión del vínculo que existe entre la agrobiodiversidad y los servicios ecosistémicos es de vital importancia para predecir como los cambios en el ambiente y prácticas de manejo pueden impactar el funcionamiento del ecosistema (Wood et al., 2015; Nicita et al., 2024).

1.5 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA AGROBIODIVERSIDAD

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). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) desempeñan un papel clave en el estudio de la distribución de especies y fomentan la participación directa de las comunidades en el mapeo de los territorios que habitan y cultivan. Sin embargo, su uso en este contexto es aún limitado (Rettore et al., 2023).

Algunos trabajos previos se han enfocado en comprender la distribución geográfica de la agrobiodiversidad como un mecanismo para promover su conservación. En ese sentido, Van Zonneveld et al. (2012), analizaron patrones espaciales de diversidad genética para optimizar la conservación y uso de la diversidad local de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en Perú. Contreras et al. (2019) realizaron un análisis de la conservación *in situ* y *ex situ* de especies consideradas como parientes silvestres prioritarios de cultivos en México como un paso clave para desarrollar una estrategia nacional de conservación. Por otro lado, Calandrelli et al. (2023) utilizaron tecnologías SIG para determinar la distribución espacial de la diversidad genética de

castaña (*Castanea sativa* Mill.) y proponer un estudio piloto de uso local para el manejo y conservación de recursos genéticos directamente en las zonas de cultivo en Campania, Italia. A nivel local, Romero y Gómez (2023) determinaron la distribución geográfica de la agrobiodiversidad en comunidades rurales altoandinas de la provincia de Imbabura – Ecuador, utilizando herramientas de SIG y técnicas de investigación participativa.

1.6 PÉRDIDA DE LA AGROBIODIVERSIDAD

Uno de los principales desafíos que enfrenta la agricultura actualmente es la pérdida de la agrobiodiversidad (Sandström et al., 2024). Esta disminución se debe a diversos factores como el abandono de las tierras agrícolas, los cambios en el uso del suelo por efecto de la expansión e intensificación de la agricultura (Matthies et al., 2023), los cambios en patrones de consumo a nivel mundial, el crecimiento poblacional (Delbaere et al., 2014), el cambio climático (Vázquez et al., 2024), el desconocimiento del valor cultural asociado a la agrobiodiversidad, la expansión de monocultivos y la ampliación de la frontera agrícola (Carrera, 2012).

Esta pérdida provoca, a su vez, la reducción de muchos servicios ecosistémicos, amenazando la productividad y sostenibilidad de los agroecosistemas. Esto reduce también la distribución y abundancia de las poblaciones de especies, provocando la pérdida de diversidad genética y hábitats únicos (Jacob et al., 2020). Blundo et al. (2020) manifiestan que la expansión de la agricultura comercial aparentemente está relacionada con la reducción de agrobiodiversidad debido a la homogenización de los sistemas agrícolas. El incremento de la producción a través del desarrollo de nuevas variedades, implementación de tecnología y prácticas poco sustentables ha resultado en la sobreexplotación de los recursos naturales, manifestándose principalmente en la degradación del suelo (Jacob et al., 2020). Esto se debe, principalmente a que la intensificación de los métodos de producción agrícola ha conducido a la reducción del número de especies y variedades (Wang et al., 2024).

Sobre la base de estas consideraciones, el reto de mayor trascendencia en la actualidad es lograr un modo de incrementar la producción agrícola para satisfacer una demanda que va en ascenso, debido al constante crecimiento demográfico, sin descuidar la conservación de especies y variedades endémicas o nativas de cada zona (Babić et al., 2021). Esto puede lograrse a través de estrategias en las que se aproveche el potencial que tienen para satisfacer necesidades tanto sociales, como económicas, culturales y ecológicas (Bünzli, 2014).

1.7 CONSERVACIÓN Y USO DE LA AGROBIODIVERSIDAD

A nivel mundial, se han documentado aproximadamente 300 000 especies de plantas superiores. De estas, sólo alrededor de 7 000 especies han sido domesticadas y cultivadas para su uso como alimento a través de los años (Jacob et al., 2020). Sin embargo, en la actualidad, solamente nueve de estas especies representan más del 66% de toda la producción de cultivos por peso (Wang et al., 2024).

La diversidad de cultivos está ligada a los numerosos hábitos alimenticios de los grupos étnicos, así como al conocimiento tradicional (Panyadee et al., 2019). En general, en las comunidades campesinas tradicionales alrededor del mundo existe un valioso conocimiento relacionado con el uso y manejo de la agrobiodiversidad nativa, que ha sido transmitido a través de las generaciones (Vázquez et al., 2024). 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). Las comunidades rurales utilizan muchos de los recursos, sin embargo, tienen preferencias por ciertos grupos o especies, tendencias que están ligadas a ciertos atributos propios de su cultura (Bruno et al., 2018). 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.

En concordancia con lo anterior, los sistemas de agricultura tradicional son reservorios importantes de diversidad agrícola y valiosos componentes que permiten asegurar la producción de alimento y reserva genética (Heindorf, 2019). Es por esto, que se han realizado varios estudios relacionados con la agrobiodiversidad en la sierra norte del Ecuador. Estos estudios se han enfocado en determinar la distribución geográfica y estado de conservación de la diversidad agrícola, así como en obtener inventarios de las especies y variedades vegetales (Romero y Gómez, 2023; Sánchez et al., 2018) y en la integración del uso y la conservación (*ex situ* e *in situ*) de la diversidad agrícola, con la finalidad de contribuir al manejo sostenible de la producción, aportando a la seguridad alimentaria y reducción de la pobreza rural (MAG, 2018). Para conservar esa riqueza, es necesario enfocar esfuerzos al estudio de la agrobiodiversidad, tendientes a su conservación y promoción. A pesar del importante rol que cumple la agrobiodiversidad en la seguridad alimentaria, la mitigación de los efectos del cambio climático y la diversidad genética disponible (Williams, 2018), muy pocos trabajos se han enfocado en la conservación de la agrobiodiversidad a un nivel de *chakras* familiares.

Bajo esta perspectiva, se han hecho significativas contribuciones al destacar el papel de los pueblos indígenas en la preservación de la biodiversidad como una respuesta a la crisis ambiental global significativas (Boege, 2008; Jarvis et al., 2008; Panyadee et al., 2019; Hirata et al., 2022). Esto se debe principalmente a que los agroecosistemas tradicionales contienen el germoplasma de plantas cultivadas y sus parientes silvestres, cuya evolución está ligada a las prácticas agrícolas transmitidas culturalmente de generación en generación. Por lo tanto, es fundamental adoptar un enfoque biocultural, reconociendo que la conservación de la biodiversidad está profundamente conectada con la diversidad cultural de los pueblos indígenas.

2 CAPÍTULO II: OBJETIVOS

Con el fin de contribuir a los estudios de agrobiodiversidad altoandina y a la comprensión de su rol en los sistemas agrícolas tradicionales, se plantearon los siguientes objetivos, orientados a evaluar la diversidad agrícola y su relevancia cultural y ecológica en comunidades rurales indígenas de Cotacachi, Ecuador. Los objetivos buscan generar evidencia científica que sustente el planteamiento de estrategias participativas de conservación y manejo de la agrobiodiversidad, que aporten a garantizar la soberanía alimentaria, el rol de las comunidades y la formulación de políticas públicas orientadas a la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios altoandinos.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el estado y la importancia de la agrobiodiversidad en las comunidades rurales de la zona altoandina de Cotacachi, Ecuador.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1 Describir la agrobiodiversidad presente en las comunidades de la Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi - UNORCAC, mediante un inventario georreferenciado a nivel inter e intraespecífico.
- 2.2.2 Estimar el nivel de importancia cultural de la agrobiodiversidad en las comunidades locales.
- 2.2.3 Evaluar la agrobiodiversidad funcional presente en el área de estudio y su rol como servicio ecológico.
- 2.2.4 Plantear estrategias encaminadas a la conservación de la agrobiodiversidad en las comunidades estudiadas.

3 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Esta investigación se realizó en la zona altoandina (altitud >2500 msnm) del cantón Cotacachi, ubicado en la provincia de Imbabura. Específicamente, se trabajó en tres zonas administrativas, correspondientes a las parroquias: Imantag, El Sagrario y Quiroga (figura 1) que comprenden un área de 352 km². Es necesario mencionar que el Ecuador se clasifica en 24 provincias, conformadas por cantones y, a su vez, los cantones se dividen en parroquias. En las zonas rurales de las parroquias, la población se organiza en comunidades.

El cantón Cotacachi está ubicado, aproximadamente, a 100 km al norte de la capital del Ecuador, Quito. Al estar atravesado por la cordillera de Los Andes, tiene varios pisos altitudinales, que favorecen la diversificación climática, responsable del desarrollo de una extensa biodiversidad agrícola. El calendario agrícola está regido por las épocas lluviosas que se presentan en los meses de marzo – abril (precipitación promedio: 111 mm/mes) y octubre – noviembre (precipitación promedio: 96 mm/mes) (Fick y Hijmans, 2017). En contraste, los meses de julio y agosto se caracterizan por ser secos (precipitación promedio: 16 mm/mes), con intensa radiación solar y vientos fuertes (Camacho, 2006).

El clima es ecuatorial altoandino con temperaturas constantes durante todo el año. La temperatura media anual es de alrededor de 13.5°C a los 2500 msnm. La precipitación media anual es de alrededor de 820 mm a la misma altitud, siendo notable la escasez de agua para uso agrícola en la época seca (Zehetner y Miller, 2006).

La principal fuente de alimentos e ingresos económicos en la zona de estudio es la agricultura familiar campesina (Moates y Campbell, 2006; Gascon, 2016). Sus espacios de cultivo tienen una superficie menor a 1 ha (Melby, et al. 2020). Este sistema de agricultura, es localmente conocido como *chakra* y se define como un sistema de agricultura ancestral propio de los indígenas que habitan la región andina de Ecuador, Perú y Bolivia (Caulfield et al., 2021) y representa un pequeño lote de terreno junto a la casa, usualmente con una amplia agrobiodiversidad (FAO, 2023). El agua de riego es usualmente escasa, por lo cual, aproximadamente el 55% de familias no tienen acceso a la misma (Fernández, 2013).

Cotacachi cuenta con una de las concentraciones más altas de población indígena (41%) del total de habitantes del cantón (Chassagne y Everingham, 2019; Hair, 2020). La población es principalmente bilingüe (español y *kichwa*¹) (Skarbø, 2012). La mayor parte de comunidades de la zona altoandina de Cotacachi forman parte de la Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi (UNORCAC), que es una organización de segundo grado, sin fines de lucro, creada en 1977. La UNORCAC está conformada por 41 comunidades y varias

¹ *Kichwa* es la escritura fonética del ‘Quichua’ de los indígenas andinos de Ecuador, Bolivia, Chile y Argentina o del ‘Quechua’ de Perú (Sarmiento y Cotacachi, 2019).

organizaciones campesinas de base. Sus integrantes tienen una fuerte identidad cultural y territorial y, generalmente, mantienen saberes ancestrales y prácticas tradicionales (Fernández, 2013).

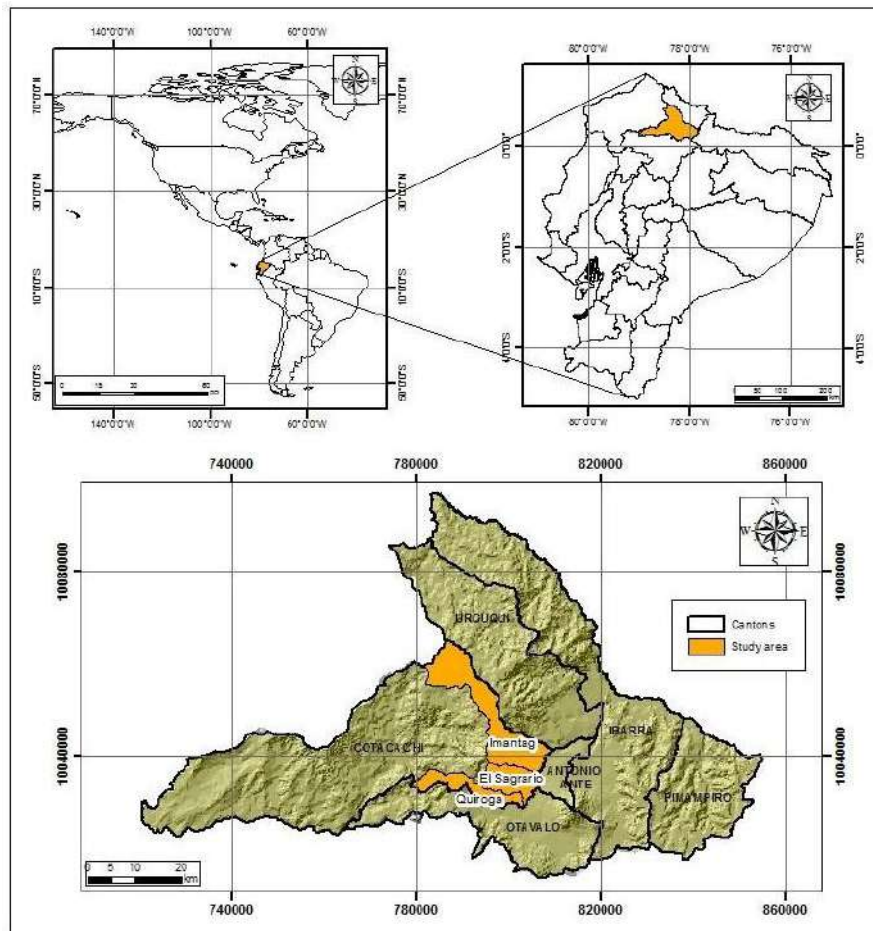


Figura 1. Mapa ubicación zona de estudio

El sistema de agricultura campesina que se practica en la zona de estudio, se conoce localmente como *chakra* (un término *Kichwa*) y se define como un sistema de agricultura ancestral de su población (Caulfield et al., 2021). La *chakra* es un pequeño lote de terreno junto a la casa, generalmente con una alta agrobiodiversidad, así como prácticas agrícolas tradicionales (FAO, 2023). La *chakra* podría ser comparable conceptualmente con el sistema altamente diversificado de la milpa mexicana, por sus características similares (Giménez de Azcárate et al., 2018; Heindorf, 2019).

3.2 INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN

3.2.1 Diseño del muestreo

Se seleccionaron 10 comunidades dedicadas a la agricultura familiar campesina de pequeña escala (Tabla 1 y Figura 2), mediante el método de muestreo intencional (Ames et al., 2019; Chassagne, 2019; Campbell et al., 2020), con el fin de recopilar datos relevantes asociados con

las variedades locales que cultivan (Almeida et al., 2023). La selección de agricultores y/o sitios a encuestar se basó en la consulta a expertos².

Tabla 1. Número de *chakras* seleccionadas por comunidad

Comunidad	Nº de familias	Nº <i>chakras</i> seleccionadas inventario interespecífico	Nº <i>chakras</i> seleccionadas inventario intraespecífico
El Cercado	146	7	14
Morochos	125	6	13
Cumbas Conde	119	6	11
Morlán	108	5	11
Topo Grande	103	5	10
San Pedro	88	4	9
Chilcapamba	72	4	7
San Antonio del Punje	40	2	4
Italqui	36	2	4
Arrayanes	35	2	4
Total	872	43	87

El inventario se dividió en dos partes: 1) Inventario interespecífico, para el cual se seleccionó el 5% de las familias (43 familias) y, 2) Inventario intraespecífico de maíz y fréjol, con una muestra del 10% de las familias (87 familias). La información fue recolectada entre agosto y octubre del 2019 y entre diciembre 2021 y enero 2022.

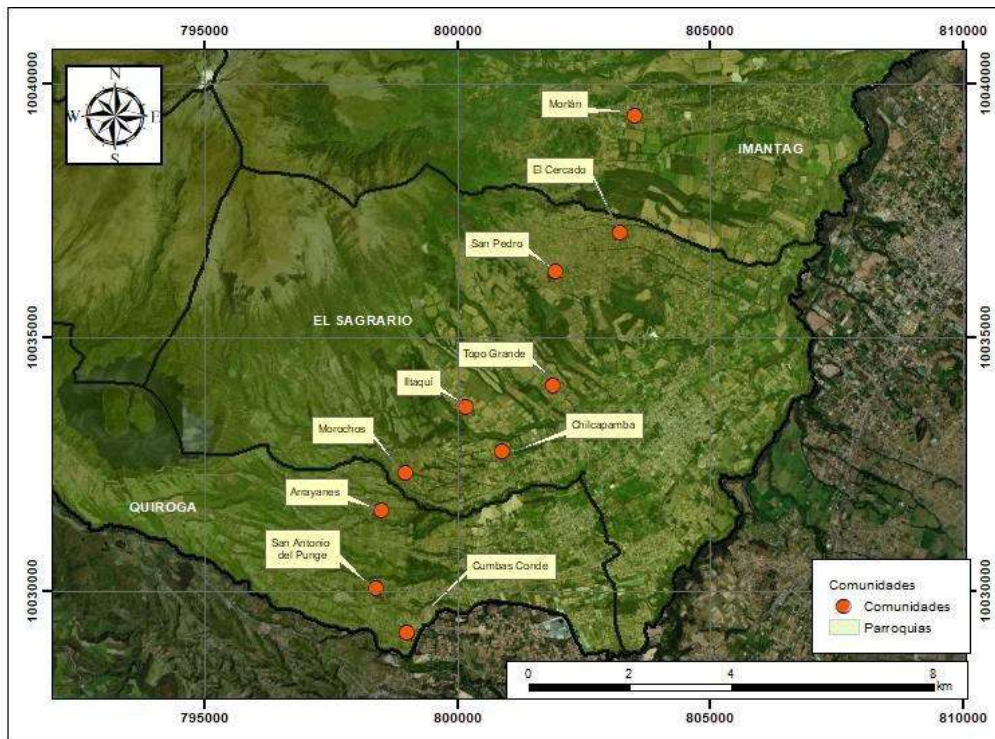


Figura 2. Ubicación de comunidades

² Ing. Hugo Carrera, coordinador de la UNORCAC y Dr. César Tapia, Director DENAREF - INIAP

3.2.2 Levantamiento de información para el inventario interespecífico

Se utilizó una encuesta semi estructurada y previo el consentimiento informado, se aplicó el instrumento a la persona considerada cabeza de familia. Las encuestas se desarrollaron en su mayor parte en castellano, aunque en muchos casos fue necesaria la participación de un intérprete del idioma nativo *kichwa*. La encuesta se enfocó en el conocimiento sobre especies vegetales de la *chakra*. Además, se recorrió las *chakras* para levantar el inventario de especies, a nivel de familia botánica, género, especie, nombre vernáculo, tipo de crecimiento (herbácea, suculenta, arbusto, árbol, leñosa), forma de vida (anual, perenne) y origen (nativa, introducida, endémica, así como el origen geográfico). En este estudio se tomaron en cuenta únicamente plantas con algún tipo de uso, es decir, no se incluyeron plantas arvenses. Los datos obtenidos a partir del inventario fueron organizados en una base de datos para el posterior análisis.

3.2.3 Levantamiento información para el inventario intraespecífico de maíz y fréjol

Se realizó un levantamiento de información de la diversidad agrícola intraespecífica de los dos cultivos más comunes en las *chakras*: maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). La entrevista incluyó información sobre los nombres de las variedades tal y como las conocen los agricultores, eliminando la sinonimia (nombres diferentes que se refieren a la misma variedad) y la homonimia (un nombre aplicado a dos o más variedades diferentes). Se utilizaron los nombres de variedades de los agricultores porque se ha establecido que reflejan la propia comprensión que los agricultores tienen de la diversidad de sus cultivos (Jarvis et al., 2008). Las entrevistas tuvieron lugar en las *chakras*, y se realizaron mayormente en español. En algunos casos, se requirió de un intérprete de *kichwa*.

La información de las variedades existentes en los dos cultivos provino tanto de la percepción del agricultor (encuesta semi estructurada), como de la caracterización de muestras de maíz y fréjol (descriptores discriminantes). Mediante estos descriptores (Tapia, 2015; Ulcuango, 2018) se establecieron diferencias entre las variedades.

Se recogieron muestras de aproximadamente 50 semillas, aunque en algunas variedades, las semillas eran escasas (incluso menos de 10 semillas por muestra). Las muestras fueron selladas y etiquetadas para su análisis posterior. Se recogieron un total de 211 muestras de maíz y 361 muestras de fréjol. El estudio se centró en la morfología de las semillas mediante descriptores cualitativos y cuantitativos, ya que otros estudios demostraron que los descriptores de semillas son los más discriminantes (Loko et al., 2018; Sinkovič et al., 2019; Kouam et al., 2023).

3.2.4 Descriptores discriminantes de maíz

Con el fin de analizar la variabilidad morfológica del maíz presente en las *chakras* estudiadas, se aplicaron descriptores discriminantes que permiten identificar diferencias entre variedades locales a partir de sus atributos fenotípicos. Las escalas correspondientes fueron adoptadas del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo – CIMMYT (IBPGR, 1991) y se presentan a continuación

3.2.4.1 Color de la semilla

Se evaluó el color primario de diez semillas secas de maíz por muestra, de acuerdo con la escala indicada en la Tabla 2.

Tabla 2. Color primario de la semilla

Escala	Color
1	Blanco
2	Amarillo
3	Morado
4	Jaspeado
5	Café
6	Anaranjado
7	Moteado
8	Rojo
9	Negro

3.2.4.2 Forma de la semilla

Con base en la escala descrita en la Figura 3, se determinó la forma de diez semillas de maíz por muestra.



Figura 3. Escala para evaluación de forma de la semilla

3.2.4.3 Tipo de semilla

Para evaluar el tipo de semilla, se empleó la escala indicada en la Tabla 3 y se aplicó a diez semillas por muestra.

Tabla 3. Escala para determinar el tipo de semilla

Escala	Tipo
1	Harinoso
2	Semiharinoso, (morocho), con una capa externa de endospermo duro
3	Dentado
4	Semidentado, entre dentado y cristalino, pero más parecido al dentado
5	Semicristalino, cristalino de capa suave
6	Cristalino
7	Reventador

3.2.4.4 Dimensiones de la semilla

Se midieron las dimensiones de longitud, ancho y espesor en diez semillas por cada muestra, con el uso de un calibrador. Las medidas se expresaron en milímetros (mm).

3.2.4.5 Forma de la mazorca

Para determinar la forma de la mazorca, se utilizó una muestra compuesta por cinco mazorcas de maíz, tomando en cuenta la escala descrita en la Tabla 4.

Tabla 4. Escala para establecer la forma de la mazorca

Escala	Forma
1	Cilíndrica
2	Cilíndrica - cónica
3	Cónica
4	Esférica

3.2.4.6 Disposición de las hileras de la mazorca

La distribución de las hileras de semillas en la mazorca se determinó a través de la escala descrita en la Figura 4. Para el efecto, se tomó una muestra de cinco mazorcas.

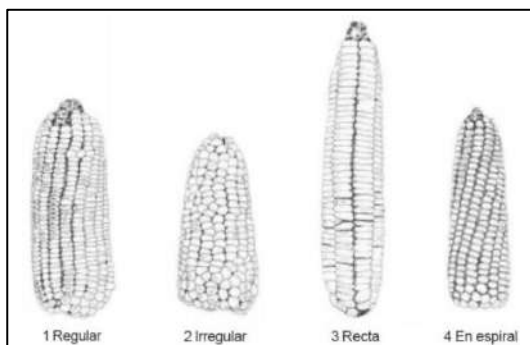


Figura 4. Escala para determinar la disposición de hileras en la mazorca

3.2.4.7 Número de hileras por mazorca

Se contó el número de hileras de semillas en la parte central de cinco mazorcas por muestra.

3.2.4.8 Número de semillas por hilera

Se contó el número de semillas de tres hileras por mazorca escogidas al azar y se registró el promedio de semillas por hilera en cada una de las muestras de maíz, conformadas por cinco mazorcas.

3.2.4.9 Color del raquis

El color del raquis de la mazorca se determinó con base en la escala de la Tabla 5. Para el efecto, se desgranaron cinco mazorcas por muestra para poder observar el color del raquis.

Tabla 5. Color del raquis de la mazorca

Escala	Color
1	Blanco
2	Rojo
3	Café
4	Morado
5	Rosado
6	Jaspeado

3.2.4.10 Dimensiones de la mazorca

Para determinar la longitud y diámetro, se midió con una regla la mazorca desde la base hasta el ápice. El diámetro se midió con un calibrador en la parte central de la mazorca.

Las mediciones se realizaron en cinco mazorcas por muestra. Los resultados se registraron en milímetros (mm).

3.2.5 Descriptores discriminantes de fréjol

Se emplearon cinco descriptores cualitativos de semilla: color primario, color secundario, color alrededor del hilo, patrón de la cubierta y forma. El color primario y secundario se determinó en grano seco mediante observación directa bajo luz natural diurna, utilizando una escala modificada del *International Board for Plant Genetic Resources* (CTA, 1992). El color circundante del hilo, considerado un componente clave de la apariencia de la semilla (Sadohara et al., 2022), se definió con una escala modificada (Muñoz et al., 1993). El patrón de la cubierta se clasificó según el *International Board for Plant Genetic Resources* (CTA, 1992). La forma se categorizó en tres clases: ovalada, cuboide y arriñonada, siguiendo criterios empleados en estudios previos (Carrijo, 2017; Sadohara et al., 2022).

Para los caracteres cuantitativos se consideraron cinco descriptores (Sinkovič et al., 2019). Con un calibrador digital se midieron, en milímetros, 10 semillas intactas y completamente desarrolladas por muestra para estimar: longitud (L) (eje mayor paralelo al hilo), ancho (W) (distancia del hilo al lado opuesto), espesor (T) (eje mayor perpendicular al hilo), así como las relaciones L/W y W/T.

3.2.6 Análisis estadístico y geográfico

Los datos fueron analizados en el programa Biodiversity Professional versión 2 (McAleece et al., 1997). El análisis se realizó a través de índices de diversidad en cada comunidad estudiada, utilizando el índice de Diversidad-Equidad (H') de Shannon-Wiener, así como el índice de homogeneidad de Shannon J' . Se realizaron análisis estadísticos utilizando el software InfoStat v. 2008 (Di Rienzo et al., 2008). Los parámetros estadísticos para descriptores cuantitativos incluyeron valores medio, mínimo y máximo, desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV) para evaluar la variabilidad.

Además, se realizaron análisis de componentes principales y de conglomerados. El análisis de componentes principales se utilizó, principalmente, para explorar relaciones entre variables (Alabi et al., 2019). El análisis de conglomerados se realizó utilizando el método de Ward con distancia de Gower, sobre variables estandarizadas. A partir de este análisis, se construyó un dendrograma, agrupando las variedades estudiadas en diferentes grupos según sus características (Jarvis et al., 2008). Se utilizaron todos los rasgos cuantitativos y cualitativos de cada accesión. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se utilizó el método de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) de Fisher para comparar medias ($\alpha=0.05$).

La distribución geográfica se analizó con el software ArcGIS v. 10.8 (Esri, 2021), utilizando la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), el Datum 1984 del Sistema Geodésico Mundial (WGS) y la Zona 17 Sur. Se empleó la técnica geoestadística I de Morán para explicar la correlación espacial de distribución de variedades de fréjol y maíz entre las *chakras* (Siabato y Guzmán, 2019).

3.3 IMPORTANCIA CULTURAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD

3.3.1 Diseño del muestreo

Se seleccionaron 10 comunidades dedicadas a la agricultura familiar campesina de pequeña escala (Figura 5). A través de información proporcionada por la UNORCAC, se obtuvo el número de familias dedicadas a la agricultura en cada una de las 10 comunidades. Se determinó el número de *chakras* correspondiente al 5% de las familias en cada comunidad, con un total de 43 familias seleccionadas en la zona de estudio (Tabla 6).

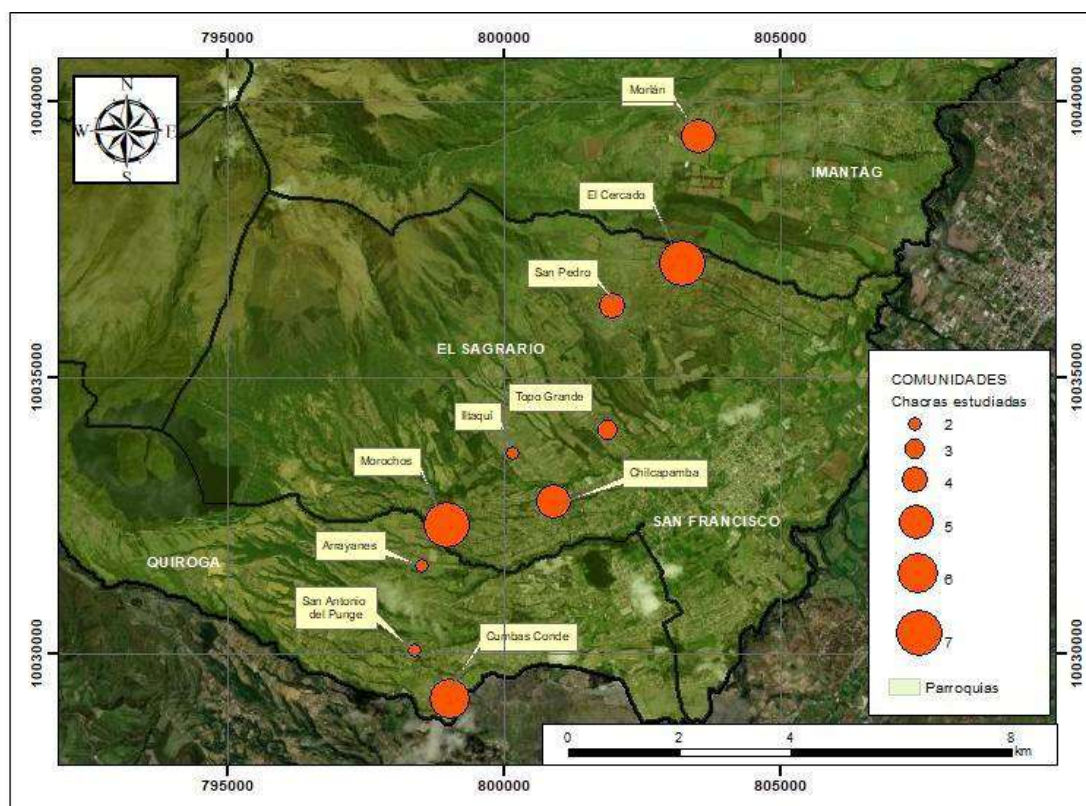


Figura 5. *Chakras* estudiadas por comunidad

Los dirigentes de la UNORCAC, así como los líderes comunitarios fueron informados sobre los objetivos de la investigación, con el fin de facilitar el acceso a las comunidades. De igual forma, el trabajo de campo se realizó con la participación permanente de un ayudante de investigación indígena, con el propósito de tener una mayor apertura al diálogo por parte de las familias.

