

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Estudios Sociales y Globales

Maestría de Investigación en Desarrollo Sostenible y Cambio Climático

**Conocimiento, manejo y uso de agrobiodiversidad en tres provincias
de la sierra ecuatoriana como aporte a la adaptación al cambio
climático**

Jenny Elizabeth Garcés Acosta

Tutora: Ana Lucía Bravo Robles

Quito, 2023

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional

	Reconocimiento de créditos de la obra	
	No comercial	
	Sin obras derivadas	

Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia

Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Jenny Elizabeth Garcés Acosta, autor del trabajo intitulado “Conocimiento, manejo y uso de agrobiodiversidad en tres provincias de la sierra ecuatoriana como aporte a la adaptación al cambio climático”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Investigación en Desarrollo Sostenible y Cambio Climático en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

24 de junio de 2023

Firma:

Resumen

La agrobiodiversidad en forma de semillas, constituyen el patrimonio físico, biológico y cultural de las poblaciones campesinas e indígenas, generan relaciones entre el ser humano y la naturaleza a través del tiempo por selección y domesticación, Por otro lado, la diversidad en los niveles genético, de especies y ecosistemas garantizan la producción y acceso de alimentos, forrajes, medicinas, fibras, materiales de construcción y otras materias primas y réditos económicos.

En esta investigación se consideró como zona de influencia a los cantones de: Colta y Guamote en Chimborazo, Cotacachi y Otavalo en Imbabura y Paltas, Saraguro y Loja en Loja por estar ubicados en zonas consideradas como microcentros de diversidad de cultivos y sin que sea casualidad también son zonas de alta diversidad étnica y cultural, pues ahí, las mujeres manejan y conservan las semillas, así como las poblaciones indígenas que se encuentran en un rango de edad comprendido entre los 41 y 60 años. Lo cual evidencia el rol importante de la cultura en la generación y mantenimiento de la diversidad. Así, los resultados de diversidad inter e intra específica registradas en: Chimborazo 40 cultivos y 303 variedades de raíces, tubérculos y cereales andinos. En Imbabura, 50 cultivos autóctonos y 213 variedades de granos andinos, cereales, frutales. En la provincia de Loja la variabilidad específica contabiliza 168 cultivos.

Además, se obtuvo a través de la observación de los agricultores, información relacionada con la resistencia a factores abióticos (lluvia, helada, viento y sequía) propios de los eventos climáticos extremos que desean aplacar y adaptar sus cultivos. Esta potencial herramienta, permite adaptarse al cambio climático, disminuye la vulnerabilidad y simultáneamente, fomenta la resiliencia de las comunidades agrícolas y los sistemas de producción tradicionales.

Palabras clave: agrobiodiversidad, semillas campesinas, nativas, variabilidad interespecífica, variabilidad intraespecífica, conocimiento tradicional, cultura, sistemas de producción tradicionales, agroecología, intercambio de semillas

En memoria de mi adorado abuelito, Gerardo Acosta Tapia, por cada día que vi su
sonrisa y sentí su cariño.

En memoria de mi padre, Jorge Luis Garcés Pazmiño, porque tu ausencia nunca fue un
motivo para dejar de cumplir mis sueños y ahora te regalo una estrella para que la
cuelgues en el cielo.

A mi amado esposo Xavier Soto G. por su incesante apoyo, paciencia e infinito amor.

A mi madre Sonia Acosta V., porque toda mi vida ha sido bendecida con su amor,
presencia y guía.

A mi hermana Gioconda Garcés por estar y ser parte de mi vida.

Agradecimientos

Por el gran apoyo que recibí por parte de FAO, INIAP y HEIFER Ecuador a través del proyecto “Incorporación del uso y conservación de la agrobiodiversidad en las políticas públicas a través de estrategias integradas e implementación in situ en cuatro provincias alto Andinas” para la realización de este trabajo.

De igual manera agradezco profundamente a mi maestro y amigo Dr. César Tapia por todas sus enseñanzas, paciencia, protección y cariño. A María Batallas y Alberto Roura por su ayuda invaluable y amistad generosa.

No quiero dejar pasar este espacio para reconocer mi cariño y gratitud para mi gran amiga Evelyn Paspuezán que su generosidad y cariño permitió la culminación de mis estudios de maestría.

Quiero expresar mi reconocimiento y amor infinito por mi esposo, Xavier Soto, Sahie y mi madre, Sonia Acosta que han sido, son y serán los puntales de mi vida, el estímulo de cada día para despertar y ser feliz.

Finalmente, agradezco el acompañamiento, la paciencia y apoyo incondicional de Ana Lucía Bravo en la realización y culminación de este trabajo investigativo.

Tabla de contenidos

Figuras	13
Introducción.....	15
Estructura del documento	17
Capítulo primero: Agricultura, semillas y cambio climático.....	19
1. Relación entre la agricultura y el cambio climático.....	20
1.1. Impactos del cambio climático en la agricultura	21
1.2. Semillas industriales	25
1.3. Agricultura campesina, diversificada y cambio climático.....	30
1.4. Semilla campesina	32
Capítulo segundo: Agricultura, agrobiodiversidad y cambio climático en Ecuador	39
1. Cambio climático y agricultura en Ecuador.....	41
1.1. Breve caracterización de la agricultura campesina en Ecuador.....	43
2. Semillas en Ecuador.....	46
2.1. Conservación.....	52
Capítulo tercero: Estudio de caso sobre el Conocimiento, manejo y uso de agrobiodiversidad en Imbabura, Chimborazo y Loja como aporte a la adaptación al cambio climático.....	55
1. Metodología	55
2. Caracterización de las provincias.....	57
2.1. Provincia de Imbabura	58
2.2. Provincia de Chimborazo.....	59
2.3. Provincia de Loja	60
3. ¿Quiénes cuidan y mantienen las semillas?	62

4.	Resultados variables de agrobiodiversidad.....	64
4.1.	Diversidad de los cultivos.....	65
4.1.1.	Chimborazo.....	65
4.1.2.	Imbabura.....	68
4.1.3.	Loja.....	71
4.2.	Índices de diversidad.....	74
4.3.	Procedencia de las semillas.....	76
4.4.	Flujo o intercambio de semillas.....	78
4.5.	Destino de la producción de semillas.....	79
4.6.	Otros usos.....	80
4.7.	Resistencias de los cultivos a factores abióticos.....	81
5.	Resultados variables de erosión genética.....	84
5.1.	Cultivos que dejaron de sembrar.....	85
5.2.	Cultivos en peligro de desaparición.....	86
	Conclusiones.....	89
	Obras citadas.....	95
	Anexos.....	103
	Anexo 1: Formato de la entrevista semiestructurada que se realizó a los agricultores.....	103

Figuras

Figura 1. Variedades de fréjol colectadas en las provincias de la Sierra Ecuatoriana, 2017	34
Figura 2. Distribución de agricultores encuestados según el género (%), 2022.....	63
Figura 3. Distribución de agricultores encuestados según rango de edad (%), 2022.....	64
Figura 4. Autodenominación étnica de los agricultores (%), 2022.	64
Figura 5. Cultivos más frecuentes en Chimborazo, 2022.....	66
Figura 6. Representación de los cultivos según familias botánicas, 2022.....	66
Figura 7. Variedades tradicionales de Chimborazo, 2022.....	68
Figura 8. Cultivos más frecuentes en Imbabura, 2022	69
Figura 9. Representación de los cultivos según sus familias botánicas, 2022.....	70
Figura 10. Variedades tradicionales de Imbabura,2022.	71
Figura 11. Principales cultivos de Loja,2022	72
Figura 12. Representación de los cultivos según sus familias botánicas, 2022.....	73
Figura 13. Variedades tradicionales de Loja,2022	74
Figura 14. Procedencia de las semillas (%),2022.....	77
Figura 15. ¿Con quién se realiza el intercambio de semillas?,2022	78
Figura 16. Lugares donde se realiza el intercambio de semillas (%),2022.	79
Figura 17. Destino de la producción de semillas (%),2022.....	80
Figura 18. Otros usos de las semillas (%),2022.	81
Figura 19. Resistencias de cultivos en Chimborazo (%),2020.....	82
Figura 20. Resistencia de cultivos en Imbabura, 2020.	83
Figura 21. Cultivos que se dejaron de sembrar (%), 2022	85
Figura 22. Cultivos en peligro de desaparición (%),2022	86

Introducción

El término “semilla” puede interpretarse desde varias dimensiones, sin embargo, y por si sola, significa el inicio y el fin de la “vida”, constituye la base de la alimentación y sustento de la humanidad (Canasta Solidaria Mikhuna Kachun 2020, párr.1). Las semillas han sido y son producidas por manos campesinas, indígenas, comunidades locales de todas las latitudes del planeta, son parte de su historia, identidad y cultura (La Vía Campesina 2004, párr. 18).

Cada etapa de cultivo, selección, conservación, almacenaje e intercambio de la semilla es conducida con una lógica empírica y acompañada de respeto y rituales que exaltan el precepto de “vida” que lleva en su interior, es así que, la cosmovisión andina percibe a la semilla como un ser que “tiene vida, espíritu y memoria” (Canasta Solidaria Mikhuna Kachun 2020, párr 7). Además, la diversidad biológica que tiene como base a la semilla, permite la provisión de forraje, medicina, fibras, combustibles, materiales de construcción y demás bienes y servicios, lo que constituye el medio de subsistencia de las comunidades.

Sin embargo, y específicamente el uso de semillas certificadas, híbridas y actualmente modificadas genéticamente, es una de las principales causas de erosión genética y de pérdida de conocimiento tradicional relacionado. Es también fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero, por ende, contribuye al cambio climático- debido a la explotación de la naturaleza, intensificación de la superficie de siembra y extensión de los monocultivos, la adición de insumos externos sintéticos que coadyuvan las actividades nutricionales y fitosanitarias, el enorme gasto de energía y el consumo de combustibles fósiles para mover maquinaria agrícola.

Lamentablemente, la agricultura industrial ha ganado espacio en el campo y desplazado a la agricultura a pequeña escala, a la diversidad de especies y variedades, cuya forma de funcionamiento, contribuye al uso y conservación de la base natural que sustenta la agricultura y constituye una de las medidas mejor aceptadas para la adaptación, incremento de la resiliencia y mitigación ante el cambio climático en las zonas rurales, sobre todo debido a la diversidad de especies y variedades que responden positivamente a los impactos del cambio climático.

El Ecuador, gracias a su posición geográfica y a los pueblos y nacionalidades que habitan en su territorio, es considerado uno de los 17 países megadiversos del mundo, centro de origen y diversificación de cultivos, lo que le otorga un amplio patrimonio de diversidad agrícola que comprende especies domesticadas, silvestres y otras en proceso de domesticación.

En el país, coexisten las dos formas de agricultura: campesina e industrial. No obstante, la agricultura familiar campesina es más amplia, abarca el 75% de las UPAs en pequeñas superficies de 2 hectáreas en promedio, congrega a la familia como mano de obra no remunerada, usa insumos propios y locales, proveen hasta el 64% de la producción agrícola y el 60% de los alimentos consumidos en territorio nacional tienen el mismo origen, la agricultura familiar campesina (Morales y Mideros 2021, 7-8). La importancia de este tipo de agricultura radica en mantener las prácticas, el conocimiento empírico y los saberes tradicionales para desarrollar y usar tecnologías locales adaptadas a las condiciones geográficas y sociales de cara al cambio climático y a la incertidumbre que provoca. Una de las estrategias más importantes es el uso de la diversidad de semillas que se producen en las chacras, principalmente, en manos de mujeres que se destacan en el rol de guardianas y mejoradoras de las variedades de su predio.

Es necesario indagar más sobre las variedades existentes y en desarrollo, así como el conocimiento, manejo, uso y las prácticas que aún se mantienen en el país alrededor de la agrobiodiversidad dentro del contexto de la agricultura familiar. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue conocer cuál es la contribución del conocimiento, manejo y uso de la agrobiodiversidad para la adaptación al cambio climático en las provincias de Chimborazo, Loja e Imbabura. Los objetivos específicos son:

- Determinar algunas características sociales de los agricultores/as quienes mantienen la agrobiodiversidad en las provincias de Imbabura, Loja y Chimborazo.
- Indagar sobre el estado actual de la diversidad manejada en las tres provincias en los sistemas productivos campesinos de las provincias de Imbabura, Loja y Chimborazo, como una forma de incrementar resiliencia y adaptación al cambio climático.
- Conocer las prácticas, el conocimiento, manejo y uso de la agrobiodiversidad en los sistemas productivos campesinos de las provincias de Imbabura, Loja y Chimborazo como una forma de mantener la diversidad genética.

Esta investigación utiliza la información obtenida en el proyecto “Incorporación del Uso y Conservación de la Agrobiodiversidad en las Políticas a través de Estrategias

integradas e implementación in situ en tres provincias del Alto Andino. Se analizaron los datos a fin de seleccionar aquellos relevantes para el estudio, se aplicó técnicas de estadística descriptiva, pruebas paramétricas y/o no paramétricas para obtener los estadísticos de cada variable, se analizaron los datos mediante software: PAST Paleontological Statistics, SPSS Statistics y Excel. Además, se recopiló información bibliográfica relacionada con las semillas y los modelos agrícolas, su relación con el cambio climático y se analizaron los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de las provincias en estudio.

Es importante mencionar que las provincias seleccionadas por el proyecto se caracterizan por tener una importante presencia de comunidades indígenas, campesinas y una fuerte organización social y comunitaria. Además, fueron elegidas porque en las zonas de estudio se habían desarrollado colectas previas de agrobiodiversidad y proyectos de fomento de la agroecología.

Estructura del documento

El presente trabajo consta de tres capítulos. En el capítulo primero se analiza el contexto de la agricultura, las semillas y el cambio climático dentro del mismo, se muestran las relaciones existentes entre la agricultura y el cambio climático y viceversa, los impactos y efectos sobre los sistemas de producción tradicionales e industriales para luego profundizar en los modelos de producción industrial influenciados por el paradigma de la “revolución verde” y sus consecuencias sobre los sistemas productivos y la diversidad de los mismos.

Se hace un énfasis especial en la homogenización de las semillas y la producción masiva de las mismas bajo el patrocinio de marcos legales (propiedad intelectual, patentes, ley de semillas, normas fitosanitarias, buenas prácticas agrícolas y otras) y tecnológicos (semillas híbridas, certificadas y transgénicas). En contraste, se analiza la situación de la agricultura campesina frente al cambio climático, las características que identifican esta forma de vida, destacando el papel de la semilla campesina, su significado cultural, biológico, productivo, de uso, el valor de la conservación y las manos que las producen, así como las actividades y dinámicas del flujo de semillas, la relación con el conocimiento y la cultura de las comunidades, así como las estrategias de conservación de las semillas y resguardo de los conocimientos tradicionales asociados. Todo esto como medidas de adaptación para enfrentar impactos del cambio climático.

En el capítulo segundo, se analiza la situación de la agricultura, agrobiodiversidad y el cambio climático en Ecuador, para luego caracterizar la agricultura campesina en el país, las especies que se mantienen y producen en las chacras. Por otro lado, se profundiza sobre la condición de los microcentros de origen y diversificación de cultivos que convergen geográficamente en las provincias de estudio, después se mira hacia la producción de las semillas campesinas en territorio nacional y las formas de conservación, además de listados de agrobiodiversidad de las provincias en estudio.

En el capítulo tercero, se muestra la metodología utilizada para este trabajo, y una breve caracterización de las provincias en estudio. A continuación, se presentan los resultados de la investigación relacionadas con las variables sociales que pretenden perfilar las características de quienes manejan y conservan las semillas, en este caso, la agrobiodiversidad está siendo creada, manejada y conservada por mujeres, así el 80.4% en Imbabura, 64.5% en Chimborazo y el 54% en Loja, adultas entre 40 y 61 años de edad y 61 a 80 años.

Por otro lado, se presentan los resultados de las variables de agrobiodiversidad, es decir, la diversidad de especies y variedades de cultivos tradicionales es muy amplia, tanto que se contabilizaron en Chimborazo, 40 cultivos, 303 variedades, en Imbabura, 50 cultivos y 213 variedades reportadas para el cambio climático, en Loja, 168 cultivos, así como un breve análisis de los índices de diversidad alfa que denotan la riqueza de los cantones y provincias de estudio. También se muestran las principales prácticas vigentes alrededor de las semillas: el intercambio entre familias (en Chimborazo e Imbabura 28% y en Loja 19%), vecinos (30 % en Chimborazo, 26% en Imbabura y 4% en Loja), el destino de la producción de semillas es el autoconsumo 85% en Chimborazo y 65% en Imbabura y la venta en 40% y 26% en Chimborazo e Imbabura, respectivamente.

Capítulo primero

Agricultura, semillas y cambio climático

En este capítulo se presentan las principales conceptualizaciones que dan sustento a la problemática de la agricultura, las semillas y el cambio climático, en un contexto general, se tratan las relaciones mutuas que existen entre ellos, los impactos y las tácticas que ayudan a adaptarse al cambio climático, los modelos de agricultura que son la causa y también la estrategia de adaptación e incremento de la resiliencia.