Se diseñaron entrevistas semi estructuradas (Bown y McClellan, 2017; Caulfield et al., 2019; Rimlinger et al., 2021) dirigidas a los agricultores cabeza de familia y su participación fue voluntaria. Las entrevistas se desarrollaron, en su mayor parte, en idioma español; aunque en muchos casos fue necesaria la traducción al idioma nativo *kichwa*³. La selección de los informantes clave se estableció con base en los siguientes criterios que fueron modificados a partir de aquellos aplicados por otros autores (Villota, 2010; Heindorf et al., 2019):

³ *Kichwa* es la escritura fonética del ‘Quichua’ de los indígenas andinos de Ecuador, Bolivia, Chile y Argentina o del ‘Quechua’ de Perú (Lipsky, 2013; Sarmiento y Cotacachi, 2019).

- Pertenecer a la UNORCAC.
- Mantener una *chakra*.
- Tener edades comprendidas entre los 50 a 70 años.
- Habitar en la comunidad desde la niñez.
- Ser cabeza de familia (quien generalmente toma las decisiones relacionadas con la agricultura).
- Mantener prácticas agropecuarias tradicionales.

Tabla 6. Número de chakras estudiadas por comunidad

Comunidad	Nº de familias dedicadas a agricultura	Nº <i>chakras</i> estudiadas
El Cercado	146	7
Morochos	125	6
Cumbas Conde	119	6
Chilcapamba	108	5
Morlán	103	5
San Pedro	88	4
Topo Grande	72	4
Italqui	40	2
San Antonio del Punje	36	2
Arrayanes	35	2
Total	872	43

3.3.2 Levantamiento de información

Para este componente de la investigación, se empleó una metodología cualitativa (Caulfield et al., 2019; Morocho y Tubay, 2023), que permitió una mayor participación de los informantes clave, con el fin de conocer, primeramente, su contexto de vida. Cada participante accedió a participar en la investigación a través de un consentimiento informado. Se realizó una entrevista a los informantes clave seleccionados. La entrevista, que tuvo una duración de entre 40 y 60 minutos, se enfocó en la auto identificación étnica, edad, nivel de educación, especies vegetales conocidas que mantiene en la *chakra*, diferentes usos de la agrobiodiversidad, intercambio y conservación de semillas y roles por género (Sunil et al., 2008; Borja, 2014; Romero y Gómez, 2023 y consulta a expertos⁴).

Con el fin de clasificar los usos de la agrobiodiversidad, se establecieron 14 categorías: 1. Alimento, 2. Forraje, 3. Medicinal, 4. Maderable, 5. Ornamental, 6. Ceremonial, 7. Fibra, 8. Materia verde, 9. Producción de energía, 10. Cercas vivas, 11. Conservación suelos, 12. Melíferas, 13. Repelentes, 14. Otros usos.

3.4 AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL

3.4.1 Diseño de muestreo

A partir de los resultados del inventario de agrobiodiversidad, se seleccionaron dos *chakras* con marcadas diferencias en la cantidad de especies vegetales que se mantienen con algún propósito (Tabla 7), con el fin de evaluar cómo la riqueza en agrobiodiversidad influye en la presencia de artrópodos. Cabe mencionar que en este estudio se excluyeron las plantas arvenses.

Tabla 7. *Chakras* seleccionadas para estudio de agrobiodiversidad funcional

<i>Chakra</i>	Propietario	Parroquia	Comunidad	Coordenadas (UTM WGS84 Zona 17S)		No. especies vegetales en la <i>chakra</i>
				X	Y	
1	Maria Laura Ipiali	El Sagrario	Italqui	800439	10033459	45
2	Maria Ortencia Calapi	El Sagrario	Morochos	798595	10032524	4

La primera *chakra* seleccionada tuvo un área de 920 m² y el principal objetivo de producción era el autoconsumo. Las especies vegetales presentes se listan en la Tabla 8. La distribución de plantas en la *chakra* no tenía un patrón estructurado. Esta unidad de cultivo estaba delimitada por una cerca natural de la especie *Euphorbia laurifolia* Juss. ex Lam., conocida localmente como “lechero”.

La segunda *chakra* seleccionada comprendió un área de 1.035 m² y el principal objetivo productivo era el cultivo de maíz y fréjol con fines comerciales. Las especies vegetales registradas en esta *chakra* fueron *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mays* L., *Urtica dioica* L. y *Vicia faba* L.

Tabla 8. Especies vegetales presentes en la *chakra* 1

Especies		
<i>Agave karwinskii</i> Zucc.	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	<i>Peperomia galioides</i> Kunth
<i>Allium fistulosum</i> L.	<i>Psidium guineense</i> Sw.	<i>Peperomia peltigera</i> C.DC.
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss. ex Lam.	<i>Persea americana</i> Mill.
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	<i>Ficus carica</i> L.	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.
<i>Amaranthus hybridus</i> subsp. <i>quitensis</i> (Kunth) Costea & Carretero	<i>Furcraea andina</i> Trel.	<i>Physalis peruviana</i> L.
<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	<i>Inga edulis</i> Mart.	<i>Psidium guajava</i> L.
<i>Beta vulgaris</i> L.	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	<i>Rubus polonicus</i> Weston
<i>Canna indica</i> L.	<i>Lantana camara</i> L.	<i>Rumex obtusifolius</i> L.
<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pav.	<i>Lantana rugulosa</i> Kunth	<i>Ruta graveolens</i> L.
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	<i>Lepechinia betonicifolia</i> (Lam.) Epling	<i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp.) H. Rob.
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	<i>Malus domestica</i> (Suckow) Borkh.	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti
<i>Citrus x aurantium</i> L.	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	<i>Solanum tuberosum</i> L.
<i>Croton ferrugineus</i> Kunth	<i>Mentha spicata</i> L.	<i>Urtica dioica</i> L.
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	<i>Passiflora ligularis</i> Juss.	<i>Vasconcellea pubescens</i> A. DC.
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.)	<i>Zea mays</i> L.

3.4.2 Monitoreo y colecta de artrópodos benéficos

El monitoreo y colecta de artrópodos se realizó a partir de recorridos en las *chakras* seleccionadas durante ocho semanas, utilizando la metodología descrita a continuación.

3.4.2.1 Monitoreo directo

Se realizó a través de observación directa a las plantas de la *chakra* y también mediante el uso de red entomológica. Para el efecto, se realizaron 50 pases con red entomológica en cinco sitios de la *chakra* ubicados de manera equidistante (Figura 6). Las redes entomológicas utilizadas fueron bolsas de tul sostenidas por un aro de alambre de 30 cm de diámetro, unidas a un mango de madera de 70 cm de longitud. La red se desplegó de manera que siempre estuvo abierta con movimientos rápidos en forma de “8”, una vez cada siete días, durante tres meses.

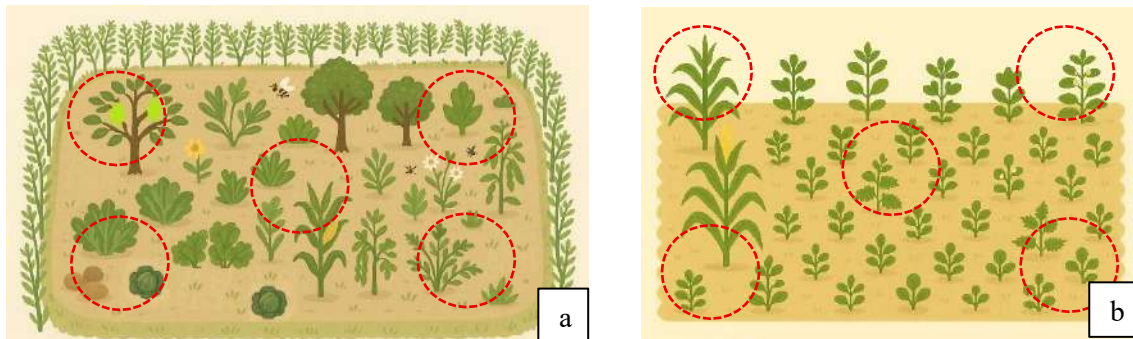


Figura 6. Ubicación esquemática de sitios de muestreo con red entomológica dentro de la *chakra* (a. *Chakra* 1 más agrobiodiversa; b. *Chakra* 2 menos agrobiodiversa)

Una vez colectados los insectos, se colocaron en frascos letales, para la posterior identificación y clasificación a nivel de orden.

3.4.2.2 Monitoreo indirecto

Se realizó con trampas cromáticas de color amarillo, que fueron colocadas de manera equidistante en las *chakras* estudiadas, con una separación de 5 m entre sí (Figura 7). Las trampas permanecieron durante siete días consecutivos antes de ser reemplazadas en un periodo de evaluación de tres meses. Luego de este tiempo, las trampas fueron envueltas en papel film para la identificación y clasificación a nivel de orden.

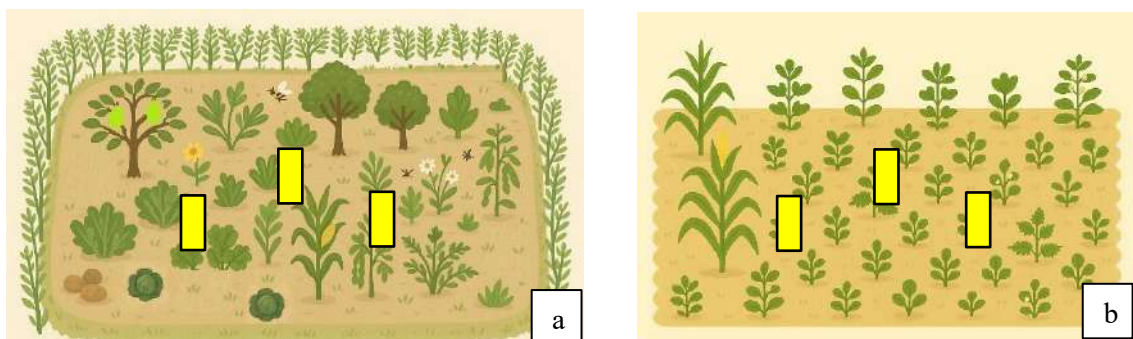


Figura 7. Ubicación esquemática de sitios de muestreo con trampas cromáticas dentro de la *chakra* (a. *Chakra* 1 más agrobiodiversa; b. *Chakra* 2 menos agrobiodiversa)

3.4.3 Clasificación de artrópodos

Los especímenes colectados en el monitoreo directo fueron refrigerados y posteriormente examinados con un estereomicroscopio para su identificación y clasificación a nivel de orden y familia, tomando en cuenta las características morfológicas para identificación taxonómica de artrópodos. De igual manera, las trampas cromáticas fueron examinadas bajo el estereomicroscopio para su clasificación por órdenes y familias.

4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN

4.1.1 Diversidad interespecífica

En el estudio se identificaron 140 especies vegetales que son cultivadas en las *chakras* porque tienen algún tipo de uso. Estas especies están distribuidas en 117 géneros y 51 familias botánicas (Tabla 9 y Anexo 2). Las familias botánicas con más especies fueron Compositae y Solanaceae con 12 y 11 especies, respectivamente.

Tabla 9. Especies encontradas en las *chakras* de agricultores

Familia	Especie	Tipo Crecimiento	Forma* Vida	Origen**
Amaranthaceae	<i>Aerva sanguinolenta</i> (L.) Blume	Herbácea	P	I (euroasiático)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> subsp. <i>quitensis</i> (Kunth) Costea & Carretero	Herbácea	A	N (americano)
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> L.	Herbácea	P	I (americano)
Amaranthaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Herbácea	A	I (euroasiático)
Amaranthaceae	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	Herbácea	A	N (americano)
Amaranthaceae	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Amaryllidaceae	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Amaryllidaceae	<i>Allium fistulosum</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Árbol	P	N (americano)
Apiaceae	<i>Apium graveolens</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Apiaceae	<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancr.	Herbácea	P	N (americano)
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Herbácea	A	I (africano)
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> subsp. <i>giganteum</i> (Pau) Dobignard	Herbácea	A	I (africano)
Araceae	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	Herbácea	P	I (africano)
Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem.	Árbol	P	N***
Asparagaceae	<i>Furcraea andina</i> Trel.	Suculenta	P	N (americano)
Asparagaceae	<i>Agave karwinskii</i> Zucc.	Suculenta	P	I (americano)
Basellaceae	<i>Anredera marginata</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Sperling	Herbácea	P	N (americano)
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Árbol	P	N (americano)
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex. Kunth	Árbol	P	I (americano)
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>sativus</i> (L.)	Herbácea	A	I (euroasiático)

Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> L.	Herbácea	P	I (americano)
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Suculenta	P	I (americano)
Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.	Herbácea	P	I (americano)
Caricaceae	<i>Vasconcellea × pentagona</i> (Heilborn) Mabb.	Arbusto	P	N (americano)
Caricaceae	<i>Vasconcellea pubescens</i> A.DC.	Arbusto	P	N (americano)
Caryophyllaceae	<i>Dianthus barbatus</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Caryophyllaceae	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Compositae	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	Herbácea	P	N (americano)
Compositae	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Compositae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Arbusto	P	N (americano)
Compositae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Herbácea	A	N (americano)
Compositae	<i>Culcitium canescens</i> Humb. & Bonpl.	Herbácea	P	N (americano)
Compositae	<i>Dahlia congestifolia</i> P.D.Sørensen	Herbácea	A	I (americano)
Compositae	<i>Gazania rigens</i> (L.) Gaertn.	Herbácea	P	I (africano)
Compositae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Compositae	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Compositae	<i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp.) H.Rob.	Herbácea	P	N (americano)
Compositae	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Compositae	<i>Taraxacum campylodes</i> G.E.Haglund	Herbácea	P	I (euroasiático)
Compositae	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Herbácea	P	I (americano)
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Herbácea	P	N (americano)
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Herbácea	A	N (euroasiático)
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Herbácea	A	I (americano)
Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera pedata</i> (L.) Scharad.	Enredadera	P	N (americano)
Cupressaceae	<i>Hesperocyparis macrocarpa</i> (Hartw.) Bartel	Árbol	P	I (americano)
Euphorbiaceae	<i>Croton ferrugineus</i> Kunth	Arbusto	P	N (americano)
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Arbusto	P	N (americano)
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss. ex Lam.	Arbusto	P	N (americano)
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Arbusto	P	I (africano)
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	Árbol	P	I (australiano)
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Arbusto	P	N (americano)
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Arbusto	P	N (americano)
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Arbusto	P	N (americano)
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Herbácea	A	I (americano)
Fabaceae	<i>Pisum sativum</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático y africano)
Fabaceae	<i>Vicia faba</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Geraniaceae	<i>Pelargonium peltatum</i> (L.) L'Hér.	Herbácea	P	I (africano)
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	Árbol	P	N (americano)
Lamiaceae	<i>Lepechinia betonicifolia</i> (Lam.) Epling	Herbácea	A	N (americano)
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Lamiaceae	<i>Mentha × piperita</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)

Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Lamiaceae	<i>Salvia rosmarinus</i> Spenn.	Arbusto	P	I (euroasiático y africano)
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Leñosa	P	I (americano)
Liliaceae	<i>Lilium candidum</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Herbácea	P	I (australiano)
Malvaceae	<i>Malva arborea</i> (L.) Webb & Berthel.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Herbácea	P	I (americano)
Malvaceae	<i>Tilia</i> L.	Arbusto	P	I (euroasiático)
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	Arbusto	P	I (euroasiático)
Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i> L.	Herbácea	P	I (asiático)
Myrtaceae	<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	Árbol	P	I (australiano)
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Árbol	P	I (australiano)
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Arbusto	P	N (americano)
Myrtaceae	<i>Myrcianthes hallii</i> (O.Berg) McVaugh	Árbol	P	N (americano)
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Árbol	P	N (americano)
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Arbusto	P	I (americano)
Onagraceae	<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.	Arbusto	P	I (americano)
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> L.	Herbácea	P	N (americano)
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Enredadera	P	I (americano)
Passifloraceae	<i>Passiflora ligularis</i> Juss.	Enredadera	P	N (americano)
Passifloraceae	<i>Passiflora tripartita</i> Breiter	Enredadera	P	N (americano)
Piperaceae	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	Herbácea	P	N (americano)
Piperaceae	<i>Peperomia inaequalifolia</i> Ruiz & Pav.	Herbácea	P	N (americano)
Piperaceae	<i>Peperomia peltigera</i> C.DC.	Herbácea	P	N (americano)
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i> Kunth	Herbácea	P	N (americano)
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Poaceae	<i>Avena sativa</i> L.	Herbácea	A	I (asiático)
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Herbácea	P	I (asiático)
Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Herbácea	A	I (euroasiático)
Poaceae	<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.)	Herbácea	P	I (africano)
Poaceae	<i>Rhipidocladum racemiflorum</i> (Steud.) McClure	Herbácea	P	N (americano)
Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Herbácea	P	I (asiático)
Poaceae	<i>Triticum aestivum</i> L.	Herbácea	A	I (asiático)
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Herbácea	A	I (americano)
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Rosaceae	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Arbusto	P	I (euroasiático)
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Arbusto	P	I (asiático)
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático y americano)
Rosaceae	<i>Malus domestica</i> (Suckow) Borkh.	Arbusto	P	I (euroasiático)
Rosaceae	<i>Prunus domestica</i> L.	Arbusto	P	I (asiático)
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Arbusto	P	I (asiático)

Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> var. <i>salicifolia</i> (Kunth) Koehne	Arbusto	P	I (americano)
Rosaceae	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	Arbusto	P	I (asiático)
Rosaceae	<i>Rubus polonicus</i> Weston	Arbusto	P	I (euroasiático)
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Rutaceae	<i>Citrus medica</i> L.	Arbusto	P	I (asiático)
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Arbusto	P	I (asiático)
Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i> L.	Arbusto	P	I (asiático)
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Arbusto	P	I (asiático)
Salicaceae	<i>Dovyalis abyssinica</i> (A.Rich.) Warb.	Arbusto	P	I (africano)
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Árbol	P	N (americano)
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	Árbol	P	N (americano)
Solanaceae	<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pav.	Árbol	P	N (americano)
Solanaceae	<i>Brugmansia x candida</i> Pers.	Arbusto	P	N (americano)
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Herbácea	A	N (americano)
Solanaceae	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.	Herbácea	P	N (americano)
Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i> L.	Herbácea	P	I (americano)
Solanaceae	<i>Solanum quitoense</i> Lam.	Herbácea	P	N (americano)
Solanaceae	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	Arbusto	P	N (americano)
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Herbácea	A	N (americano)
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galeotti	Herbácea	P	N (americano)
Solanaceae	<i>Solanum melongena</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Herbácea	A	I (americano)
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pav.	Herbácea	A	I (americano)
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático)
Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	Arbusto	P	I (americano)
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L.	Herbácea	P	N (americano)
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Arbusto	P	N (americano)
Verbenaceae	<i>Lantana rugulosa</i> Kunth	Arbusto	P	N (americano)
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.	Herbácea	P	I (euroasiático y africano)
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	Arbusto	P	I (euroasiático)
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Suculenta	P	I (asiático)

* Forma de vida: anual (A), perenne (P)

** Origen: nativa (N), introducida (I), (origen geográfico)

*** Endémica

La especie más frecuente en las *chakras* fue *Euphorbia laurifolia* Lam., que se encontró en 40 de las 43 *chakras* estudiadas (Figura 8). Esta especie cumple un rol importante al ser utilizada como cerca viva para delimitar las *chakras*, debido a que protege los cultivos, marca los límites y evita que los animales entren en las áreas cultivadas. Este tipo de planta resistente y tolerante a la sequía prospera con poco mantenimiento, lo que la hace ideal para la agricultura de pequeña escala (Ángel y Mendoza, 2004). Su estructura reduce la erosión, estabiliza las pendientes y mejora la conservación del suelo, al tiempo que fomenta la biodiversidad al proporcionar hábitats para especies benéficas.

Además de *Euphorbia laurifolia* Lam., las especies más frecuentes fueron *Phaseolus vulgaris* L., (presente en 38 *chakras*) y *Zea mays* L. (observada en 37 *chakras*). Estas dos especies constituyen la base de la alimentación en esta zona altoandina del cantón Cotacachi.

El fréjol es la leguminosa más ampliamente cultivada en los sistemas de agricultura familiar, ya que proporciona un cultivo sostenible para los pequeños agricultores, promueve la seguridad alimentaria y apoya las economías locales (Carvalho et al., 2022). Su importancia socioeconómica radica en que es una fuente primaria de proteínas para las comunidades rurales, especialmente en regiones donde el acceso a otras fuentes de proteínas puede ser limitado (Scarano et al., 2014).

De igual forma, el maíz es fundamental para la agricultura de pequeña escala en las zonas altoandinas, pues contribuye significativamente a la seguridad alimentaria y la diversidad cultural. El maíz representa una fuente esencial de alimento y sustento para comunidades rurales (Guzzon et al., 2021). Además, contribuye a la estabilidad económica y ecológica, fortaleciendo su rol en los mercados locales y fomentando la resiliencia en el sistema alimentario (Castillo, 2016).

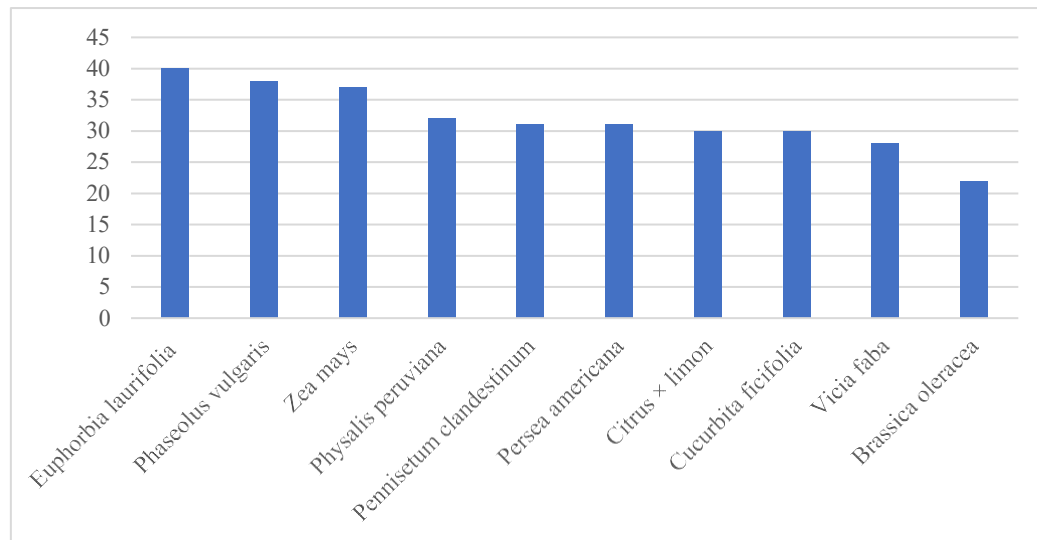


Figura 8. Diez especies más frecuentes en las *chakras*

Los resultados de cálculo de índices de diversidad (Tabla 10) muestran, en general, una amplia diversidad en las comunidades que participaron en este estudio. La diversidad en función de la abundancia de especies medida mediante el índice de Shannon (H') (Asmare et al., 2023), sugieren que Morlán tiene una mayor diversidad relativa de especies, mientras que Arrayanes presenta la menor. Con respecto a la diversidad máxima de Shannon (H_{max}), que muestra la diversidad máxima si todas las especies estuvieran distribuidas equitativamente, se observa que las comunidades de Morlán y El Cercado alcanzan valores más altos, lo que sugiere una distribución de especies más equilibrada.

Por otro lado, los valores del índice de equidad de Shannon (J'), que mide la equidad en la distribución de especies (Voutilainen y Kangasniemi, 2015), muestra que Italquí posee el mayor valor, lo que indica que las especies cultivadas en esta comunidad son más similares entre sí, es decir existe una menor diversidad de cultivos dentro de la comunidad.

En cuanto al índice de diversidad de Simpson (D) que refleja la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie (Zhang et al., 2024), los resultados revelan que Italquí, con el valor más bajo, tiene la mayor diversidad en términos de abundancia relativa, mientras que Morochos, con el mayor valor, muestra una menor diversidad relativa. Finalmente, el índice de Margalef (M) que mide la riqueza de especies en relación con el número de individuos muestreados (Al-Yamani et al., 2009), indica que las comunidades de Arrayanes y San Antonio de Punge, al tener los valores más altos, presentan una mayor riqueza de especies en comparación con las demás comunidades.

Tabla 10. Índices de diversidad para especies

Índice	Arrayanes (n*=2)	Chilcapamba (n=4)	Cumbas Conde (n=6)	El Cercado (n=7)	Italquí (n=2)	Morlán (n=5)	Morochos (n=6)	San Antonio Punge (n=2)	San Antonio Redro (n=4)	Topo Grande (n=5)
Shannon H' Log Base 10	1.417	1.714	1.712	1.773	1.778	1.853	1.673	1.421	1.785	1.603
Shannon Hmax Log Base 10	1.447	1.785	1.792	1.875	1.806	1.914	1.763	1.447	1.863	1.643
Shannon J'	0.979	0.96	0.955	0.946	0.984	0.968	0.948	0.982	0.958	0.975
Simpsons Diversity (D)	0.017	0.014	0.015	0.015	0.007	0.01	0.018	0.015	0.013	0.011
Margalef M Base 10	86.86	68.94	66.09	62.45	72.15	64.71	67.13	88.62	67.24	78.98

*n= número de *chakras*

La amplia diversidad de especies encontrada en las *chakras* se corresponde con lo expresado por Vogl-Lukasser y Vogl (2018), quienes manifiestan que los huertos caseros, alrededor del mundo, son muy diversos y su importancia radica en que representan un componente integral de muchos sistemas tradicionales de uso del suelo enfocados en subsistencia e intercambio local.

4.1.2 Diversidad intraespecífica de maíz

En las 87 *chakras* estudiadas, se colectaron 211 muestras del maíz cultivado por los agricultores. Estas muestras fueron secadas y sometidas a la evaluación de características morfológicas cuantitativas y cualitativas, tanto de la mazorca, como de la semilla. Luego del análisis, se agruparon en 12 razas⁵ que contienen 39 variedades tradicionales (Tabla 11). La clasificación se realizó de acuerdo con características morfológicas descritas por Timothy et al. (1963) para cada raza de maíz existente en el Ecuador.

El análisis de correlación espacial I de Morán que fue realizado a partir de las coordenadas de ubicación geográfica de cada muestra de maíz, indica que existe una alta correlación espacial (I de Morán: 0.20; *z-score*: 2.88 y *p-value*: 0.003). Estos resultados sugieren una tendencia al agrupamiento (*clustering*). Es decir, las zonas con mayor cantidad de variedades de maíz sembradas por *chacka*, tienden a ser más cercanas entre sí. De igual forma, las zonas que registran menos variedades sembradas están, generalmente, más próximas entre ellas. Este

⁵ El término raza se aplica al maíz y plantas cultivadas para agrupar individuos o poblaciones que comparten características comunes de orden morfológico, ecológico, genético y de historia de cultivo (CONABIO, 2020).

resultado muestra que el patrón espacial, en función de la cantidad de las variedades cultivadas, es agrupado y estadísticamente significativo (Figura 9).

Tabla 11. Razas y variedades tradicionales de maíz

Raza	Variedad	Raza	Variedad	
Blanco Blandito	Maiz Blanco	Huandango	Alpha Huandango	
	Yura Sara		Eritico Sara	
	Maiz Blanco		Jamtzi Huandango	
	Chaucha Sara		Killu Chaucha Huandango	
	Eritico Amarillo		Monjas Sara	
	Guata Sara		Sangre de Cristo	
	Jantzi Chaucha		Chapa Sara	
Chaucho	Killu Eritico Pintado	Mishca	Chaucha Suave	
	Killu Racu Sara		Guagua Mama	
	Killu Sara		Guanolongo	
	Mulato Sara		Monjas Sara	
	Puca Sara		Rosado Palido	
	Rosado Chaucha		Sangre de Cristo	
	Shinly Sara		Montaña Ecuatoriana	Yura Morocho
	Tzapak Sara		Morochon	Morocho Amarillo
	Yura Chaucha		Patillo Ecuatoriano	Killu Chaucha
	Chulpi		Chillu Chulpi	Racimo de Uva
Chillo	Tzapak Sara	Sabanero Ecuatoriano	Puca Morocho	
	Wasi Sara		Yura Racu Morocho	
		Tuzilla	Maicena	

Por otro lado, en cuanto a la percepción de los agricultores respecto a las variedades de maíz que consideran en peligro de desaparecer, las encuestas muestran que 19 variedades están en riesgo de perderse. Las variedades tradicionales *Chillu Chulpi*, *Puca Sara* y *Puca Chulpi* son las tres con mayor riesgo, según los agricultores. En contraste con esa percepción, la colecta de muestras sugiere que las variedades de maíz con mayor probabilidad de perderse son *Raku Sara*, *Alpha Huandango*, *Eritico Sara*, *Puca Chulpi*, *Rosado Morocho* y *Puca Morocho*, debido a que se encontraron únicamente en una de las 10 comunidades estudiadas. Los resultados muestran que, aunque existe una diferencia entre las variedades que fueron escasas en el muestreo y aquellas que los agricultores consideran en riesgo, es importante señalar que la variedad *Puca Chulpi* está en los dos grupos, sugiriendo que existe la percepción de su vulnerabilidad. Por otro lado, las seis variedades que resultaron escasas en el muestreo enfrentan un riesgo significativo de desaparecer. Estos hallazgos indican que la percepción de los agricultores no siempre es precisa, por lo que es fundamental contrastar la información proporcionada con muestreos en las *chakras*.

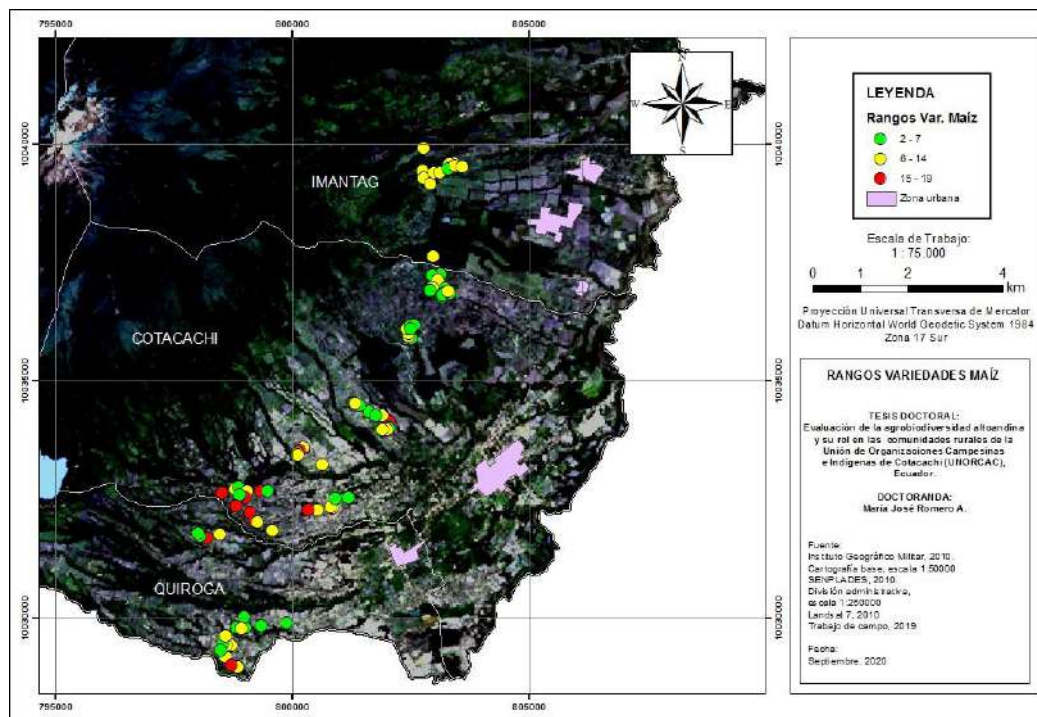


Figura 9. Distribución espacial de variedades tradicionales de maíz

4.1.2.1 Caracterización morfológica de muestras recolectadas de maíz

Los resultados muestran una alta diversidad en las características morfológicas de las 12 razas de maíz, sugiriendo una rica variabilidad genética.

4.1.2.1.1 Características cualitativas

La raza *Blanco Blandito* se caracteriza por una disposición variable de hileras en la mazorca. La forma de la mazorca es mayoritariamente cilíndrica (50% de las muestras). El color del raquis es blanco. La consistencia de semilla es harinosa y la forma de la semilla varía entre dentada (33%) y redonda (33%). El color de las semillas de esta raza de maíz es blanco.

En la raza *Chaucho* se observa una disposición de hileras predominantemente regular (43%), con una forma de la mazorca principalmente cilíndrica-cónica (70%). El color del raquis es especialmente rojo (47%). La consistencia de semilla es harinosa (97%), y la forma de la mayoría de las semillas es redonda (35%). El color de la semilla es principalmente amarillo (75%).

Con respecto a la raza *Chillo*, ésta presenta variabilidad en la disposición de hileras, indicando un patrón irregular. La forma de la mazorca varía entre cilíndrica – cónica (37%) y esférica (37%), mientras que el color del raquis es predominantemente blanco (53%). La consistencia de la semilla es harinosa (97%), la forma es de tipo dentado (90%) y el color es amarillo (97%).

En la raza *Chulpi*, la disposición de hileras es regular en todas las muestras. La forma de la mazorca es principalmente cilíndrica-cónica (60%). El color del raquis es mayoritariamente blanco (80%). La consistencia de semilla es semidentada en el mayor porcentaje de muestras (80%), la forma es contraída y el color es amarillo (80%).

La raza *Huandango* se caracteriza por una disposición de hileras principalmente regular (36%). La forma de la mazorca es cilíndrica, en su mayor parte (82%) y el color del raquis es blanco (55%). La consistencia de semilla es harinosa, la forma es principalmente redonda (55%) y el color es amarillo.

En la raza *Mishca*, se observa una disposición de hileras regular en su mayor parte (44%). La forma de la mazorca es predominantemente cónica (44%) y el color del raquis es mayormente blanco (40%). La consistencia de semilla es harinosa, la forma plana (60%) y el color es amarillo, en la mayor parte de muestras (52%).

La raza *Montaña Ecuatoriana* muestra una disposición de hileras que varía entre regular (33%) y en espiral (33%). La forma de la mazorca es predominantemente cilíndrica-cónica (50%) y el color del raquis es blanco. La consistencia de semilla es semiharinosa con una capa externa de endospermo duro (83%), mientras que la forma de la semilla es redonda y el color es, principalmente, blanco (83%).

En cuanto a la raza *Morochón*, la disposición de hileras es mayormente regular (50%). La forma de la mazorca es mayormente cilíndrica-cónica (80%) y el color del raquis es blanco en la mayoría de las muestras (90%). La consistencia de la semilla es fundamentalmente semiharinosa, con una capa externa de endospermo duro (40%). La forma de la semilla es predominantemente redonda (80%) de color anaranjado (90%).

La raza *Patillo Ecuatoriano* se caracteriza por una disposición de hileras variable, sugiriendo un patrón irregular. La forma de la mazorca es, principalmente, cilíndrica-cónica (83%) y el café es el color predominante en el raquis (50%). La consistencia de semilla es harinosa, la forma es principalmente redonda (67%) y el color es amarillo, en la mayoría de las muestras (83%).

En la raza *Racimo de Uva* se observa una disposición de hileras variable. La forma de la mazorca es, predominantemente, cilíndrica-cónica (85%) y el color del raquis es, en la mayoría de las muestras, rojo (54%). La consistencia de la semilla es principalmente harinosa (69%), la forma es redonda (69%) y esta raza de maíz se distingue por el color que incluye semillas rojas (46%) y negras (38%).

En lo concerniente a la raza *Sabanero Ecuatoriano*, ésta presenta una disposición de hileras mayormente irregular (57%). La forma de la mazorca es principalmente cilíndrica-cónica (86%) y el color del raquis varía entre blanco (43%) y rosado (43%). La consistencia de la semilla es semiharinosa, con una capa externa de endospermo duro (71%), de forma redonda y de color blanco.

Tuzilla es una raza que se caracteriza por su disposición de hileras mayormente irregular (67%). La forma de la mazorca es cilíndrica y el color del raquis es blanco. La consistencia de la semilla es principalmente semicristalina, cristalina de capa suave (67%), con una forma redonda y de color anaranjado.

Las características cualitativas antes descritas muestran una amplia diversidad morfológica, reflejando la variabilidad genética presente en las razas de maíz estudiadas. Estas características pueden asociarse a procesos de selección local, con base en las preferencias de los agricultores (Romero et al., 2024). Asimismo, la variación en la consistencia de la semilla y en la coloración de los granos, refleja el potencial agroalimentario y de uso diverso de estas razas, constituyendo un patrimonio biocultural (Shen et al., 2010).

4.1.2.1.2 Características cuantitativas

Las medidas de resumen correspondientes a los descriptores cuantitativos se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Medidas de resumen de descriptores cuantitativos de maíz

Descriptor	n ¹	Media	DE ²	CV	Min	Max
Número de hileras	211	11.45	2.22	19.39	8.00	19.00
Semillas por hilera	211	22.01	4.76	21.63	11.00	35.00
Longitud de mazorca	211	12.76	2.41	18.92	4.78	18.80
Diámetro de mazorca	211	4.35	0.54	12.37	2.96	5.90
Longitud de la semilla	211	1.26	0.18	14.43	0.80	1.72
Ancho de semilla	211	0.98	0.13	13.38	0.58	1.26
Espesor de semilla	211	0.56	0.16	28.14	0.18	1.67

¹n= muestras

²DE= desviación estándar

³CV= coeficiente de variación

Los resultados de variables cuantitativas muestran diferencias por cada raza (Tabla 13). La raza *Chulpi* destaca por su promedio de 16.6 hileras por mazorca, mientras que los menores valores se observan en las razas *Blanco Blandito* y *Huandango*. Sin embargo, ésta última presenta la mayor cantidad de semillas por hilera (28.4), lo cual está asociado con la mayor longitud de mazorca observada en esta raza (160.7 mm). En contraste, aunque *Chulpi* registra el mayor diámetro de la mazorca (49.7 mm), lo que sugiere mazorcas más robustas, su longitud la menor registrada (98.2 mm).

Tabla 13. Media de variables cuantitativas por raza de maíz

Raza	n	Mazorca				Semilla		
		HM ¹	SH ²	LM ³	DM ⁴	LS ⁵	AS ⁶	ES ⁷
Blanco Blandito	4	10.3	22.0	135.7	47.8	12.7	11.1	5.5
Chaucho	89	10.8	21.3	126.9	42.7	12.7	10.1	5.9
Chillo	30	13.3	22.3	119.8	48.5	14.1	9.0	4.6
Chulpi	5	16.6	20.6	98.2	49.7	12.7	7.5	4.5
Huandango	10	10.3	28.4	160.7	41.1	12.8	10.4	5.3
Mishca	25	11.5	23.4	131.2	44.0	12.9	9.8	5.3
Montaña Ecuatoriana	6	10.8	25.0	151.0	39.3	11.4	9.8	5.8
Morochón	10	12.0	24.2	146.6	41.8	10.3	9.2	5.9
Patillo Ecuatoriano	6	10.5	15.8	102.2	40.6	12.0	10.1	6.3
Racimo de Uva	13	11.5	18.9	116.5	41.3	11.7	9.7	5.8
Sabanero Ecuatoriano	7	10.6	20.4	111.2	39.2	10.0	9.3	6.4
Tuzilla	3	13.3	23.3	138.8	43.8	10.1	9.1	6.5

¹HM= Hileras por mazorca

²SH= Semillas por hilera

³LM= Longitud mazorca (mm)

⁴DM= Diámetro mazorca (mm)

⁵LS= Longitud semilla (mm)

⁶AS= Ancho semilla (mm)

⁷ES= Espesor semilla (mm)

Con respecto a las dimensiones de las semillas, también se aprecian diferencias notables entre razas. Las semillas más largas se encuentran en la raza *Chillo* (14.1 mm), las de mayor

ancho en *Blanco Blandito* (11.1 mm), y el mayor espesor de semilla se registra en la raza *Tuzilla* (6.4 mm).

En el análisis de conglomerados (figura 10), se incluyeron 13 variables (6 cualitativas y 7 cuantitativas). Se determinaron 12 grupos, con un valor de coeficiente cofenético de 0.66.

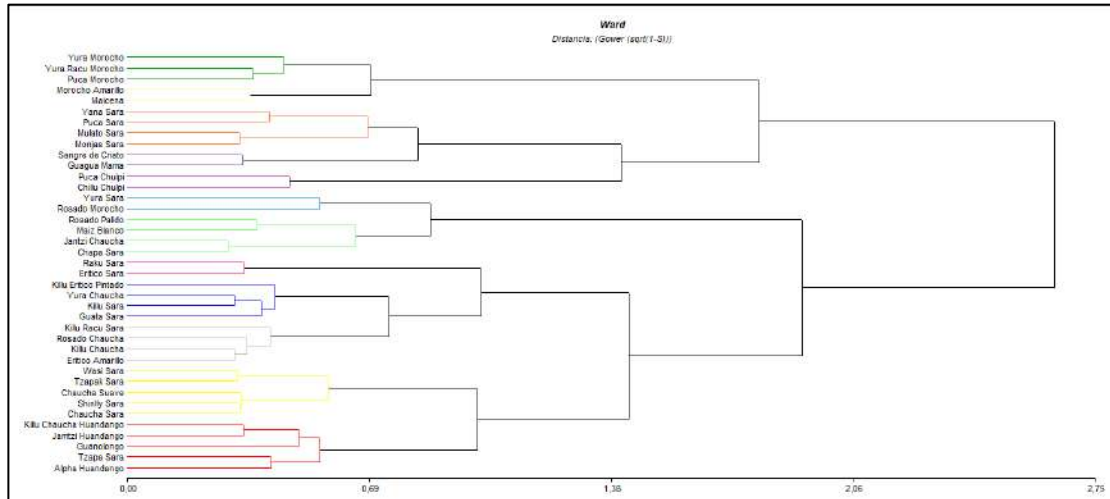


Figura 10. Dendrograma de variedades tradicionales de maíz

El análisis de conglomerados permitió agrupar las variedades tradicionales que tienen la máxima homogeneidad al interior del grupo y la mayor diferencia entre los 12 grupos formados (Majumder et al., 2013; Casatti et al., 2003). Mediante este análisis se tiene un resumen de la similitud entre variedades (Kindt y Coe, 2005).

4.1.3 Diversidad intraespecífica de fréjol

El estudio identificó 47 variedades de fréjol (Figura 11), de las cuales 40 eran variedades de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y 7 eran variedades de popayán (*Phaseolus coccineus* L.). Cabe precisar que muchas veces se utiliza el término “fréjol” para nombrar a estas dos especies. Se encontró que el fréjol común se planta en medio de las *chakras*, mientras que el popayán se planta en los bordes. Al igual que en investigaciones previas (Raggi et al., 2013; Loko et al., 2018), se encontró que los nombres comunes que los agricultores locales dan a las diferentes variedades tradicionales de fréjol en lenguaje *kichwa* se basan principalmente en el color y las características morfológicas de la semilla. En el presente estudio, los nombres locales de las variedades parecen estar relacionados especialmente con el color, patrón y forma de la semilla, como se ha descrito en otros estudios (Soleri et al., 2013).



Figura 11. Variedades de fréjol encontradas en la zona de estudio

Variedades de *P. vulgaris*: 1. Allpa Poroto; 2. Bolon Morado; 3. Bolon Pintado; 4. Bolon Rojo; 5. Caca de Conejo; 6. Café Pintado; 7. Canario; 8. Cargabello; 9. Frejol Duro; 10. Frejol Tomate; 11. Josico; 12. Killu Allpa Poroto; 13. Killu Canario; 14. Matambre Negro; 15. Poroto Campeón; 16. Poroto Conejo; 17. Poroto Grande; 18. Puca Pintado; 19. Poroto Pintado; 20. Puca Poroto; 21. Puca Vaca Pintado; 22. Racu Pintado Poroto; 23. Rayado Poroto; 24. Sara Poroto; 25. Sucu Allpa Poroto; 26. Sucu Pintado; 27. Sucu Poroto; 28. Sucu Poroto Pintado; 29. Sucu Rayado; 30. Sucu Tomate Pintado; 31. Sucu Vaca Poroto; 32. Tomate Vaca Poroto; 33. Yana Pintado; 34. Yana Poroto; 35. Yana Sucu Poroto; 36. Yana Vaca Poroto; 37. Yura Allpa Poroto; 38. Yura Pintado; 39. Yura Pintado Poroto; 40. Yura Poroto; y variedades de *P. coccineus*: 41. Paco Bolon; 42. Paco Bolon Rayado; 43. Popayán Morado; 44. Popayán Morado Rayado; 45. Popayán Pintado; 46. Paco Popayán Pintado. 47. Yura Popayán.

Los resultados de esta investigación muestran una gran variabilidad en las características morfológicas de las semillas de fréjol. Esta diversidad suele ser común en variedades tradicionales, que han sufrido menos procesos de selección que las desarrolladas comercialmente (Lázaro et al., 2013). Los resultados de la presente investigación son coherentes con los hallazgos de otros estudios (Freitas et al., 2011; Loko et al., 2018). Freitas et al. (2011) evaluaron 50 accesiones de fréjol común, representando la diversidad cultivada en la isla de Madeira. Los materiales de fréjol evaluados en ese estudio mostraron una amplia variabilidad intraespecífica. Es importante mencionar que esos materiales tuvieron, presumiblemente, su origen en el acervo genético andino, basándose en los resultados de sus rasgos morfológicos. Por otro lado, Loko et al. (2018) evaluaron 57 accesiones de fréjol común de la República de Benín, basándose en rasgos morfológicos de semillas. Como era de esperar, también encontraron una amplia diversidad entre las variedades locales.

Tabla 14. Nombres de variedades de semillas dados por pequeños agricultores y sus respectivas traducciones del kichwa y significado del nombre

Variedad tradicional (nombre del agricultor)	Traducción, significado del nombre	Foto ¹	FA ²	Variedad tradicional (nombre del agricultor)	Traducción, significado del nombre	Foto ¹	FA ²
Canario ³	"Canario" (color)	7	31	Puca Poroto	"Fréjol rojo" (color)	20	6
Poroto Grande	"Fréjol grande" (tamaño)	17	28	Yura Pintado	"Blanco moteado" (color y patrón)	38	6
Popayán Morado	"Popayán púrpura" (color)	43	14	Bolon Pintado	"Redondo moteado" (forma y color)	3	5
Josico	Significado desconocido	11	13	Bolon Rojo	"Rojo redondo" (color y forma)	4	5
Yana Poroto	"Fréjol negro" (color)	34	13	Paco Bolon Rayado	"Color crema, redondo, rayado" (color, forma y patrón)	42	5
Puca Pintado	"Rojo moteado" (color y patrón)	18	12	Poroto Conejo	"Fréjol conejo" (apariciencia)	16	5
Sara Poroto	"Fréjol - maíz" (asociación de cultivos)	24	12	Racu Pintado Poroto	"Fréjol moteado grueso" (tamaño y patrón)	22	5
Yura Allpa Poroto	"Fréjol blanco de tierra" (color de semilla y hábito de la planta)	37	12	Rayado Poroto	"Fréjol rayado" (patrón)	23	5
Allpa Poroto	"Fréjol de tierra" (hábito de la planta)	1	11	Yana Pintado	"Negro moteado" (color y patrón)	33	5
Killu Canario	"Canario amarillo" (color)	13	11	Sucu Allpa Poroto	"Fréjol cenizo de tierra" (color de semilla y hábito de la planta)	25	4
Cargabello	"Alto rendimiento" (significado de palabra yuxtapuesta)	8	10	Sucu Pintado	"Cenizo moteado" (color y patrón)	26	4
Fréjol Tomate	"Fréjol naranja" (color)	10	10	Sucu Rayado	"Ceniza con rayas" (color y patrón)	29	4
Popayán Morado Rayado	"Popayán morado rayado" (color y patrón)	44	10	Yura Popayan	"Popayán blanco" (color)	47	4

Sucu Poroto	"Fréjol ceniza" (color)	27	10	Caca de Conejo	"Excremento de conejo" (aparición)	5	3
Yana Vaca Poroto	"Fréjol de vaca negro" (color y patrón)	36	10	Fréjol Duro	Consistencia	9	3
Popayán Pintado	"Fréjol moteado" (patrón)	45	9	Tomate Vaca Poroto	"Fréjol de vaca naranja" (color y patrón)	32	3
Sucu Poroto Pintado	"Fréjol ceniza manchado" (color y patrón)	22	9	Yura Pintado Poroto	"Fréjol moteado blanco" (color y patrón)	39	3
Café Pintado	"Marrón moteado" (color y patrón)	6	8	Bolon Morado	"Redondo púrpura" (color y forma)	2	2
Matambre Negro	"Negro que mata el hambre" (color y palabra yuxtapuesta)	14	8	Killu Allpa Poroto	"Fréjol amarillo de tierra" (color de semilla y hábito de la planta)	12	2
Yana Sucu Poroto	"Fréjol naranja ceniza" (color)	35	8	Puca Vaca Pintado	"Vaca rojo moteado" (color y patrón)	21	2
Paco Bolon Poroto	"Color crema redondo" (color y forma)	41	7	Sucu Vaca Poroto	"Vaca ceniza" (color y patrón)	31	2
Poroto Pintado	"Fréjol moteado" (patrón)	19	7	Poroto Campeón	"Fréjol campeón" (alto rendimiento)	15	1
Yura Poroto	"Fréjol blanco" (color)	40	7	Sucu Tomate Pintado	"Manchas rojas anaranjadas" (color y patrón)	30	1
Paco Popayán Pintado	"Popayán moteado blanco" (color y patrón)	46	6				

¹Véase la Figura 11;

²FA = Frecuencia absoluta;

³Canario no se considera una variedad tradicional, sino variedad mejorada

Las variedades con mayores poblaciones fueron Canario (presente en 31 de 51 *chakras*) y *Poroto Grande* (28 de 51 *chakras*). Los agricultores expresaron su preferencia por cultivar Canario, especialmente motivados por fines comerciales y por la demanda que genera en los consumidores. Es importante mencionar que Canario no es una variedad tradicional, sino una variedad mejorada.

La mayoría de los entrevistados afirmaron que eligen cultivar la variedad Canario debido a su alta demanda entre los consumidores. Por otro lado, la segunda variedad tradicional más abundante fue *Poroto Grande*. Ambas variedades comparten un tono de color similar a sus semillas. Canario se clasificó como amarillo claro, mientras que *Poroto Grande* mostró un color marrón amarillo medio. Esto sugiere que los tonos amarillos representan un rasgo deseable entre agricultores y consumidores. Otros autores también informaron preferencia por el fréjol común de tono amarillo (Bruno et al., 2018; Xiong et al., 2019; Kelly et al., 2021). El interés por el fréjol amarillo puede atribuirse a sus mejores características de digestibilidad (Xiong et al., 2019; Kelly et al., 2021). Como complemento, cabe mencionar que, aunque probablemente no esté relacionado con la preferencia del consumidor, se ha encontrado que las variedades de fréjol amarillo tienen un contenido proteico más alto en comparación con las semillas rojas (Bento et

al., 2021). Al ser una variedad comercial, numerosos agricultores la cultivan debido a sus preferencias y a su mayor rendimiento. En consecuencia, esto podría representar un alto riesgo de erosión genética, ya que las variedades y otros cultivares de bajo rendimiento podrían acabar siendo desplazados. Este hallazgo lleva a explorar estrategias para diversificar la producción y promover el cultivo de variedades tradicionales.

En contraste, se encontró que *Poroto Campeón* y *Sucu Tomate Pintado* tenían una población limitada, restringida a un solo sitio cada uno (Tabla 14). Este hallazgo sugiere que las dos variedades tradicionales enfrentan un riesgo considerable de desaparecer. Sin embargo, en cuanto a la percepción de cuáles de las variedades tradicionales estaban en riesgo de desaparecer, el 26% de los agricultores informó que *Yana Vaca Poroto* era la que consideraban en riesgo de desaparecer. Aunque los resultados de esta investigación muestran que esta variedad tradicional fue encontrada en 10 de las 87 *chakras*. Este resultado contradictorio sugiere que la percepción de los agricultores podría no ser completamente precisa.

4.1.3.1 Caracterización morfológica

En cuanto al color primario de la semilla de fréjol, se encontró una amplia gama entre las muestras colectadas, que variaban desde colores claros hasta oscuros. Los más frecuentemente observados fueron de color crema pálido a beige (23%), blanco (16%) y naranja (13% de las 361 muestras), con porcentajes menores encontrados en colores negro y gris. Como lo mencionan Abera et al. (2020), el color de la semilla es la principal característica morfológica utilizada para identificar las variedades de fréjol. Esta característica permite una mejor comunicación entre investigadores y agricultores y promueve una mejor comprensión mutua.

En cuanto al color secundario de la semilla, el 41% de las muestras no mostró color, el 29% tuvo el negro como color secundario de la semilla, y el 7% de las muestras mostró colores marrón y rojo. El marrón fue el color más común alrededor del hilo (47% de las muestras). Un total del 41% de las muestras no presentó patrón de recubrimiento de semilla. En cuanto a la forma de la semilla, la más frecuente fue la forma de riñón (51%).

En consonancia con estudios previos (Asfaw et al., 2012; Canci et al., 2019), los hallazgos de esta investigación también destacan la importancia de la forma y combinación de color de la semilla en la influencia de las preferencias tanto de agricultores como de consumidores. La significativa diversidad registrada en el color de las semillas sugiere que las preferencias de los agricultores probablemente influyeron en la distribución y conservación de estas variedades tradicionales, basándose en los colores de las semillas.

La media, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimo y máximo de tres variables cuantitativas pueden encontrarse en el Anexo 3. Los resultados revelan que el espesor de la semilla presenta una mayor variabilidad (CV=15.21) en comparación con otros rasgos morfológicos. Los valores medios de la longitud de semilla (L) variaron de 10.3 mm (*Yura Allpa Poroto*) a 19.5 mm (*Paco Bolon*). Los valores de ancho de semilla (W) oscilaron entre 4.2 mm (*Sucu Allpa Poroto*) y 13.6 mm (*Paco Bolon*), y los valores de espesor de semilla (T) variaron entre 3.9 mm (*Matambre Negro*) y 9.5 mm (Canario). La relación longitud/ancho de semilla más baja (L/W) fue de 1.1 mm (Canario), mientras que el mayor índice registrado fue de 3.3 mm (*Sucu Allpa Poroto*). En cuanto a la relación ancho/espesor de la semilla (W/T), los valores estuvieron entre 0.8 mm (*Sucu Allpa Poroto*) y 2.2 mm (*Paco Bolon*).

El coeficiente de variación para la variable longitud de la semilla (L) fue mayor para la variedad tradicional *Sucu Pintado*. Esta presentó también la mayor variabilidad en el espesor de la semilla (T). En cuanto a la variabilidad de ancho de semilla (W), la variedad tradicional *Sucu Allpa Poroto* tuvo la mayor heterogeneidad, lo que se considera una alta variabilidad intravarietal.

Los resultados del análisis de conglomerados revelaron que las 47 variedades tradicionales podían agruparse en tres grupos (Figura 12). El coeficiente de correlación cofenética fue de 0.6, lo que indica conglomerados razonablemente bien definidos basados en los rasgos morfológicos de semillas dentro de los grupos.

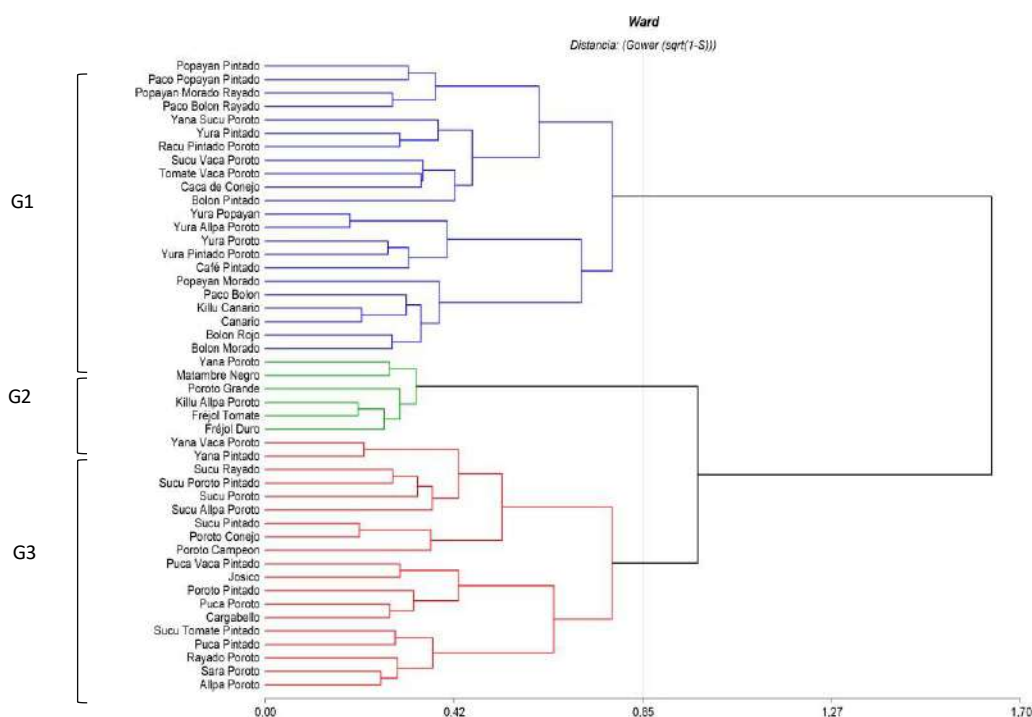


Figura 12. Análisis de conglomerados basado en rasgos morfológicos de semillas de fréjol

El primer grupo (G1), representado por 22 variedades tradicionales, mostró las dimensiones medias de las semillas como sigue: $L=13.84$ mm, $W=10.04$ mm; $T=7.41$ mm, que fueron las más altas dentro de los tres grupos; los valores de relación de aspecto, L/W y W/T , fueron 1.38 y 1.37, respectivamente; Las accesiones del grupo muestran principalmente color primario de semilla blanco, sin color secundario, tonalidad marrón alrededor del hilo, sin patrón definido y con forma ovalada. Las semillas de G1 fueron las más grandes y redondas de todos los grupos.