El cambio climático es uno de los problemas ambientales globales más importantes a los que se enfrenta la humanidad. Es también un tema que genera incertidumbre, pues sus efectos futuros y posibles soluciones se basan en modelos científicos que tienen márgenes de error.

La dimensión de este problema aumenta, debido a sus orígenes e impactos que, en él confluyen, situaciones que involucran repartición de responsabilidades, justicia, inequidad, explotación de recursos naturales y humanos, control de combustibles fósiles y uso de la tierra entre los países del norte y sur global (Useros Fernández 2013, 72).

En 2013, “la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), definió el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (IPCC 2013, 6).

La modificación de la composición química de la atmósfera constituye el eje del cambio climático de origen humano al aumentar la concentración de los gases que funcionan como deflectores de la radiación infrarroja y como consecuencia la temperatura interna del planeta aumenta significativamente. Desde el siglo XVIII hasta nuestros días, las principales actividades antropogénicas que originan este problema son: el uso de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), la industria, la agricultura industrial y el cambio de uso del suelo, específicamente la deforestación (Molina, Sakukhán, y Carabias 2017, 60).

En el 2021, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) presenta en su informe datos alarmantes relacionados con fenómenos climáticos alrededor del mundo y alteraciones en el sistema climático: desde 1850-1900 el aumento

de la temperatura promedio en la Tierra por actividades antropogénicas ha sido 1.1 °C, teniendo en una década, el día más caluroso con un incremento promedio de 1.2°C (+0.7-1.5), la sequía que ocurría una vez en una década ha incrementado su probabilidad de ocurrencia a 1.7 (x 0.7-4.1), la precipitación que solía ocurrir un día en una década ha incrementado la probabilidad de frecuencia en 1.3 (x 1.2 – 1.4), de la misma forma la superficie de cobertura de nieve ha disminuido en 1% (-3 a 1), ha aumentado la intensidad de los ciclones tropicales aproximadamente en un 10% (Arias et al. 2021, 57). Sin embargo, en la actualidad este ritmo se ha acelerado, en 20 años podría superar el 1.5°C o 2°C. Dada la dinámica de las actividades humanas y el calentamiento acelerado que se está produciendo, los esfuerzos por conseguir el descenso de la emisión de gases de efecto invernadero no serán suficientes en el mediano plazo para evitar un aumento de temperatura global (120).

Los efectos del calentamiento global se sentirán en todo el planeta, con más o menos intensidad, sin embargo, el aumento de 1.5°C conlleva olas de calor, disminuyendo el tiempo de duración de las estaciones frías, si el aumento es superior, los límites de tolerancia máxima serán superados llegando a niveles críticos para la agricultura y la salud de los seres vivos (50-52).

En América Central y Sudamérica se prevé: el descenso de las precipitaciones y el aumento de sequías en el noroeste; en el sudeste, norte y sur el aumento de frecuencias e intensidad de las lluvias, tornándose extremas, mientras que en varias regiones se incrementarán los incendios forestales al aumentar la temperatura y la percepción del calor extremo. La aridez acompañada de sequías se presenta en la zona norte de América del Sur y sur de América Central, de la misma forma, es predominante la tendencia del deshielo de las nieves perpetuas como el retroceso de los glaciares en los Andes, reduciendo el caudal de los ríos y ocasionando inundaciones en las riberas de los lagos; en la parte costera el nivel del mar puede elevarse hasta 6 m en 100 años (140).

1. Relación entre la agricultura y el cambio climático

Es evidente la estrecha relación que tienen la agricultura con el cambio climático. Por una parte, la agricultura será afectada por los impactos del cambio climático, por otra, la agricultura industrial aporta significativamente a la generación de emisiones de gases de efecto invernadero. Mientras que la agricultura campesina, agroecológica contribuye a la mitigación -evitando las emisiones de los gases de efecto invernadero y, a la

adaptación, al presentar alternativas para enfrentar las consecuencias del cambio climático y mantener la producción de las chacras (Altieri y Toledo 2010, 165-167).

En los siguientes apartados se revisará con mayor detalle estos temas, enfatizando en la importancia de las semillas campesinas como el fundamento de la agricultura y el elemento clave para la adaptación.

1.1. Impactos del cambio climático en la agricultura

Los impactos previstos del cambio climático en la agricultura son: erosión, pérdida de fertilidad y anegación del suelo, el páramo perderá la capacidad de retención de agua, limitando su función como reservorio, filtro y regulador de agua y pondrá en riesgo la disponibilidad del líquido vital en zonas tanto urbanas como rurales y para las actividades agropecuarias; el aumento de plagas; la pérdida de biodiversidad por condiciones climáticas extremas que impiden la adaptación y desarrollo a otras especies en el entorno de los ecosistemas productivos (Martinez Rodriguez et al. 2017, 7) (MAGAP/GIZ- ProCamBío 2017 2017,12-13).

Estas alteraciones influyen directamente en la productividad de los cultivos y ciclos fenológicos de las especies vegetales. De la misma forma, se prevé: la aparición de nuevas plagas y enfermedades, la disminución de los recursos florales ocasionando la desaparición de especies polinizadoras, olas de calor prolongadas que comprometen el estatus fitosanitario de las especies agrícolas. Si se toma en cuenta la variabilidad de la pluviosidad puede ocurrir el aumento o disminución de los volúmenes de agua y alteración de los patrones de las precipitaciones, así como épocas marcadas y prolongadas de sequía e inundaciones (Jiménez et al. 2012, 6) (Martinez Rodriguez et al. 2017, 17).

Esta situación provoca incertidumbre en los agricultores y alto riesgo en la planificación de las faenas agropecuarias e inversiones económicas, siendo más sensibles a cualquier disturbio, especialmente los pequeños agricultores, grupos indígenas o minoritarios y mujeres cuyos medios de subsistencia se concentran en la agricultura familiar (Jiménez et al. 2012,22).

Además, se pone en riesgo la disponibilidad, acceso y utilización o consumo de los alimentos para la humanidad. En el reporte de Cambio climático y suelo, de 2019, el IPCC estima que, para el 2050, como un efecto directo del cambio climático, los alimentos perderán calidad nutricional y aumentará el precio de los principales cultivos de uso alimenticio: arroz en 31%, maíz 100%, los cereales disminuirán su precio en 16%

para el 2030, incrementándose nuevamente en 32% para la mitad del siglo (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019, 289)

Aunque el cambio climático es un problema de la humanidad, no todas las poblaciones y regiones muestran la misma vulnerabilidad, los impactos serán locales o regionales, incluso, se darán de diferente manera dentro de un mismo país o sector productivo. A nivel regional, se pronostica que África disminuirá la productividad y eficiencia de los pastizales y por ende del ganado, también presentará bajas tasas de reproducción y pérdida de biodiversidad. En las zonas tropicales y semitropicales la productividad y calidad de las especies agrícolas, sobre todo las frutas se verán afectadas, se incrementarán las pérdidas de los cultivos y por lo tanto el desperdicio de los alimentos (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019,439).

Se esperaría que el norte de Europa incremente su productividad al prolongarse la estación de crecimiento y se mantengan períodos sin heladas, así como la adaptación de nuevos cultivos. En cambio, en el Sur de Europa, las olas de calor y la reducción de las precipitaciones serán cada vez más frecuentes lo que limitaría y reduciría la productividad agrícola continental, o se desplazarían las épocas de cultivo a otras estaciones para obtener el agua y la luz necesarios. Se esperaría que esto suceda en el oeste de Francia y sureste de Europa (Veroz y Carbonel 2015, 2-3)

Los impactos negativos en Centroamérica radican principalmente en la reducción de las producciones de maíz, fréjol y arroz los mismos que abastecen en un 90% el consumo interno (Martinez Rodriguez et al. 2017, 8).

Según el Banco Interamericano de Desarrollo, en 2020, las proyecciones de los impactos en la agricultura para los países de América Latina hasta el 2050 serán la disminución en los rendimientos de los principales cultivos especialmente los de secano: en Argentina, el maíz en 11%, el trigo en 8%. Colombia, el maíz en un 33,2%. En Perú, 31,7% para el arroz y 8% para el fréjol, 21% para arroz bajo sistema de riego. Ecuador, el arroz bajo riego, en un 18.4%, especialmente en las zonas planas de la región costera donde la temperatura se eleva más. (Prager et al. 2020, 14, 22, 33, 62, 144, 152).

1.1.1. Agricultura industrial y cambio climático

La agricultura industrial se expande bajo el modelo de la Revolución Verde, basado en el incremento de la producción de alimentos a través del uso de semillas “de alto rendimiento”, sistemas de riego, insumos agrícolas como fertilizantes y fitosanitarios

provenientes de la industria química y maquinaria agrícola (Sarandón 2002, 23). En los años noventa del siglo pasado, hay otro hito importante, el uso comercial de cultivos genéticamente modificados (OGM) o transgénicos.

La revolución verde permitió la intromisión del capitalismo en la agricultura de manera que se manejaron los recursos de producción como mercancías con valor económico, el acaparamiento de los territorios y la producción masiva tipo *fábrica* de los bienes y servicios obtenidos en el campo, de esta manera el tejido social capitalista va construyendo un modelo diferente de producción y un nuevo orden agroalimentario en miras de la globalización (Perelmuter 2021, párr. 13).

Los efectos de la revolución verde y de la agricultura industrial repercuten en los principales recursos para la agricultura: el suelo ha sufrido erosión, salinización, lixiviación de nutrientes, es decir, ha perdido sus características y propiedades físicas, químicas y microbiológicas, es así que en cincuenta años se han perdido el 40% de los suelos cultivables (Carrera 2014, párr. 6), llegando a ser un sustrato estéril que requiere técnicas artificiales para su manejo e insumos externos que incrementen su productividad, así como la eliminación de la contaminación por acumulación de los productos fitosanitarios y fertilizantes; el uso de maquinaria agrícola también ha incrementado la compactación, desertificación y deterioro de los mismos (Sarandón 2002,28).

De igual forma, el agua dulce superficial y subterránea se ha contaminado, ocasionando eutrofización, poniendo en riesgo el equilibrio físico, químico y biológico de los cuerpos de agua y los ecosistemas, con detrimentos en la diversidad y funcionalidad. Se han perdido especies polinizadoras que actúan también como controladores biológicos o enemigos naturales, las plagas han mutado o se han adaptado a las condiciones actuales consiguiendo resistencia ante los químicos agrícolas (Sarandón 2002, 25)

Es importante recalcar el impacto del uso de las semillas industriales (híbridos y/o comerciales) en la diversidad de los cultivos y, por lo tanto, en la disminución de la variedad de alimentos para el consumo humano y animal. Actualmente, la alimentación mundial depende de 30 cultivos principalmente, mientras que hace 10 000 años el acervo de cultivos agrícolas (muchos con usos alimenticios), era incalculable y ahora se encuentran en alto riesgo de erosión. Otro rasgo que cabe mencionar es la pérdida del uso de los conocimientos tradicionales asociados a los cultivos que fueron desplazados por el conocimiento desarrollado a través de la ciencia (29) (Ceccon 2008, 25-27).

Todo lo anteriormente expuesto pone en evidencia la contribución de la agricultura industrial a la destrucción de las bases de sustento de la agricultura, pero, además, se debe recordar su contribución a la emisión de GEI. A fin de dimensionar la gravedad de este problema, este análisis debe considerar la contribución de todo el sistema agroalimentario.

Así, en la fase de la producción primaria o la agricultura y ganadería en sí mismas, las emisiones de gases de efecto invernadero como metano y óxido nitroso son producto de la liberación de metano en los cultivos de arroz y las reacciones de digestión por fermentación entérica de los rumiantes o ganado bovino y ovino en su mayoría, que se libera a la atmósfera a través del estiércol, eructos y al descomponerse la materia orgánica, el segundo gas, es un subproducto de la fabricación de fertilizantes nitrogenados y minerales como el caso de la urea de síntesis química, el principal fertilizante comercializado a nivel mundial (Veroz y Carbonel 2015,1). Otras actividades de este sector también contribuyen a la emisión de gases como el uso de maquinaria agrícola y demás tecnologías que dependen de los combustibles fósiles como sistemas de riego tecnificados.

Se estima que el sistema agroalimentario contribuye con el 34% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, es decir, 18 Gt de CO₂, de las cuales el 71% son causadas por actividades agrícolas y cambio de usos de tierra, directamente por deforestación, el 29% restante, provienen de: venta minorista, transporte, consumo de combustibles en la producción, gestión de residuos, procesos de industrialización y embalaje (Crippa et al. 2021, 198).

La expansión de los monocultivos es una de las principales causas de deforestación legal e ilegal en el mundo, entre 2013 y 2019 alcanzó un 60% de la superficie que cambió de uso. Vale mencionar que la deforestación ilegal aumentó en 28% en comparación al período de 2000 al 2012 por incremento de cultivos como soya (93%) y palma africana (93%), así como por la ganadería (carne 81%) y los subproductos (cuero 87%). Otros productos que impulsan la deforestación ilegal son: cacao, caucho, café, maíz. Es así que Brasil, Indonesia y la República Democrática del Congo han sido los países con mayor deforestación mundial, en un orden de 52% entre el 2013 y 2019 (Dummet y Blundell 2021,3).

Para la Vía Campesina, la contribución del sistema alimentario agroindustrial a las emisiones de GEI es mayor, entre 44% y 57%, desglosados de la siguiente manera: la deforestación, principalmente por ampliación de la frontera agrícola aporta en 15 a 18%,

procesos agrícolas por uso de combustibles fósiles, insumos agropecuarios (fertilizantes y plaguicidas sintéticos), el excremento generado por la ganadería 11% al 15%, el transporte de alimentos, de materias primas y productos terminados viajan largas distancias hasta llegar al consumidor lo que genera 5-6% del total de las emisiones, y sin duda alguna, hay que considerar el aporte del procesamiento, empaque y embalaje de los alimentos en un 8 al 10%, la conservación de los alimentos en refrigeración (cadena de frío) y la venta al menudeo genera entre 2 y 4% del total de las emisiones, el 3.5 y 4.5% del total de las emisiones globales son producidas por los desechos de la industria alimentaria y cadena de suministros (La Via Campesina 2014, párr. 1-7).

1.2. Semillas industriales

Ceccon (2008), narra como las semillas fueron transformándose en una industria incipiente desde 1943, se instaló en México como una iniciativa de la Fundación Rockefeller a través del Programa Mexicano de Agricultura para mejoramiento de maíz y trigo utilizando materiales nativos del territorio, dándose la creación del Centro Internacional del Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y consecuentemente, las primeras variedades mejoradas de trigo. Esta situación sugirió el aumento abismal tanto de producción como de superficie a ser cultivada alrededor del mundo, gracias a la técnica de hibridación, lo que le permitió ser un componente importante en la revolución verde para entrar en los mercados capitalistas y la monetización de estos recursos. Pocos años después, estas prácticas y tecnologías de producción de semillas híbridas de maíz fueron establecidas en algunos países de Latinoamérica, como es el caso de Brasil y luego en Argentina.

La escalada política del tema de semillas mejoradas originó la participación de grandes fundaciones privadas que invirtieron ingentes capitales para la creación de centros de investigación especializados en los cultivos más importantes y rentables de interés mundial, al poco tiempo ya existía el Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), “regido” por las Naciones Unidas, sin embargo, era una herramienta para tener libre acceso al germoplasma colectado en países con recursos fitogenéticos de interés económico, el mismo que realizó su extensión en Latinoamérica a través de posgrados para profesionales agrónomos, cuya misión era instituir el nuevo modelo de producción progresista en los campos de la agricultura tradicional.

De esta forma, las prácticas culturales fueron modificándose al igual que los insumos, apareciendo fertilizantes y controladores de plagas y enfermedades sintéticos, ciertas maquinarias, así como las semillas certificadas, híbridas y demás que constituyen las semillas industriales (Ceccon 2008, 25).

Las semillas mejoradas son el primer escalón de la industrialización, principalmente aplicada para las plantas alógamas (de polinización abierta o cruzada que se fecundan con los granos de polen acarreados por diferentes vectores y cuya variabilidad es amplia) (Bravo 2015, 5) mediante la polinización controlada se obtienen plantas con diversas características deseadas como precocidad, mayor rendimiento, resistencia a algunas enfermedades y plagas, sequías, heladas.

Mientras que las semillas híbridas requieren procesos más específicos de selección, ya que, los progenitores del híbrido deben ser líneas puras autofecundadas en las que genética y fenotípicamente se encuentren marcadas las cualidades deseadas a transmitir, estos procesos de obtención de líneas puras tardan hasta 8 años y varias generaciones en obtenerse, así se garantiza la heredabilidad a la descendencia; estas líneas puras son cruzadas y se obtienen las semillas híbridas F1 que son totalmente uniformes y sus rasgos solo son estables en dicha generación, lo que permite una multiplicación de forma sexual para mantener el vigor alcanzado, más no así en la siguiente filial F2 en la que las cualidades se distorsionan y pierden el vigor híbrido (Ministerio de Educación Perú 2020, 3).

A manera de ejemplo se tiene a los cereales en general y específicamente al maíz y al girasol, otro tipo de semillas, las autógamias, que se autofecundan y mantienen poca variabilidad genética como el trigo y la soya son semillas cuya reproducción es más fácil de manejar al punto que la industria y la biotecnología han generado la tecnología de producir semillas estériles a partir de la segunda generación o filial (F2) (Bravo 2015,6).

Todos los procesos de fitomejoramiento conllevan etapas de selección, homogenización del material genético con las sucesivas autopolinizaciones controladas y uniformización de producción para elevar los rendimientos, requieren dependencia absoluta de paquetes tecnológicos (insumos fitosanitarios, fertilizantes, técnicas de cultivo, y otros) lo que aumenta la vulnerabilidad de las mismas al perder rasgos intrínsecos que a la naturaleza le tomó millones de años de evolución, disminuye la variabilidad genética, intraespecífica e interespecífica de las semillas y cultivares locales, nativos o criollos (Ceccon 2008, 25), lo que propicia la dependencia constante de recurrir al mercado muy bien surtido en cada campaña de siembra.

En torno al método adoptado, se generaron conocimientos relacionados con la tecnología del momento, aboliendo el conocimiento tradicional y ancestral para dar paso a la nueva forma de producir los campos y desarrollar la economía, se eliminó por completo las actividades de manejo del suelo con materia orgánica, el uso de variedades locales adaptadas a las condiciones climáticas de las zonas, poniendo en desuso y sin validez alguna a los paradigmas que tanto tiempo estuvieron vigentes (Huerta y Martínez 2018, párr. 25). Para ahondar la situación, la misma presión del proceso de transición de un paradigma a otro se va aunando con la hegemonía política y económica de ciertas empresas ya extendida en el planeta e inmiscuida en los organismos políticos mundiales que controlan el flujo y conservación de los materiales genéticos adquiridos sin ningún costo de las regiones biodiversas y devueltas al mundo y a esas regiones como bienes de consumo con un valor económico y protegidos por las leyes de propiedad intelectual, una relación poco equitativa pero muy presente en los actuales momentos en los países desarrollados versus países en vías de desarrollo.

En adición, la adopción de legislaciones internas en los países que protegen derechos de obtención de variedades sobre el derecho de propiedad común de los pueblos, la colección de germoplasma silvestre y semi domesticado (evidenciando la labor de los agricultores durante muchas generaciones) sin garantizar la protección sobre estos recursos. En perspectiva de la dinámica que muestra la industrialización de los recursos naturales (semillas) a través del apropiamiento del germoplasma se subyuga el bienestar de la humanidad por el usufructo de pocos (Ceccon 2008, 27-28).

Según Rodríguez (2011) y Perelmuter (2021) es importante mencionar que la expansión y establecimiento de este modelo se ha formalizado a través de dos estrategias que buscan impedir a los campesinos la producción, reproducción, multiplicación, intercambio y mejoramiento indefinido de las semillas sin dependencia del mercado en cada campaña de cultivo (Rodríguez 2011,31)

- a) Tecnológica: al tener el control de la producción de semillas comercializadas en todo el planeta (semillas híbridas, certificadas y transgénicas), lo que ha permitido en tres décadas la formación de oligopolios alrededor de los insumos agrícolas cuyos miembros realizan una u otra actividad relacionada, específicamente, en 2005, 10 empresas productoras de semillas (Monsanto, Dupont, Syngenta, Groupe Limagrain, KWSAg, Land O'Lakes, Sakata, Bayer Crop Sciences, Taikii, DLF Trifolium & Delta, y Pine Land) (Ceccon 2008, 28-29) acapararon el

49% del mercado y en 2007 controlaron el 57% del mercado global. Siendo Monsanto en 2005, la empresa que llegó a dominar más del 30% del mercado de semillas de Estados Unidos y consecuentemente controló el 20% de semillas de tomate y más de 30% de semillas de chile en el mercado mundial. En 2007 Monsanto, Dupont y Syngenta manejan el 44% de las patentes de semillas a nivel mundial (Rodríguez 2011, 39-40). Estas situaciones configuran un esquema específico que reemplaza la diversidad agroalimentaria de las localidades rurales, elevando el margen de erosión genética mundial hasta el 70% en un período de 50 años aproximadamente (Carrera 2014, párr. 7).

- b) Jurídica/ legal: a través de normas de propiedad intelectual impuestas por la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), patentes, leyes de semillas que exigen el registro y certificación de las semillas y legislaciones menores como normas fitosanitarias de alcance nacional, regional o internacional, buenas prácticas agrícolas (BPA) que fungen como certificaciones (como sucede en Ecuador), semillas de calidad y los contratos para el uso de semillas patentadas.

La UPOV es una organización internacional que otorga derechos de propiedad intelectual a los *obtentores de variedades* a través de un “certificado de obtentor” para usufructo exclusivo con dos excepciones no similares en las patentes, que para el 2011 se espera desaparezcan por las fuertes restricciones impuestas: una, a partir de la variedad o material “obtenida” se genere una nueva variedad y la segunda, dependiendo de cada país y su legislación se otorgue el “privilegio” al agricultor de la resiembra para autoconsumo. Esta modalidad solo contempla variedades vegetales, frecuentemente se aplica a las semillas híbridas de hortalizas que no representan variedades, pero cumplen los requisitos para que se les otorgue este tipo de derechos.

La *patente* es un derecho de monopolio y exclusividad por un tiempo definido que se le otorga al “inventor” al registrar *patentes por invención* (aplicadas solo a semillas transgénicas), despojando de la autoría innata a los agricultores que tienen una relación directa con la Naturaleza, es decir, solo el inventor puede vender, guardar o usar ese material genético para su usufructo sin excepciones, se pueden registrar tanto especies vegetales

como animales, estructuras (genes, secuencias génicas, células, cultivo de tejidos), partes u órganos de plantas (como granos de polen), métodos y procedimientos para producir híbridos y transgénicos.

Las *Leyes de Semillas* son instrumentos regulatorios que obligan a registrar y certificar bajo procesos de contrato y estandarización, fiscalizar las semillas para que puedan ser comercializadas bajo esquemas de “seguridad fitosanitaria” obligando al uso de dichos materiales genéticos en la actividad agrícola, criminalizando la actividad de los sistemas alternativos de diversificación de semillas, impide la libre circulación e intercambio de semillas autóctonas o nativas al no ser objeto de certificación (Perelmuter 2021, párr. 11, 14, 16). Actualmente, se busca reformar las leyes de semillas en Latinoamérica por ser el mercado en expansión para las multinacionales con el afán de aumentar el control sobre las semillas, es así que, en Colombia, en 2013, los cultivos de arroz y algodón son los más afectados, además de maíz, papa, fréjol y otras especies, porque han sido blanco del decomiso de millones de toneladas de semilla certificada que ha sido guardada por los agricultores y en cuyas regiones ya no existen semillas autóctonas. En países como Argentina y Brasil, las transnacionales han conseguido legalmente el aumento de regalías por el uso de las variedades patentadas de soya, sin embargo, hay grupos de productores que se niegan a esos pagos por considerar la caducidad de la patente, también se manifiesta la coexistencia de los productores pequeños que apuestan a las semillas nativas mientras que las semillas industriales ganan espacio en ese mercado. En este país la semilla local es destinada para la agricultura familiar siendo difícil el cumplimiento de la premisa. En el Ecuador, el registro de semillas lo hace el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) como entidad de investigación pública. Los *contratos* son impuestos por las empresas dueñas de las semillas mejoradas a los agricultores, comprometiéndoles a: comprar semillas para cada campaña de siembra, sin derecho a guardarlas, comprar la semilla solo a distribuidores autorizados, permitir el monitoreo y georreferenciación de los campos a donde se cultiva sus semillas y el cumplimiento de los términos del contrato a cargo de supervisores (Bravo 2015, 6-37).

1.3. Agricultura campesina, diversificada y cambio climático

Los sistemas campesinos de producción agrícola tradicional¹ presentan muchas similitudes con los sistemas naturales, ya que, de forma eficiente e integral manejan el suelo, agua y la biodiversidad (principalmente las semillas). Tienen como principio el reciclaje de nutrientes, la adición de ingentes cantidades de materia orgánica al suelo a través de compost, estiércol, hojarasca, residuos de cosecha, abonos verdes. De esta manera se garantiza la salud microbiológica y características físico-químicas del suelo, así como la calidad del mismo. El manejo de la biodiversidad fomenta una amplia red de interacciones, de especies, de funciones, de manera que la redundancia de las mismas procura el mantenimiento de las funciones ecosistémicas, el equilibrio del sistema, y, por lo tanto, la baja incidencia de plagas y enfermedades al tener condiciones de homeostasis adecuadas (Altieri y Nicholls 2013, 13).

La biodiversidad procura una amplia y variada gama de alimentos. Altieri y Nicholls, (2007), señalan que los sistemas productivos constituyen verdaderos acervos *in situ* de la diversidad de cultivos asociados. Por ejemplo, en Latinoamérica, hasta el 90% de las variedades de fréjol son cultivadas con maíz y papas; hasta el 60% del área total de maíz es cultivada en asociación con otros cultivos. Por otro lado, en la zona andina la diversidad intraespecífica se presenta con mucha frecuencia, se puede encontrar hasta 50 variedades de papas dentro de un mismo sistema de producción. En la zona tropical, en cambio, es muy alta la diversidad interespecífica, los sistemas agroforestales pueden tener más de 100 especies de plantas anuales y perennes. Además de alimentos, la biodiversidad se usa como medicina, materiales de construcción, leña, piensos, etc.

¹ Sistemas de producción agrícola tradicional se entiende a las producciones sostenibles y resilientes manejadas por los pequeños agricultores o campesinos en superficies pequeñas que juegan con la composición paisajística que combina los policultivos y subsistemas agroforestales, similares a lo que sucede en la naturaleza, esta provisión variada de especies proporciona tanto alimentos (autosuficiente) como ingresos económicos de los remanentes de la producción, al imitar un sistema natural permite el equilibrio de los componentes bióticos que allí se desarrollan, por lo que las plagas y enfermedades encuentran su autocontrol, la tecnología es incipiente en cuanto a maquinaria y recursos externos lo que maximiza la mano de obra familiar y los recursos disponibles. Se pueden encontrar múltiples especies domesticadas junto a sus parientes silvestres en distintos pisos climáticos y orografías variadas. Aprovecha eficientemente la luz solar, agua de lluvia, nutrientes del suelo y la macro y microbiota existente (M. Altieri y Nicholls 2007, 16-17)

El trabajo o laboreo (generalmente manual) que se torna eficiente en un ámbito colectivo o familiar utilizando al máximo los recursos disponibles con tecnologías sencillas que optimizan la producción (Altieri y Nicholls 2007, 16-18).

Considerando el funcionamiento de la naturaleza y las analogías que suceden dentro de estos sistemas agroproductivos, la Agroecología como una ciencia y herramienta holística es una agricultura de procesos, cimienta sus pilares tanto en la lógica indígena como en la campesina en un contexto socioeconómico, cultural y medioambiental determinado, lo que requiere alta adaptabilidad, experimentación y comprensión de las externalidades, este modelo de agricultura despliega su doctrina en algunos principios que dada la importancia de ellos, se citan a continuación:

1. Las relaciones bióticas y abióticas que se desarrollan en los sistemas donde la biodiversidad origina la homeostasis del medio proporcionando servicios ecosistémicos que impactan local, regional y mundialmente.
2. La gestión, manejo y conservación del suelo y agua que desde un punto de vista integral sustentan a los agroecosistemas dentro un círculo virtuoso y dependiente entre sí, por ejemplo, el reciclaje de energía y nutrientes sin depender de recursos externos.
3. La variabilidad inter e intraespecífica que está constituida tanto de especies cultivadas (de uso alimenticio) como de especies en proceso de domesticación y parientes silvestres que amplían la gama de posibilidades de obtención de nuevos productos con diferentes usos y soporte a la seguridad y soberanía alimentaria local y nacional, como el caso de una composición agrosilvopastoril en donde existen especies forestales, perennes, anuales, herbáceas y arbustivas.
4. La resiliencia y adaptabilidad que permiten minimizar la vulnerabilidad y enfrentar los riesgos ante los efectos de eventos fortuitos con enfoque local
5. Los conocimientos tradicionales en constante actualización mediante la observación y experimentación diaria en el contexto campesino como la selección de plantas que realizan los campesinos, las mejores conservan para semilla y las demás para el autoconsumo, el intercambio de las semillas con los vecinos, la preferencia de uso de semillas nativas adaptadas al medio, las asociaciones de cereal-leguminosa.
6. La organización social y valores culturales que permiten a través de las costumbres y tradiciones el desarrollo de las actividades agrícolas, rituales y la constitución de marcos normativos internos y colectivos para el acceso a recursos

y reparto de utilidades (Rosset y Altieri 2018, 31-34) (M. A. Altieri y Toledo 2010, 168).

Los sistemas agrícolas tradicionales, así como los sistemas agroecológicos, se caracterizan por su complejidad, la interacción dinámica entre los componentes bióticos y abióticos en un sistema que permite a través de dicha complejidad el aumento de amortiguamiento, adaptación y mitigación a nuevas condiciones después de un disturbio climático.

El incremento de materia orgánica en el suelo favorece la retención de humedad por la presencia de micorrizas evitando impactos fuertes por sequías y posible erosión, la biodiversidad procura un efecto positivo de amortiguamiento y recuperación continua ante la variabilidad climática, ya que siempre se contará en el sistema con especies que cumplan la misma función ecológica en lugar de otra, finalmente, la producción diversificada permanente, constante y escalonada minimiza el riesgo de pérdida por causa de una externalidad (Altieri y Nicholls 2013,3).

Tal como se puede apreciar, la diversidad tiene un rol fundamental en estos sistemas, especialmente las semillas son el principio del sistema, aseguran su mantenimiento y la producción de alimentos. En el siguiente apartado se aborda este tema con mayor amplitud.

Pese a lo descrito anteriormente, es innegable que conceptos y prácticas culturales han calado profundamente en el imaginario social campesino al punto en que no se podrían diferenciar algunas prácticas comunes agrícolas provenientes de la agricultura convencional con base en la revolución verde de las actividades practicadas en la agricultura familiar, campesina y diversificada, al punto de presentar en el campesinado subordinaciones económicas, culturales, tecnológicas y políticas que configuran la realidad actual del sector agropecuario a nivel global (Huerta y Martínez 2018, parr 28). Los impactos causados por esta intromisión en los modos de vida en el campo (amplia diversidad a monocultivos) merman la homeostasis de los ecosistemas, la salud humana y la sostenibilidad de la economía rural al requerir capitales grandes de inversión para cubrir los costos de producción que exigen los paquetes tecnológicos (insumos fitosanitarios y fertilizantes, sistemas de riego y semillas) de los que dependen constantemente (Caldas 2013, 8).

1.4. Semilla campesina

El término “semilla” puede interpretarse desde varias dimensiones, sin embargo y por si sola significa el inicio y el fin de la “vida”, constituye la base de la alimentación y sustento de la humanidad (Canasta Solidaria Mikhuna Kachun 2020, párr.1).

Desde el surgimiento de la agricultura el manejo y la domesticación de las especies fueron actividades cotidianas que permitían a la naturaleza y al ser humano, comulgar, experimentar, generar relaciones, conocimientos y estrategias para continuar la selección de las semillas para satisfacer las necesidades de alimentación, sustento, diversidad y productividad, resiliencia, resistencia a eventos (Grain 2018, 11) con la expectativa de aumentar los rendimientos de producción en campo y

Además, están arraigadas con la identidad y cultura de los pueblos, su cosmovisión: símbolos, creencias religiosas, filosofía, expresiones de arte e ideologías (Canasta Solidaria Mikhuna Kachun 2020, párr. 5,8). Están asociadas a las tareas del campo como las técnicas de cultivo, clasificación, reproducción, adaptación, selección, conservación y distribución de semilla. Estas actividades están ligadas y frecuentemente acompañadas con cantos, bailes, tejidos, bordados y rituales que exaltan la labor, importancia comunitaria y su expresión de vida, es el acompañamiento de alegría que representa la subsistencia y desarrollo de los pueblos a través de la respetuosa utilización de los recursos naturales (De La Cruz 2010, 1).

Las semillas han sido y son producidas por manos campesinas, indígenas, comunidades locales de todas las latitudes del planeta, son parte de su historia, identidad y cultura. Las mujeres tienen un rol fundamental en los procesos de mejoramiento y conservación, de esa diversidad, que en la actualidad también significa abundancia, diversidad, generosidad, sabiduría, resistencia y libertad, ahora expresadas en las actividades de intercambio y comercialización (Rodríguez y Meza 2016, 49) (Canasta Solidaria Mikhuna Kachun 2020, párr. 11, 17) (La Vía Campesina 2004, párr. 18).

En el contexto cultural campesino, las semillas representan riqueza, es un recurso muy valioso usado como regalo, como símbolo religioso en ceremonias o como recompensa o pago por actividades en el campo (Altieri y Nicholls 2019,22). Cada etapa de cultivo, selección conservación, almacenaje e intercambio de la semilla es conducida con una lógica empírica y acompañada de respeto y rituales que exaltan el precepto de “vida” que lleva en su interior, como ejemplo, la cosmovisión andina percibe a la semilla como un ser que “tiene vida, espíritu y memoria”(Canasta Solidaria Mikhuna Kachun 2020, párr 7).