El segundo grupo (G2) contiene 6 variedades tradicionales con las siguientes dimensiones medias de semilla: $L= 13.51$ mm; $W=8.27$ mm (que fueron las más bajas entre los grupos); $T=6.20$ mm, $L/W=1.61$ y $W/T=1.34$; Las semillas de este grupo presentaron un color primario que iba desde crema pálido hasta beige, generalmente sin color o patrón secundario, predominaba el color marrón alrededor del hilo y la mayoría de las semillas tenían forma de riñón.

Las accesiones dentro del tercer grupo (G3) incluyeron 19 variedades tradicionales, caracterizadas por las siguientes dimensiones de semilla: L= 13.69 mm, W=8.29 mm, T=6.06 mm; esta última fue la más baja de los tres grupos; L/W=1.67, y W/T=1.39; El color primario principal de la semilla era de color crema pálido a beige, el negro era el color secundario principal, así como el color alrededor del hilo; la mayoría de las accesiones mostraron un patrón rayado y forma de riñón.

Estos resultados podrían llevar a seleccionar variedades tradicionales para futuros programas de mejoramiento, con el fin de obtener características deseables, basadas en las preferencias de los consumidores.

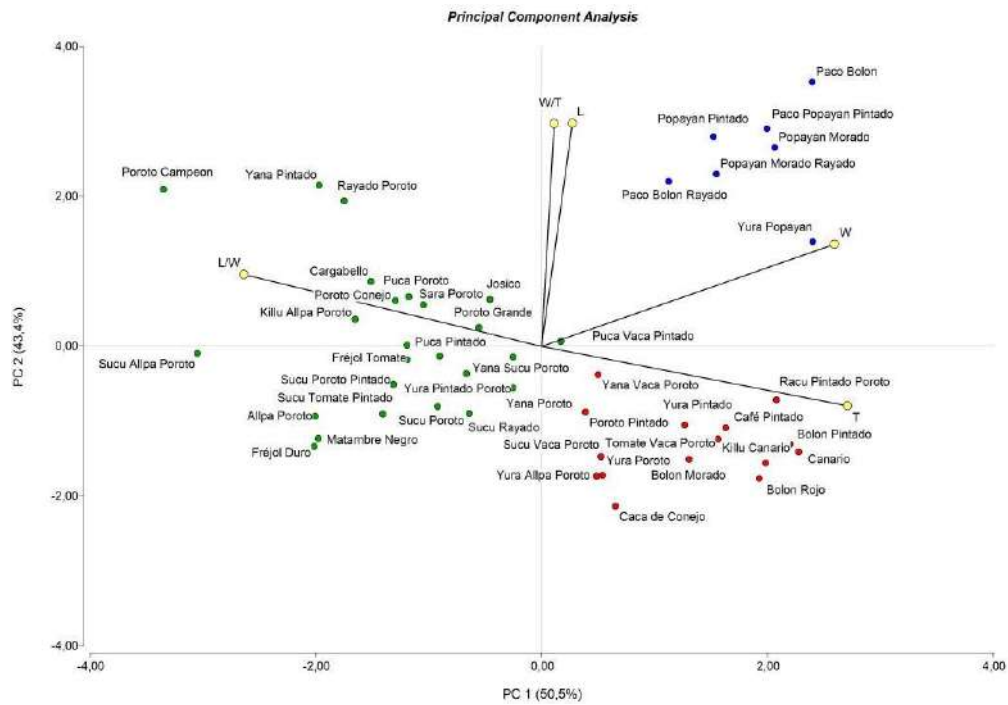


Figura 13. Análisis de componentes principales basado en caracteres cuantitativos

El análisis de componentes principales muestra que el 94% de la variación se explica por los dos primeros componentes (Figura 13 y Tabla 15). El primer componente principal (PC1) explicó el mayor porcentaje de varianza (51%), y se correlacionó con el espesor de la semilla (T) y la proporción L/W. Este resultado puede considerarse para un estudio posterior, debido a su contribución a la diversidad total.

El segundo componente principal (PC2) justifica el 43% de la variación y está altamente correlacionado con la longitud de la semilla (L) y la proporción W/T. La mayoría de las variedades de G1 se situaron en el lado derecho del diagrama (círculos rojos). Las variedades de popayán (*Phaseolus coccineus* L.) se concentraron en el cuadrante superior derecho (círculos azules), mostrando un límite distinto respecto a los demás grupos. Las variedades de G2 y G3 se colocaron en el lado izquierdo del diagrama (círculos verdes). También se encontraron excepciones en el grupo, representadas por las variedades tradicionales *Poroto Campeón*, *Sucu Allpa Poroto*, *Yana Pintado* y *Rayado Poroto*.



Tabla 15. Valores propios (autovalor) y contribución de cada componente principal

Componente	Valor propio (autovalor)	Tipo de contribución (%)	Tasa de contribución acumulativa (%)
PC1	2.53	51%	51%
PC2	2.17	43%	94%
PC3	0.29	6%	100%

Se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en rasgos como ancho de semilla (W), espesor de semilla (T) y relación L/W (Tabla 16). Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticas en la longitud de la semilla (L), ni en la relación W/T.

Tabla 16. ANOVA para cinco rasgos cuantitativos de semilla de fréjol

Rasgo	valor p
Longitud de la semilla (L)	0.3473
Ancho de semilla (W)	<0.0001
Espesor de la semilla (T)	<0.0001
L/W	<0.0001
W/T	0.3439

4.1.3.2 Distribución geográfica

Como se muestra en la Figura 14, se encontraron variedades tradicionales de fréjol distribuidas en toda la zona de estudio. El número de variedades en cada *chakra* oscilaba entre 1 y 6 (26%), 7 y 12 (24%) y 13 a 18 (8%).

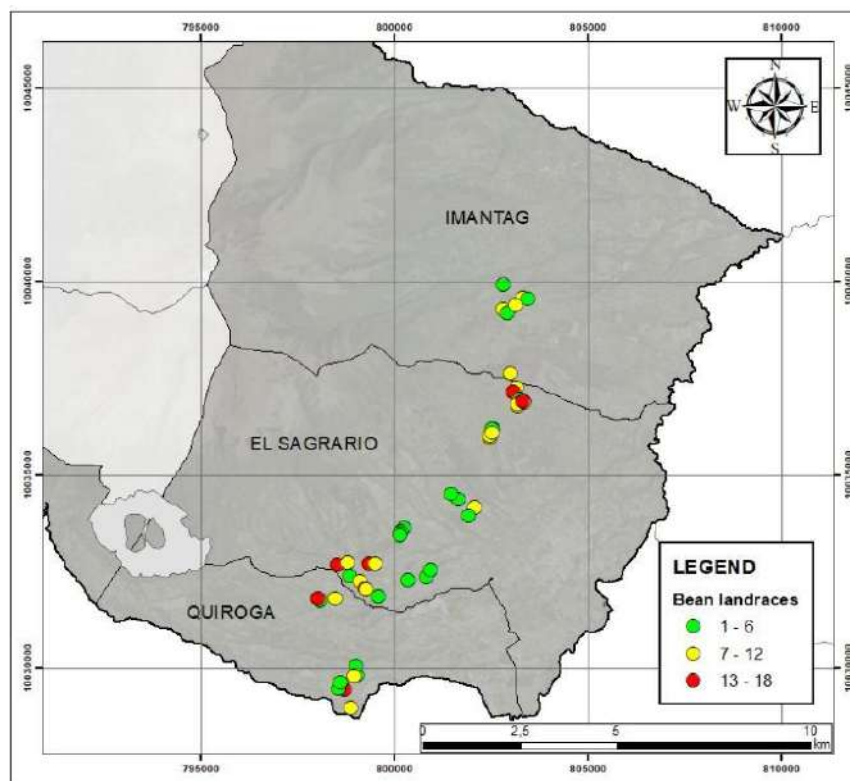


Figura 14. Distribución geográfica de las variedades tradicionales de fréjol distribuidas en diez comunas del cantón de Cotacachi

Como se observa en la Figura 12, se encontró una autocorrelación espacial positiva (I de Morán= 0.24; puntuación z= 2.20; valor p= 0.03). Dado que el valor del índice es positivo, se asume que el número de variedades tradicionales está asociado a ubicaciones cercanas (Soleri et al., 2013). La puntuación z de 2.20 muestra que hay menos del 5% de probabilidad de que este patrón agrupado pueda ser resultado de la casualidad, lo que confirma la presencia de estructura espacial.

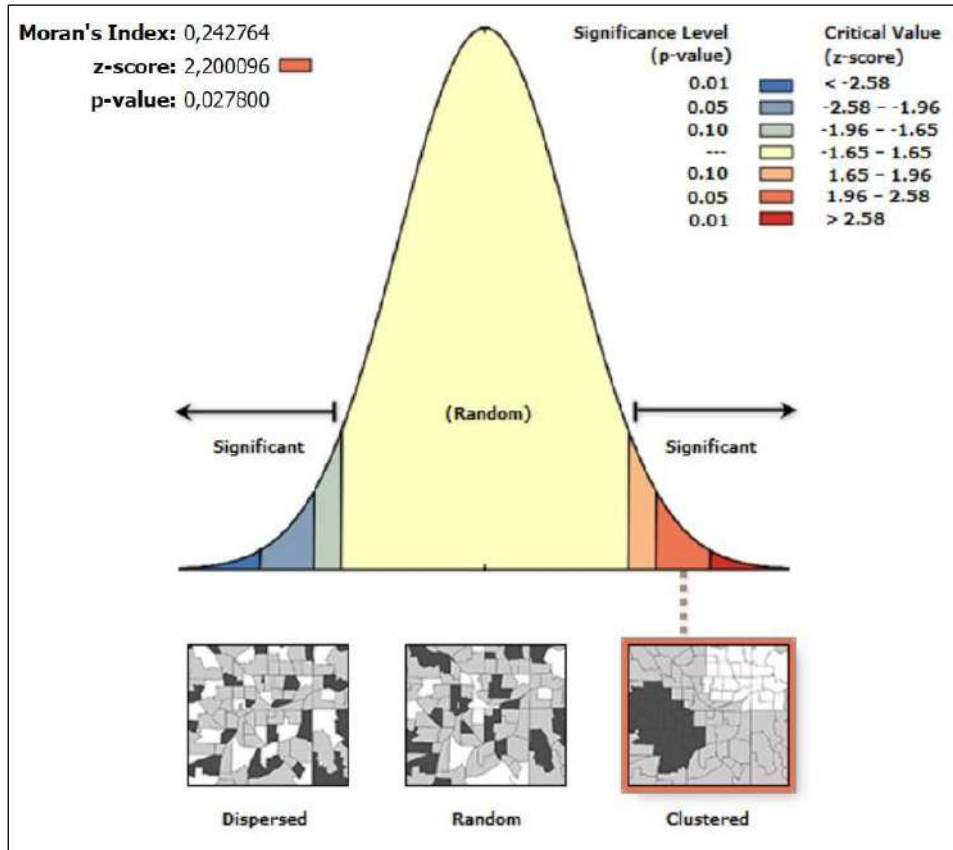


Figura 15. Autocorrelación espacial I de Morán sobre el número de variedades de fréjol distribuidas en diez comunidades del cantón de Cotacachi

El índice I de Morán positivo indica que las *chakras* con mayor diversidad tienden a estar distribuidos más cerca unas de otras, al igual que aquellas con menor diversidad (Figura 15). Esta tendencia a agrupar sugiere que existen factores que podrían estar influyendo en esta distribución espacial (Aral y Bakır, 2024). En este estudio, los factores que podrían influir en esta distribución probablemente implican el intercambio de semillas entre vecinos.

4.1.3.3 Análisis de diversidad

Los resultados muestran que los valores del índice de Shannon (H') varían dentro de un rango de 0.45 a 1.55 (Tabla 17). La comunidad de Morochoch presenta la mayor diversidad de *P. vulgaris* y *P. coccineus* entre las comunidades ($H'=1.55$). Este resultado es alto en comparación con otros estudios similares (Jarvis et al., 2008) realizados en fréjol ($H' = 0.74$). Esta diversidad podría atribuirse a las prácticas tradicionales en la zona de estudio, donde las variedades suelen mantenerse en las *chakras* y las semillas se transmiten frecuentemente de generación en generación. La alta diversidad de la comunidad Morochoch la convierte en un lugar

potencial como fuente de recursos genéticos y para la implementación de programas de conservación.

Tabla 17. Índice de diversidad-equidad (H') de Shannon-Wiener e índice de homogeneidad de Shannon (J') para variedades tradicionales de fréjol a nivel de comunidad

Índice	Arrayanes	Chilcapamba	Cumbas	El Conde	Italquí	Morlán	Morochos	San Antonio	San Pedro	Topo Grande
Shannon H' Log Base 10	1.322	0.987	1.26	1.455	0.941	1.315	1.549	0.452	1.246	1.002
Shannon J'	0.971	0.987	0.953	0.943	0.941	0.965	0.96	0.946	0.958	0.962

En términos de homogeneidad (Shannon J'), la comunidad Chilcapamba presenta el valor más alto (0.99), lo que sugiere que las variedades tradicionales de *P. vulgaris* y *P. coccineus* en esta comunidad son más similares entre sí. Esto implica una menor diversidad dentro de la comunidad.

4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA IMPORTANCIA CULTURAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD

4.2.1 Características de los informantes

La información relacionada con la etnia, género, edad y nivel de educación de los informantes clave, se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Características de los informantes clave

Característica	%	Min	Max
<i>Etnia</i>			
Indígena	98		
Mestiza	2		
<i>Género</i>			
Femenino	51		
Masculino	49		
<i>Edad</i>			
Rango		45	74
<i>Nivel de educación formal</i>			
Ninguno	70		
Primaria	25		
Secundaria	5		

Los resultados muestran que el 98% de los informantes se auto identifica como indígena, mientras que el 2% restante se consideran mestizos. La etnia indígena corresponde a la población originaria de la zona altoandina, que mantiene una vestimenta ancestral y su idioma es el *kichwa* (Limerick, 2020; Yépez y Ortiz, 2022). La población indígena de la zona andina se concentra, principalmente, en los sectores rurales (Carrasco et al., 2021).

Este alto porcentaje de población indígena en la zona de estudio es relevante desde el punto de vista de su relación con la conservación de la agrobiodiversidad. Como lo manifiesta Rhoades (2006), la conservación de especies y la preservación de los recursos naturales está, generalmente, en manos de la población indígena, quienes garantizan su conservación para las presentes y futuras generaciones. De igual forma, las comunidades indígenas preservan saberes

ancestrales y valores culturales que también están vinculados con la conservación de la agrobiodiversidad (Chireac y Arbona, 2017).

Con respecto a la distribución de género, ésta se encuentra casi equitativa, con un porcentaje ligeramente mayor de mujeres (51%). La edad de los informantes clave es de 59 años, en promedio. Por otro lado, en términos de nivel educativo, el 70% de los agricultores no ha recibido educación formal, el 25% asistió a la escuela primaria y, únicamente el 5% recibió educación secundaria.

En este sentido, autores como Chireac y Arbona (2017), manifiestan que la educación ha permanecido ausente para las poblaciones indígenas, en especial las mujeres. Esto se ha debido a una segmentación por parte de la sociedad, dependiendo del contexto, la etnia, la cultura o la economía.

4.2.2 Usos de la agrobiodiversidad

Con respecto a la utilidad de las especies agrícolas encontradas en las *chakras* de la zona de estudio, los resultados muestran que 18 especies registran la mayor cantidad de categorías de uso (Figura 16). Las especies con más categorías de uso son el arrayán [*Myrcianthes hallii* (O.Berg) McVaugh], que es utilizado como alimento, medicina, para decoración, tiene uso ceremonial y en cercas vivas; el eucalipto aromático (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson), utilizado como alimento, medicina, maderable, ceremonial, para producción de energía y, también, como cerca viva; el penco (*Furcraea andina* Trel.) que se emplea como alimento, medicina, para decoración, fibra y en cercas vivas; y, finalmente, el floripondio (*Brugmansia x candida* Pers.) que es utilizado como medicina, para decoración, ceremonial, como cerca viva y como especie melífera.

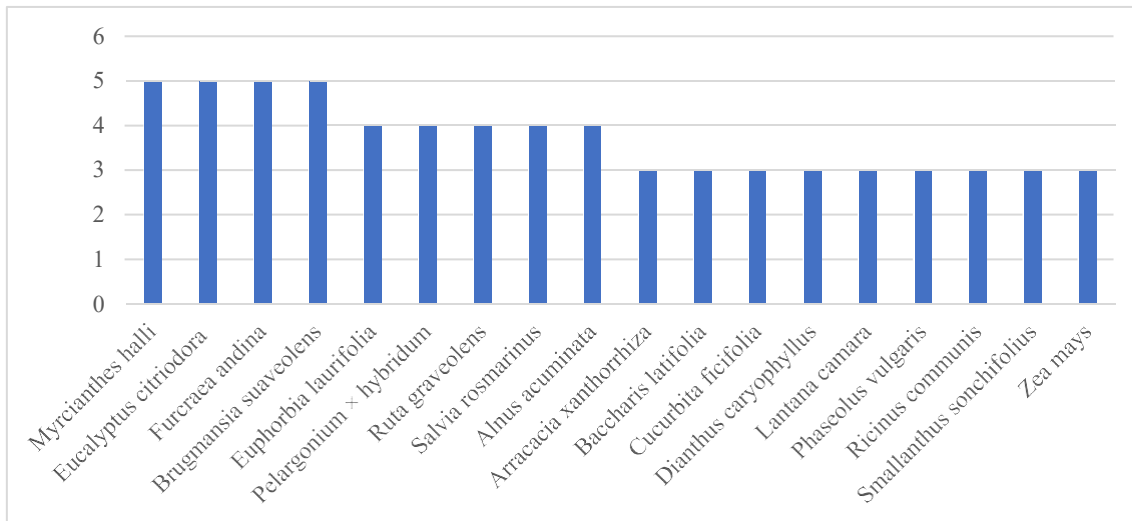


Figura 16. Cantidad de categorías de uso por especie

En cuanto a la cantidad de usos por especie, para el análisis, se priorizó las categorías de uso como alimento y medicina, por ser los más utilizados en estudios similares (Dos Santos et al., 2019). Los resultados (Figura 17) muestran que el maíz (*Zea mays* L.) y el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) son las especies más utilizadas como alimento, registrándose 17 preparaciones de alimentos que tienen como base el maíz y 10 preparaciones con fréjol. Es importante indicar que estas dos especies han sido la base de la alimentación en la zona andina por muchos años, debido al aporte nutricional y su importancia cultural (Romero y Musaubach, 2024; Romero et

al., 2024; Velásquez et al., 2020). Estos productos constituyen la materia prima de la preparación de alimentos tradicionales en las comunidades estudiadas.

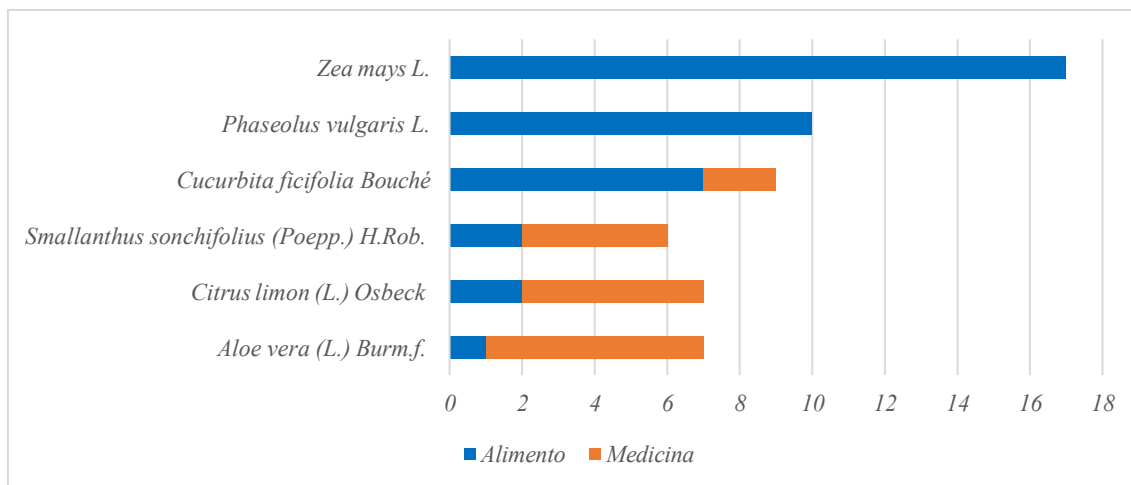


Figura 17. Especies con mayor cantidad de usos alimenticios y medicinales

Es importante mencionar que la gastronomía tradicional forma parte de la identidad cultural y desarrollo local de las comunidades del cantón Cotacachi. Además, las distintas técnicas de preparación de alimentos varían conforme a la cultura e historia, que ha sido transmitida de generación en generación (Rueda, 2019). En la zona de estudio, los conocimientos ancestrales relacionados con la gastronomía son aplicados durante las ferias gastronómicas que realiza el Comité Central de Mujeres de la UNORCAC, con el objetivo de promover la preparación de alimentos tradicionales de las comunidades y fortalecer la conservación de la agrobiodiversidad (Figura 18).

El maíz es un cultivo de subsistencia importante que, generalmente, forma parte de un sistema complejo que involucra múltiples variedades. Autores como Zimmerer (2014) manifiestan que las variedades tradicionales de cultivos como el maíz, proveen recursos alimenticios y agroecológicos dentro de los paisajes culturales que aportan a la resiliencia socio – ecológica, conservación *in situ* y servicios ecosistémicos. En este sentido, existe una relación directa entre la variedad de maíz y su uso, pues existen variedades óptimas para su consumo en fresco, para elaboración de harina y para su consumo como grano seco. Las preferencias alimenticias de los agricultores, generalmente, guían la elección de variedades y cultivos que mantienen. Las especies y variedades que se conservan son un reflejo de la demanda, el valor para los agricultores y las posibilidades de acceso a estas variedades. En consecuencia, el uso que se da a la agrobiodiversidad está estrechamente vinculado a procesos de conservación (Rimlinger et al., 2021).



Figura 18. Feria gastronómica promovida por el Comité Central de Mujeres de la UNORCAC, Cotacachi, 2021

En el mismo sentido, el fréjol es una especie con un alto valor nutritivo que es muy cultivada a nivel de agricultura tradicional y constituyen un elemento importante de la agrobiodiversidad. Las variedades locales de fréjol, usualmente con una amplia diversidad genética, tienen un valor agrícola, cultural e histórico muy importante, constituyendo una importante fuente de alimento desde una perspectiva de identidad cultural (Romero et al., 2024).

Es así como la comprensión de la diversidad de plantas en un área específica y su contexto cultural es de suma importancia para promover procesos de conservación de agrobiodiversidad. El conocimiento de estos factores permite apreciar la importancia de la conservación de la diversidad y herencia cultural únicas de una región específica (Abera et al., 2020).

De manera similar, en relación con el uso medicinal, se registraron 63 especies que tienen algún tipo de uso medicinal. De estas especies, resalta la sábila (*Aloe vera* (L.) Burm.f.) que presenta una mayor cantidad de usos medicinales. En este estudio se registraron seis diferentes usos medicinales de esta planta (Tabla 19). Otros autores también reportan un amplio uso medicinal de la sábila en comunidades locales. Duque et al. (2018) en un estudio realizado en Colombia, reportan hasta ocho usos medicinales de esta especie. Tounekti et al. (2019), en un estudio etnobotánico de plantas medicinales indígenas de Arabia Saudita, encontraron 16 usos medicinales de la sábila. De igual forma, Dos Santos et al. (2019), en un estudio sobre el conocimiento y uso de la flora en una comunidad del noreste de Brasil, registraron cuatro usos medicinales de esta planta, siendo una de las especies más citadas durante las entrevistas del estudio. Estos resultados sugieren que el uso medicinal de las plantas, que está relacionado con el conocimiento tradicional, tiene una amplia importancia cultural en la zona altoandina de Cotacachi.

Tabla 19. Especies con mayor cantidad de usos medicinales

Familia botánica	Especie	Nombre vernáculo	Cantidad de usos medicinales	Parte de la planta que se utiliza	Actividad farmacológica
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Sábila	6	Hoja	Alivio quemaduras Alivio heridas de la piel Reducción inflamaciones Alivio dolores Disminución fiebre Mejoramiento vista Alivio resfrío Curación heridas
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limón	5	Fruto	Alivio dolor de cabeza Alivio dolor de garganta Disminución fiebre Endulzante para diabéticos
Compositae	<i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp.) H. Rob.	Jícama	4	Raíz	Alivio dolor de cabeza Disminución fiebre Alivio resfrío

4.2.3 Conocimiento ancestral vinculado a prácticas culturales y ceremonias

Los pueblos indígenas son actores clave en la preservación y promoción del conocimiento ancestral (Carrasco et al., 2021). Las prácticas culturales están estrechamente relacionadas con el conocimiento ancestral que se transmite a través de las generaciones (Sánchez et al., 2015). De acuerdo con lo establecido por FAO (2023), la agricultura andina es uno de los mejores ejemplos de adaptación y saberes ancestrales que se ha mantenido vigente por más de 5000 años.

Los resultados de este estudio muestran que 25 especies vegetales se utilizan en prácticas culturales y ceremonias (Figura 19). Las especies más utilizadas para estas prácticas son el maíz, el fréjol y la papa. Asimismo, se determinó que estos productos son utilizados en prácticas culturales como la *minga* (trabajo comunitario colaborativo), *wasipichay* (bendición de una nueva casa), rituales de bendición de semilla y baños de purificación.



Figura 19. Ritual de bendición de la semilla, Cotacachi, 2022

De igual forma, esta agrobiodiversidad se emplea en las fiestas tradicionales de la zona de estudio, que son: *Inti Raymi* (fiesta del sol que se realiza el 24 de junio, en el solsticio de invierno), *Pawkar Raymi* (fiesta del florecimiento que toma lugar el 21 de marzo, en el equinoccio de verano), *Muyu Raymi* (fiesta de las semillas), *Kapac Raymi* (fiesta de la germinación que se realiza el 21 de diciembre, en el solsticio de verano). Autores como Chireac y Arbona (2017) sostienen que en el Ecuador hay varias festividades ancestrales, relacionadas con el ciclo agrícola andino denominadas *Raymikunas*, cuyo principal protagonista es el maíz.

El *Muyu Raymi* (Figura 20) es una de las celebraciones más importantes para las comunidades indígenas de Cotacachi. En el mes de agosto de cada año, con el apoyo de la UNORCAC, se reúnen los habitantes de las comunidades de Cotacachi para intercambiar una amplia variedad de semillas y productos agrícolas tradicionales. Los resultados de este estudio muestran que las diez especies que más se intercambian durante el *Muyu Raymi* son el maíz (*Zea mays* L.), fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), sambo (*Cucurbita pepo* L.), zapallo (*Cucurbita ficifolia* Bouché), papa (*Solanum tuberosum* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.). Esta práctica ha permitido promover y conservar la agrobiodiversidad de las *chakras* que mantienen los habitantes de la zona de estudio, pues el intercambio de semilla es un factor importante para modelar la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad. La amplia adopción de variedades de alto rendimiento, pero genéticamente uniformes, erosiona las variedades locales y elimina la diversidad de variedades indígenas de cultivo (Stromberg et al., 2010). Los pequeños agricultores que practican la conservación, uso e intercambio de semillas, ayudan a

preservar una amplia gama de recursos genéticos vegetales y, por tanto, a mantener la agrobiodiversidad de una región (Lokhandwala, 2022).



Figura 20. *Muyu Raymi*, Cotacachi, 2022

Por lo antes indicado, es evidente que muchas especies agrícolas se conservan por su importancia en el contexto cultural de las comunidades. Es por ello, que la pérdida de la agrobiodiversidad está muy relacionada con la pérdida de conocimiento local (Villota, 2010). Esto puede tener varias causas como la simplificación de los hábitats agrícolas debido a la proliferación de la agricultura industrial, el abandono de las tierras de cultivo, la expansión de monocultivos, el crecimiento urbano, entre otros (Baeza et al., 2022; Romero y Gómez, 2023).

En el presente estudio se encontró que todos los informantes clave están conscientes de que existe pérdida del conocimiento tradicional. De acuerdo con su criterio, las principales causas son la migración del campo a la ciudad (49%), falta de interés por la agricultura (32%) y otras causas como dedicación a actividades modernas y pérdida de identidad cultural (19%).

4.2.4 Aspectos de género relacionados con el manejo de la agrobiodiversidad

El contexto social y cultural tiene una influencia directa en la percepción de género, los roles y las decisiones entorno al manejo de la agrobiodiversidad (Ravera et al., 2019). Actividades como el manejo de la *chakra*, las labores agrícolas, las prácticas culturales y la conservación de las semillas, se encuentran estrechamente relacionadas con el rol que cumplen los hombres y las mujeres. Estudios previos en el tema, que se enfocan en las mujeres como actores individuales, usualmente proyectados como seres vulnerables. Estos estereotipos ocultan el verdadero rol de las mujeres como agentes de cambio en la agricultura familiar (Arora-Jonsson 2011).