Las comunidades y familias campesinas han usado sus parcelas, huertos o chacras como campos de experimentación para producir alimentos, pero al mismo tiempo para coleccionar, crear y mantener biodiversidad, para estructurar composiciones paisajísticas dentro del agroecosistema en los que se conjuga la variabilidad inter e intraespecífica sin que los tecnicismos los confundan ni distraigan de su misión de conservar, mejorar, seleccionar, diversificar, darles nuevos usos e intercambiar esos materiales vegetales. De esta manera, el conocimiento tradicional se origina a través del empirismo colectivo, de la experiencia de vida, inmersa en la naturaleza, buscando formas para enfrentar eventos climáticos y variabilidades del clima, teniendo que adaptarse a su ubicación geográfica.

La domesticación de los cultivos utilizó a la semilla como la estructura especializada para obtener mejores características en generaciones consecutivas a través de la selección de los mejores individuos (plantas) con apariencia deseada y cruzamientos sucesivos hasta obtener filiales con la presencia permanente del rasgo deseado (Grain 2018, 11-18) (Grain 2017,1). Estos son «los conocimientos tradicionales (...) aquellas sabidurías ancestrales y conocimientos colectivos e integrales que poseen los pueblos indígenas, afroamericanos y comunidades locales fundamentadas en la praxis milenaria y su proceso de interacción hombre [ser humano]-naturaleza, y transmitidos de generación en generación, habitualmente de manera oral» (De La Cruz 2010,1)



Figura 1. Variedades de fréjol colectadas en las provincias de la Sierra Ecuatoriana,2017
Autor: Jenny Garcés

El acervo comunitario de conocimientos es muy amplio, contempla las formas de producción, los usos de los cultivos, gastronomía, técnicas y estrategias que les permitan obtener producciones bajo situaciones adversas, es decir, reducen el riesgo ampliando la posibilidad de cosecha mediante el manejo de todos los recursos a su disposición y contemplando las externalidades causadas por la variabilidad climática. (Grupo Semillas 2018, 3,6,25,33) (Grain 2018,8,12) (Grain 2017,1). Es importante resaltar el papel fundamental que tienen las mujeres campesinas como colectoras de los mejores materiales genéticos, conocedoras empíricas de los mejores fenotipos (Angarita 2016,65).

A continuación, se mencionan algunas estrategias practicadas para mantener, conservar e incrementar la diversidad de las semillas:

- Manejo inteligente de la agrobiodiversidad dentro del sistema de producción, teniendo en cuenta que épocas secas cuando sería más probable obtener cosechas de variedades precoces, que no sufran estrés hídrico por períodos largos o sembrar variedades resistentes a las heladas, a las lluvias, al acame cuando se presenten estas condiciones desfavorables o sembrar varias variedades al mismo tiempo o en forma escalonada, asociaciones de cultivos, de esta manera, si se presenta algún disturbio tendrán producciones de alguna de las variedades sembradas (Rodríguez y Meza 2016,29). Una estrategia actual de sustento, conocida por las familias campesinas es dedicar una parte de su tierra para sembrar variedades comerciales que les servirán para comercializar y percibir réditos económicos, mientras que en una superficie menor se mantiene su huerto familiar con policultivos y diversas especies útiles para su subsistencia.
- El conocimiento y manejo de bioindicadores de predicción climática basados en la percepción colectiva, utiliza esta “hipótesis campesina” para adaptar los ciclos de siembra y establecer calendarios agrícolas y estrategias de cultivo (variante de suelo y semilla) específicos para diferentes altitudes y localidades, según la ocurrencia de cada posible escenario bajo estos esquemas construidos, estas prácticas han sido muy aplicadas en los valles de altura de la región Andina (M. a. Altieri y Nicholls 2013,91)
- Creación de zonas geográficas que funcionan como microcentros de agrobiodiversidad de especies tradicionales adaptadas a las condiciones de

altitud evitando la erosión genética de variedades locales y poniendo a disposición de los agricultores semilla adaptada a condiciones de cambio climático, esta estrategia nueva para la región Andina combina la conservación de las especies alimenticias que con la presión de las condiciones climáticas de la zona fuerzan la resistencia para la adaptación a los eventos climáticos abruptos (FAO 2022, párr. 5-6).

- Establecimiento de casas comunitarias de semillas o bancos de semillas comunitarios en localidades agrícolas cuyos principios se basan en la identificación de los custodios de semillas que manejan y conservan una alta diversidad biológica, en el rescate de dichas especies a través de la multiplicación y uso de la misma poniendo a disposición la semilla para los agricultores locales, acompañado siempre una capacitación complementaria de la forma de cultivo, asociación de cultivos, potencial nutracéutico, formas de preparación. Estas prácticas ya se ven implementadas en varios países y zonas agrícolas del mundo (Ortiz, Díaz, y Ángel 2019, 32)
- Organización de ferias de intercambio de semillas con el ánimo de concentrar en un lugar y de forma itinerante a los campesinos progresistas que encuentran sentido al manejo agroecológico, a la conservación y mejoramiento de las semillas nativas, criollas o locales considerado como patrimonio alimentario para su propio consumo o para compartir con otros agricultores las semillas y productos, fruto de sus experiencias, estimulando la libre distribución e intercambio de semillas y saberes, también tiene fines de comercialización y como un efecto secundario, la recuperación de especies nativas que habían sido olvidadas. Como muestra de exposición, se da espacio a los usos y productos obtenidos por las manos campesinas artesanas, muy importante resaltar la amplia y variada gastronomía que se desarrolla en cada localidad donde es rica en diversidad agrícola, los usos no siempre son alimentarios también hay variedades en exposición de semillas y plantas medicinales, aromáticas, forestales, plantas y árboles para cestería, artesanías en madera y un sinfín de productos provenientes del campo (Grain 2017, 3-4,6)

Actualmente, todos estos conocimientos, prácticas y estrategias son indispensables para enfrentar los impactos del cambio climático y garantizar la provisión

de alimentos sanos en el mundo. Como se mencionó anteriormente, la adaptación al cambio climático se la puede percibir desde varias aristas, una de ellas, la diversidad de los sistemas productivos, cuya heterogeneidad aumenta las probabilidades de obtener cosechas de varios productos después de un evento climático devastador, y la capacidad del sistema para enfrentar plagas, enfermedades, sequías, etc.

Otra forma de adaptación es la aplicación de los conocimientos tradicionales, locales a través de signos y señas que funcionan como indicadores de predicción climática basados en la observación del clima durante miles de años y transmitidos como herramienta práctica para avizorar todos los posibles escenarios, teniendo una estrategia para paliar cada eventualidad, ejemplos muy comunes y prácticos se citan a continuación: el conocimiento del tiempo atmosférico en zonas de sequía funciona como una alerta temprana, el conocimiento de los patrones de viento funciona para la construcción de cortinas rompevientos, siembra de cercas vivas y selección de especies resistentes al acame. Además, estas formas de conocimiento permiten establecer los tiempos de cultivo y estructurar la calendarización agrícola de forma local (Ibañez et al. 2020, párr. 34-36)

Capítulo segundo

Agricultura, agrobiodiversidad y cambio climático en Ecuador

Según la Estrategia Nacional para la Igualdad de la Igualdad y Erradicación de la Pobreza, en 2014, se contextualizó a la agricultura en el Ecuador bajo los siguientes parámetros: 7.4 millones de hectáreas ocupadas en la producción primaria de cultivos, distribuidas en la zona continental e insular, en su mayoría en la Costa (46%), seguida por la Sierra (38%), con menor participación la Amazonía y Región Insular (18%). Los cultivos predominantes en territorio nacional son los pastizales cultivados (30%), pastos naturales (12%), los cultivos de exportación que son permanentes (12%) y los cultivos que generalmente son para consumo interno, cultivos transitorios y barbecho (9%). En cuanto a la distribución geográfica del total de la superficie agrícola las provincias que más participan son: Manabí concentra el 16.9%, Guayas con 11.0%, Loja con 7.3%, Los Ríos con 7.6% y Esmeraldas con 6%, tomando en cuenta que en las últimas tres décadas la frontera agrícola se ha ido expandiendo de manera que la aptitud agropecuaria nacional ha sido rebasada.

Por otro lado, la ganadería y la producción de leche ha incrementado su actividad en el periodo 2007 y 2012 en 19.2%, por lo que, las tierras de cultivo se han sido transformadas en pastizales, causando la homogenización de los agroecosistemas y por ende la pérdida de la biodiversidad, principalmente en la Sierra, donde se practica agricultura familiar.

En la Costa y Amazonía la actividad agrícola ha incrementado la superficie de monocultivos tanto para palma africana como caña de azúcar, en tan solo la última década (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo y Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza - 2014 2014, 156-159). En el 2020, la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua presenta datos de la superficie total plantada de los principales monocultivos: siendo predominante el cacao con 39.25%, palma africana con 17.07%, banano con 10.97%, plátano con 9.67%, caña de azúcar 9.44% y otros cultivos permanentes con 13.60% (ESPAC 2021, 9).

La agricultura en la Sierra se caracteriza por ser familiar de subsistencia, es decir, solo la familia (especialmente las mujeres) es la que participa sin remuneración como mano de obra para desarrollar las actividades dentro de la chacra sin que exista la

contratación de personal de forma permanente. Los ingresos familiares son diversificados, provienen de remesas, bonos de desarrollo humano o de salarios conseguidos fuera de las actividades agrícolas, las provincias donde predomina esta situación son Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua, Cañar y Azuay debido a que la tenencia de tierra es de tipo minifundista, existencia de otras actividades principalmente industriales como la minería, o de tipo agrícola industrial y la migración principalmente en la Sierra sur. Es importante mencionar que la Agricultura de la Sierra está estrechamente ligada a las comunidades indígenas y minorías, a la pobreza rural incrustada y fomentada por la inequidad social (Martínez Valle 2013, 1-49).

En otro escenario del panorama agrícola la fuerte incidencia de la agroindustria relacionada con monocultivos de flores y hortalizas van ganando espacio, acaparan la tierra de los minifundistas y los convierten en asalariados, o adeptos de la misma lógica capitalista y compiten por los recursos como agua (sistemas de riego comunitario a través de acequias) y suelo en una relación con muchas desventajas sobre todo de tipo económico, político y legal (Recalde 2021, 18).

A continuación, se enlistan los 5 principales cultivos producidos en cada provincia de la Sierra en el año 2021 en orden descendente de superficie cosechada:

- Carchi: papa 4021 ha, arveja tierna 2544 ha, aguacate en fruta fresca 2239 ha, trigo 2325 ha y cebada 1986
- Imbabura: maíz suave seco 3834 ha, plátano 2030 ha, caña de azúcar 2462 ha, fréjol seco 1800 ha, maíz suave choclo ha
- Pichincha: Cacao 9059 ha, palma aceitera 4907 ha, maíz suave choclo 2803 ha, maíz suave seco 2627 ha y palmito fresco 2134 ha
- Cotopaxi: cacao 12289 ha, maíz suave seco 7910 ha, brócoli 5633 ha, banano 5224 ha y caña de azúcar 3607 ha
- Tungurahua: papa 2330 ha, maíz suave choclo 1983 ha, brócoli 1131 ha, cebolla blanca 1020 ha, haba tierna 873 ha
- Bolívar: cacao 19670 ha, maíz suave seco 12903 ha, maíz suave choclo 11368 ha, naranja 7377 ha y fréjol seco 6924 ha
- Chimborazo: fréjol seco 6583 ha, maíz suave seco 3767 ha, cebada 3345 ha, papa 2556 ha y maíz suave choclo 1574 ha
- Cañar: caña de azúcar 26665 ha, cacao 4309, banano 3495 ha, maíz suave seco 2392 ha y caña de azúcar para otros usos 2122 ha

- Azuay: maíz suave seco 7118 ha, fréjol seco 4357 ha, cacao 3232 ha, papa 1626 ha y haba seca 642 ha
- Loja: maíz duro seco 19213 ha, arroz 14391 ha, maíz suave seco 4537 ha, café 2636 ha y fréjol seco 3027 ha (MAG 2023)

Estos datos son reportados por el Ministerio de Agricultura y corresponden principalmente a rubros provenientes de la agricultura convencional, lo que se evidencia por la superficie cosechada de monocultivos comerciales, sin embargo, y relacionando las pequeñas superficies cosechadas (cultivos diversificados) de granos, raíces y tubérculos andinos, frutas y hortalizas se deduce que aquellas producciones provienen de la agricultura familiar campesina y se comercializan en los mercados locales.

Esta intensificación de monocultivos de la agricultura industrial ha traído consigo el desequilibrio de los sistemas productivos al ejercer tanta presión sobre recursos como suelo y agua, teniendo un 37.45% de pérdida en la fertilidad de suelos y como consecuencia final, se pone en riesgo la soberanía alimentaria, concentra el 80% de la superficie cultivable en un 15% de unidades de producción agropecuarias (UPA), utiliza el 63% del agua para riego (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo y Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza - 2014 2014, 159-160).

1. Cambio climático y agricultura en Ecuador

El inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero para el Ecuador hasta el año 2018 se cuantificó en 75326, 87 Gg Co₂ -eq o 75'326.870 toneladas Co₂ -eq presentando una disminución del 6.45% desde el 2012. Siendo el sector energético el que aporta el 51% de las emisiones totales, seguido del sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) con aporte del 21,6% (16'282.860 toneladas Co₂ -eq), luego se encuentra el sector Agricultura con el 20,8% (15'699.450 toneladas Co₂ -eq), los sectores que menos contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero son el de Residuos con el 3.4% y el de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) con el 3.2%.

En cuanto al sector agrícola y las emisiones que produce de acuerdo a las actividades inherentes, la ganadería (fermentación entérica y gestión del estiércol) representa el 63.81% del total de las emisiones del sector, se adiciona las fuentes

agregadas y fuentes de emisión de NO-CO₂ de la tierra (actividades como quema de biomasa en el campo, encalado, fertilización con úrea, emisiones directas e indirectas de N₂O por gestión de estiércol y cultivos de arroz) que aporta con el 36.19%. En cuanto al tipo de gas emitido se muestra que el 66% de las emisiones generadas son metano (CH₄), el 33% es óxido nitroso (N₂O) y el 1% corresponde a CO₂.

Las emisiones provenientes del cambio de uso de suelo (UTCUTS) corresponden al orden del 21.6 % de las cuales las tierras de cultivo (cambio de uso de suelo hacia cultivos anuales, perennes y pastizales incluyendo tierras convertidas en tierras de cultivo) emiten gases de efecto invernadero en 88.77% de las emisiones del sector, en mucha menor proporción hay emisiones provenientes de los pastizales (2.94%), humedales (2.48%) y la quema de biomasa por incendios forestales (0.07%) que están relacionadas con la agricultura. En cuanto al tipo de gas emitido se muestra que el 99.93% corresponde a CO₂, el 0.05% es metano (CH₄) y el 0.02% es óxido nitroso (N₂O).

Este sector, además de generar emisiones de gases de efecto invernadero también tiene la capacidad de absorber CO₂ a través del mecanismo de absorción que tienen los bosques, este rubro asciende a 24'649.580 toneladas CO₂ -eq, en el año 2018 (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2022, 18, 36-38).

Existen otros factores que agravan esta situación: el crecimiento demográfico en las ciudades, hábitos de consumo y estilos de vida que buscando bienestar y comodidad aumentan el consumo de energía en todas sus formas posibles como: cocción y conservación de alimentos, iluminación, transporte, uso de aparatos eléctricos, así también, la transición tecnológica cada vez más frecuente y rápida (Chávez y Burbano 2021, 23).

Según la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador, en 2012, muestra la contribución del sector de la agricultura en el Ecuador a las emisiones de gases de efecto invernadero en el período de 1990 hasta el 2006 fue 159 MTon de CO₂ eq a 210 MTon de CO₂ eq, es decir, se incrementó en 24%, en dicho período. Sin embargo, vale mencionar que la deforestación es un proceso asociado a la agricultura que también es causa y efecto del cambio climático, las provincias de la Sierra ecuatoriana: Azuay, Loja y Chimborazo presentan cifras anuales de deforestación hasta de 2860 ha, desequilibrando el sistema climático de la zona con la pérdida de diversidad, aumento de temperatura y variación en los patrones de lluvias, lo que ha permitido diagnosticar a los cantones de Alausí, Colta, Guamote y Pujilí como zonas de mayor vulnerabilidad ante el

cambio climático (Chávez y Burbano 2021, párr. 15), siendo éstos, reservorios de agrobiodiversidad como se analizará en los siguientes capítulos.

De forma general se pueden citar pérdidas de producción y deterioro de la agrobiodiversidad por causas ya mencionadas, sin embargo, la vulnerabilidad de la agricultura, especialmente la que se practica a pequeña escala se verá afectada por la disponibilidad de agua en las zonas medias debido a la alteración de los patrones de lluvias y evapotranspiración, y en las zonas más altas, por el deshielo. Por otro lado, el aumento de superficie de los monocultivos tradicionales (banano, café y cacao) y no tradicionales (flores, abacá, tabaco, brócoli y frutas) impactan en la ecología de los sistemas productivos y en el desincentivo de los agricultores a mantener la diversidad para involucrarse en la agricultura industrial.