Los resultados de esta investigación (Figura 21) sugieren que los hombres son quienes, en su mayor parte, toman las decisiones (56%) y manejan la *chakra* (86%). En tanto que, actividades como la siembra (65%), cosecha (63%) y conservación de la agrobiodiversidad (84%), son realizadas principalmente por las mujeres de las comunidades. Esto es comprensible, pues el manejo de la *chakra* involucra labores de mayor demanda física, como la preparación del terreno con tracción animal (*yunta*), deshierbes, fertilización y aporques.

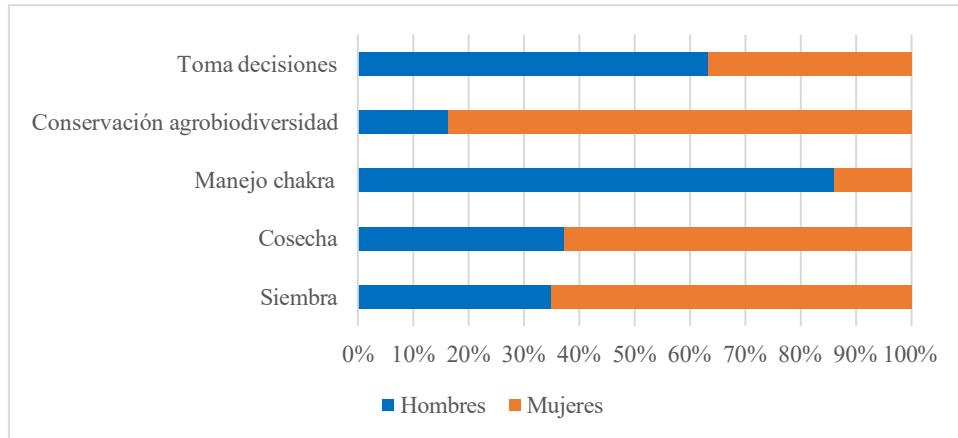


Figura 21. Roles de género

Por otro lado, el rol de las mujeres en actividades como la siembra, cosecha y conservación de agrobiodiversidad es un rasgo muy marcado en las comunidades estudiadas. Las actividades de selección de semilla, reciclaje para futuras siembras e intercambio de semillas, son realizadas principalmente por las mujeres de las comunidades. El compromiso de las mujeres en la conservación de agrobiodiversidad es muy evidente en la zona de estudio. Tal es así que la mayor parte de las mujeres entrevistadas forman parte del Comité Central de Mujeres de la UNORCAC, un espacio desde el cual se fomenta la participación de las mujeres en el rescate de saberes ancestrales, así como procesos de capacitación y emprendimiento. Esto, sin duda, ha contribuido a incrementar la intervención de las mujeres en la toma de decisiones.

Es importante indicar que, a pesar del creciente reconocimiento del rol de las mujeres en el manejo de la agrobiodiversidad, algunos autores como Arce (2012), Agüero (2013) y Ravera et al. (2019) consideran que este aspecto no ha recibido una atención suficiente desde el enfoque académico y el análisis de sus implicaciones no ha sido adecuadamente analizado.

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL

4.3.1 Especies vegetales en las *chakras* evaluadas

La alta diversidad de la *chakra* 1 es característica de un sistema agrícola andino manejado de manera tradicional y se explica por su orientación al autoconsumo como objetivo principal. Diversos estudios (Legesse y Negash, 2021; Carrasco et al., 2021; Yaregal y Sime, 2024) indican que los sistemas diseñados para el autoconsumo tienden a conservar una mayor diversidad de especies que cubren múltiples usos (alimentación, salud, sombra, conservación de suelos, cercado, entre otras). El diseño responde más a criterios culturales y funcionales que a una planificación agrícola convencional. La presencia de una cerca viva de *Euphorbia laurifolia* alrededor de la *chakra* puede considerarse como un enfoque agroecológico donde se prioriza la

optimización de recursos y el uso de la agrobiodiversidad local (Zimmerer y de Haan, 2017; Nicholls et al., 2016).

La presencia de especies como *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, *Solanum tuberosum* y *Cucurbita ficifolia*, considerados cultivos alimentarios básicos de la zona andina (Tapia, 2025; Romero et al., 2024), refuerza el enfoque alimentario de esta *chakra*. Asimismo, la inclusión de especies medicinales como *Ruta graveolens*, *Matricaria chamomilla* y *Mentha spicata*, junto con frutales como *Psidium guajava*, *Malus domestica* y *Persea americana*, sugieren un manejo tradicional que promueve el policultivo, la seguridad alimentaria, la salud familiar y la sostenibilidad del agroecosistema (Tamburini et al., 2020). La presencia de especies perennes, arbustivas, herbáceas y de cobertura vegetal fomenta la regulación natural del ecosistema en la *chakra*. Este tipo de manejo representa, además, un reservorio de saberes ancestrales y prácticas agroecológicas adaptadas a las condiciones locales (Garibaldi et al., 2016).

En la *chakra* 2, la orientación hacia la producción comercial ha conducido a una simplificación del sistema agrícola, reduciendo la diversidad a solamente cuatro especies cultivadas. Esta reducción puede tener implicaciones negativas, como una menor resiliencia del sistema frente a plagas, enfermedades y variabilidad climática. Los sistemas agrícolas más diversos tienden a ser más estables y sostenibles a largo plazo (Nicholls et al., 2016; Peredo y Barrera, 2024).

En el contexto andino, donde las *chakras* tradicionalmente han integrado una amplia variedad de especies con múltiples usos, la tendencia hacia la especialización comercial representa un cambio significativo en las prácticas agrícolas. Este cambio puede llevar a la pérdida de conocimientos tradicionales y a una menor capacidad de adaptación a las condiciones ambientales cambiantes (Carrasco et al., 2021).

4.3.2 Artrópodos identificados

Durante el estudio se colectaron e identificaron 25 familias de artrópodos, distribuidas en 13 órdenes que cumplen con diferentes funciones en el agroecosistema (Tabla 20).

Orden	Familia	Función en el agroecosistema
Coleóptera	Coccinellidae	Control biológico
	Lampyridae	Control biológico Indicador de salud del ecosistema
	Carabidae	Descomposición de materia orgánica Control biológico (depredador)
	Chrysomelidae	Polinización También considerada plaga
	Staphylinidae	Descomposición de materia orgánica Control biológico (depredador)
Hemiptera	Nabidae	Control biológico (depredador)
	Membracidae	Considerada plaga (fitófago)
	Aphididae	Considerada plaga (fitófago)
	Miridae	Control biológico (depredador)
	Aphidoidea	Considerada plaga (fitófago)

	Pentatomidae	Control biológico (depredador) También considerada plaga (fitófago)
	Apidae	Polinización
Hymenoptera	Ichneumonidae	Control biológico (parasitoide) Polinización
	Pompilidae	Control biológico (depredador)
Lepidoptera	Pieridae	Considerada plaga (fitófago)
	Lycaenidae	Polinización
Thysanoptera	Thripidae	Control biológico (depredador) También considerada plaga (fitófago)
	Phlaeothripidae	Control biológico (depredador)
Diptera	Syrphidae	Control biológico (depredador)
Homoptera	Cicadellidae	Polinización También considerada plaga
Dermaptera	Forficulidae	Control biológico (depredador)
Neuroptera	Chrysopidae	Control biológico (depredador)
Trichoptera	Leptoceridae	Bioindicador acuático
Orthoptera	Gryllidae	Control biológico (omnívoro)
Odonata	Libellulidae	Indicador de salud del ecosistema
Araneae (clase Arachnida)	-	Varias funciones

En las colectas realizadas con red entomológica (Figura 22) se encontraron diez órdenes de artrópodos (Tabla 21). El orden Diptera fue el más abundante, seguido por Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera y Lepidoptera. Es destacable la presencia de especímenes del orden Neuroptera en la *chakra* 1, considerando su rol como controlador biológico, pues varios estudios puntualizan la eficiencia depredadora y el potencial de control biológico de varios géneros del orden Neuroptera (Sarmiento et al., 2021; Pratissoli, 2025).



Figura 22. Colecta de insectos con red entomológica

En casi todos los órdenes de insectos, se observa una mayor cantidad de especímenes en la *chakra* 1, a excepción de los órdenes Hemiptera y Lepidoptera (Tabla 21 y Figura 22). La abundancia de especímenes de estos órdenes en la *chakra* 2 puede representar una desventaja,

tomando en cuenta que algunas familias de estos órdenes, como Membracidae, Aphidae, Aphidoidea, Pentatomidae y Pieridae, son consideradas plagas de cultivos por su actividad fitófaga. Esta abundante población podría atribuirse a la escasez de enemigos naturales que contrarresten las poblaciones de plagas en agroecosistemas menos diversos (Woltz y Landis; 2012; Carrasco et al., 2021), como es el caso de la *chakra* 2.

Tabla 21. Cantidad de artrópodos capturados mediante red entomológica

Orden	<i>Chakra</i> 1		<i>Chakra</i> 2	
	Núm. especímenes	% en la <i>chakra</i>	Núm. especímenes	% en la <i>chakra</i>
Diptera	1607	77.19%	1147	67.55%
Hemiptera	272	13.06%	442	26.03%
Coleoptera	89	4.27%	17	1.00%
Hymenoptera	48	2.31%	37	2.18%
Lepidoptera	28	1.34%	49	2.89%
Neuroptera	21	1.01%	0	0.00%
Araneae	6	0.29%	5	0.29%
Odonata	6	0.29%	1	0.06%
Dermaptera	3	0.14%	0	0.00%
Orthoptera	2	0.10%	0	0.00%

Los resultados reflejan la influencia positiva de la agrobiodiversidad sobre la presencia y abundancia de insectos benéficos. La estructura heterogénea de la *chakra* 1, junto con la diversidad vegetal y los fines de autoconsumo, probablemente contribuyen a crear un hábitat favorable para una mayor presencia de insectos (Gómez et al., 2022). Por el contrario, la menor complejidad estructural y la orientación comercial de la *chakra* 2 podrían limitar los refugios y recursos alimenticios para insectos benéficos (Tamburini, 2020).

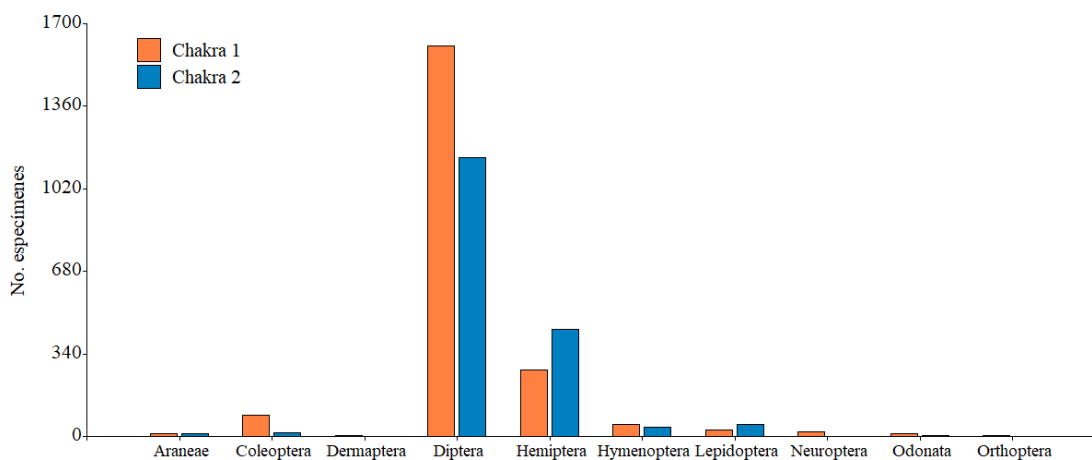


Figura 23. Cantidad de artrópodos por orden capturados con red entomológica

Por otra parte, en las colectas realizadas con trampas cromáticas (Figura 23) se encontraron nueve órdenes de artrópodos (Tabla 22). Los resultados muestran una mayor cantidad de especímenes en los órdenes Diptera, Hymenoptera, Hemiptera y Coleóptera en las dos *chakras* estudiadas y una marcada presencia del orden Thysanoptera únicamente en la *chakra* 1.

La alta presencia de especímenes del orden Thysanoptera en la *chakra* 1 puede explicarse por la mayor cantidad de flores disponibles que son una fuente de polen y néctar para estos insectos. Esta abundancia puede representar una ventaja ecológica, debido a su rol como polinizadores (Velayudhan y Annadurai, 1986). Varatharajan et al. (2016) sostienen que los trips (Orden: Thysanoptera) frecuentan las flores durante la antesis y transportan un considerable número de granos de polen que son transferidos durante los movimientos inter e intra florales, gracias a su estructura corporal que favorece la adhesión de polen.



Figura 24. Colecta de insectos con trampas cromáticas

En todos los órdenes de insectos colectados con trampas cromáticas, a excepción de los órdenes Dermaptera y Araneae, se contabilizó una mayor cantidad de insectos en la *chakra* 1 (Figura 22), que corresponde a la unidad con mayor agrobiodiversidad. Esto concuerda con otros estudios realizados en torno a este tema que señalan que los sistemas agrícolas diversos pueden albergar una mayor riqueza de insectos benéficos (Jankielsohn, 2023; Panassiti et al., 2023). Investigaciones realizadas en viñedos de Mendoza, Argentina, bajo diferentes sistemas de producción, revelaron que los sistemas agroecológicos presentan una mayor diversidad y abundancia de insectos benéficos en comparación con sistemas convencionales (Dagatti et al., 2024).

Tabla 22. Cantidad de artrópodos capturados mediante trampas cromáticas

Orden	<i>Chakra</i> 1		<i>Chakra</i> 2	
	Núm. especímenes	% en la <i>chakra</i>	Núm. especímenes	% en la <i>chakra</i>
Diptera	5043	77.31%	1619	79.99%
Hymenoptera	522	8.00%	243	12.01%
Thysanoptera	519	7.96%	0	0.00%
Hemiptera	249	3.82%	99	4.89%
Coleoptera	141	2.16%	56	2.77%
Lepidoptera	44	0.67%	3	0.15%
Odonata	5	0.08%	0	0.00%
Dermaptera	0	0.00%	3	0.15%
Araneae	0	0.00%	1	0.05%

La excepción observada en los órdenes Dermaptera y Araneae, podría atribuirse a casos aislados, tomando en cuenta la cantidad mínima de individuos capturados, o también podría

estar relacionada con las preferencias específicas de hábitat y recursos de estos grupos (Li et al., 2017).

En ambos sistemas agrícolas, el orden Diptera fue el más abundante (Figura 25). Sin embargo, en la *chakra* 1, que contiene una mayor agrobiodiversidad, se registró un número significativamente más alto de especímenes de este orden que en la *chakra* 2. Este resultado sugiere que el orden Diptera (incluyendo posibles polinizadores) podrían beneficiarse de la mayor heterogeneidad vegetal.

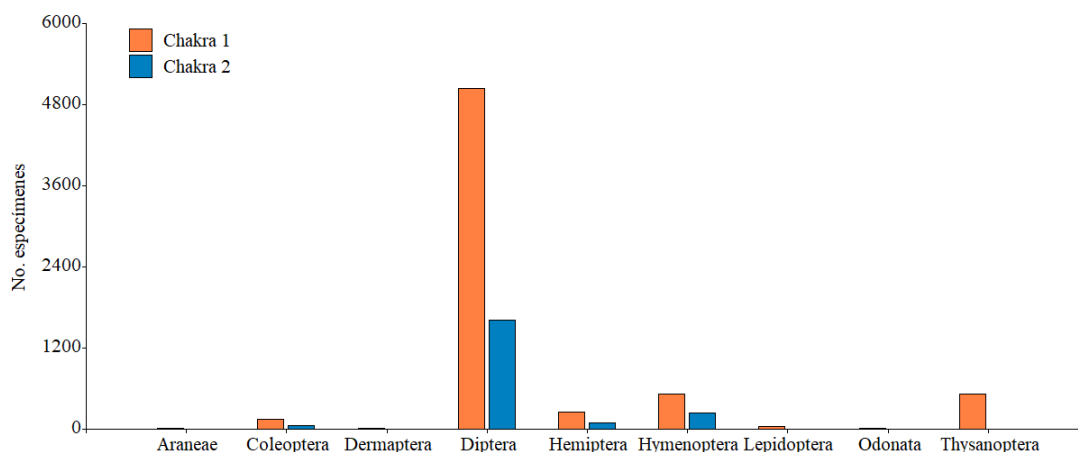


Figura 25. Cantidad de artrópodos por orden capturados en trampas cromáticas

Estos resultados son consistentes con diversos estudios (Tamburini et al., 2020; Zhao et al., 2022; Willmott et al., 2024) que confirman que la diversificación de los agroecosistemas aumenta la riqueza y abundancia de insectos benéficos sin comprometer los rendimientos agrícolas. Los agroecosistemas más diversos generalmente albergan una mayor abundancia y diversidad de insectos polinizadores y enemigos naturales de plagas que los monocultivos.

4.4 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE AGROBIODIVERSIDAD

Este capítulo se enfoca en el planteamiento de estrategias que apoyen la conservación de agrobiodiversidad en la zona altoandina de Cotacachi, con base en los resultados obtenidos en la investigación. Estas estrategias se articulan con los mandatos de la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017). En este sentido, al promover la protección, conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos (Artículos 1, 5 y 18), facilitar la investigación (Artículo 6), promover la identificación de zonas de agrobiodiversidad (Artículo 17) y favorecer la implementación de planes, programas y proyectos orientados a reducir la erosión genética (Artículo 50), las estrategias contenidas en este capítulo constituyen un aporte concreto para la aplicación y el cumplimiento efectivo de la normativa vigente, tomando en cuenta la realidad de la zona de estudio, reforzando la soberanía alimentaria y la gestión sustentable de semillas que la Ley reconoce como prioridad nacional.

4.4.1 Programa de fitomejoramiento participativo para conservar variedades tradicionales

Las comunidades indígenas de la zona altoandina de Cotacachi mantienen diversas especies y variedades tradicionales en sus *chakras*, las cuales se han venido conservando a durante generaciones. Esto ha permitido que a través del tiempo desarrollen cierta adaptación a las

condiciones ambientales locales. En este estudio se identificaron 140 especies vegetales, 39 variedades tradicionales de maíz y 46 de fréjol que se mantienen en las *chakras*. Esta alta diversidad representa un acervo genético de alto valor que puede ser utilizado para programas de fitomejoramiento participativo que permitan la selección y multiplicación de variedades tradicionales con mejores características de rendimiento, que se encuentren adaptadas a la zona y que aseguren la soberanía alimentaria de las familias campesinas y, a su vez, fomenten su adopción por parte de nuevos productores (Falcione et al., 2022). Además, este patrimonio biocultural constituye una fuente de resiliencia frente a los desafíos del cambio global, aportando soluciones sostenibles tanto a nivel local como regional y global, al integrar conocimientos ancestrales con estrategias de adaptación. Tal como demuestran otros estudios (Consuegra et al., 2021), las variedades tradicionales son parte de la reactivación de la memoria territorial y un acervo indispensable para la conservación y dinamización de la diversidad biocultural.

Tomando en cuenta que las familias campesinas de Cotacachi desempeñan un rol fundamental en la selección, reproducción y mejora de variedades locales, actividades que están estrechamente vinculadas al conocimiento tradicional, se considera importante fomentar la participación comunitaria en estos procesos. Para ello, se propone la implementación de un programa de fitomejoramiento en el cual las propias comunidades participen en la evaluación y selección de semillas, con base en sus preferencias de sabor, tamaño, color, consistencia de la semilla, durabilidad poscosecha, así como características agronómicas y culturales que consideran deseables (Guzzon et al., 2021). Esta iniciativa inclusiva debe involucrar y visibilizar a los actores clave que garanticen el compromiso y sostenibilidad de la propuesta.

Esta estrategia se fundamenta en el hecho de que, a pesar de la existencia de variedades comerciales (por ejemplo, la variedad de fréjol Canario, identificada en este estudio), los agricultores también prefieren cultivar las variedades locales por las características particulares anteriormente mencionadas.

4.4.2 Establecimiento de Centros de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario (CBDAs)

Con el objetivo de garantizar la disponibilidad local de semillas de calidad, adaptadas al microclima de la zona altoandina de Cotacachi, se propone el establecimiento de una red de bancos comunitarios de semillas o Centros de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario (CBDAs). Estos espacios permitirán la conservación del material genético de variedades tradicionales y funcionarán, además, como centros de intercambio de saberes locales relacionados con la conservación de semillas (Guzzon et al., 2020). Esta estrategia estaría alineada con lo dispuesto en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, Artículo 20 el cual establece que *“La Autoridad Agraria Nacional ... financiará, apoyará y asesorará el funcionamiento apropiado de los centros de conocimiento de la agrobiodiversidad: públicos, y comunitarios que permitan la conservación, restitución de material vegetativo, multiplicación de semilla, investigación participativa, capacitación, validación y transferencia de tecnologías. Se fomentará el desarrollo de estos centros, de preferencia en las zonas prioritarias para la protección y conservación de la agrobiodiversidad”* (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

Tomando en cuenta que es fundamental promover estrategias que equilibren la producción comercial con la conservación de la agrobiodiversidad, el manejo colectivo de semillas

favorecerá la seguridad alimentaria y la preservación del patrimonio biocultural de las comunidades de la zona de estudio. Esto permitirá asegurar la permanencia intergeneracional a través de la conservación y el intercambio de semillas.

4.4.3 Sostenibilidad de la feria de semillas *Muyu Raymi*

Con el objetivo de fortalecer la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad en la zona altoandina de Cotacachi, se propone la sostenibilidad del *Muyu Raymi* como una estrategia comunitaria de alto valor cultural, ecológico y agroalimentario. Esta feria de semillas, celebrada cada año en el mes de agosto con el apoyo de la Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi (UNORCAC), reúne a las comunidades indígenas del cantón para el intercambio de una amplia diversidad de semillas y productos agrícolas tradicionales, convirtiéndose en un espacio importante para la transmisión de saberes ancestrales y la preservación del patrimonio genético local.

La estrategia plantea el reconocimiento institucional del *Muyu Raymi* como una práctica cultural transcendental para la gestión sostenible de la agrobiodiversidad, impulsando su incorporación en las políticas públicas locales y en las agendas de desarrollo rural con enfoque intercultural. En este marco, se considera reforzar el apoyo técnico y logístico a las comunidades organizadoras, a fin de garantizar las condiciones adecuadas para su realización continua, incluyendo el acondicionamiento de espacios, materiales de difusión y asistencia técnica en temas de conservación de semillas.

Uno de los componentes de esta estrategia deberá ser la promoción de la participación intergeneracional en el evento, generando espacios educativos dirigidos a niños, jóvenes y adultos mayores, que favorezcan el diálogo de saberes y aseguren la transmisión del conocimiento agroecológico y cultural asociado al manejo de semillas.

Esta estrategia está alineada con lo establecido en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, Artículo 29, que sostiene que “*Para garantizar el libre acceso, intercambio y comercialización de semilla nativa, la Autoridad Agraria Nacional en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales y las organizaciones comunitarias locales, fomentará la organización de ferias libres, ferias campesinas u otros espacios de intercambio y comercialización de semilla nativa*” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

4.4.4 Revitalización de las ferias gastronómicas

Los resultados de este estudio evidencian que la gastronomía tradicional constituye un componente esencial de la identidad cultural y del desarrollo local de las comunidades indígenas del cantón Cotacachi. Las técnicas de preparación de alimentos, transmitidas de generación en generación, reflejan la estrecha relación entre los saberes ancestrales, los recursos agrícolas locales y las dinámicas culturales del territorio. En particular, se destaca el uso de especies como el maíz (*Zea mays* L.) y el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), que presentan al menos 17 y 10 preparaciones registradas, respectivamente. Estos cultivos, además de su alto valor nutricional, forman la base de la alimentación que sustenta las prácticas agroalimentarias de la zona de estudio. En este contexto, las ferias gastronómicas organizadas por el Comité Central de Mujeres de la UNORCAC representan una oportunidad para articular la conservación de la agrobiodiversidad con la valorización del patrimonio alimentario local.

En este contexto, se propone una estrategia orientada al fortalecimiento de las ferias gastronómicas comunitarias como mecanismos para promover el consumo de los productos derivados de especies y variedades nativas, incidiendo así en su valor agregado, con base en otros casos exitosos (Duthie et al., 2019). La propuesta incluye respaldo institucional para su organización, mediante apoyo logístico, capacitación en prácticas culinarias tradicionales y sistematización participativa de recetas elaboradas con ingredientes provenientes de la agrobiodiversidad local.

Asimismo, se plantea su integración con procesos de intercambio intergeneracional de conocimientos vinculados a la preparación de alimentos, el uso tradicional de cultivos y la historia alimentaria local. Paralelamente, se propone el registro y difusión de preparaciones mediante material impreso o digital, a fin de visibilizar la diversidad culinaria y su relación con la conservación de especies locales. Esta estrategia busca posicionar a las ferias gastronómicas como herramientas efectivas para conservar la agrobiodiversidad, dinamizar la economía comunitaria y preservar el patrimonio alimentario de las comunidades de la zona altoandina de Cotacachi.

4.4.5 Preservación de los conocimientos ancestrales

El conocimiento tradicional transmitido entre generaciones sobre el uso, cultivo e interacciones ecológicas de la agrobiodiversidad constituye un componente importante para su conservación y para la preservación de la herencia cultural local (Agnoletti y Santoro). En este estudio se observó que las personas mayores desempeñan un rol central en la custodia y transmisión de estos saberes.

Para preservar y fortalecer este conocimiento, se plantea una estrategia que permita integrar los saberes ancestrales con el conocimiento científico. Esta articulación puede lograrse mediante la investigación y la revalorización de prácticas culturales asociadas a la conservación de la agrobiodiversidad, incluidas las celebraciones y rituales propios de la cosmovisión andina. El arraigo cultural favorece la continuidad de prácticas tradicionales como la selección de plantas, el intercambio y almacenamiento de semillas, y demás acciones para mantener de forma dinámica la diversidad agrícola local (Montenegro et al., 2017).

En el presente estudio se identificó, además, que la migración del campo a la ciudad constituye una de las principales amenazas para la conservación de los saberes ancestrales y, en consecuencia, de la agrobiodiversidad. Los informantes clave coincidieron en reconocer una pérdida progresiva del conocimiento tradicional, señalando que esta se debe, en gran medida, al abandono del medio rural. Específicamente, el 49 % atribuye esta pérdida a la migración hacia zonas urbanas, lo que conlleva el alejamiento de las prácticas agrícolas tradicionales; un 32 % la relaciona con la falta de interés por la agricultura entre las nuevas generaciones, y el 19 % con otros factores como la dedicación a actividades modernas y la pérdida de identidad cultural. Estos resultados evidencian que la migración afecta la dinámica de las comunidades y debilita la transmisión intergeneracional del conocimiento asociado al manejo y conservación de la diversidad agrícola local.

Enfrentar este desafío requiere, de igual forma, estrategias concretas, como reformas educativas que reconozcan el valor del conocimiento local, incentivos para la agricultura

sostenible, mecanismos de preservación de los saberes y apoyo a los mercados locales (Vargas et al., 2024). Estas medidas pueden revitalizar la vida rural, evitar la migración hacia las urbes y contribuir a la conservación del patrimonio cultural y ecológico andino.

En este sentido, las estrategias anteriormente planteadas, están alineadas con la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y fomento a la Agricultura Sustentable, que en el Artículo 4, literal c) establece la importancia del “*Respeto a los valores tradicionales, prácticas culturales y fortalecimiento de la interculturalidad y de la identidad nacional, que facilite la producción, uso e intercambio de semillas nativa y tradicional, así como compartir sus usos y prácticas, según lo previsto en la Ley*” y en el Artículo 23 sostiene que “*La investigación científica y la innovación participativa se desarrollarán dentro del diálogo de saberes y el respeto a la sabiduría ancestral en temas de agrobiodiversidad, semillas y agricultura sustentable*” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

4.4.6 Investigación, caracterización y monitoreo de agrobiodiversidad

Es importante contar con una base científica que permita la identificación de perfiles genéticos deseados que justifiquen las acciones de conservación de agrobiodiversidad. Al respecto, se propone impulsar investigaciones que ya han demostrado dar buenos resultados en otros estudios relacionados con inventarios de agrobiodiversidad (Almeida et al., 2022; Neirotti et al., 2024), la caracterización de especies de interés (Romero et al., 2024) y el uso de marcadores moleculares que permitan confirmar la identidad genética y distinguir entre cultivares (Castellana et al., 2020; Falcione et al., 2022), así como el monitoreo genético para detectar posibles hibridaciones o erosión genética (Dulloo, 2021).

Una parte importante de este proceso de investigación es la documentación y el registro de especies y variedades (Bisht et al., 2017), que permitirá la sistematización de información de la agrobiodiversidad presente en la zona altoandina de Cotacachi, relacionada con la riqueza y la importancia cultural y ecológica. De igual forma, se propone la identificación de áreas prioritarias para una efectiva conservación *in situ* (Tapia, 2015).

4.4.7 Identificación y promoción de especies y variedades en riesgo de desaparecer

Los resultados de este estudio muestran la posible vulnerabilidad de algunas variedades locales de maíz como *Raku Sara*, *Alpha Huandango*, *Eritico Sara*, *Puca Chulpi*, *Rosado Morocho* y *Puca Morocho* y fréjol como *Poroto Campeon* y *Sucu Tomate Pintado*, debido a que mostraron una distribución limitada en la zona de estudio, lo que representa un posible riesgo de su desaparición (Neirotti et al., 2024). Con este antecedente, se considera necesario promover la investigación enfocada en la identificación de taxones que se encuentren en riesgo de perderse, con el fin de desarrollar acciones de protección a través de conservación *in situ* y *ex situ*.