Además, el impacto por eventos climáticos como El Niño y La Niña (ENSO) golpean la producción agrícola de diferente manera en cada región, ya que aumenta la temperatura, aumenta el nivel del mar y altera el patrón de lluvias, principalmente, provocando inundaciones de tierras bajas cultivadas, aumentando la humedad relativa ambiental, proclive para el desarrollo de fitopatógenos. Es el caso del fenómeno de El Niño del año 2015-2016 que fue catalogado como uno de los más fuertes vividos y coincide con el aumento de 1 °C en la temperatura que lo calificó como el año más caluroso hasta la actualidad (Toulkeridis et al. 2020,7) En adición, las sequías son problemas recurrentes (con años más marcados que otros) para algunas provincias de la Sierra centro como: Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo cuyo impacto ha llegado a superar el 98% de la superficie cultivada (Ministerio del Ambiente (MAE) 2012, 24-25,30).

1.1. Breve caracterización de la agricultura campesina en Ecuador

La actividad agrícola campesina en el Ecuador se desarrolla en su mayoría bajo la organización productiva y dependiente de la mano de obra familiar (50% no es remunerada), de esta forma, 425.594 predios (Valeria Recalde 2021, 5-6), es decir el 75% de UPA corresponden a la agricultura familiar campesina concentrada en un 17% de la superficie cultivable total, ocupa el 37% de agua para riego (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo y Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza - 2014 2014, 159-160), el 85% de las UPAS tienen superficies entre 0 y 10 (Valeria Recalde 2021, 6), el 11% de la población ecuatoriana se encuentra realizando este tipo de

actividades como medio de subsistencia, genera anualmente menos de \$ 10000, y reúne actividades tanto agrícolas como forestales, pecuarias, acuícolas y pesqueras que son realizadas por los miembros que conforman una familia, manejan recursos como: maquinaria, tierras, insumos y el conocimiento tradicional de dichas actividades. Las utilidades obtenidas por la venta de dichos productos son reinvertidas en el mismo seno familiar para su sustentación.

El 64% de la producción agrícola y el 60% de los alimentos consumidos en territorio nacional tienen el mismo origen, la agricultura familiar campesina (Morales y Mideros 2021, 7-8).

Estos alimentos, debido a la diversidad de los sistemas campesinos, tal como se señaló en el capítulo primero, provee una gran variedad de alimentos como: alfalfa, arroz, acelga, aguacate, ajo, ajonjolí, apio, arveja, cacao, café, cebada, cebolla paiteña, cocos, culantro, frijol, maíz, maní, maracuyá, papas, papaya, plátano, soya, yuca, camote, caña de azúcar panelera, chochos, ciruelas, col, durazno, espinaca, frutillas, habas, lechuga, limón, mandarina, mango, manzana, melloco, melón, morocho, nabo, naranja, naranjilla, pepino, pimiento, quinua, sandía, tomate de árbol, tomate riñón, trigo, zanahoria amarilla y muchos más (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo y Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza - 2014 2014, 160).

Si bien es cierto, la vocación de este tipo de agricultura es autosustentar a las familias campesinas, supone como siguiente razón de la producción, la venta para obtener mayores ingresos y mejorar las condiciones de vida, dentro de este contexto, es importante diferenciar las orientaciones de producción de los cultivos comercializables, es decir, los que son exclusivamente cultivados para el uso agroindustrial que se representan en monocultivos (café, cacao) exportables y para consumo de agroindustria nacional (arroz, maíz duro) y los productos diversos que provienen de formas de producción en asocio y cuyos destinos son el aprovisionamiento de la familia y los mercados de abastos de productos frescos (Recalde 2021, 5-6).

Al ejercer presión en los medios de producción por intervención de la ideología capitalista y la revolución verde, provocan efectos en cadena que repercuten tanto al ambiente, a la salud humana, al deterioro del tejido social asociado a la agricultura y por supuesto a la economía familiar. La adición de todos estos aspectos conforma la realidad y la crisis del agro ahondada por la falta de políticas de mercado e incentivos que permita surgir a la clase campesina a través del trabajo agropecuario.

La influencia del paradigma de la intensificación es la pérdida de la diversidad por el uso de semillas mejoradas que son insumos prioritarios para las producciones exportables, tanto así que el 70% de las UPA (Recalde 2021, 7) dedican sus actividades a las especies homogéneas que generen volúmenes útiles y son acopiados para la venta externa, de esta forma, en 2021, se registró el uso de semillas mejoradas en 43.7%, 14.9% con semillas híbridas y 41.4% con semilla común de la superficie con cultivos permanentes, en cuanto a la superficie ocupada con cultivos transitorios el 38.3% utilizó semilla certificada, 17.1% con semilla mejorada, el 3.2% con semilla híbrida y el 41.4% con semilla común. (INEC 2022, 8). Estas adopciones de tecnologías son estimuladas por el Estado que entregan semillas certificadas, desplazando a las semillas campesinas, como una forma de ordenamiento territorial desde lo político-público sin tomar en cuenta la interculturalidad que connota esta actividad (Recalde 2021, 14).

Por otro lado, el paquete tecnológico que exigen los cultivos de alto rendimiento requieren el uso de herbicidas para eliminar toda especie vegetal que compita por espacio, luz solar, nutrientes y agua que impida el desarrollo de las semillas comerciales en todo su ciclo fenológico, de esta manera a más de suprimir las “malezas” también se eliminan otras especies que forman parte de la composición paisajística y que cumple una determinada función ecológica, no se puede dejar de mencionar la extrema toxicidad de estos fitosanitarios al ser aplicados y la residualidad que persiste tanto en el suelo, agua, productos de la cosecha.

De la misma manera sucede con los insecticidas, que al no ser estrictamente específicos para las especies “plaga” eliminan de forma absoluta a otras especies “benéficas” o presentes que realizan el control de plagas en estado natural o que fungen como polinizadoras, nuevamente se recalca la toxicidad tanto para especies animales y para los humanos, la contaminación de suelo, aire, agua y la residualidad que se presenta en los frutos que son ingeridos como alimentos.

Otro efecto de utilización de insumos sintéticos es la contaminación y dependencia que provocan los fertilizantes al requerir cada vez mayores dosis entre una campaña de siembra y otra, lo que incurre en la erosión de la matriz del suelo por acumulación de metales pesados, de sales que no pueden ser asimiladas por el sistema radicular de las plantas, también por el cambio de estructura y compactación del suelo. En adición, la pérdida de la diversidad de los agroecosistemas que producen bajo este modelo, no son sostenibles y a medida que se intensifican las actividades van perdiendo su capacidad de resiliencia y adaptación, disminuyen sus capacidades de

amortiguamiento y resistencia ante cualquier disturbio sea de origen natural o antrópico (Caldas 2013, 18-20), (Peñaherrera et al. 2021).

2. Semillas en Ecuador

La concentración de la diversidad de los cultivares alimenticios y agrícolas en un territorio tan pequeño como el Ecuador se debe a su ubicación geográfica en el neotrópico, al encontrarse tres de los diez “hot spots” de diversidad mundial representados en los bosques húmedos del noroeste, las caras externas de la cordillera y los bosques amazónicos del noreste, a las condiciones climáticas y ecológicas (como la presencia de la Cordillera de los Andes y la influencia de las corrientes oceánicas) (INABIO 2022, párr. 1-2), sistemas de producción tradicionales y culturalidad que han permitido generar, ampliar y mantener la variabilidad local de la agrobiodiversidad que en medio de los Andes se ha desarrollado.

Según Parra (2014), Vavilov, en el siglo pasado determinó las regiones consideradas como centros de origen de plantas cultivadas, donde los paisajes en aislamiento como islas y montañas han sido escenario o laboratorios vivos de los procesos de domesticación mediante la intervención humana, presentan formas endémicas vegetales muy diversas, muy ricas inter e intraespecíficas, uno de esos centros (Andino o Sudamericano) ubica al Ecuador y otros países más de la región como el *origen* de aproximadamente 45 especies de papas, tubérculos, granos andinos, vegetales, especies frutales y drogas (Parra 2014, 20), los más relevantes son: papa (*Solanum tuberosum*), el fréjol (*Phaseolus vulgaris*), el tomate (*Solanum lycopersicon*), el ají y pimiento (*Capsicum* sp.) y el zapallo (*Cucurbita máxima*), además el país es considerado como el *centro de diversificación* de estas y otras especies más que fueron domesticadas por civilizaciones prehispánicas en la zona Andina y fueron diseminados a otras latitudes como maíz, cucúrbitas, oca ají (FAO 2007, 7) tomate, papa, maní y sambo, de la misma forma, especies como el maíz fueron domesticadas en México e introducidas en América del Sur, en los tiempos de la colonización, desde Europa se trajeron alimentos como trigo, caña de azúcar, haba y café y se llevaron otros de gran importancia al viejo mundo. En los mercados de la época el intercambio de los productos tropicales y subtropicales tenían gran acogida, un ejemplo de ello es el algodón, ají y coca. En la actualidad, incluso ciertas variedades “mejoradas” de mayor aceptación por los campesinos han sido acogidas y sometidas al proceso de

selección y domesticación a través de la adaptación al ambiente local en el transcurso del tiempo, consideran a estas variedades como propias por el uso frecuente, conservación de las características organolépticas y nutricionales, sabores, texturas altamente valorados, constituyen cultivos y variedades locales incrustadas en el tejido social y cultural de las comunidades campesinas andinas y constituyen el patrimonio cultural del país (Ramírez y Williams 2003, 11-12).

Las diversas formas en las que la domesticación ha ejercido presión en territorio son: en condiciones de montaña, en el caso de los tubérculos nativos, esta diversidad prosperó como una forma de adaptación a las diferentes altitudes a las que ubicaban parcelas de siembra como parte de la organización espacial de la chacra, también pudo ocurrir que la presencia y alta distribución de parientes silvestres de los cultivos suscitó tanta variabilidad así como actualmente su potencial uso en la obtención de variedades más resistentes, productivas y mejor adaptados a las condiciones climáticas cambiantes, a problemas fitosanitarios, salinización y erosión del suelo y a la escasez de agua, así se han utilizado germoplasma nativo de tomates silvestres, papas nativas y silvestres para producciones bajo programas de fitomejoramiento.

Otras formas de generar diversidad han sido posibles por la relación existente con la identidad cultural, las prácticas agrícolas tradicionales que en el idioma propio de la comunidad han sido transmitidos de generación en generación, lo que involucra al conocimiento tradicional, a las tierras en herencia, así como las semillas. Justamente y mediante las semillas es que la bio-cultura en las comunidades campesinas e indígenas ecuatorianas se mantiene viva con actividades relevantes para los agricultores con el recambio de las semillas entre familiares, vecinos y otros fuera de la comunidad (ferias de semillas) que promueven el flujo genético y la distribución de la agrobiodiversidad. (Parra 2014,33,38,45).

En el Ecuador de la agricultura campesina, el tejido cultural y tradicional que gira alrededor de las semillas se puede experimentar a lo largo de la Sierra ecuatoriana siendo predominante la participación de la mujer rural como guardiana y mejoradora de las variedades que posee en su chacra, que incluso se encuentra inmiscuida en la comercialización de los productos en los mercados locales de las ciudades. Una particularidad de la agricultura campesina en el Ecuador es que concentra varios grupos sociales y culturales, pueblos y nacionalidades indígenas (Tsáchila, Chachi, Epera, Awa, Kichwas, Shuar, Achuar, Shiwiar, Cofán, Siona, Secoya, Zápara, Andoa y Waorani) (International Work Group for Indigenous Affairs (IWGIA) 2022, párr 1), pueblos

montubios, afroecuatorianos, comunidades locales y campesinos que desde mucho tiempo atrás se han dedicado y desarrollado sus propios conocimientos en relación con la agricultura, predicción del tiempo climático y las estrategias para enfrentar eventualidades externas (Chalampunte 2018, 63).

En el Ecuador se han identificado microcentros de alta diversidad al confluir ciertas condiciones ecológicas, patrones culturales (intercambio y búsqueda de materiales perdidos, tendencias de conservacionismo), uso de la diversidad agrícola, sistemas de producción diversificados en varios pisos altitudinales se ha logrado generar, mantener y ampliar la agrobiodiversidad local. Estos cultivares se encuentran en estado de domesticados, silvestres e intermedios o semi domesticados.

Se destacan tres microcentros en la Sierra ecuatoriana:

1. *Sierra norte*, establecido en Imbabura alrededor del Lago San Pablo, Otavalo y Cotacachi y norte de Pichincha se encuentra alta diversidad de: maíz, fréjol, camote, ají, pimiento, quinua, chocho, ataco, amaranto, sambo, zapallo, melloco, oca, jícama, zanahoria blanca, frutales especies medicinales.
2. *Sierra centro*, establecido en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Cañar, Bolívar y Chimborazo en los cantones Colta, Guamote, Riobamba, Alausí y Chunchi, esta zona se especializa en tubérculos andinos (papa, melloco, mashua, 12 morfotipos de oca), cereales y granos andinos (quinua, centeno, ataco, amaranto, chocho, maíz, fréjol) y raíces andinas (zanahoria blanca, camote, miso).
3. *Sur*, establecido en las provincias de Azuay, parcialmente El Oro, Zamora y Loja, identificando aproximadamente 150 especies nativas en el bosque seco, destacando las siguientes especies: chirimoya, caricáceas, maíz, fréjol, yuca, maní, pasifloras, yuca, zarandaja, fréjol popayán, ataco, medicinales.

Es importante mencionar la diversidad que contienen las estribaciones Orientales y Occidentales de la Cordillera ya que a lo largo de ella confluyen políticamente con los microcentros de la Sierra anteriormente mencionados. Así en dirección al Oriente, las estribaciones mantienen especies silvestres emparentadas a los cultivos, diversidad forestal y frutal única como arazá, borojón, copoazú y otros más conocidos como cacao, café, camote, yuca, anonas, uva de árbol, sachá inchi, cítricos y fréjol voluble. Del otro lado, hacia la costa, con microclimas muy variados que generan la alta agrobiodiversidad se tienen especies como: musáceas, maíz, cucurbitáceas, fréjol, cacao, anonas, mamey y forestales (FAO 2007, 18-22)

Por nombrar simplemente los cultivos y variedades que se encuentran presentes en la Provincia de Imbabura se pueden mencionar: centeno (*Secale cereale*), lenteja (*Lens culinaris*), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), jícama (*Smallanthus sonchifolius*) y variedades de cultivos comunes (Chalampunte 2017, 125-128). En Chimborazo, los cultivos de altura están representados con: quinua, fréjol seco y tierno, papa, cebada, maíz suave seco, maíz duro seco, cebolla, tomate riñón, arveja seca y tierna, haba, tomate de árbol, banano, plátano, trigo y cacao (Prefectura de Imbabura 2019, 82-83) En Loja, maíz duro y suave, fréjol, arveja, habas, papas, cebolla, ajo, hortalizas, arroz, maní, yuca, tomate, zarandaja, pepino, sandía, frutales y más especies medicinales (Prefectura de Loja 2019, 68).

De la misma forma, dentro de los agroecosistemas se dan interacciones y dinámicas que incentivan al mantenimiento y variabilidad de los cultivos, en Imbabura, estos procesos se relacionan con: procedencia de la semilla, siendo la forma más usual como herencia dentro del núcleo familiar la cual se reporta se da en 43 % en el caso del fréjol y 58% en maíz, también el intercambio de semillas es un proceso por el cual se da una selección y conservación del germoplasma incrementando la cantidad de semillas, así se eleva la diversificación de los agroecosistemas con provisión de servicios ecosistémicos que se usarán en posteriores ciclos, también el intercambio se dinamiza al comprar semillas o adquirirlas en ferias de agricultores y donaciones, las mismas que corresponden a menos del 25%, en la misma zona.

En tanto, el uso de la biodiversidad alimentaria depende de factores como costumbres, finalidad (alimento, alimento animal, cultural, medicinal, comercialización, y otros), nuevos hábitos de consumo que sustituyen las variedades locales por variedades comerciales o mejorada que, muy por el contrario, disminuyen la capacidad de diversificación.

Por otro lado, la erosión genética también sucede de forma acelerada por las siguientes razones: cambio climático, mayor uso de agroquímicos para controlar plagas y enfermedades, semillas locales con poca resistencia, cambio de costumbres relacionado con la migración y abandono de la tierra, en 1984, a nivel nacional, se reportaron 85 especies en riesgo de erosión (INIAP y FAO 2017, 18).

Continuando con la pérdida de la variabilidad genética en el campo sucede un fenómeno de subutilización de algunas especies cuya razón principal es la falta de

consumo y preferencia en el mercado local y nacional, éstos generalmente son de baja producción y raramente ofertados en los comercios, sin embargo, constituyen un recurso importante en la composición de la parcela diversa ya que representan un alimento para la familia, además de tener características de ciertas resistencias y adaptación a condiciones donde difícilmente prospera la vida, esta situación es muy bien conocida y manejada dentro de los saberes tradicionales.