Como primera acción estratégica, se propone realizar un mapeo sistemático frecuente de los sitios de cultivo y de la distribución de especies y variedades locales, con el fin de identificar aquellas que se encuentren en riesgo de desaparición (Matthies et al., 2023). En segundo lugar, y derivado de lo anterior, se plantea implementar concursos con incentivos en especie dirigidos a agricultores que cultiven variedades que estén en riesgo o que se consideren raras, como una medida para fomentar su conservación y valorizar su rol en la preservación de la agrobiodiversidad.

4.4.8 Promoción de prácticas culturales y rituales asociados a la agricultura

Los resultados del presente estudio evidencian que al menos 25 especies son utilizadas en prácticas culturales, rituales y ceremonias propias de las comunidades indígenas de la zona de estudio, destacando el maíz (*Zea mays* L.), el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) y la papa (*Solanum tuberosum* L.) como las más representativas. Estas especies forman parte integral de eventos comunitarios como la *minga*, el *huasipichai*, los rituales de bendición de semillas y los baños de purificación, así como de celebraciones tradicionales como el *Inti Raymi*, *Pawkar Raymi*, *Muyu Raymi* y *Kapac Raymi*, festividades vinculadas al calendario agrícola andino, conocidas colectivamente como *Raymikunas*.

En este contexto, se propone una estrategia de conservación que reconozca y potencie el valor ceremonial, simbólico y medicinal de estas especies como mecanismo para su uso y preservación continua. La estrategia contempla la documentación participativa de los usos culturales asociados a las variedades locales, priorizando aquellas con menor rendimiento económico, pero con alto valor ceremonial, a fin de justificar su conservación desde una perspectiva cultural (Borja et al., 2014; Bown y McClellan, 2017).

De igual forma, se plantea incorporar estos saberes y prácticas en programas de educación intercultural, fomentando el reconocimiento del rol de la agrobiodiversidad en la cosmovisión andina. Se promoverán además acciones que respalden la realización de festividades tradicionales como espacios de transmisión de conocimientos ecológicos y agrícolas, donde las decisiones productivas se guían por señales naturales (Vargas et al., 2024).

Finalmente, se plantea el diseño de proyectos comunitarios que integren estos valores culturales, reconociendo que las prácticas agrícolas tradicionales mantienen la diversidad genética, fortalecen la identidad cultural e impulsan la resiliencia de las comunidades andinas (Carrasco et al., 2021).

4.4.9 Fortalecimiento del Comité Central de Mujeres de la UNORCAC

Los resultados del presente estudio evidencian que las mujeres de las comunidades indígenas de Cotacachi desempeñan un rol valioso en el manejo de la agrobiodiversidad. Actividades como la siembra (65 %), la cosecha (63 %) y la conservación de especies agrícolas (84 %) son realizadas mayoritariamente por mujeres. Además, se constató su liderazgo en procesos como la selección, almacenamiento, reciclaje e intercambio de semillas, así como en la transmisión del conocimiento tradicional asociado a estas prácticas.

En este contexto, se plantea como estrategia de conservación de agrobiodiversidad el fortalecimiento de las asociaciones de mujeres, como es el caso del Comité Central de Mujeres de la UNORCAC, a través de programas de capacitación, incentivos a la conservación y apoyo para la realización de la feria de semillas *Muyu Raymi* y ferias gastronómicas, así como otras actividades que permitan fortalecer la conservación de la agrobiodiversidad.

Visibilizar y reconocer la participación de las mujeres constituye una acción de equidad de género y una medida estratégica para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas tradicionales, tomando en cuenta que su rol en la conservación de la agrobiodiversidad sigue siendo insuficientemente abordado desde el ámbito académico (Arora, 2011).

4.4.10 Pagos por servicios de conservación de agrobiodiversidad

Se propone una estrategia de conservación de la agrobiodiversidad basada en incentivos económicos a agricultores que conserven y registren sistemáticamente variedades tradicionales cultivadas en sus *chakras*. Esta medida busca contrarrestar la desventaja económica de cultivar especies menos comerciales, haciendo rentable su conservación frente a las variedades de alto rendimiento. Se propone priorizar el apoyo a agricultores mayores o en situación de vulnerabilidad, quienes suelen mantener una mayor diversidad en sus sistemas productivos (Yu et al., 2023).

Esta estrategia se alinea con el Artículo 13, literal b) de la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, que sostiene que una de las atribuciones de la Autoridad Agraria Nacional es “*Establecer mecanismos de beneficios e incentivos para la producción de semilla nativa, tradicional y certificada*” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

4.4.11 Conservación de la agrobiodiversidad funcional

Los resultados de este estudio muestran que las *chakras* con mayor diversidad de cultivos albergan una mayor cantidad de insectos benéficos, tanto polinizadores como controladores biológicos. Para conservar esta biodiversidad funcional, es fundamental implementar prácticas que favorezcan la presencia y permanencia de estos organismos. Una medida clave es la diversificación agrícola mediante policultivos anuales o perennes que integren especies alimenticias, medicinales y aromáticas, en particular aquellas nativas que proveen alimento y refugio durante todo el año (Tacconi et al., 2024).

Al mismo tiempo, se plantea desarrollar programas de formación para agricultores, priorizando la participación de jóvenes y mujeres, que articulen conocimientos técnicos con saberes locales sobre biodiversidad funcional. Además, se propone establecer sistemas de monitoreo comunitario que permitan registrar la presencia y diversidad de insectos benéficos mediante herramientas participativas de fácil aplicación. La información generada puede orientar prácticas de manejo y respaldar mecanismos de reconocimiento e incentivo para quienes fomentan una alta diversidad funcional, promoviendo su conservación (Yaregal y Sime, 2024).

4.4.12 Colaboración entre investigadores y agricultores

Se propone una estrategia de conservación de la agrobiodiversidad que integre un modelo de investigación colaborativa entre científicos, técnicos y agricultores. Este enfoque deberá permitir el diseño de estudios que incorporen el conocimiento local relacionado con el rendimiento, la adaptación y la selección de variedades, considerando criterios de referencia para todos como el ciclo fenológico, la estructura de la planta y la palatabilidad (Tibbs y Boerngen, 2024).

La participación de los agricultores permitirá validar y aprovechar los saberes tradicionales en procesos de conservación con enfoque territorial y agroecológico. Reconocer y fortalecer estos sistemas de conocimiento contribuye a que las acciones de conservación sean coherentes con las prácticas agrícolas y medios de vida locales, mejorando su pertinencia y sostenibilidad (Carton et al., 2022).

4.4.13 Fomento de alianzas interinstitucionales

Se plantea una estrategia de acción institucional, a través de la alianza entre la UNORCAC, la academia, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y las organizaciones no gubernamentales, con el objetivo de que unan esfuerzos para lograr la conservación de la agrobiodiversidad.

De manera concreta, se propone que las instituciones participantes pongan a disposición parte de su infraestructura instalada para implementar programas orientados a este fin. Para formalizar este compromiso y, con base en lo establecido en el Artículo 13, literal f) de la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, se sugiere la firma de convenios y acuerdos de cooperación que garanticen una coordinación efectiva (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

Este respaldo institucional permitirá facilitar procesos de capacitación, fortalecer las capacidades locales, promover la conservación biocultural, así como mejorar el acceso a infraestructura y equipamiento, el apoyo a la comercialización y el desarrollo de programas de conservación. De esta forma, se optimizarán recursos, se evitará la duplicidad de esfuerzos y se contribuirá a garantizar la resiliencia de los sistemas agrícolas tradicionales a largo plazo.

4.4.14 Diseño de Políticas Públicas

Es importante que las autoridades locales como el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cotacachi y las Juntas Parroquiales, así como los organismos nacionales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (Autoridad Agraria Nacional) y el Gobierno Central, promuevan la creación de políticas públicas que reconozcan el rol de las comunidades indígenas en la conservación de la agrobiodiversidad y se garanticen los derechos sobre las semillas. En este sentido, la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable establece en el Artículo 12 que “*La Autoridad Agraria Nacional es la entidad rectora de las políticas públicas en materia de recursos fitogenéticos y semillas para la alimentación y la agricultura*”. Asimismo, el Artículo 13, literal a), establece que la Autoridad Agraria Nacional tendrá la atribución de “*Formular, aplicar y dirigir las políticas nacionales en materias que regula esta Ley y su reglamento*”. De igual forma, el Artículo 14, literal o) establece que es deber del Estado “*Desarrollar políticas públicas para incentivar la difusión de la agrobiodiversidad y el uso y consumo de sus productos*” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

Es importante que el diseño de normativas y políticas públicas se enfoque, además, en el reconocimiento de las comunidades indígenas como actores fundamentales en la conservación del patrimonio genético agrícola del país. Para ello, es necesario fortalecer su participación en la toma de decisiones relacionadas con los recursos genéticos, promoviendo su autonomía en la gestión de semillas y variedades. Además, estas políticas deben ser sensibles al género, garantizando la inclusión efectiva de las mujeres en los procesos de conservación de la agrobiodiversidad.

5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES DEL INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN

El inventario interespecífico de esta tesis doctoral permitió identificar una amplia diversidad de especies en las *chakras* estudiadas, representada por 140 especies vegetales que tienen algún tipo de uso. Estas especies están distribuidas en 117 géneros y 51 familias botánicas. La especie más frecuente fue *Euphorbia laurifolia* Lam., presente en el 93% de las *chakras*. Esta especie cumple un rol importante como cerca viva. Otras especies abundantes y que constituyen la base de la alimentación en la zona de estudio fueron *Phaseolus vulgaris* L. (88%) y *Zea mays* L. (86%). Estas especies cumplen un papel relevante en la seguridad alimentaria y en la diversidad cultural de la zona.

A través del inventario intraespecífico, se identificaron 39 variedades tradicionales de maíz (*Zea mays* L), agrupadas en 12 razas. La raza *Chaucho* y la variedad tradicional *Tzapak Sara* fueron las más frecuentes en las *chakras*, mostrando la preferencia por maíces harinosos, redondos y amarillos.

Con respecto al fréjol (*Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus coccineus* L.), se encontraron 46 variedades tradicionales y una variedad comercial. Las variedades con una distribución más amplia fueron *Canario* y *Poroto Grande*, probablemente, debido a la preferencia de los consumidores por el fréjol de color amarillo y por el ingreso económico que representa la comercialización de la variedad *Canario*. La diversidad en las variedades locales estudiadas, así como su distribución, fue confirmada por rasgos morfológicos, índices de diversidad, autocorrelación espacial, análisis de conglomerados y componentes principales, y los resultados representan una contribución a investigaciones posteriores centradas en la conservación de la diversidad de fréjol en la zona andina de Cotacachi.

Los resultados de este estudio generan conciencia sobre la posible vulnerabilidad de algunas variedades locales de maíz (*Raku Sara*, *Alpha Huandango*, *Eritico Sara*, *Puca Chulpi*, *Rosado Morocho* y *Puca Morocho*) y fréjol (*Poroto Campeón* y *Sucu Tomate Pintado*), debido a que tienen una distribución limitada en la zona de estudio, lo que representa un posible riesgo de su desaparición; esto alerta la necesidad de acciones de conservación.

La comunidad de Morlán ($H' = 1.85$) destaca como *hotspot* de diversidad agrícola, lo que la hace un área geográfica promisoría como un reservorio estratégico de germoplasma para investigaciones futuras, intercambio de semillas y programas de mejoramiento participativo.

5.2 CONCLUSIONES DE LA IMPORTANCIA CULTURAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD

La población en la zona de estudio es, en su mayor parte, de etnia indígena. Esto se relaciona de manera directa con la riqueza en saberes ancestrales encontrada en la zona de estudio, así como el nivel de conservación de agrobiodiversidad, pues varios estudios previos confirman que las

comunidades indígenas se caracterizan por la preservación de conocimientos tradicionales y la conservación de la diversidad agrícola. Es así que, la variedad de usos alimenticios, medicinales y ceremoniales, entre otros, de la agrobiodiversidad, sugiere que la población de la zona altoandina de Cotacachi tiene un amplio conocimiento sobre las plantas que cultivan en las *chakras* y las utilizan para diferentes propósitos. Es por ello que muchas especies agrícolas se conservan por la importancia cultural en las comunidades estudiadas.

El maíz (*Zea mays* L.) y el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) son las especies más utilizadas en la preparación de alimentos tradicionales, constituyendo la base de la alimentación en la zona de estudio. Es así como la gastronomía tradicional es parte de la identidad cultural de las comunidades altoandinas de Cotacachi. El conocimiento ancestral relacionado con la gastronomía es preservado a través de ferias gastronómicas impulsadas por el Comité Central de Mujeres de la UNORCAC. De manera similar, la sábila (*Aloe vera* (L.) Burm.f.) es una planta de importancia cultural en las comunidades estudiadas, por ser la especie con más cantidad de usos medicinales. La utilización de su hoja permite aliviar seis dolencias, de acuerdo con los informantes clave.

El uso de la agrobiodiversidad en prácticas culturales y ceremonias es marcado en la zona de estudio. El maíz (*Zea mays* L.) es la especie más utilizada en las fiestas tradicionales de *Inti Raymi* (fiesta del sol), *Pawkar Raymi* (fiesta del florecimiento), *Muyu Raymi* (fiesta de las semillas) y *Kapac Raymi* (fiesta de la germinación), celebraciones propias de la cosmovisión andina, que coinciden con los solsticios y equinoccios.

El *Muyu Raymi* es una celebración muy importante desde el punto de vista de la conservación de la agrobiodiversidad. Esta celebración, impulsada por la UNORCAC, promueve el intercambio de semillas y productos agrícolas como el maíz (*Zea mays* L.), fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), sambo (*Cucurbita pepo* L.), zapallo (*Cucurbita ficifolia* Bouché), papa (*Solanum tuberosum* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.), entre los habitantes de las comunidades de la zona de estudio.

Con respecto al género, las mujeres de las comunidades estudiadas cumplen un rol importante en la conservación de la agrobiodiversidad. Su aporte a través de las actividades agrícolas de siembra, cosecha e intercambio de semillas fomenta la conservación de agrobiodiversidad. De igual forma, la participación de las mujeres en procesos de capacitación, emprendimiento y rescate de saberes ancestrales, a través del Comité Central de Mujeres de la UNORCAC, permite empoderar a las mujeres de las comunidades y ratificar su relevancia en la conservación de la agrobiodiversidad en Cotacachi.

5.3 CONCLUSIONES DE LA AGROBIODIVERSIDAD FUNCIONAL

En este estudio se identificaron 13 órdenes y 25 familias de artrópodos. Los órdenes contienen familias que cumplen funciones diversas dentro del agroecosistema. Entre las principales funciones están el control biológico (Coccinellidae, Nabidae, Miridae, Ichneumonidae, Pompilidae, Phlaeothripidae, Syrphidae, Forficulidae, Chrysopidae y Gryllidae), la polinización

(Chrysomelidae, Apidae, Ichneumonidae y Cicadellidae), la descomposición de materia orgánica (Carabidae y Staphylinidae) y la función como indicadores de la salud del agroecosistema (Lampyridae, Leptoceridae y Libellulidae). Es importante indicar que algunas familias cumplen roles positivos, pero también son consideradas plagas de cultivos (Chrysomelidae, Pentatomidae, Thripidae y Cicadellidae).

Los resultados del estudio permiten concluir que la agrobiodiversidad favorece la presencia y abundancia de insectos benéficos. En la *chakra* 1 (más diversa) se registró una mayor cantidad de insectos en casi todos los órdenes colectados, tanto con trampas cromáticas como con redes entomológicas. Estos insectos incluyeron polinizadores y depredadores, que cumplen un importante rol en la regulación biológica del agroecosistema.

5.4 CONCLUSIÓN SOBRE EL PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS ENCAMINADAS A LA CONSERVACIÓN DE AGROBIODIVERSIDAD

Con base en los resultados de esta tesis doctoral, se plantean estrategias de conservación de agrobiodiversidad enfocadas en cuatro pilares fundamentales: *i)* la investigación (fitomejoramiento participativo, caracterización y monitoreo de agrobiodiversidad, identificación y promoción de especies en riesgo); *ii)* el fomento cultural (sostenimiento de ferias como espacios de intercambio, preservación de conocimientos ancestrales, promoción de prácticas culturales, fortalecimiento del Comité Central de Mujeres de la UNORCAC); *iii)* el apoyo a agricultores (pago por servicios de conservación, programas de formación para conservación de agrobiodiversidad funcional, establecimiento de centros de bioconocimiento y desarrollo agrario); y, *iv)* la articulación institucional (colaboración entre investigadores y productores, alianzas interinstitucionales y diseño de políticas públicas).

6 CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abera, B., Berhane, M., Nebiyu, A., Ruelle, M., McAlvay, A., Asfaw, Z., Tesfaye, A., Woldu, Z. (2020). Diversity, use and production of farmers' varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.; Fabaceae) in southwestern and northeastern Ethiopia. *Genet. Resour. Crop Evol.* 67, 339–356. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00877-4>.
- Agnoletti, M. y Santoro, A. (2022). Agricultural heritage systems and agrobiodiversity. *Biodivers Conserv* 31, 2231–2241. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10531-022-02460-3>
- Alabi, T., Adebola, P., Asfaw, A., de Koeyer, D., Lopez, A., y Asiedu, R. (2019). Spatial multivariate cluster analysis for defining target population of environments in West Africa for yam breeding. *International Journal of Applied Geospatial Research*, 10, 1–30. <https://doi.org/10.4018/IJAGR.2019070104>
- Almeida, M., de Carvalho, M., Barata, A., Brehm, J. y Maxted, N. (2023). Crop landraces inventory for Portugal. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 70 (4). 1151-1161. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-022-01492-6>
- Al-Yamani, F., Boltachova, N., Revkov, N., Makarov, M., Grintsov, V., Kolesnikova, E. y Murina, G. (2009) Winter species composition, diversity and abundance of macrozoobenthos in Kuwait's waters, Arabian Gulf. *ZooKeys* 31: 17-38. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.31.74>
- Ames, H., Glenton, C. y Lewin, S. (2019). Purposive sampling in a qualitative evidence synthesis: a worked example from a synthesis on parental perceptions of vaccination communication. *BMC Med Res Methodol* 19, 26. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12874-019-0665-4>
- Anderson, S., Phan, N. McArthur, J. Reddy, G. y Joshi, N. (2025). Arthropod Diversity Varies with Distance from On-Farm Floral Enhancements at Small Spatial Scales. *Journal of Entomological Science* 60(2), 293-298. DOI: <https://doi.org/10.18474/JES24-39>
- Ángel, A. y Mendoza, M. (2004). Totonac homegardens and natural resources in Veracruz, Mexico. *Agriculture and Human Values* 21, 329–346. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10460-004-1219-9>
- Aral, N. y Bakır, H. (2023). Spatiotemporal pattern of COVID-19 outbreak in Turkey. *GeoJournal*, 88, 1305–1316. <https://doi.org/10.1007/s10708-022-10666-9>

- Ardenghi, N., Rossi, G. y Guzzon, F. (2018). Back to beaked: *Zea mays* subsp. *mays* Rostrata Group in northern Italy, refugia and revival of open-pollinated maize landraces in an intensive cropping system. *PeerJ* 6:e5123. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.5123>
- Arias, L. (2018). Diversidad genética y conservación in situ de los maíces locales de Yucatán, México (Tesis doctoral). Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán, México.
- Arora, S. (2011). Virtue and vulnerability: Discourses on women, gender and climate change. *Global Environmental Change*. 21(2): 744-751. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.005>.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura. Registro Oficial Suplemento N.º 10, 8 de junio de 2017. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Ley-Organica-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-Agricultura.pdf>
- Asfaw, A., Almekinders, C., Blair, M. y Struik, P. C. (2012). Participatory approach in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding for drought tolerance for southern Ethiopia. *Plant Breeding*, 131, 125–134. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2011.01921.x>
- Asmare, B., Derebe, Y. y Tamer, M. (2023) Diversity and relative abundance of bird species in the two habitat types of Dokima forest Awi zone, Ethiopia. *PLOS ONE* 18(3): e0281595. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281595>
- Ba, Q., Wang, H. y Wang, M. (2023). Agrobiodiversity, Social Institutions, and Indigenous Farming Practices: A Case Study of the Rukai in Wutai, Taiwan. *Hum Ecol* 51, 1127–1140. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-023-00463-4>
- Baeza, S., Vélez, E., Abelleira, D., Banchero, S., Gallego, F., Schirmbeck, J., Veron, S., Vallejos, M., Weber, E., Oyarzabal, M, Barbieri, A., Perek, M., Guerra, M., Sarrailhé, S., Baldi, G., Bagnato, C., Bruzzone, L., Ramos, S. y Hasenack, H. (2022). Two decades of land cover mapping in the Río de la Plata grassland region: the MapBiomias Pampa initiative. *Remote Sens. Appl.* 28:100834. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100834>
- Balzan, M., Bocci, G., y Moonen, A. (2014). Augmenting flower trait diversity in wildflower strips to optimise the conservation of arthropod functional groups for multiple agroecosystem services. *Journal of Insect Conservation*, 18(4): 713–728. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9680-2>
- Babić, V., Andjelkovic, V., Jovovic, Z., Babic, M., Vasic, V., Kravic, N. (2021). Diversity Assessment of the Montenegrin Maize Landrace Gene Pool Maintained in Two Gene Banks. *Plants*, 10, 1503. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.3390/plants10081503>
- Bento, J., Bassinello, P., Carvalho, R., Souza, M., de, Caliani, M. y Soares, M. (2021). Functional and pasting properties of colorful bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours:

- Influence of the cooking method. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45, Article e15899. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15899>
- Bianchi, F., Booij, C., y Tschardtke, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 273(1595): 1715–27. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>
- Bioversity International (2016) Bioversity International Annual Report 2015. Rome, Italy: Bioversity International. Accedido el 15 de agosto de 2023. Disponible en: <https://alliancebioiversityciat.org/publications-data/bioversity-international-annual-report-2015>
- Bisht, I., Mehta, P., Negi, K., Verma, S., Tyagi, R., y Garkoti, S. (2017). Farmers' rights, local food systems, and sustainable household dietary diversification: A case of Uttarakhand Himalaya in north-western India. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(1), 77–113. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1080/21683565.2017.1363118>
- Bloom, E., Bauer, D., Kaminski, A., Kaplan, I. y Szendrei, Z. (2021). Socioecological Factors and Farmer Perceptions Impacting Pesticide Use and Pollinator Conservation on Cucurbit Farms. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:672981. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.672981>
- Blundo, G., Cruz, G., Talsma, E., Francesconi, W., Labarta, R., Sanchez, J., Pérez, L., Paz, P. y Quintero, M. (2020). Changes in food access by mestizo communities associated with deforestation and agrobiodiversity loss in Ucayali, Peruvian Amazon. *Food Sec.* 12, 637–658. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s12571-020-01022-1>
- Bonilla, F. (2017). Factores socioculturales que inciden en la pérdida de la agrobiodiversidad en las comunidades indígenas del cantón Cotacachi – Ecuador. Tesis pregrado Universidad Técnica del Norte.
- Borja, R., Oyarzún, P., Zambrano, S., Lema, F., Pallo, E. (2014). El rol de las semillas campesinas en la sierra del Ecuador. *LEISA Revista de Agroecología*, 30, 16-18.
- Bown, C. y McClellan, J. (2017). Culturally situated leadership in the Ecuadorian Andes. *Journal of Leadership Studies*. 11(3): 6-20. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1002/jls.21532>
- Bruno, A., Katungi, E., Stanley, N., Clare, M., Maxwell, M., Paul, G., . . . Richard, E. (2018). Participatory farmers' selection of common bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) under different production constraints. *Plant Breeding*, 137(3), 283-289. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/pbr.12594>
- Bünzli, A. (2014). Para recuperar la biodiversidad: saberes locales y participación social. *LEISA Revista de Agroecología*, 30, 34-36.

- Calandrelli, M., Nunziata, A. y De Masi, L. (2023). Pilot Study on the Geographical Mapping of Genetic Diversity among European Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Cultivars in Southern Italy. *Plants*, 12, 917. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.3390/plants12040917>
- Camacho, J. (2006). *Good to Eat, Good to Think: Food, Culture and Biodiversity in Cotacachi*. DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851999494.0156>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., et al. (2020). Purposive sampling: complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 25(8):652-661. DOI: [10.1177/1744987120927206](https://doi.org/10.1177/1744987120927206)
- Canci, H., Yeken, M., Kantar, F., Bozkurt, M., Ciftci, V. y Ozer, G. (2019). Assessment of variation in seed morphological traits in *Phaseolus* sp. landraces from western Anatolia. *Banat's Journal of Biotechnology*, 10, 75–88
- Carrasco, A., Gallegos, C., Delgado, F. y Swanson, M. (2021). Climate Change, Food Sovereignty, and Ancestral Farming Technologies in the Andes. *Current Developments in Nutrition*, 5(4): 54-60. DOI: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa073>
- 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*, 3(1), 1-16.
- Carton, N., Swiergiel, W., Tidåker, P., Rööös, E. y Carlsson, G. (2022). On-farm experiments on cultivation of grain legumes for food – outcomes from a farmer–researcher collaboration. *Renewable Agriculture and Food Systems* 37, 457–467. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170522000102>
- Carrijo, T. y da Silva, A. (2017). Modified Moran's I for small samples. *Geographical Analysis*, 49(4), 451–467. <https://doi.org/10.1111/gean.12130>
- Carvalho, M., de Oliveira, C., Silva, M., da Silva, M., Posse, S., Guilhen, J., y Ferreira, A. (2022). Microsatellites and agronomic approaches reveal the diversity of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivated in Espírito Santo—Brazil, by family farms. *Genetic Resources and Crop Evolution*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-022-01457-9>
- Caulfield, M., Bouniol, J., Fonte, S. y Kessler, A. (2019). How rural out-migrations drive changes to farm and land management: A case study from the rural Andes. *Land Use Policy*, 81: 594-603. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.030>
- Caulfield, M., Hammond, J., Fonte, S., Florido, M., Fuentes, W., Meza, K., . . . van Wijk, M. (2021). Unpicking the Inter-relationships Between Off-Farm Livelihood Diversification, Household Characteristics, and Farm Management in the Rural Andes. *FRONTIERS IN SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS*, 5, Article 724492.

of *Biology*. 63:2, pp. 213-222. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000200006>

- Castellana, S., Ranzino, L., Beritognolo, I., Cherubini, M., Luneia, F. y Mattioni, C. (2020). Genetic characterization and molecular fingerprint of traditional Umbrian tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces through SSR markers and application for varietal identification. *Genet Resour Crop Evol* 67, 1807–1820. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10722-020-00942-3>
- Castillo, J. (2016). Conservación de la diversidad del maíz en dos comunidades de San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(2), 217-235. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000200217&lng=es&tlng=es.
- Ceccarelli, S. y Grando, S. (2022). Return to Agrobiodiversity: Participatory Plant Breeding. *Diversity*. 14, 126. DOI: <https://doi.org/10.3390/d14020126>
- Chassagne, N. (2019). Buen Vivir as an Alternative to Sustainable Development: The case of Cotacachi, Ecuador. PhD in Business & Law Centre for Social Impact (Thesis), Swinburne University of Technology, Australia.
- Chassagne, N., y Everingham, P. (2019). Buen Vivir: Degrowing extractivism and growing wellbeing through tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(12), 1909-1925. DOI: <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1660668>
- Chávez, S., Arellanos, E., Veneros, J. Rojas, N., Oliva, M., Bolaños, C. y García, L. (2024). Unveiling Peru’s Agricultural Diversity: Navigating Historical and Future Trends in a Post-COVID-19 Context. *Sustainability*. (16): 4191. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.3390/su16104191>
- Chen, L., Pozsgai, G., Li, X, Li, L., Reddy, G. y You, M. (2021). Effects of cover crops on beetle assemblages in tea plantations. *Crop Protection*. Volume 149. 105783. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105783>
- Chireac, S. y Arbona, A. (2017). Andean Deities from Ecuador: Indigenous rituals and traditions in the intercultural classroom. DOI: [10.30816/ICONN4/2017/61](https://doi.org/10.30816/ICONN4/2017/61)
- CONABIO. 2020. Razas de maíz de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>.
- Contreras, A., Cortés, M., Costich, D., Rico, M., Magos, B. y Maxted, N. (2019). Diversity and conservation priorities of crop wild relatives in Mexico. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*. 17(2):140-150. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1479262118000540>

- relaciones bioculturales asociadas a plantas alimenticias locales en la ruralidad de Bogotá. *Revista de Antropología y Sociología: Virajes*, 23(2), 163-185. DOI: <https://doi.org/10.17151/rasv.2021.23.2.8>
- Cruz, D., Martínez, D., Borrego, Fontenla, J. y Mancina, C. (2017). Inventarios y estimaciones de la biodiversidad. pp. 26-43. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.
- Dainese, M., Martin, E., Aizen, M., Albrecht, M., Bartomeus, I., Bommarco, R., ... y Steffan, I. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances*, 5(10), eaax0121. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0121>
- Dagatti, C., Fernández, F., González, M, Mazzietelli, M., Marcucci, B., Solís, S., Bonfanti, S y Uliarte, E. (2024). Diversidad de insectos, colémbolos y arañas en viñedos bajo diferentes sistemas de producción, convencional y agroecológico, en Mendoza, Argentina. *Ecología Austral* 34:141-158. DOI: <https://doi.org/10.25260/EA.24.34.1.0.2272>
- 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. *Genetic Diversity and Erosion in Plants. Sustainable Development and Biodiversity*, 8, 10-26.
- Delbaere, B., Mikos, V. y Pulleman, M. (2014). European Policy Review: Functional agrobiodiversity supporting sustainable agriculture. *Journal for Nature Conservation*. Volume 22, Issue 3: 193-194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2014.01.003>.
- Delêtre, M., Gaisberger, H., Arnaud, E. (2012). Agrobiodiversity in perspective - A review of questions, tools, concepts and methodologies. Report prepared for Bioersity International and IRD-Sud Expert Plantes. 79 p.
- De Pedro, L., Perera, L., López, E., Pérez, M., y Sanchez, J. (2020). The Effect of Cover Crops on the Biodiversity and Abundance of Ground-Dwelling Arthropods in a Mediterranean Pear Orchard. *Agronomy* 10(4): 580. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040580>
- Dos Santos, A., Silveira, A. y Gomes, V. (2019). Knowledge and Use of the Flora in a Quilombola Community of Northeastern Brazil. *Floresta e Ambiente*. e20170932. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.093217>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Gueze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Butchart, S., Chan, K., Garibaldi, L., Liu, K., Subramanian, S., Midgley, G., Miloslavich, P, Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Roy, R., Shin, Y., Visseren, I., Willis, K. y Zayas, C. (2018). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *IPBES Secretariat*. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, E., y Robledo, C. (2008). InfoStat (Versión 2008) [Software de computadora]. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.infostat.com.ar>
- Dulloo, M., Estrada, N., Rana, J., Yadav, R., y Grazioli, F. (2021). Varietal Threat Index for Monitoring Crop Diversity on Farms in Five Agro-Ecological Regions in India. *Diversity*, 13(11), 514. DOI: <https://doi.org/10.3390/d13110514>
- Duque, M., Gómez, C., Cabrera, J. y Guzmán, J. (2018). Plantas medicinales importantes desde el conocimiento ecológico local: el caso Comunidad La Rosita de Puerto Colombia (Atlántico, Colombia). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 17(4), 324-341. Disponible en: <https://blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/114>
- Duthie, K., Shukla, S., Rao M., Sakhari, K., y Pachari, D. (2019). Sowing the seeds of resilience: a case study of community-based Indigenous seed conservation from Andhra Pradesh, India. *Local Environment*, 24(9), 843–860. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1080/13549839.2019.1652800>
- Ebel, R., Menalled, F., Morales, P., Baldinelli, G., Berríos, L., Castillo, J. (2024). Quelites—Agrobiodiversity beyond our crops. *Elementa: Science of the Anthropocene*. 12 (1): 00141. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.2022.00141>
- Esri. (2021). ArcGIS Desktop (Versión 10.8) [Software de computadora]. Esri. <https://desktop.arcgis.com/>
- Falcione, M., Simiele, M., Renella, A., Scippa, G., Di Martino, P., y Trupiano, D. (2022). A Multi-Level Approach as a Powerful Tool to Identify and Characterize Some Italian Autochthonous Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces under a Changing Environment. *Plants*, 11(20), 2790. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11202790>
- Fernández, Á. (2013). *Suministro de agua segura a comunidades indígenas de Cotacachi – Ecuador* Universidad de Castilla La Mancha]. Disponible en: <https://fundaciongeneraluclm.es/wp-content/uploads/2018/05/24-%C3%81NGEL-FERN%C3%81NDEZ.pdf>
- Fick, S. E., y Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302-4315. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Freitas, G., Ganança, J. F. T., Nóbrega, H., Nunes, É., Costa, G., Slaski, J. J. y de Carvalho, M. Â. A. P. (2011). Morphological evaluation of common bean diversity on the Island of Madeira. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58, 861–874. <https://doi.org/10.1007/s10722-010-9624-y>
- Fu, Y., Brookfield, H., Guo, H., Chen, J., Chen, A. y Cui, J. (2009). Smallholder rubber plantation expansion and its impact on local livelihoods, land use and agrobiodiversity,

- a case study from Daka, Xishuangbanna, southwestern China. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 16(1), 22–29. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1080/13504500902753246>
- Gallegos, C., Waters, W., Carrasco, A., Riofrío, L., Pintag, M., Caranqui, M., Caranqui, J., Asher, A. y Iannotti, L. (2021). Caliata: An Indigenous Community in Ecuador Offers Lessons on Food Sovereignty and Sustainable Diets. *Current Developments in Nutrition*. 5(4): 61-73. DOI: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzab009>
- Gamboa, J., Wartchow, F., Cerón, C., Aules, E., Aigage, C., Calvalcanti, L. y Gibertoni, T. (2014). Traditional use of *Gymnopus nubicola* as food resource in a Kichwa community, Pichincha, Ecuador. *Mycosphere*. 5(1): 180-186. DOI: <https://doi.org/10.5943/mycosphere/5/1/9>
- Garibaldi, L., Gemmill, B., D'Annolfo, R., Graeub, B., Cunningham, S. y Breeze, T. (2016). Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(1), 68–80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.10.001>
- Gascon, J. (2016). Residential tourism and depeasantisation in the Ecuadorian Andes. *Journal of Peasant Studies*, 43(4), 868-885. DOI: <https://doi.org/10.1080/03066150.2015.1052964>
- Gerits, F., Messely, L., Reubens, B., y Verheyen, K. (2021). A social-ecological framework and toolbox to help strengthening functional agrobiodiversity-supported ecosystem services at the landscape scale. *Ambio*, 50(2), 360–374. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01382-0>
- Giménez de Azcárate, Joaquín, Fernández, Humberto, Candelario, Totupica, Lira, Regina, y Llano, Manuel. (2018). Diagnóstico cultural y natural de la Ruta Huichol a Huiricuta: Criterios para su inclusión en la Lista del Patrimonio Mundial. *Investigaciones geográficas*, (96). DOI: <https://doi.org/10.14350/riig.59604>
- Goldberg, Z., Powell, B. y Ouarghidi, A. (2021). Determinants of Smallholder Maintenance of Crop Diversity in Morocco's High Atlas Mountains. *Hum Ecol* 49, 453–465. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10745-021-00248-7>
- Gomes, I. y Freire, D. (2023). Seeds of knowledge: paving the way to integrated historical and conservation science research. *J Environ Stud Sci* 13, 376–388. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s13412-023-00826-9>
- Gómez, M., Romero, M. y Prado, J. (2022). Key General Aspects to be considered in Habitat Management: A Review. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*. Malwa International Journals Publication, vol. 8(6). DOI: <https://doi.org/10.51193/IJAER.2022.8602>
- Guzzon, F., Bello, P., Bradford, K. Mérida, M. y Costich, D. (2020). Enhancing seed conservation in rural communities of Guatemala by implementing the dry chain

- concept. *Biodivers Conserv* 29, 3997–4017. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10531-020-02059-6>
- Guzzon, F., Arandia, L., Caviedes, G, Céspedes, M., Chávez, A., Muriel, J., Medina, A., Jara, T., Molnar, T., Narro, L., et al. (2021). Conservation and Use of Latin American Maize Diversity: Pillar of Nutrition Security and Cultural Heritage of Humanity. *Agronomy*. 11, 172. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11010172>
- Hair, C. (2020). *A view from above: Alternative perspectives on smallholder livelihoods and Agrobiodiversity conservation in Northern Ecuador*. (Publication Number 1781) University of Southern Mississippi]. Mississippi.
- Hardiansyah, Y. y Musa, Y. (2021). Agrobiodiversity of Using Refugia Plants towards Several Plant Gardens at Tulung Rejo, East Java. *IOP conference series. Earth and environmental science* 886.1: 12066. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/886/1/012066>
- Heindorf, C., Reyes, J., van't Hooft, A. y Fortanelli, J. (2019). Inter- and Intraspecific Edible Plant Diversity of the Tének *Milpa* Fields in Mexico. *Econ Bot* 73, 489–504. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s12231-019-09475-y>
- 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. Accedido el 12 de abril del 2015. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/ecam/2013/732760/cta/>
- Himley, M. (2009). Nature conservation, rural livelihoods, and territorial control in Andean Ecuador. *Geoforum*. 30(5): 832-842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2009.06.001>.
- Hirata, V., Adams, C., y Ferreira, F. (2022). An integrated model to study varietal diversity in traditional agroecosystems. *PLOS ONE*, 17(1), e0263064. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263064>
- IBPGR, 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources, Rome
- Iermanó, 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. *Rev. Fac. Agron. La Plata*. 144(1):1-14.
- Isaacs, R., Tuell, J., Fiedler, A., Gardiner, M., y Landis, D. (2009). Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(4), 196–203. DOI: <https://doi.org/10.1890/080035>

- Jacob, T., Parida, A. y Kumar, K. (2020). Conservation of India's agrobiodiversity towards increasing food, nutritional and livelihood security. *Current Science*. Vol. 119, Issue 4. P. 607 – 612. DOI: <https://doi.org/10.18520/cs/v119/i4/607-612>
- Jagoret, P., Kwesseu, J., Messie, C., Michel, I. y Malézieux, E. (2014). Farmers' assessment of the use value of agrobiodiversity in complex cocoa agroforestry systems in central Cameroon. *Agroforest Syst* 88, 983–1000. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10457-014-9698-1>
- Jankielsohn, A. (2023). Sustaining insect biodiversity in agricultural systems to ensure future food security. *Front. Conserv. Sci.* 4:1195512. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcosc.2023.1195512>
- Jarvis, D. I., Brown Ah Fau - Cuong, P. H., Cuong Ph Fau - Collado-Panduro, L., Collado-Panduro L Fau - Latournerie-Moreno, L., Latournerie-Moreno L Fau - Gyawali, S., Gyawali S Fau - Tanto, T., . . . Hodgkin, T. (2008). A global perspective of the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities. (1091-6490).
- Jones, S., Estrada, N., Juventia, S., Dulloo, E., Laporte, M., Villani, C. y Remans, R. (2021). Agrobiodiversity Index scores show agrobiodiversity is underutilized in national food systems. *Nat Food*. (2): 712–723. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1038/s43016-021-00344-3>
- Kelly, J., Awale, H., Wiersma, A., Cichy, K. y Wright, E. (2021). Registration of 'Yellowstone' yellow bean. *Journal of Plant Registrations*, 15, 265–270. <https://doi.org/10.1002/plr2.20075>
- Kim, S., Subramanian, P., Hahn, B., y Ha, B. (2022). High-Throughput Phenotypic Characterization and Diversity Analysis of Soybean Roots (*Glycine max* L.). *Plants*, 11(15), 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11152017>
- Kouam, E., Kamga, A. y Anoumaa, M. (2023). Exploring agro-morphological profiles of *Phaseolus vulgaris* germplasm shows manifest diversity and opportunities for genetic improvement. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100772. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100772>
- Lala, S., Amri, A. y Maxted, N. (2018), Towards the conservation of crop wild relative diversity in North Africa: checklist, prioritisation and inventory. *Genet Resour Crop Evol* 65, 113–124. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10722-017-0513-5>
- Lázaro, A., Villar, B., Aceituno-Mata, L., Tardío, J. y de la Rosa, L. (2013). The Sierra Norte of Madrid: An agrobiodiversity refuge for common bean landraces. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 1641–1654. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9946-z>
- Legesse, A. y Negash, M. (2021). Species diversity, composition, structure and management in agroforestry systems: the case of Kachabira district, Southern Ethiopia. *Heliyon*. 7(3). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06477>

- Li, H., Leavengood, J., Chapman, E., Burkhardt, D., Song, F., Jiang, P., Liu, J., Zhou, X. y Cai, W. (2017). Mitochondrial phylogenomics of Hemiptera reveals adaptive innovations driving the diversification of true bugs. *Proc Biol Sci.* 13; 284(1862):20171223. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1223>
- Limerick, N. (2020). What's the Linguistic Variety of Audit Culture? Administering an Indigenous Language Proficiency Exam in Ecuador's Intercultural Bilingual Education. *Anthropology & Education Quarterly.* 51: 282-303. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1111/aeq.12343>
- Lipsky, J. (2013). ¿Qué diciendo nomás?: Tracing the sources of the Andean Spanish gerund. *Spanish in Context.* 10(2): 227-260. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1075/sic.10.2.03lip>
- Lokhandwala Z. (2022). Peasants' Rights as New Human Rights: Promises and Concerns for Agrobiodiversity Conservation. *Asian Journal of International Law.* 12(1):105-120. DOI: <https://doi.org/10.1017/S2044251322000042>
- Loko, L., Orobiyi, A., Adjatin, A., Akpo, J., Toffa, J., Djedatin, G., y Dansi, A. (2018). Morphological characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces of Central region of Benin Republic. *Journal of Plant Breeding and Crop Science,* 10(10), 304–318. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2018.0766>
- López, M. (2017). Agenda Estratégica en agroturismo y potencial de la comunidad Chilcapamba en el cantón Cotacachi, Imbabura. Tesis de maestría. Universidad Técnica del Norte.
- MAG - Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Proyecto de agrobiodiversidad se promueve en Paltas.* Ecuador.
- Madden, M., Widick, I. y Blubaugh, C. (2021). Weeds Impose Unique Outcomes for Pests, Natural Enemies, and Yield in Two Vegetable Crops. *Environmental Entomology.* 50(2): 330–336. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa168>
- Majumder, J., Lodh, R. y Agarwala, B. (2013). Butterfly species richness diversity in the Trishna Wildlife Sanctuary in South Asia. *Journal of Insect Science.* 13:79. Disponible en: <http://www.insectscience.org/13.79>
- McAleece, N., Gage, J.D.G., Lambhead, P.J.D., Paterson, G.L.J. 1997 BioDiversity Professional statistics analysis software.
- Matthies, A., Fayet, C., O'Connor, L. y Verburg. (2023). Mapping agrobiodiversity in Europe: Different indicators, different priority areas. *Ecological Indicators:* 154, 110744. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110744>.
- Melby, C. L., Orozco, F., Averett, J., Munoz, F., Romero, M. J., y Barahona, A. (2020). Agricultural Food Production Diversity and Dietary Diversity among Female Small Holder Farmers in a Region of the Ecuadorian Andes Experiencing Nutrition

- Transition. *NUTRIENTS*, 12(8), Article 2454. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12082454>
- Moates, A. S., y Campbell, B. C. (2006). *Incursion, Fragmentation and Tradition: Historical Ecology of Andean Cotacachi*. DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851999494.0027>
- Montenegro, M., Lagos, T. y Vélez, J. (2017). Diversidad fitogenética de los huertos caseros en el municipio de Ancuya, Nariño. 34(1): páginas: 50-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.53>.
- Moreira, E., Boscolo, D., y Viana, B. (2016). Spatial heterogeneity regulates plant–pollinator networks across multiple landscape scales. *PLoS ONE*, 10(4), e0123628. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123628>
- Morocho, J. y Tubay, F. (2023). Mujeres indígenas: voces e imaginarios femeninos en la zona andina ecuatoriana. *Perseitas*, 11, 57–88. DOI: <https://doi.org/10.21501/23461780.4499>
- Muñoz, G., Giraldo, G., y Fernández, J. (1993). Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). <https://hdl.handle.net/10568/54651>
- Neirotti, G., Tomatis, A., Germanà, F., Imperato, A., Valisena, A., Mellano, M. G., Ruffa, P., Donno, D., Torello Marinoni, D., Beccaro, G. L., y Gamba, G. (2024). A Multidisciplinary Approach for the Assessment of the Last Surviving ‘Marrone di Chiusa Pesio’ Chestnut Trees in the Piemonte Region (Italy). *Diversity*, 16(12), 711. DOI: <https://doi.org/10.3390/d16120711>
- Nicholls, C., Altieri, M. y Vazquez, L. (2016). Agroecology: Principles for the conversion and redesign of farming systems. *Journal of Ecosystems & Ecography*. S5:010. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7625.S5-010>
- Nicita, L., Bosello, F., Standardi, G. y Mendelsohn, R. (2024). An integrated assessment of the impact of agrobiodiversity on the economy of the Euro-Mediterranean region. *Ecological Economics*. (218): 108125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108125>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2018). Incorporación del uso y conservación de la agro-biodiversidad en las políticas públicas a través de estrategias integradas e implementación in situ en cuatro provincias altoandinas. Disponible en: <http://www.fao.org/3/CA1270ES/ca1270es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. (2019). The State of the World’s Biodiversity for Food and Agriculture, J. Bélanger y D. Pilling (eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. 572 pp. <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. (2023). *Andean chakra: an ancestral agricultural system of Kichwas Cotacachi Communities, Ecuador*. Disponible en: <https://www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/designated-sites/latin-america-and-the-caribbean/andean-chakra/en/>
- Pacicco, L., Bodesmo, M., Torricelli, R. y Negri, V. (2018). A methodological approach to identify agro-biodiversity hotspots for priority in situ conservation of plant genetic resources. *PLoS ONE* 13(6): e0197709. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197709>
- Panassiti, B., Wolfrum, S., Birnbeck, S., Burmeister, J., Freibauer, A., Moriniere, J. y Walter, R. Insect benefit from agri-environmental schemes aiming at grassland extensification. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 365: 10861. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108613>
- Panyadee, P., Balslev, H., Wangpakapattanawong, P. y Inta, A. (2019). Medicinal plants in homegardens of four ethnic groups in Thailand. *Journal of Ethnopharmacology*. Volume 239, 111927. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.111927>.
- Paolotti, L., Boggia, A., Castellini, C. Rocchi, L. y Rosati, A. (2016). Combining livestock and tree crops to improve sustainability in agriculture: a case study using the Life Cycle Assessment (LCA) approach. *Journal of Cleaner Production*: 131. 351-363. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.024>.
- Paprštein, F., Holubec, V. y Sedlák, J. (2015). Inventory and conservation of fruit tree landraces as cultural heritage of Bohemian Forest (Czech Republic), indicators for former settlements of ethnic minorities. *Genet Resour Crop Evol* 62, 5–11. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10722-014-0181-7>
- Peredo, S. y Barrera, C. (2024). Multifunctional Plants: Ecosystem Services and Undervalued Knowledge of Biocultural Diversity in Rural Communities—Local Initiatives for Agroecological Transition in Chile. *Land*, 13(1), 39. DOI: <https://doi.org/10.3390/land13010039>
- Potts, S. G., Imperatriz, V., Ngo, H., Aizen, M., Biesmeijer, J., Breeze, T., Dicks, L., Garibaldi, L., Hill, R., Settele, J. y Vanbergen, A. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220–229. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature20588>
- Pratissoli, D. (2025). Biological Pest Control in Agroecosystems. *Agronomy*, 15(7), 1739. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy15071739>
- Puppo, M., Gianotti, C., Calvete, A., Leal, A. y Rivas, M. (2023). Landscape, agrobiodiversity, and local knowledge in the protected area “Quebrada de los Cuervos y Sierras del Yerbál,” Uruguay. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1240991. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1240991>

- Quintero, I., Daza-Cruz, Y., León-Sicard, T. (2022). Main Agro-Ecological Structure: An Index for Evaluating Agro-Biodiversity in Agro-Ecosystems. *Sustainability*, 14, 13738. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.3390/su142113738>
- Raggi, L., Pacicco, L. C., Caproni, L., Álvarez-Muñiz, C., Annamaa, K., Barata, A. M., . . . Negri, V. (2022). Analysis of landrace cultivation in Europe: A means to support in situ conservation of crop diversity. *Biological Conservation*, 267, 109460. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109460>
- Raggi, L., Tiranti, B. y Negri, V. (2013). Italian common bean landraces: Diversity and population structure. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 1515–1530. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9939-y>
- Rampersad, C., Geto, T., Samuel, T., Abebe, M., Gomez, M., Pironon, S., Büchi, L., Haggard, J., Stocks, J., Ryan, P., Buggs, R. Demissew, S., Wilkin, P., Abebe, W. y Borrel, J. (2023). Indigenous crop diversity maintained despite the introduction of major global crops in an African centre of agrobiodiversity. *Plants, People, Planet*, 5(6), 985–996. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1002/ppp3.10407>
- Ravera, F., Reyes-García, V., Pascual, U., Drucker, A., Tarrasón, D. y Bellon, M. (2019). Gendered agrobiodiversity management and adaptation to climate change: differentiated strategies in two marginal rural areas of India. *Agric Hum Values* 36, 455–474. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10460-018-09907-w>
- Redlich, S., Martin, E., Wende, B. y Steffan, I. (2018). Landscape heterogeneity rather than crop diversity in agricultural landscapes. *PLoS ONE*, 13(8): e0200438. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200438>
- Rettore, V., Codato, D. y De Marchi, M. (2023). How can GIS support the evaluation and design of biodiverse agroecosystems and landscapes? Applying the Main Agroecological Structure to European agroecosystems. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1259419. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1259419>
- Rhoades, R. (ed). (2006). CABI. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=BfnkwVeKnIcC>
- Rimlinger, A., Duminil, J., Lemoine, T., Avana, M., Chakocha, A., Gakwavu, A., Mboujda, F., Tsogo, M., Elias, M. y Carriere, S. (2021). Shifting perceptions, preferences and practices in the African fruit trade: the case of African plum (*Dacryodes edulis*) in different cultural and urbanization contexts in Cameroon. *J Ethnobiology Ethnomedicine* 17, 65. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13002-021-00488-3>
- Romero, M. y Gómez, M. (2023). Geographic Distribution and Conservation of Andean Agrobiodiversity in the Province of Imbabura – Ecuador. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*. Vol. 9(1) February. DOI: <https://doi.org/10.51193/IJAER.2023.9104>

- Romero, M., Tapia, C., Giménez de Azcárate, J., Montalvo, D. (2024). Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Runner Bean (*Phaseolus coccineus* L.) Landraces in Rural Communities in the Andes Highlands of Cotacachi—Ecuador. *Agronomy*. 14, 1666. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14081666>
- Romero, P. y Musaubach, G. (2024). Exploring the grinding of Andean grains (bean and corn) through experimental culinary techniques: Its contribution to archaeobotanical research and to the creation of reference collections. *Arqueología*. 30(2), 13420.
- Rueda, S. (2019). La gastronomía tradicional de Cotacachi, provincia de Imbabura como un elemento de identidad y desarrollo local (Trabajo de pregrado). Universidad Iberoamericana del Ecuador, Quito. Disponible en: <http://repositorio.unibe.edu.ec/xmlui/handle/123456789/284>
- Sadohara, R., Long, Y., Izquierdo, P., Urrea, C. A., Morris, D., y Cichy, K. (2022). Seed coat color genetics and genotype × environment effects in yellow beans via machine-learning and genome-wide association. *The Plant Genome*, 15, e20173. <https://doi.org/10.1002/tpg2.20173>
- Sánchez, I., Funes, F., y Cevallos, Á. (2018). Aplicación del índice de agrobiodiversidad en el Ecuador. *Sathiti: Sembrador*, 13 (1), 247-256. DOI: <https://doi.org/10.32645/13906925.527>
- Sánchez, J., Argumedo, A., Álvarez, J., Méndez, J., y Ortiz, B. (2015). Traditional knowledge in agricultural practices of the amaranth cultivation system in Tochmilco, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2), 237-254. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v12n2/v12n2a7.pdf>
- Sandström, E., Ortman, T., Watson, C. Bengtsson, J., Gustafsson, C. y Bergkvist, G. (2024). Saving, sharing and shaping landrace seeds in commons: unravelling seed commoning norms for furthering agrobiodiversity. *Agric Hum Values*. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10460-024-10581-4>
- Sarmiento, M., Rodríguez, B., Huerta, F., Uribe, C. y Contreras, A. (2021). Community structure of Neuroptera (Insecta) in a Mexican lime orchard in Colima, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 92: e923399, 359–366. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3399>
- Scarano, D., Rubio, F., Ruiz, J. J., Rao, R., y Corrado, G. (2014). Morphological and genetic diversity among and within common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from the Campania region (Southern Italy). *Scientia Horticulturae*, 180, 72-78. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.10.013>
- Skarbø, K. (2006). Living, dwindling, losing, finding: Status and changes in Agrobiodiversity of Cotacachi. En: *Development with Identity: Community, Culture and Sustainability in the Andes*.

- Skarbø, K. (2012). *Reconfiguration of Andean fields: Culture, Climate and Agrobiodiversity* [University of Georgia]. Athenes, Georgia.
- Skarbø, K. (2014). The Cooked is the Kept: Factors Shaping the Maintenance of Agrobiodiversity in the Andes. *Human Ecology*. 42(5): 711 – 726. Accedido el 15 de abril del 2015. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10745-014-9685-1>
- Skarbø, K. (2016). Multiple trends in interspecific crop diversity: a longitudinal case study from the Ecuadorian Andes. *Genet Resour Crop Evol* 63, 1319–1343. DOI: <https://doi.org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10722-015-0320-9>
- Sharma R, Mina U, Devi A and Kumar BM (2024) Do homegardens act as agent of agrobiodiversity conservation: a case study of homegardens of diverse socio-ecological zones in the Brahmaputra Valley, Assam. *Front. Sustain. Food Syst.* 8:1366499. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1366499>
- Shen, S., Wilkes, A., Qian, J., Yin, L., Ren, J. y Zhang, F. (2010). Agrobiodiversity and Biocultural Heritage in the Dulong Valley, China. *Mountain Research and Development* 30(3), 205-211. DOI: <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-09-00085.1>
- Siabato, W., y Guzmán, J. (2019). La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. In (Vol. 1-22, pp. 33). *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. de Geogr.* 28, pp. 1-22. DOI: <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.76919>
- Sinkovič, L., Pipan, B., Sinkovič, E., y Meglič, V. (2019). Morphological seed characterization of common (*Phaseolus vulgaris* L.) and runner (*Phaseolus coccineus* L.) bean germplasm: A Slovenian gene bank example. *BioMed Research International*, 2019, Article 6376948. <https://doi.org/10.1155/2019/6376948>
- Soleri, D., Worthington, M., Aragón-Cuevas, F., Smith, S. E. y Gepts, P. (2013). Farmers' varietal identification in a reference sample of local *Phaseolus* species in the Sierra Juárez, Oaxaca, Mexico. *Economic Botany*, 67, 283–298. <https://doi.org/10.1007/s12231-013-9248-1>
- Soto, L., Escobar, C., Benítez, K., López, C., Estrada, L., Herrera, H. y Jiménez, E. (2022). Contributions of Agroforestry Systems to Food Provisioning of Peasant Households: Conflicts and Synergies in Chiapas, Mexico. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:756611. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.756611>
- Spirito, F., Vieli, L., y Montalba, R. (2022). Advancing towards an understanding of the relationship between culture and agrobiodiversity. A case study in Mapuche territory, southern Chile. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 94(1), 1–23. DOI: <https://doi.org/10.1080/27685241.2022.2083987>

- Stagnati, L., Soffritti, G., Desiderio, F., Lanubile, A., Zambianchi, S., Marocco, A., Rossi, G., y Busconi, M. (2022). The Rediscovery of Traditional Maize Agrobiodiversity: A Study Case from Northern Italy. *Sustainability*, 14(19), 12110. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141912110>
- Stromberg, P., Pascual, U. y Bellon, M. (2010). Seed Systems and Farmers' Seed Choices: The Case of Maize in the Peruvian Amazon. *Hum Ecol* 38, 539–553. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10745-010-9333-3>
- Sunil, N., Rao, K., y Maikhuri, R. (2008). The role of cultural values in agrobiodiversity conservation: a case study from Uttarakhand, Himalaya. *Journal of Human Ecology*, 23(1), 1-6. DOI: [10.1080/09709274.2008.11906047](http://dx.doi.org/10.1080/09709274.2008.11906047)
- Tacconi, F., Lefroy, D., Waha, K., Ojeda, J., Leith, P. y Mohammed, C. (2024). Agricultural diversity, farmers' definitions and uses: The case of Tasmanian farms
- Tamburini, G., Bommarco, R., Wanger, T., Kremen, C., van der Heijden, M., Liebman, M. y Hallin, S. (2020). Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Sci Adv.* 4;6 (45). DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715>
- Tapia C. y Carrera, H. (2013). Practices that contribute to promoting and appreciating Andean crops and identity in Cotacachi, Ecuador. En: *Community Biodiversity Management: Promoting resilience and the conservation of plant genetic resources.*
- Tapia, C. (2015). Identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíz en la sierra de Ecuador. Tesis (Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. 184 p. Accedido el 9 de agosto del 2016. Disponible en: http://oa.upm.es/35522/1/CESAR_GUILLERMO_TAPIA_BASTIDAS.pdf
- Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA). (1992). *IBPGR: International Board for Plant Genetic Resources. Spore*, (38). CTA, Wageningen, The Netherlands. <https://hdl.handle.net/10568/45742>
- Tibbs, R. y Boerngen, M. (2024). Discovering farmers' views of on-farm precision experimentation. *Agricultural & Environmental Letters*, 9, e20130. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1002/ael2.20130>
- Timothy, D., Hattenway, W., Grant, U., Torregroza, M., Sarria, D., y Varela, D. 1. (1963). *Races of maize in Ecuador (Vol. I)*. Washington D.C.: National Academy of Sciences - National Research Council.
- Toro, L. (2024). Muyu Raymi, the Seeds Festival: Indigenous Women's Means to Sustain, Resist, and Rebuild. *Journal of Intercultural Studies*. DOI: 10.1080/07256868.2024.2407354