En la zona de Imbabura se han encontrado en superficies menores a media hectárea, especies y variedades en peligro de erosión que son incluidas en la dieta de pocas familias para su subsistencia tales como: oca (*Oxalis tuberosa*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), melloco (*Ullucus tuberosus*), haba (*Vicia faba*), ataco/amaranto (*Amaranthus caudatus*), sangorache (*Amaranthus hybridus*) (Chalampunte 2017, 127); lo que es confirmado por la FAO y el INIAP, en su reporte de 2017, en un ámbito nacional, la pérdida de algunos tubérculos nativos, entre los que se cuentan: oca (*Oxalis tuberosa*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), jícama (*Smallanthus sanchifolius*), miso (*Mirabilis expansa*) y achira (*Canna edulis*) (INIAP y FAO 2017, 33). Así también se incluyen cultivos erosionados en la provincia de Chimborazo que alcanzan niveles preocupantes de pérdida para papa en 27.5%, 25.4% para oca y 34% para mashua ocasionados por eventos climáticos como heladas, plagas y enfermedades e insuficiente cantidad de semillas (FAO 2007, 9). En Loja, se han descrito algunos cultivos con diferentes grados de afectación en cuanto a la erosión genética se refiere: maní, tomate riñón, chamburos, chigualcán, camote, chirimoya, pasifloras y maíz (canguil, yunga), generalmente por causa de sustitución de variedades locales por mejoradas, por el limitado uso y consumo de los materiales criollos y nativos, cambios en los patrones alimentarios y desconocimiento de las propiedades nutraceuticas, poca disponibilidad de semillas y por efectos del cambio climático (Prefectura de Loja 2019, 58).

Las zonas de biodiversidad agrícola están siendo amenazadas por actividades intensivas de extracción y explotación, de acuerdo a la ubicación de los microcentros de diversidad se identifican algunos peligros: En la zona norte se amplían las superficies de monocultivo de flores, brócoli, papa (semillas certificadas) y ganadería, en la zona central, monocultivos de brócoli (semillas híbridas) y ganadería, en la zona sur se extienden los monocultivos de maíz duro (semillas híbridas y certificadas) y la minería, en las estribaciones de la cordillera se incrementan los monocultivos de caña de azúcar (semillas mejoradas, certificadas) y ganadería (FAO 2007, 23).

En resumen y adición de lo anteriormente expuesto de la pérdida de diversidad o erosión genética se consideran algunas amenazas para la agrobiodiversidad, de acuerdo con lo señalado por el INIAP (2014):

- La implementación y adopción de sistemas de producción especializados en pocos cultivos para la comercialización han limitado el espacio para la diversidad, desplazando las múltiples variedades locales de un cultivo por una sola variedad mejorada que supone mayores rendimientos, menor tiempo de ciclo de cultivo y mayor posibilidad de incrementar los réditos económicos con la venta de la producción. Un caso muy particular y reciente, desde el 2009, sucede en los campos de la Sierra donde se cultiva cebada, especialmente en Chimborazo, las variedades nativas o criollas han dejado de sembrarse para utilizar variedades mejoradas, esta situación se suscita al ser variedades con cualidades cerveceras, precoces, de alto rendimiento y resistente a enfermedades y acame, que a través de una iniciativa con fines sociales de la Cervecería Nacional y con apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca se entregaron semillas tratadas y certificadas, insumos químicos, acompañamiento técnico y comercialización de las cosechas sin intermediarios. A partir de 2015 se incorporan como temas de sostenibilidad el rescate de las prácticas ancestrales de producción, valorización de costumbres, sin embargo, se siguen usando variedades altamente productivas.
- La migración de la población joven rural hacia los centros urbanos en busca de mejores condiciones de vida, el poco o nulo acceso a servicios, la falta de tierras disponibles produce el abandono de los campos y corta la transmisión de los saberes tradicionales debilitando la relación entre la agrobiodiversidad y la cultura. Esta condición es muy común en todo el territorio nacional, la gente adulta y adulta mayor es la que trabaja los campos, maneja y conserva la diversidad agrícola.
- El acceso de los productos foráneos e industrializados a las comunidades campesinas han permitido cambiar sus preferencias disminuyendo el consumo de los productos locales, por lo tanto, se dejan de cultivar las variedades criollas o nativas, lo que estimula a pérdida de la relación agrobiodiversidad y hábitos alimenticios tradicionales.

- La tendencia que dictan los mercados a comercializar y consumir productos homogéneos obliga a los agricultores a alinearse a esos patrones, buscando variedades requeridas en esos medios, dejando de sembrar las variedades locales para uniformizar las producciones que tengan un nicho comercial. En Chimborazo, a pesar de ser centro de origen de domesticación y diversificación de tubérculos andinos y de haberse identificado 181 ecotipos de papa, tan solo se pueden encontrar hasta 10 variedades de ellas en los mercados locales.
- La ampliación de la frontera agrícola ha propiciado la deforestación y destrucción de los bosques y ecosistemas silvestres que irreversiblemente podrán ser recuperados, se debe considerar que las especies desaparecidas corresponde especialmente a los acervos genéticos de las especies emparentadas a los cultivos, así como otras de uso alimenticio (INIAP 2014, 11).

Las estrategias y medidas de conservación de estas y otras especies de la diversidad agrícola para la alimentación que eviten la erosión genética son tema a tratarse a continuación.

2.1. Conservación

La conservación de las semillas se da bajo dos formas: *in situ* y *ex situ*.

Ex situ, a través del establecimiento de bancos de germoplasma, con condiciones controladas, técnicas y equipos especializados se conservan las semillas o materiales genéticos obtenidos de las colectas realizadas en las chacras campesinas, generalmente son administrados por instituciones que realizan investigación y capacitación a los beneficiarios, en el Ecuador, el Banco de Germoplasma del INIAP tiene la función de colectar, conservar, refrescar, multiplicar, distribuir las semillas de especies nativas de importancia para la alimentación a nivel nacional, investigar acerca de ellas o recuperar variedades perdidas o de difícil reproducción a través de la biotecnología, otros bancos de germoplasma han sido creados por universidades u otras instituciones con beneficios para los agricultores locales.

Bajo esta modalidad se manejan los bancos de semillas comunitarios que de forma más sencilla y sin mucha tecnología sofisticada, pero con todo el acervo del conocimiento y los saberes tradicionales coleccionan variedades locales y las ponen al servicio de la

comunidad, es el caso del banco de semillas local Mushuk Pakari (semilla nueva) administrado por Corpo Puruwa, establecido en el desierto de Palmira, en Guamote en Chimborazo, acopia socios de los cantones Colta u Guamote, a través de la asociatividad, los agricultores se dedican a seleccionar los mejores granos de leguminosas y granos andinos de quinua, cebada, chochos y los almacenan en el banco de semillas, con el propósito de obtener cosechas de alto rendimiento y disminuir las pérdidas por problemas fitosanitarios o heladas. Cada socio deposita sus semillas después de las cosechas (FAO 2007, 16).

In situ, pretende conservar los ecosistemas naturales, el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies cultivadas y domesticadas en los ambientes donde se generaron las propiedades específicas, en otras palabras, los agricultores son conservacionistas de varias especies en sus chacras bajo su intervención y en condiciones reales para no obstaculizar el flujo de genes y evolución de las especies en condiciones naturales. Se han identificado algunos factores de tipo socioambientales que dentro de una planificación virtuosa apoyan a la conservación *in situ*, cabe mencionar que el factor transversal es la influencia del cambio climático, estos son:

- Disponibilidad y conservación de las semillas, difícilmente practicable bajo condiciones climáticas desfavorables, las cosechas obtenidas bajo estas condiciones no permiten obtener semillas de calidad y tienen que darle otros usos como alimento, sin embargo, ante estas eventualidades se complementa la estrategia con el mantenimiento de un banco de semillas comunitario
- Manejo agronómico durante el ciclo de cultivo, a través de la utilización de prácticas que coadyuven las necesidades del cultivo en momentos de estrés e incrementen la resiliencia ante eventos climáticos extremos, por ejemplo, la aplicación de abonos orgánicos producidos con insumos de la finca disminuyen la vulnerabilidad y el riesgo de pérdida ante un evento de helada, de la misma manera, la siembra de variedades nativas se realiza en parcelas que se encuentran en diferentes zonas altitudinales, las cosechas se clasifican y los mejores ejemplares serán las semillas para la próxima campaña de siembra, así como material de intercambio con la comunidad o en las ferias de semillas.
- Los usos de la agrobiodiversidad dentro de las fincas, las variedades nativas han sido siempre priorizadas como alimento y a su vez la relación

con la producción de semillas, sin embargo, al introducir otros productos foráneos ha desplazado el consumo de estos productos locales, el autoconsumo de sus propios alimentos y se ha dejado de sembrar una variedad nativa o criolla, la estrategia consiste en recibir compensaciones e incentivos por la prestación de servicios ambientales al conservar la agrobiodiversidad local o diversificar los usos, como el uso de alimento para animales o con fines medicinales.

- La demanda del mercado influye en las decisiones de los materiales de siembra, abandonan las variedades nativas por las mejoradas y de preferencia del consumidor. La estrategia es crear la demanda de estas variedades para crear un mercado que sea satisfecho con las producciones campesinas, esta demanda puede direccionarse a otros usos (gastronómicos, medicinales, ornamentales) o a algún tipo de valor agregado que revalorice la variedad nativa (procesamiento de raíces y tubérculos para chips)(Bonilla Simba 2017, 23-25)

Capítulo tercero

Estudio de caso sobre el Conocimiento, manejo y uso de agrobiodiversidad en Imbabura, Chimborazo y Loja como aporte a la adaptación al cambio climático

El presente capítulo analiza la situación actual de las semillas para la alimentación y agricultura en las provincias de Imbabura, Chimborazo y Loja en los cantones: Cotacachi, Otavalo, Colta, Guamote, Loja, Paltas y Saraguro y su aporte a la adaptación al cambio climático desde la composición social del campesinado, es decir, la actuación de las organizaciones campesinas e indígenas y el manejo de agrobiodiversidad con sus dinámicas de intercambio de semillas como eje principal de la variabilidad agrícola.

Estas provincias interandinas han sido determinadas como microcentros de biodiversidad agrícola y son representativas en cuanto a la diversidad de productos alimenticios que producen, ya que sus cosechas se distribuyen y comercializan a nivel nacional. En los siguientes apartados se describe a detalle el contexto geofísico y social de las mismas.

1. Metodología

Esta tesis de maestría presenta resultados obtenidos en el levantamiento de información para el proyecto “Incorporación del Uso y Conservación de la Agrobiodiversidad en las Políticas a través de Estrategias integradas e implementación *in situ* en tres provincias del Alto Andino. GCP/ECU/086/GFF, propuesta ejecutada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Fundación Heifer-Ecuador, en colaboración con la FAO, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), varias organizaciones campesinas, los gobiernos autónomos descentralizados de las mencionadas provincias, así como varios gobiernos municipales.

Es importante mencionar las organizaciones comunitarias campesinas participantes en este proyecto: Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi - UNORCAC (zona Occidental de la provincia Imbabura), Centro de Estudios Plurinacionales - CEPUCU (cantón Otavalo), Centro de Desarrollo Indígena -CEDEIN (cantón Colta), CORPOPURUHA (cantón Guamote), Unión Cantonal de Organizaciones

Campesinas de Paltas - UCOCP (cantón Paltas) y la Red Agroecológica de Loja (INIAP 2014, 2).

Se realizaron 516 encuestas semiestructuradas a familias de agricultores miembros de las organizaciones campesinas e indígenas con los que tanto el INIAP, FAO y la Fundación Heifer-Ecuador han trabajado en proyectos anteriormente ejecutados en los cantones y provincias mencionadas. Es así que, en las provincias de Chimborazo se validaron 110 encuestas, en Imbabura 97 encuestas y en Loja 309 encuestas.

Estas encuestas fueron preparadas en función de los objetivos del proyecto y bajo los lineamientos de una propuesta metodológica que permite valorar los sistemas agrícolas desde sus dimensiones: agrícola, socioeconómica, de seguridad y soberanía ambiental y agroambiental. Sin embargo, para este trabajo se ha tomado información relacionada con los aspectos agrícolas (en su mayoría), ciertos datos socioeconómicos que asumen cualidades de la población encuestada y referencias vinculadas con la soberanía y seguridad alimentaria de la finca y por ende del cantón intervenido.

Con más detalle se pueden definir los indicadores que se consideraron y modificaron para la estructuración de la encuesta y análisis de datos para esta tesis:

- Diversidad genética vegetal, considerando que un sistema agrobiodiverso es donde se encuentran 5 o más variedades de un cultivo reportados en extensiones similares.
- Semillas, tomando en cuenta:
 - * El ingreso de semilla externa sea comercial o certificada para uso en la chacra y su dependencia
 - * La conservación de la semilla para la siembra y uso de semilla tradicional para la chacra
 - * El grado de intercambio de semillas tradicionales que ingresan y egresan de la chacra, así como la disponibilidad de semilla para la siembra
- Predominancia de un solo producto cultivado en territorio o en la comunidad
- Prácticas como la rotación y asociación de cultivos en el territorio o chacra
- Seguridad y soberanía alimentaria relacionada con la diversidad agrícola:
 - *Uso de los productos producidos en la chacra para la alimentación de la familia

*Venta de los productos producidos en la finca en los mercados locales (León 2014, 24-26).

Del conjunto de datos obtenidos, se presentan aquellos relacionados con los objetivos de este estudio (Ver anexo 1).

Por otro lado, al ser un proyecto en el que intervinieron varias instituciones de investigación, académicas, públicas y demás se encontraron limitaciones al ejecutar algunas actividades, específicamente, en el levantamiento de la información, ya que las entrevistas personales a los agricultores fueron realizadas por estudiantes, los mismos que se apegaron al formato de la encuesta semiestructurada previamente establecida, sin embargo, y para este trabajo se validaron 516 encuestas que contenían en su mayoría la información correspondiente a los objetivos de esta tesis teniendo faltantes de datos en las encuestas de la provincia de Loja para las preguntas relacionadas con: otros usos de la agrobiodiversidad, destino de la producción de semillas y la percepción o conocimiento de los agricultores sobre la resistencia de ciertos cultivos a factores abióticos.

Valga la acotación, estos datos fueron colectados durante los años 2016 y 2017 durante la ejecución del proyecto por lo que la información presentada es representativa de dicho período existiendo la posibilidad de que tanto las dinámicas como los resultados hayan cambiado hasta estos días. En este trabajo se realizó el análisis de los datos colectados, más no fueron levantados específicamente y únicamente por mi persona.

Se utilizó estadística descriptiva para obtener los estadísticos de cada variable y así definir las características de los mismos.

Para el análisis de los datos y la presentación de los resultados se realizaron tablas de distribución representadas en figuras (histogramas generalmente) que puedan explicar las variables muestreadas, en cuanto a las variables sociales se aplicaron pruebas paramétricas o no paramétricas dependiendo si se ajustan a la curva de la normalidad, utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics y Excel.

En cuanto a la diversidad de los cultivos se aplicaron índices de diversidad y la utilización del software estadístico PAST Paleontological Statistics.

A fin de contextualizar la información de las encuestas, primero, se hará una breve caracterización de las provincias de estudio de acuerdo a los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT).

2. Caracterización de las provincias

2.1. Provincia de Imbabura

Imbabura, es denominada “Provincia Azul” o “de los Lagos” por la presencia de cuerpos lacustres, se encuentra ubicada en la Región Interandina, en la estribación occidental de la Cordillera Real y Cordillera Occidental, su relieve se compone de valles, laderas, planicies de páramo, montañas y cerros, la cobertura forestal nativa (31.28%) es la principal cobertura vegetal de la superficie con climas tan variados (ecuatorial mesotérmico semi húmedo, 1600-3000 msnm, 10 -20 °C, 1000 – 2000 mm (l/m²)/año, en la zona de estudio) como las composiciones ecosistémicas tales como: páramo, bosques naturales, lagos y lagunas, páramo y bosques intervenidos que le otorgan las características de diversidad a la provincia (Prefectura de Imbabura 2019, 7-10).

La población está compuesta en su mayoría por gente joven 57%, adulta 35% y adulta mayor 8% con predominancia de mujeres en 51% versus 49% de hombres, tendencia que es mantenida en la zona rural. La identidad y cultura de la provincia es muy rica, aquí se concentran nacionalidades y pueblos indígenas tales como: Awá, Natabuela, Otavalo, Karanki, así como Kayambi, Chachi, mestizos, afroecuatorianos. El 32.799% de la población se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca como actividad económica principal (Prefectura de Imbabura 2019, 30-31, 38).

El uso del agua para riego es del 31.69%, riego por gravedad es la forma predominante y permite el desarrollo de las actividades agropecuarias.

Los principales cultivos agrícolas ocupan alrededor de 14206 hectáreas, son monocultivos de aguacate, cabuya, caña de azúcar, naranjilla, plátano y tomate de árbol. Otros cultivos transitorios en monocultivo como: arveja tierna y seca, cebada, fréjol tierno y seco, haba seca, maíz duro seco, suave choclo y suave seco, papa y trigo ocupan 26088 hectáreas y son importantes para el abastecimiento de la población local y nacional.

El cultivo en asociación ocupa una superficie menor, 9520 hectáreas, las principales son: fréjol seco-maíz suave seco, fréjol seco-haba seca-maíz suave seco, fréjol tierno-maíz suave choclo, otras leguminosas, hortalizas y legumbres, cereales para grano, frutales, cítricos, tubérculos. La participación de la agricultura familiar en la producción agrícola diversificada, sostenible y ambientalmente amigable provee trigo, cebada, quinua, amaranto y chocho a los mercados nacional y de exportación (Prefectura de Imbabura 2019, 10).

El Proyecto Agrobiodiversidad, confirma el patrimonio agrícola tanto nativo como introducido de la provincia, aportan a la seguridad y soberanía alimentaria que se

desarrolla en un contexto relacionado con ritualidad, fiestas tradicionales y gastronomía, siendo de mayor importancia: maíz (20 razas), fréjol (35 variedades/ecotipos), cereales (quinua, amaranto, centeno, cebada, trigo, avena) con 18 variedades, leguminosas (arveja, haba, lenteja, chocho) con 16 variedades, papa (30 variedades/ecotipos) otros tubérculos andinos (melloco, zanahoria blanca, mashua, oca, camote, jícama) con 16 variedades, cucúrbitas nativas (sambo, zapallo, coles, achogcha) con 13 variedades, 3 variedades de ají y frutales andinos (mora, taxo, capulí, uvilla, mortiño, tomate de árbol) con 11 variedades.

En la provincia se han establecido ferias como circuitos alternativos de comercialización tales como: El Trueke, Frutos de la Pachamama, Feria Agroecológica Sumak Pacha, Feria Agroecológica La Pacha Mama Nos Alimenta, Esperanzas de Vida (Prefectura de Imbabura 2019, 58-61).

2.2.Provincia de Chimborazo

Se encuentra ubicada en el centro-sur del Ecuador, en plena Cordillera de los Andes, el relieve se compone de montañas y nevados, mesetas y altiplanos, valles y páramos, rica en recursos hídricos fluviales y lacustres.

Según el PDOT provincial (2020), la estación lluviosa sucede desde octubre hasta mayo y la época seca de junio a septiembre, los climas y sub climas están establecidos de forma variada en la provincia, sin embargo, en los cantones de estudio (Colta y Guamote) predominan el clima el subhúmedo inferior y superior, respectivamente.

Los páramos ocupan el 33.96% de la cobertura de suelo, mientras que el área agropecuaria corresponde a 0.42% de la cobertura de superficie terrestre provincial.

En cuanto a la composición demográfica, la provincia mantiene población joven (0-14 años) 29.23%, mientras que la población mayoritaria (15-64 años) abarca al 61.48% de la población total, los adultos mayores (≥ 65 años) corresponden al 9.29%. En los cantones Guamote y Colta se encuentran asentados en su mayoría grupos indígenas con una ocupación del 94% y 87%, respectivamente.

La actividad económica más importante en la provincia es la agricultura, ganadería, silvicultura, y pesca, cerca del 64.75% de la población se dedica a estas labores. Las principales producciones agrícolas se relacionan con: papa (24540 Tm), cebolla blanca (9824 Tm), fréjol tierno (9120 Tm), brócoli (8523 Tm), maíz suave y seco (5458 Tm). Otros productos como el tomate riñón (15000Tm), maíz suave (14039Tm) y

el fréjol (7573 Tm) son productos importantes para el aseguramiento de la dieta de la población local y nacional (Prefectura de Chimborazo 2020, 24-89). Además, se encuentran cultivos transitorios tales como: arveja tierna, cebada, cebolla colorada, centeno, chocho, fréjol seco, haba seca, haba tierna, lenteja, trigo y zanahoria amarilla sembrados en unidades productivas de menos de 50 hectáreas (Logroño-Rodríguez et al. 2020, 692).

Las principales asociaciones de cultivos que se realizan en Chimborazo son: maíz – fréjol, maíz suave choclo – papa – frutales, tomate de árbol – hortalizas (2020, 691), papas -mellocos – ocas, papas – habas – cebada, papa – haba - trigo, maíz – habas, o en general, cereales con leguminosas, haba – oca – chocho, mashua – mellocos – ocas – papas - quinua, también se registran asociación entre variedades de papas, por ejemplo: violeta – mami – puña – wayro (Vásconez 2021, 23, 43-44, 53, 58).

2.3.Provincia de Loja

Loja se encuentra ubicada en el extremo sur del Ecuador en la Faja Ecuatorial y de la Cordillera Oriental de los Andes en la depresión de Huancabamba, por lo que presenta formaciones montañosas, mesetas, pie monte y colinas, todas éstas en un rango altitudinal de 120 a 3880 msnm, el clima es temperado-subhúmedo, con temperaturas aproximadas de 26 °C (en la zona de estudio: Paltas, Loja, Saraguro).

Estas características de ubicación geográfica, biofísica, variedad de pisos altitudinales, la depresión de Huancabamba, cuatro cuencas hidrográficas han permitido determinar a esta provincia como un microcentro de diversidad agrícola y cultural (Prefectura de Loja 2019, 95). Loja es una provincia aislada geográficamente, lo que le permite a su diversidad y cultura tener características singulares (Aguirre, Aguirre, y Muñoz 2017, 525)

En cuanto a la composición social se refiere, el 49.2% de la población son hombres y el 51.8% son mujeres, en su mayoría la población joven está representada en 27%, la población adulta en 22% y población infantil en 19%. La población se autodenomina mestiza en un 90.19%, el 3.67% corresponde a población indígena, de los cuales el 67.67% pertenecen al pueblo Saraguro y el 17.56% corresponde al pueblo Kichwa, 2.95% blancos y el restante 3.19% se consideran afroecuatorianos, negros, mulatos y montubios (Prefectura de Loja 2019, 142).

La cobertura de suelo predominante en esta provincia se da por la ocupación de pasto natural y cultivado (26.77%) para la crianza de ganado, la actividad agrícola ocupa el 16.63% de la superficie terrestre provincial.

El 74.40% del agua concesionada en la provincia sirve para riego, aunque en muchos sectores con potencial agrícola no se dispone del recurso. Sin embargo, es la actividad más importante que permite desde el sector rural proveer alimentos y materias primas para los mercados locales y nacionales, las producciones agrícolas más importantes son: café, la caña de azúcar, maíz, fréjol, banano, arveja, arroz, otros también importantes se cultivan en asocio con otras especies en pequeñas superficies como: yuca, haba, cebada, plátano, naranja, papa, tomate riñón, trigo, cacao, mango, ciruelo, aguacate, maracuyá, tomate de árbol, babaco, granadilla.

El monocultivo de caña de azúcar para elaborar azúcar, panelas y otros subproductos alcanzan hasta el 62.58% de la producción total provincial, seguido del cultivo de café variedades arábigo, caturra, criollo y robusta principalmente con 14.44% de la producción provincial (Prefectura de Loja 2019, 58, 312).

Los agricultores usan a las semillas como: alimento, medicina, forestales, frutales y forraje, otros usos se configuran para la agroindustria, artesanías y agroturismo lo que ha estimulado la domesticación y conservación de cultivos dentro de las propiedades campesinas, coleccionan una amplia variedad de especies de la diversidad agrícola de la provincia tales como: maíz duro y suave, fréjol, arveja, habas papas, cebolla, ajo, hortalizas, arroz, maní, yuca, tomate riñón, ají, camote, zarandaja, pepino, sandía, frutales como aguacate, chigualcán, chirimoya, guaba, 55 especies medicinales, sin embargo, se hace mayor énfasis en los cultivos con riesgo de erosión genética que han sido identificados, entre ellos están: maní, tomatillo, camote, maíz (canguil y yunga), chirimoya y pasifloras por causas como cambio climático, no existe disponibilidad de semillas y material genético, falta de uso, entre otras (Prefectura de Loja 2019, 58-61).

Aguirre *et al*, 2017 menciona que en el centro de Loja se ubican bosques nativos de especies de chirimoya, por lo que, se considera un centro de origen y diversificación de esta especie, además, existen especies de chamburos, toronches, tomates silvestres, joyapas, salapas, mortino y chirimoya que son relevantes en los procesos de domesticación y mejoramiento. Asimismo, y en adición a la variabilidad agrícola ya mencionada se anotan especies maderables y árboles semilleros de aliso, nogal, parientes silvestres de especies cultivadas como de naranjilla y papa (Aguirre, Aguirre, y Muñoz 2017, 535-536).

A continuación, se presentan los resultados de esta investigación que explican tanto las variables sociales como las de agrobiodiversidad y sus dinámicas de flujo de semillas.

3. ¿Quiénes cuidan y mantienen las semillas?

En esta sección se presentan los datos que pretenden configurar o perfilar las características de quienes cuidan, conservan y manejan las semillas en cada una de las provincias. Así, son las mujeres en edad entre 41 y 60 años y 61 y 80 años, especialmente indígenas en Chimborazo e Imbabura, sin embargo, en Loja, predomina la mujer mestiza como guardiana de la agrobiodiversidad, tal como se explica en los capítulos primero y segundo de este trabajo y es confirmado en el territorio de estudio.

La figura 2 explica la distribución de género de los agricultores en las tres provincias. Se observa que existe superioridad numérica de mujeres sobre la población de hombres, sin embargo, en Imbabura, es aproximadamente tres veces más la presencia de mujeres (80.4% frente a 19.6%) y según el test binomial, la frecuencia de mujeres entrevistadas no fue estadísticamente superior a la esperada en caso de paridad de género ($z = 1,021$; $p = 0,248$). En el caso de Chimborazo, la población encuestada se compone del 64.5% de mujeres, mientras que el 35.5% son hombres, el test binomial, muestra que la frecuencia de mujeres entrevistadas fue estadísticamente superior a la esperada en caso de paridad de género ($z = 2.512$, $p = 0.001$) y finalmente Loja, la población es más equilibrada tanto que existen 54% de mujeres y 46% de hombres dentro de la muestra, el test binomial presenta la frecuencia de mujeres entrevistadas estadísticamente superior a la esperada en caso de paridad de género ($z = 2,511$; $p = 0,000$). Esto evidencia que las semillas son manejadas por las mujeres.

La predominancia de las mujeres se podría entender como una actividad asociada a los quehaceres domésticos y otras causas como la migración masculina, sin embargo, esta labor permite resguardar y proteger semillas que garantizan la dieta equilibrada de las familias y los ingresos económicos por ventas de los excedentes en los mercados locales. En Chimborazo e Imbabura, las semillas son manejadas, usadas y conservadas por mujeres indígenas que se encuentran entre los 41 y 60 años principalmente y adultas mayores (61 a 80 años), esto se debe a que en las dos provincias existen altos índices de migración hacia las zonas urbanas, además, la población más joven asiste a escuelas,

colegios y universidades para recibir instrucción en el sistema educativo formal lo que hace de la agricultura familiar una actividad esporádica

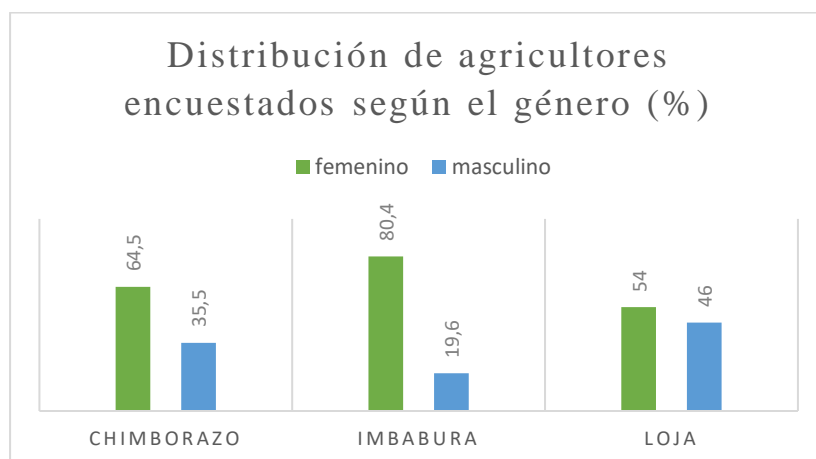


Figura 2. Distribución de agricultores encuestados según el género (%). La población agricultora encuestada en Chimborazo, Imbabura y Loja se compone en su mayoría por mujeres, 2022.

Fuente y elaboración propia

La distribución de la población de acuerdo a una clasificación en rangos de edad se muestra en la figura 3, las poblaciones agrícolas encuestadas en las tres provincias se componen en su mayoría de gente adulta que se encuentra entre los 41 a 60 años: 51% en Chimborazo, 55.6% en Imbabura y 38.1% en Loja, el siguiente grupo etario predominante es el de 21 a 40 años en el cual Loja tiene mayor participación con 30.7%, seguida de Imbabura con 30% y Chimborazo 26.4%. La población en edad entre 61 a 80 años es superior a la población que tiene menos de 20 años, de esta forma, el 19% de la muestra en Chimborazo, el 13.4% en Imbabura y el 25.6% en Loja son adultos mayores. La población anciana dedicada a la agricultura está presente en Chimborazo con 1.8%, Imbabura 1% y Loja 3%.

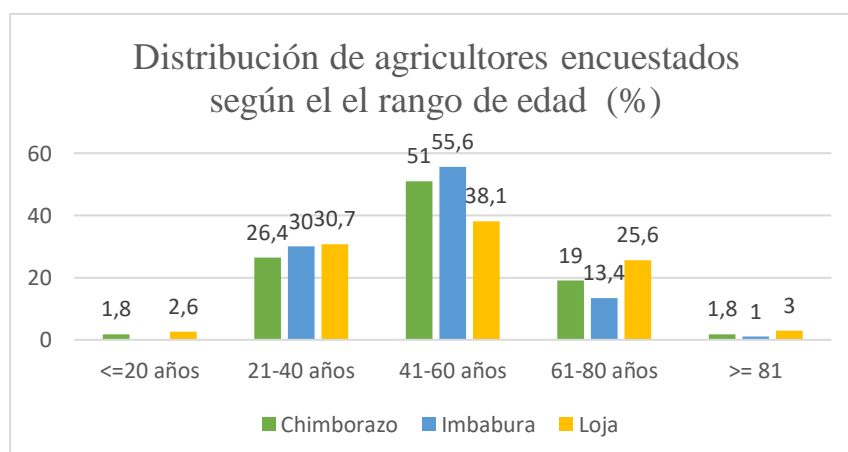


Figura 3 Distribución de agricultores encuestados según rango de edad (%). La población agricultora encuestada en Chimborazo, Imbabura y Loja se compone en su mayoría por gente adulta que se encuentra entre 41 y 60 años de edad, 2022
Fuente y elaboración propia.

Es importante considerar la autodenominación étnica de los agricultores tal como lo hemos señalado, la diversidad depende del conocimiento, prácticas de agricultura y manejo de las semillas relacionados con la cultura de un pueblo. Se confirma que la autoidentificación étnica de los entrevistados en Chimborazo e Imbabura es mayoritariamente indígena, el 98.2% y el 53.6%, respectivamente.

Loja, tiene una composición demográfica y cultural muy diversa y sectorizada por lo que en la totalidad de la población encuestada predominan los mestizos, aunque en el cantón Saraguro, la población agricultora se considera en su mayoría indígena, (ver figura 4)

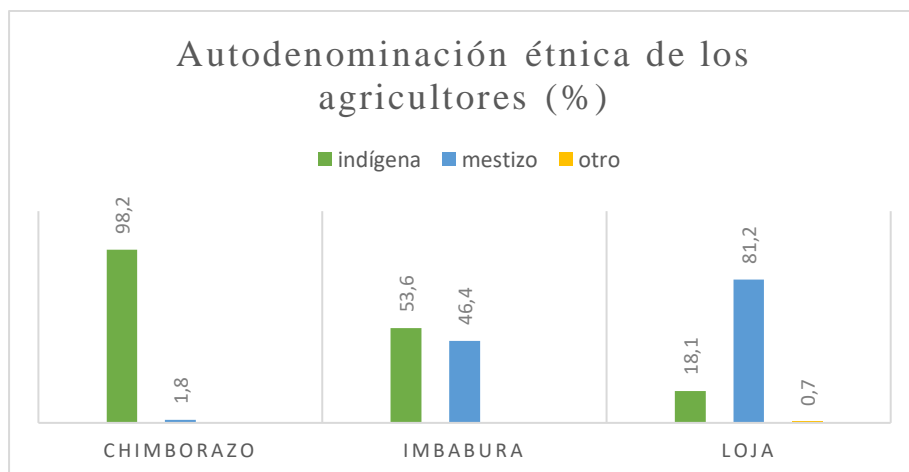


Figura 4. Autodenominación étnica de los agricultores (%). La población agricultora encuestada en Chimborazo, Imbabura se compone en su mayoría por gente indígena, mientras en Loja por gente mestiza, 2022.
Fuente y elaboración propia.