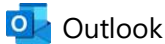
- Tortosa, A., Duflot, R., Rivers, J., Ladet, S., Esquerré, D. y Vialatte, A. (2022) Natural enemies emerging in cereal fields in spring may contribute to biological control. *Agricultural and Forest Entomology*. 24(3): 267–278. DOI: <https://doi.org/10.1111/afe.12490>
- Tounekti, T., Mahdhi, M., Khemira, H. (2019). Ethnobotanical Study of Indigenous Medicinal Plants of Jazan Region, Saudi Arabia, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 3190670, 45 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/3190670>
- Tuaza, L. y Colloredo, R. (2024). Indigenous youth aspiration, community, and Kichwa futures in Ecuador. *Political and Legal Anthropology Review*. 47: 267–272. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1111/plar.12582>
- Ulcuango, R. (2018). Evaluación morfoagronómica de variedades locales de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) de la parroquia Chaltura, en la granja "La Pradera", cantón Antonio Ante (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Van Zonneveld, M., Scheldeman, X., Escribano, P., Viruel, M., Van Damme P, et al. (2012) Mapping Genetic Diversity of Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.): Application of Spatial Analysis for Conservation and Use of Plant Genetic Resources. *PLoS ONE* 7(1): e29845. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029845>
- Varatharajan, R., Maisnam, S., Shimray, C. y Rachana, R. (2016). Pollination Potential of Thrips (Insecta: Thysanoptera) – an overview. *Zoo's Print*. 31(4). Disponible en: <https://zoosprint.org/index.php/zp/article/view/631/620>
- Vargas, M., Viejó, L., Sánchez, Z. y Gómez, L. (2024). La edu-comunicación como estrategia en la recuperación de los saberes ancestrales y populares. *Universidad y Sociedad*, 16(5), 297-302. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4624/4503>
- Vázquez, A., Aguilar, N., Diaz, J., Torres, G., Meza, P. y Avalos, E. (2024). Evidence on the sustainable management of native agrobiodiversity in traditional Mexican markets. *Environ Dev Sustain*. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10668-024-05052-z>
- Velásquez, F., Ramírez, E., Salazar, M. y Salazar, E. (2020). Physicochemical properties and acceptability of three formulations containing fava bean, quinoa and corn flour extrudates. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 37(2): 40 -48. DOI: <https://doi.org/10.22267/rcia.203702.136>
- Velayudhan, R. y Annadurai, R. (1986). Pollination potential of thrips (Insecta: Thysanoptera) in some Solanaceous plants. *Proc. Indian Acad. Sci. (Anim. Sci.)* 95, 109–116. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03179364>
- Villota, C. (2010). *Sistematización de saberes agroecológicos y ancestrales de las comunidades Andinas del Cantón Cotacachi* (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2181/1/PG%20TESIS%20224.pdf>

- Vogl-Lukasser, B. y Vogl, C. (2018). The changing face of farmers' home gardens: a diachronic analysis from Sillian (Eastern Tyrol, Austria). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 14:63. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0262-3>
- Voutilainen, A. y Kangasniemi, M. (2015). Applying the ecological Shannon's diversity index to measure research collaboration based on coauthorship: A pilot study. *J Sci Res* 2015; 4:172-7.
- Wang, W., Hempel, C. y Roosen, J. (2024). A Means-End Chain Approach to Investigate Consumer Motives for the Choice of Bread Made from Heritage Cereals, *Journal of Food Products Marketing*, 30:2, 31-47, DOI: [10.1080/10454446.2024.2309585](https://doi.org/10.1080/10454446.2024.2309585)
- Ward, J. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 236-244.
- WFO. (2022). World Flora Online. Published on the Internet. <http://www.worldfloraonline.org>. Accedido el 29 de abril de 2022.
- Whitney, C., Luedeling, E., Hensel, O., Tabuti, J., Krawinkel, M., Gebauer, J, y Kehlenbeck, K. (2018). The Role of Homegardens for Food and Nutrition Security in Uganda. *Hum Ecol* 46, 497–514 (2018). DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s10745-018-0008-9>
- Williams, N., Carrico, A., Edirisinghe, I. y Champika, J. (2018). Assessing the impacts of Agrobiodiversity maintenance on food security among farming households in Sri Lanka's dry zone. *Economic Botany*, 72(2), pp. 196–206.
- Willmott, A., Riar, A., Saj, S., Armengot, L., Cicek, H., Kiboi, M., Singh, A. Grass, I. y Cotter, M. (2024). The ecological and socioeconomic sustainability of organic agroforestry: a systematic review. *Agroforest Syst* 98, 2933–2949. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01064-w>
- Woltz, J., Isaacs, R., y Landis, D. (2012). Landscape structure and habitat management differentially influence insect natural enemies in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 152, 40–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.02.008>
- Wood, S., Karp, D., DeClerck, F., Kremen, C., Naeem, S. y Palm, C. (2015). Functional traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services. *Trends in Ecology y Evolution*. Volume 30, Issue 9, Pages 531-53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.013>.
- Xiong, M., Zhao, M., Lu, Z. y Balasubramanian, P. (2019). Genotypic variation for phenolic compounds in developing and whole seeds, and storage conditions influence visual seed quality of yellow dry bean genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 100, 284–295. <https://doi.org/10.1139/cjps-2019-0153>

- Central Ethiopia. *Food and Energy Security*. 13(4). DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.569>
- Yépez, V. y Ortiz, K. (2022). Service-Learning in the Ecuadorian Andes through Spanish, English and Kichwa Voicing. *Bandung*, 9(1-2), 160-182. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1163/21983534-09010007>
- Yu, L., Lu, W., Choguill, C. y Li, M. (2023). Liangshan Bank: A hybrid model of payment for ecosystem services governance in rural development—The case of Baofu, China. *Habitat International*, 138, 102879. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102879>
- Zehetner, F., y Miller, W. P. (2006). *Shaping an Andean Landscape: Processes Affecting Topography, Soils and Hydrology in Cotacachi*. DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851999494.0021>
- Zhang, L., Quinn, B., Hui, C., Lian, M., Gielis, J. y Shi, P. (2024). New indices to balance α -diversity against tree size inequality. *J. For. Res.* 35, 31. DOI: <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.1007/s11676-023-01686-3>
- Zhao, J., Chen, J., Beillouin, D., Lambers, H., Yang, Y., Smith, P., Zeng, Z., Olesen, J. y Zan, H. (2022). Global systematic review with meta-analysis reveals yield advantage of legume-based rotations and its drivers. *Nat Commun* 13, 4926 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-32464-0>
- Zimmerer, K. (2014). Conserving agrobiodiversity amid global change, migration, and nontraditional livelihood networks: the dynamic uses of cultural landscape knowledge. *Ecology and Society* 19(2): 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06316-190201>
- Zimmerer, K., de Haan, S. (2017). Agrobiodiversity and a sustainable food future. *Nature Plants* 3, 17047. DOI: <https://doi.org/10.1038/nplants.2017.47>

ANEXO 1

Autorización de la revista *Agronomy*



RE: Correo externo [*Suspicious Email*] RE: MDPI Contact Form: Permission to reproduce my published paper in a doctoral thesis

Desde María José Romero <mjromero@utn.edu.ec>

Fecha Lun 30/09/2024 8:20

Para MDPI Support Team <support@mdpi.com>

Dear Donna,

Thank you for the information.

Have a good day.

Cordialmente,
"CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO"

Ing. María José Romero A. MSc.

DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Av. 17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova

Sector El Olivo

Telf. +593 62 997 800 ext. 7161



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Dirección: Av. 17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova

De: MDPI Support Team <support@mdpi.com>

Enviado: lunes, 30 de septiembre de 2024 5:13

Para: María José Romero <mjromero@utn.edu.ec>

Asunto: Correo externo [*Suspicious Email*] RE: MDPI Contact Form: Permission to reproduce my published paper in a doctoral thesis

No suele recibir correo electrónico de support@mdpi.com. [Por qué es esto importante](#)

Dear Maria,

Thank you for your email.

No special permission is required to reuse all or part of an article published by MDPI, including figures and tables. For articles published under an open access Creative Common CC BY license, any part of the article may be reused without permission, provided that the original article is clearly cited. Reuse of an article does not imply endorsement by the authors or MDPI.

Please Note: Some articles (especially Reviews) may contain figures, tables or text taken from other publications, for which MDPI does not hold the copyright or the right to re-license the published material. Please note that you should speak with the original copyright holder (usually the original publisher or authors), to enquire about whether or not this material can be re-used.

Please let us know if you have any further questions!

Kind regards,
Donna Toma

MDPI Support Team

MDPI AG

Grosspeteranlage 5

CH – 4052 Basel

www.mdpi.com

[Data Protection Notes](#)

Disclaimer: The information and files contained in this message are confidential and intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. If you have received this message in error, please notify me and delete this message from your system. You may not copy this message in its entirety or in part, or disclose its contents to anyone.

From: noreply@mdpi.com <noreply@mdpi.com>

Sent: Saturday, 28 September 2024 21:06

To: support@mdpi.com

Subject: MDPI Contact Form: Permission to reproduce my published paper in a doctoral thesis

Dear all,

The following message has been sent to you from the mdpi.com contact form.

Received: 28 Sep 2024

Creator: María José Romero-Astudillo

Email: mjromero@utn.edu.ec

Query: Other (general queries)

Dear Agronomy Staff,

Recently, I published the article titled 'Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Runner Bean (*Phaseolus coccineus* L.) Landraces in Rural Communities in the Andes Highlands of Cotacachi—Ecuador' in your journal. As it is part of my doctoral research results, I would like to know the procedure for obtaining permission to reproduce it in my doctoral thesis, which I am about to complete.

Thank you, kind regards,



María José



ANEXO 2

Fotografías de especies vegetales correspondientes al inventario interespecífico

FOTOGRAFÍAS DE ESPECIES VEGETALES DE LAS CHAKRAS

Familia	Especie	Fotografía
Amaranthaceae	<i>Aerva sanguinolenta</i> (L.) Blume	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> subsp. <i>quitensis</i> (Kunth) Costea & Carretero	

Amaranthaceae *Beta vulgaris* L.



Amaranthaceae *Dysphania ambrosioides*
(L.) Mosyakin & Clemants



Amaranthaceae

Chenopodium quinoa
Willd.



Amaranthaceae

Spinacia oleracea L.



Amaryllidaceae

Allium ampeloprasum L.



Amaryllidaceae *Allium cepa* L.



Amaryllidaceae *Allium fistulosum* L.



Annonaceae *Annona cherimola* Mill.



Apiaceae

Apium graveolens L.



Apiaceae

Arracacia xanthorrhiza
Bancr.



Apiaceae

Coriandrum sativum L.



Apiaceae

Petroselinum crispum
subsp. *giganteum* (Pau)
Dobignard



Araceae

Zantedeschia aethiopica
(L.) Spreng.



Araliaceae

Oreopanax ecuadorensis
Seem.



Asparagaceae

Furcraea andina Trel.



Asparagaceae

Agave karwinskii Zucc.



Basellaceae

Anredera marginata
(Humb., Bonpl. & Kunth)
Sperling



Betulaceae

Alnus acuminata Kunth



Bignoniaceae

Tecoma stans (L.) Juss.
ex. Kunth



Boraginaceae

Borago officinalis L.



Brassicaceae

Brassica oleracea L.



Brassicaceae

Raphanus raphanistrum
subsp. *sativus* (L.)



Bromeliaceae

Tillandsia L.



Cactaceae

Opuntia ficus-indica (L.)
Mill.



Cannaceae

Canna indica L.



Caricaceae

*Vasconcellea ×
pentagona* (Heilborn)
Mabb.



Caricaceae

Vasconcellea pubescens
A.DC.



Caryophyllaceae

Dianthus barbatus L.



Caryophyllaceae

Dianthus caryophyllus L.



Compositae

Ambrosia arborescens
Mill.



Compositae

Artemisia absinthium L.



Compositae

Baccharis latifolia (Ruiz
& Pav.) Pers.



Compositae

Bidens pilosa L.



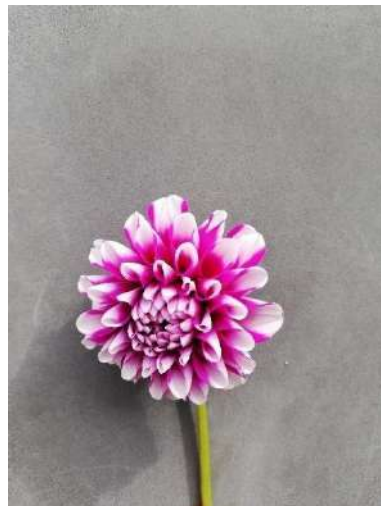
Compositae

Culcitium canescens
Humb. & Bonpl.



Compositae

Dahlia congestifolia
P.D.Sørensen



Compositae

Gazania rigens (L.)
Gaertn.



Compositae

Lactuca sativa L.



Compositae

Matricaria chamomilla L.



Compositae

Smallanthus sonchifolius
(Poepp.) H. Rob.



Compositae

Tanacetum parthenium
(L.) Sch. Bip.



Compositae

Taraxacum campylodes
G. E. Haglund



Compositae

Cosmos bipinnatus Cav.



Convolvulaceae

Ipomoea batatas (L.)
Lam.



Cucurbitaceae

Cucurbita ficifolia
Bouché



Cucurbitaceae

Cucurbita pepo L.



Cucurbitaceae

Cyclanthera pedata (L.)
Scharad.



Cupressaceae

*Hesperocyparis
macrocarpa* (Hartw.)
Bartel



Euphorbiaceae *Croton ferrugineus* Kunth



Euphorbiaceae *Euphorbia cotinifolia* L.



Euphorbiaceae *Euphorbia laurifolia*
Juss. ex Lam.



Euphorbiaceae *Ricinus communis* L.



Fabaceae *Acacia melanoxylon*
R.Br.



Fabaceae *Erythrina edulis* Triana
ex Micheli



Fabaceae

Inga edulis Mart.



Fabaceae

Medicago sativa L.



Fabaceae

Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.



Fabaceae

Phaseolus vulgaris L.



Fabaceae

Pisum sativum L.



Fabaceae

Vicia faba L.



Geraniaceae

Pelargonium peltatum
(L.) L'Hér.



Juglandaceae

Juglans neotropica Diels



Lamiaceae

Lepechinia betonicifolia
(Lam.) Epling



Lamiaceae

Melissa officinalis L.



Lamiaceae

Mentha spicata L.



Lamiaceae

Mentha × piperita L.



Lamiaceae

Origanum vulgare L.



Lamiaceae

Salvia rosmarinus Spenn.



Lauraceae

Persea americana Mill.



Liliaceae

Lilium candidum L.



Linaceae

Linum usitatissimum L.



Malvaceae

Hibiscus rosa-sinensis L.



Malvaceae

Malva arborea (L.) Webb
& Berthel.



Malvaceae

Sida rhombifolia L.



Malvaceae

Tilia L.



Moraceae

Ficus carica L.



Musaceae

Musa x paradisiaca L.



Myrtaceae

Corymbia citriodora
(Hook.) K.D.Hill &
L.A.S.Johnson



Myrtaceae

Eucalyptus globulus
Labill.



Myrtaceae

Psidium guineense Sw.



Myrtaceae

Myrcianthes hallii
(O. Berg) McVaugh



Myrtaceae

Psidium guajava L.



Nyctaginaceae

Bougainvillea glabra
Choisy



Onagraceae

Fuchsia magellanica
Lam.



Orchidaceae

Epidendrum L.



Passifloraceae

Passiflora edulis Sims



Passifloraceae

Passiflora ligularis Juss.



Passifloraceae

Passiflora tripartita
Breiter



Piperaceae

Peperomia galioides
Kunth



Piperaceae

Peperomia inaequalifolia
Ruiz & Pav.



Piperaceae

Peperomia peltigera
C.DC.



Piperaceae

Piper barbatum Kunth



Plantaginaceae

Plantago major L.



Poaceae

Avena sativa L.



Poaceae

Cymbopogon citratus
(DC.) Stapf



Poaceae

Hordeum vulgare L.



Poaceae

Cenchrus clandestinus
(Hochst. ex Chiov.)



Poaceae

Rhipidocladum
racemiflorum (Steud.)
McClure



Poaceae

Saccharum officinarum
L.



Poaceae

Triticum aestivum L.



Poaceae

Zea mays L.



Polygonaceae

Rumex obtusifolius L.



Rosaceae

Cydonia oblonga Mill.



Rosaceae

Eriobotrya japonica
(Thunb.) Lindl.



Rosaceae

Fragaria vesca L.



Rosaceae

Malus domestica
(Suckow) Borkh.



Rosaceae

Prunus domestica L.



Rosaceae

Prunus persica (L.)
Batsch



Rosaceae

Prunus serotina var.
salicifolia (Kunth)
Koehne



Rosaceae

Rosa chinensis Jacq.



Rosaceae

Rubus polonicus Weston



Rutaceae

Ruta graveolens L.



Rutaceae

Citrus medica L.



Rutaceae

Citrus limon (L.) Osbeck



Rutaceae

Citrus x aurantium L.



Rutaceae

Citrus sinensis (L.)
Osbeck



Salicaceae

Dovyalis abyssinica
(A.Rich.) Warb.



Salicaceae

Salix humboldtiana
Willd.



Scrophulariaceae

Buddleja incana Ruiz &
Pav.



Solanaceae

Cestrum racemosum Ruiz
& Pav.



Solanaceae

Brugmansia x candida
Pers.



Solanaceae

Capsicum annuum L.



Solanaceae

Capsicum pubescens Ruiz
& Pav.



Solanaceae

Physalis peruviana L.



Solanaceae

Solanum quitoense Lam.



Solanaceae

Solanum betaceum Cav.



Solanaceae

Solanum lycopersicum L.



Solanaceae

Solanum nigrescens
M.Martens & Galeotti



Solanaceae

Solanum melongena L.



Solanaceae

Solanum tuberosum L.



Tropaeolaceae

Tropaeolum tuberosum
Ruiz & Pav.



Urticaceae

Urtica dioica L.



Verbenaceae

Aloysia gratissima
(Gillies & Hook.) Tronc.



Verbenaceae

Duranta erecta L.



Verbenaceae

Lantana camara L.



Verbenaceae

Lantana rugulosa Kunth



Verbenaceae

Verbena officinalis L.



Vitaceae

Vitis vinifera L.



Xanthorrhoeaceae *Aloe vera* (L.) Burm.f.



ANEXO 3

Variación en rasgos morfológicos cuantitativos de fréjol

Variación en rasgos morfológicos cuantitativos: longitud de la semilla (L), ancho de la semilla (W), espesor de la semilla (T), relación L/W y relación W/T.

Especie	Variedad	n ¹	L					W					T					L/W (media)	W/T (media)			
			Media	SD ²	SE ³	CV ⁴	Min	Max	Media	SD ²	SE ³	CV ⁴	Min	Max	Media	SD ²	SE ³			CV ⁴	Min	Max
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Allpa Poroto	11	11.78	0.75	0.23	6.41	10.6	13	7.28	0.5	0.15	6.92	6.6	8.1	5.31	0.56	0.17	10.6	4.5	6	1.62	1.38
	Bolon Morado	2	12.05	0.07	0.05	0.59	12	12.1	9.35	0.64	0.45	6.81	8.9	9.8	7.25	0.35	0.25	4.88	7	7.5	1.29	1.29
	Bolon Pintado	5	12.82	0.58	0.26	4.49	12	13.5	10.02	0.52	0.23	5.16	9.5	10.7	7.98	0.64	0.29	7.99	7.5	8.9	1.28	1.26
	Bolon Rojo	5	12.18	0.8	0.36	6.55	11.2	13.1	9.66	0.52	0.23	5.36	9.2	10.5	7.8	0.41	0.18	5.21	7.4	8.4	1.26	1.24
	Caca de Conejo	3	11.23	0.21	0.12	1.85	11	11.4	8.67	0.7	0.41	8.1	8	9.4	6.9	0.52	0.3	7.53	6.6	7.5	1.3	1.26
	Café Pintado	8	13.5	0.58	0.21	4.32	12.6	14.4	9.66	0.64	0.23	6.64	8.6	10.4	7.88	0.44	0.16	5.63	7.2	8.4	1.4	1.23
	Canario	31	12.77	0.86	0.15	6.71	11.3	14.5	10.04	0.61	0.11	6.06	9	11.6	8.06	0.46	0.08	5.76	7.4	9.5	1.27	1.25
	Cargabello	10	14.74	0.76	0.24	5.17	13.5	15.7	8.22	0.78	0.25	9.44	7	9.2	5.93	0.81	0.26	13.61	5	7.4	1.81	1.4
	Frejol Duro	3	11.93	0.4	0.23	3.39	11.5	12.3	7.17	0.38	0.22	5.28	6.9	7.6	5.57	0.6	0.35	10.83	5	6.2	1.67	1.29
	Frejol Tomate	10	13.25	0.94	0.3	7.12	11.2	14.5	8.09	0.72	0.23	8.9	6.8	9	5.9	0.41	0.13	7.01	5.2	6.4	1.64	1.37
	Josico	13	13.86	0.78	0.22	5.64	12.5	15.1	8.85	0.68	0.19	7.72	7.6	10.2	6.08	0.53	0.15	8.64	5.2	7.2	1.57	1.46
	Killu Allpa Poroto	2	13.95	0.21	0.15	1.52	13.8	14.1	7.95	0.35	0.25	4.45	7.7	8.2	5.75	0.78	0.55	13.53	5.2	6.3	1.76	1.39
	Killu Canario	11	12.75	0.96	0.29	7.52	11.5	14.3	9.75	0.71	0.22	7.31	8.8	10.8	7.98	0.34	0.1	4.3	7.4	8.6	1.31	1.22
	Matambre Negro	8	11.79	0.88	0.31	7.43	10.6	13.2	7.2	0.73	0.26	10.12	6.4	8.3	5.5	0.96	0.34	17.39	3.9	6.9	1.65	1.33
	Paco Bolon	7	17.29	1.56	0.59	9.01	15.2	19.5	11.84	1.04	0.39	8.75	10.2	13.6	7.41	1.33	0.5	17.93	5.6	9.3	1.46	1.64
	Poroto Campeon	1	15.2	0	0	0	15.2	15.2	7.4	0	0	0	7.4	7.4	4.8	0	0	0	4.8	4.8	2.05	1.54
	Poroto Conejo	5	14.88	1.68	0.75	11.3	12.2	16.3	8.3	0.87	0.39	10.5	7.4	9.7	6.22	1.04	0.47	16.72	5.6	8	1.82	1.34
	Poroto Grande	28	14.23	0.73	0.14	5.12	13.2	16	8.64	0.46	0.09	5.38	7.7	10	6.39	0.52	0.1	8.14	5.5	8	1.65	1.36
	Poroto Pintado	7	13.11	1.45	0.55	11.02	11	15.6	8.9	0.45	0.17	5.07	8.2	9.5	6.94	0.57	0.22	8.27	6.3	8	1.48	1.29
	Puca Pintado	12	13.58	0.43	0.12	3.17	12.8	14.4	8.3	0.71	0.21	8.58	7	9.7	6.17	0.67	0.19	10.92	5.2	7.4	1.65	1.35
	Puca Poroto	6	14.3	1.03	0.42	7.17	13.1	16.1	8.33	0.51	0.21	6.1	7.7	9.2	5.98	0.89	0.36	14.81	5	6.8	1.72	1.42
	Puca Vaca Pintado	2	13.8	0.42	0.3	3.07	13.5	14.1	9.1	0.14	0.1	1.55	9	9.2	6.6	0	0	0	6.6	6.6	1.52	1.38
	Racu Pintado Poroto	5	13.44	1.01	0.45	7.49	12	14.8	10.16	0.62	0.28	6.09	9.4	10.8	7.86	0.15	0.07	1.93	7.6	8	1.33	1.29
Rayado Poroto	5	15.62	1.45	0.65	9.29	13.1	16.6	8.38	0.74	0.33	8.79	7.5	9.2	5.64	0.38	0.17	6.7	5.2	6	1.86	1.5	
Sara Poroto	12	13.88	0.77	0.22	5.55	12.9	15.5	8.4	0.52	0.15	6.2	7.6	9.4	5.9	0.58	0.17	9.91	4.8	6.6	1.66	1.44	
Sucu Allpa Poroto	4	13.73	0.36	0.18	2.62	13.2	14	7.23	2.02	1.01	27.97	4.2	8.4	5.58	0.5	0.25	8.95	5.1	6.1	2.07	1.29	
Sucu Pintado	4	13.88	2.1	1.05	15.11	11	16	8.15	0.78	0.39	9.53	7.3	9.1	6.15	1.13	0.56	18.32	5.3	7.8	1.72	1.34	

	Sucu Poroto	10	12.77	0.79	0.25	6.16	11.5	13.9	8.05	0.52	0.16	6.47	7.3	9.2	6.15	0.7	0.22	11.35	5.2	7.7	1.59	1.32
	Sucu Poroto Pintado	9	13.27	0.65	0.22	4.9	12	14.1	7.9	0.72	0.24	9.06	7	9	6.04	0.57	0.19	9.4	4.6	6.4	1.69	1.31
	Sucu Rayado	4	13.35	0.42	0.21	3.15	12.8	13.8	8.2	0.43	0.22	5.27	7.8	8.8	6.58	0.46	0.23	7.07	6.1	7.2	1.63	1.25
	Sucu Tomate Pintado	1	12.6	0	0	0	12.6	12.6	7.7	0	0	0	7.7	7.7	5.9	0	0	0	5.9	5.9	1.64	1.31
	Sucu Vaca Poroto	2	13	0.71	0.5	5.44	12.5	13.5	8.75	0.07	0.05	0.81	8.7	8.8	7.3	0.14	0.1	1.94	7.2	7.4	1.49	1.2
	Tomate Vaca Poroto	3	12.5	1.01	0.59	8.12	11.4	13.4	9.63	0.42	0.24	4.32	9.3	10.1	7.43	0.32	0.19	4.32	7.2	7.8	1.3	1.29
	Yana Pintado	5	15.76	1.07	0.48	6.81	13.9	16.5	8.34	1.14	0.51	13.71	6.6	9.6	5.52	0.6	0.27	10.82	4.9	6.4	1.91	1.51
	Yana Poroto	13	13.52	0.82	0.23	6.1	12.5	15.2	8.57	0.73	0.2	8.5	7.5	9.9	6.67	0.78	0.21	11.62	5.4	8	1.58	1.29
	Yana Sucu Poroto	8	14.06	0.85	0.3	6.07	12.4	15	8.73	0.63	0.22	7.27	8	9.8	6.68	0.57	0.2	8.58	6	7.7	1.62	1.31
	Yana Vaca Poroto	10	13.1	0.84	0.27	6.41	11.9	14.2	9.18	0.76	0.24	8.28	8.1	10.3	6.73	0.67	0.21	9.88	6.1	8.2	1.44	1.37
	Yura Allpa Poroto	12	12.01	1.67	0.48	13.94	10.3	16.2	8.64	0.69	0.2	8.01	7.5	9.6	7.01	1.05	0.3	14.95	5.3	8.4	1.4	1.25
	Yura Pintado	6	12.95	1.23	0.5	9.52	11.6	14.7	9.42	0.5	0.2	5.31	8.8	10.2	7.43	0.85	0.35	11.4	6.1	8.3	1.37	1.28
	Yura Pintado Poroto	3	13.5	0.44	0.25	3.23	13	13.8	8.37	0.12	0.07	1.38	8.3	8.5	6.33	0.25	0.15	3.97	6.1	6.6	1.61	1.32
	Yura Poroto	7	12.66	1.78	0.67	14.06	11.5	16.6	8.64	0.76	0.29	8.78	7.4	9.6	7.37	1.2	0.45	16.22	5.5	8.4	1.47	1.19
<i>Phaseolus coccineus</i>	Paco Bolon Rayado	5	15.34	1.4	0.63	9.15	14	17.6	10.5	0.72	0.32	6.83	9.5	11.4	6.64	0.88	0.4	13.33	5.4	7.8	1.46	1.59
	Popayan Morado	14	16.06	1.25	0.33	7.75	14.3	17.9	11.38	0.89	0.24	7.86	9.6	13	7.15	0.71	0.19	9.92	5.6	8.2	1.41	1.6
	Popayan Morado Rayado	10	15.31	1.08	0.34	7.08	13.5	17.1	10.88	0.49	0.16	4.52	10.2	11.7	6.77	0.44	0.14	6.57	6.1	7.4	1.41	1.61
	Popayan Pintado	9	15.78	0.9	0.3	5.68	14.9	17.8	11.02	0.55	0.18	4.99	9.9	11.7	6.7	0.5	0.17	7.5	6.2	7.5	1.43	1.65
	Paco Popayan Pintado	6	16.03	0.78	0.32	4.86	14.9	17.1	11.43	0.79	0.32	6.95	10.6	12.4	6.97	0.55	0.22	7.84	6.3	7.7	1.4	1.65
	Yura Popayan	4	15.68	1.28	0.64	8.18	14.2	17.1	11.15	0.42	0.21	3.77	10.7	11.7	7.83	0.69	0.35	8.88	7.1	8.6	1.41	1.43

¹n= muestras

²SD= desviación estándar

³SE= error estándar

⁴CV= coeficiente de variación



Esta investigación explora la riqueza de la agrobiodiversidad altoandina en Cotacachi, Ecuador, y su importancia para las comunidades indígenas. A través de tres estudios complementarios, se analizó cómo la diversidad de cultivos se expresa en las chakras familiares, su valor desde el punto de vista cultural y su relación con la presencia de insectos benéficos que fortalecen el equilibrio ecológico. Los resultados muestran que la agrobiodiversidad es la base de la alimentación y que está ligada a la conservación de saberes ancestrales. Al mismo tiempo, evidencian su importancia para mantener el equilibrio en el ecosistema. Finalmente, se proponen estrategias con el propósito de asegurar la soberanía alimentaria, la sostenibilidad y la conservación de la agrobiodiversidad.