4. Resultados variables de agrobiodiversidad

Esta sección busca mostrar la enorme diversidad que aún manejan los agricultores de las organizaciones campesinas e indígenas en la zona del proyecto, estos cultivos tradicionales tienen correspondencia con los pisos climáticos, ubicación geográfica y responden a lo inicialmente establecido por el INIAP en cada provincia, así, en Chimborazo hay 40 cultivos, 303 variedades, en Imbabura hay 50 cultivos y 213 variedades, en Loja hay 168 cultivos. A fin de apreciar mejor los resultados, se ha

organizado la información de la siguiente manera: diversidad de cultivos, índices de diversidad, procedencia de las semillas, dinámica del flujo de semillas, destino de la producción de agrobiodiversidad, usos de la agrobiodiversidad, las resistencias a factores abióticos de algunos cultivos y variedades según la percepción de los agricultores.

4.1. Diversidad de los cultivos

La diversidad de los cultivos permite el acceso a una amplia cantidad de recursos locales identificados en las tres provincias, se hará énfasis en los cultivos tradicionales y sus variedades y/o ecotipos. Claramente se denota la extensa agrobiodiversidad de los cantones en estudio al presentar dentro de los predios de cada agricultor encuestado más de cinco variedades de un cultivo, tomando en cuenta que las unidades productivas tienen aproximadamente 2 ha, en la mayoría de los casos.

4.1.1. Chimborazo

En la provincia de Chimborazo, se identificaron 40 cultivos tradicionales presentes, los tubérculos y las leguminosas andinas y cereales de altura predominan, como se muestra en la figura 5, se registran: papa (97 %), cebada (73 %), haba (68 %), oca (66 %), melloco (62 %), maíz (43 %), mashua (42 %), quinua (38 %) y chocho (38 %). Esta diversidad está representada en todas las fincas encuestadas, sin embargo, es necesario mencionar que existen agricultores que destacan por coleccionar mayor número de especies: María Rebeca Atupaña con (19) y Josefa Guanulema con (17). Los agricultores citados al diversificar sus producciones tienen mayor posibilidad de recuperar cierta cantidad de las cosechas si se enfrentan a eventos climáticos extremos o inesperados, en el caso de Chimborazo, las sequías y heladas representan peligro para la actividad agrícola, sin embargo y bajo el conocimiento de los cultivos resistentes a estos fenómenos climáticos pueden programar la siembra y mantener la seguridad alimentaria de sus familias.

De la misma forma, el uso de estrategias como acolchar el suelo con materia orgánica puede tener un efecto positivo para mantener la humedad del suelo y evitar el congelamiento celular.



Figura 5. Cultivos más frecuentes en Chimborazo. Muestra la presencia de los cultivos tradicionales en las chacras en la provincia de Chimborazo, 2022
Fuente y elaboración propia

En cuanto a la distribución de los cultivos por familias botánicas, los resultados indican que las taxas mejor representadas en cuanto a número de especies son: Fabaceae (7 especies) o leguminosas como arvejas y Poaceae (6 especies) o gramíneas como el maíz y otros cereales y Brassicaceae (6 especies) como papanabo, por otro lado, es importante mencionar que un buen número de taxas están representadas por una sola especie (Figura 6).

Desde cualquier punto de análisis de la agrobiodiversidad resulta positivo encontrar en pequeños predios varios cultivos representativos de algunas familias botánicas ya que denota que cada cultivo tiene un uso específico, lo que sugiere un conocimiento relacionado con la diversificación y calidad de los alimentos, adicional a esto, se exponen fundamentos de sostenibilidad, arreglos de siembra que permita el desarrollo y composición paisajística armónica entre las especies de la misma y distintas familias botánicas.

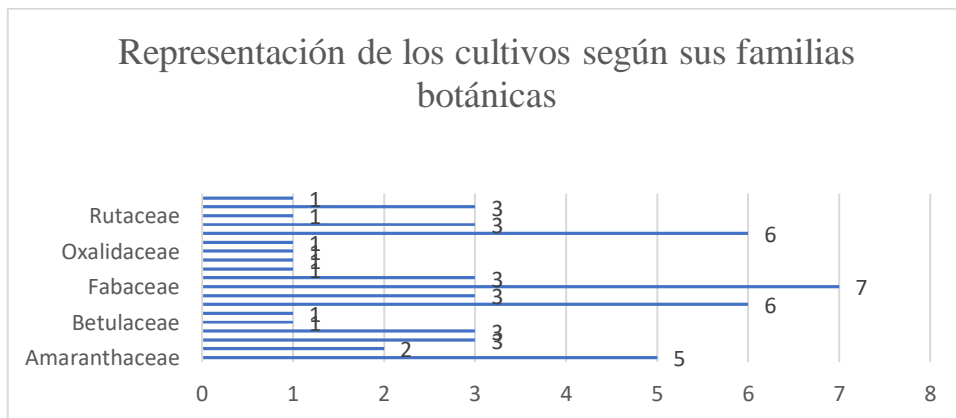


Figura 6. Representación de los cultivos según familias botánicas. Muestra la frecuencia absoluta de los principales cultivos de mayor presencia en las fincas de Chimborazo, 2022
Fuente y elaboración propia

Las variedades tradicionales de los principales cultivos de Chimborazo tales como: papa, cebada, quinua, maíz, arveja, haba y otros cultivos han sido clasificados según la información proporcionada por los agricultores, sin embargo, está sujeta a confirmación de acuerdo a estudios morfológicos y moleculares complementarios que descarten la posible presencia de sinonimias y homonimias. De las 110 fincas encuestadas se encontraron 303 variedades de los principales cultivos de Chimborazo. El 53 % de los agricultores disponen entre 3 y 11 variedades de varios cultivos, el 40 % entre 12 y 22 y el 7% entre 23 y 33. Existen agricultores que destacan por la gran variedad de cultivos que siembran: María Rosa Lliguilema con 33, Alejandro Cují con 28, Segundo García con 28 y Petrona Pullay con 24.

El mayor número de variedades y ecotipos de los cultivos se encontraron en los cultivos de papa (68), seguido de cebada (32) y quinua (15) (Figura 7). Es importante resaltar el rol de algunos agricultores como guardianes, cuidadores de ciertos cultivos, por ejemplo, María Rosa Lliguilema dispone de más de 17 variedades de papa y 7 variedades de cebada, seguido de Segundo García que tiene 12 variedades de papa. Las papas nativas que se encuentran en esta provincia del centro del país se siembran sobre los 3000 m de altitud, son apreciadas por las cualidades agronómicas, organolépticas y son parte de la identidad cultural, la representatividad de variedades fueron registradas: bolona, cacho, cajamarca, chaucha, chaucha negra, chihuila, cushpi, curipamba, mami, norteña, pucha, tulca, uvilla, violeta wagra singa, warmi y otras más, según Monteros et al (2011), se han registrado hasta 80 cultivares nativos a nivel nacional (Torres et al. 2011, párr. 7-9).

Las ocas, han sido cultivos revalorizados y tomados en cuenta por sus usos, variedades de colores que llaman la atención y la intención de difundir sus características nutricionales (rica en carbohidratos, calcio y hierro), organolépticas (textura harinosa y levemente dulce), formas de consumo (sopas, puré, cocidas, fritas) panadería, confitura y extracción de alcohol por fermentación (El Telégrafo 2016, párr. 13). El conocimiento de la calidad de los alimentos andinos, de sus variedades, usos y formas de consumo contribuyen positivamente al fomento de la agrobiodiversidad, así como a la seguridad y soberanía alimentaria de las familias y la comunidad campesina, como efecto secundario, estos cultivos se convierten en productos demandados en los mercados locales, incentivando su siembra.

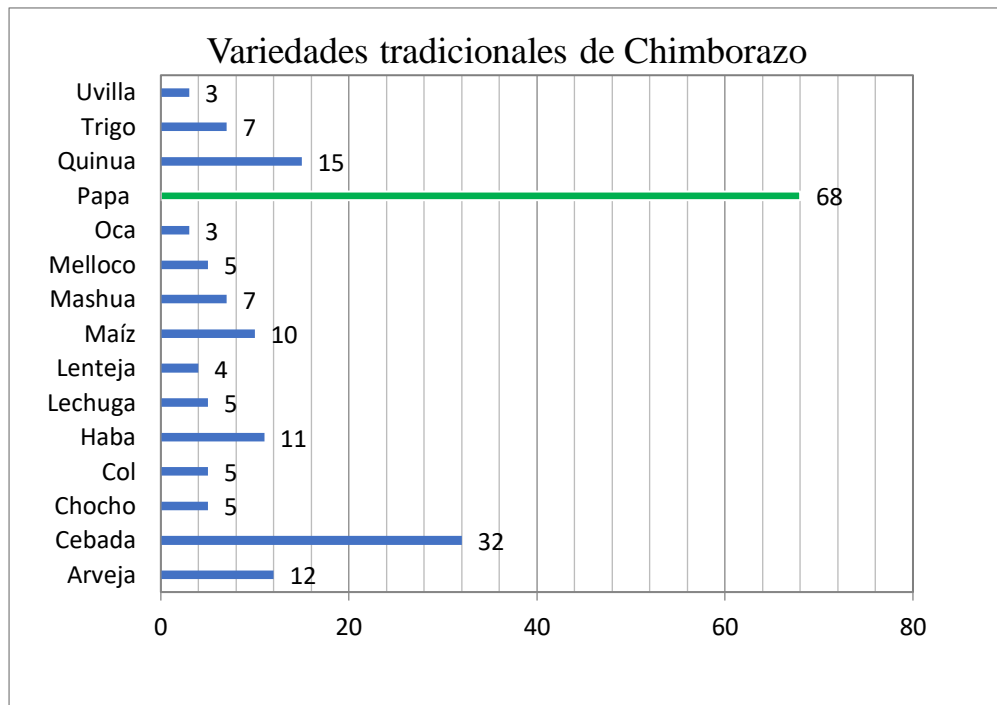


Figura 7. Variedades tradicionales de Chimborazo. Muestra la frecuencia absoluta de las variedades de los principales cultivos de mayor presencia en las fincas de Chimborazo, 2022
Fuente y elaboración propia

4.1.2. Imbabura

En la provincia de Imbabura, la variabilidad de especies y de variedades es muy amplia, aunque no muy frecuente en todas las chacras que fueron encuestadas, sin embargo, se identificaron 50 cultivos tradicionales, siendo los más frecuentes y de mayor uso: maíz (90 %), fréjol (84 %), haba (49 %), papa (49 %), arveja (48%), cebada (25 %), quinua (20 %), sambo (19 %), chocho (18%) y trigo (18%) (Figura 8). Adicionalmente, se registraron otros grupos de cultivos que incrementan la heterogeneidad de los campos como raíces y tubérculos andinos, por ejemplo: oca, camote, melloco, mashua, zanahoria blanca, otras leguminosas tales como: lenteja, jícama y alfalfa, forrajes como vicia y avena, hay que destacar la presencia de frutales autóctonos como: aguacate, mora, taxo, uvilla, babaco, claudia, granadilla, guaba y limón. Por otro lado, se identificaron algunas especies, que apenas el 1% de los agricultores disponen, como es el caso de: achogcha, centeno, garbanzo, girasol, yuca, frutas como durazno, higo, lima, mandarina, sidra, toronche y especies medicinales como linaza, manzanilla, ruda, sábila, toronjil entre otros.

Es necesario destacar el papel conservacionista de Sebastián Caiza y Pedro Caiza que mantienen 23 y 21 especies de semillas en sus chacras, respectivamente, en el cantón

Otavalo se encuentran también Jaime Perachimba y Antonio Ulcuango que tienen 19 cultivos en sus predios. Estos agricultores muestran el precepto agroecológico de mayor conservación es mayor la diversificación de los cultivos, más oportunidades de acceder a varios alimentos, a suplir las necesidades alimenticias de la familia y a la mira de la comercialización de los excedentes.

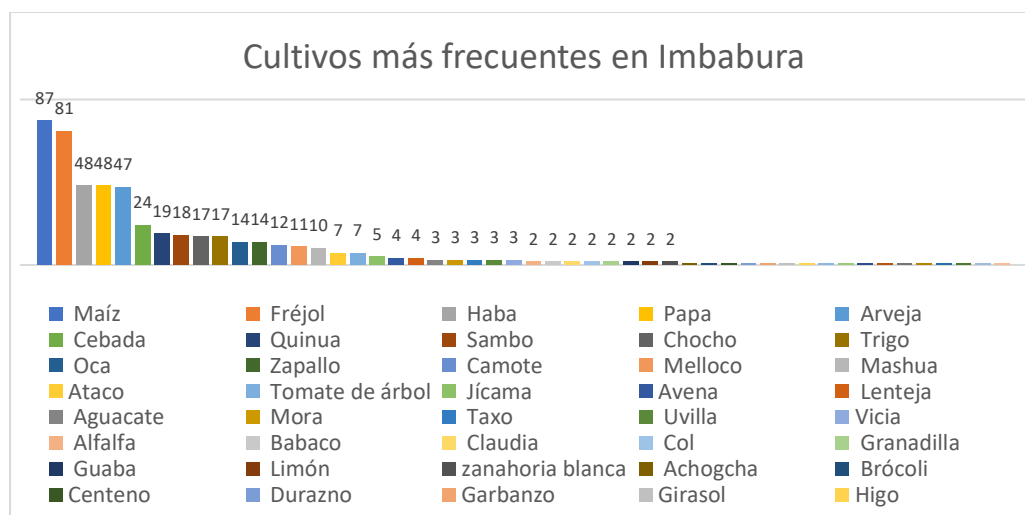


Figura 8. Cultivos más frecuentes en Imbabura. Muestra la presencia de los cultivos tradicionales en las chacras en la provincia de Imbabura, 2022
Fuente y elaboración propia

La distribución de los cultivos por familias botánicas permite sectorizar la vocación local para la siembra y consumo de las especies, así como la riqueza de interespecífica, en esta provincia predominan dos taxas que se encuentran mejor representadas en cuanto a número de especies que las conforman: Fabaceae (19 %) o leguminosas como fréjol, haba, lenteja, arveja, chocho, jícama, alfalfa y Poaceae (13 %) o gramíneas como el maíz, cebada, trigo y otros cereales, por otro lado, es importante mencionar que un buen número de taxas están representadas por una sola especie (Figura 9).

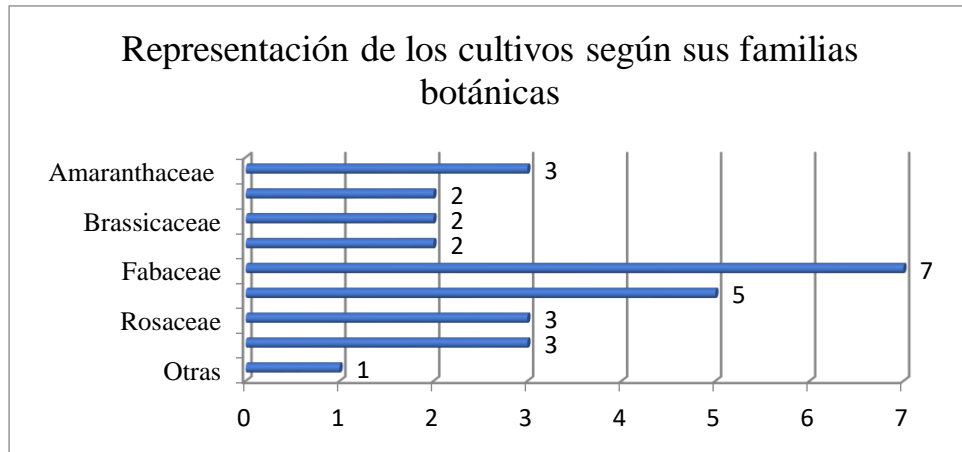


Figura 9. Representación de los cultivos según sus familias botánicas. Muestra la frecuencia absoluta de los principales cultivos según las familias botánicas de mayor presencia en las chacras de Imbabura, 2022
Fuente y elaboración propia

La amplia variabilidad intraespecífica expresa la riqueza de las variedades de los cultivos más representativos en la provincia de Imbabura². Se identificaron 213 variedades tradicionales de los principales cultivos en base a los nombres comunes reportados en las 97 fincas visitadas, para maíz se presentan 32 razas, fréjol 29 variedades, papa 25 variedades, habas 15 variedades, arveja 14 variedades, cebada 13 variedades, trigo 11 variedades, los demás cultivos se encuentran representados con menos de 10 variedades (Figura 10). Se destacan varios agricultores al coleccionar el mayor número de variedades tradicionales de varios cultivos en la provincia: Mariana Guerrero con 39 variedades, Pedro Caiza con 26 variedades. Los agricultores que tuvieron el mayor número de cultivos también tuvieron el mayor número de variedades lo que marca una relación directa entre la variabilidad inter e intraespecífica. La agricultora Mariana Guerrero tiene 14 variedades de maíz, Josefa Guerrero cultiva 7 variedades de fréjol y José Achulema, cultiva 7 variedades de papa. El maíz es el cultivo que destaca en esta provincia, por su amplia variabilidad genética con 32 razas que deben ser confirmadas con estudios complementarios, sin embargo, en el Catálogo de agrobiodiversidad (2010) se refiere a 12 razas botánicas (DENAREF y INIAP 2010, 27). Luego están las 58 variedades de fréjol, habas, arvejas; finalmente, con menos variabilidad varietal, pero de importante presencia los frutales andinos como aguacate, mora, taxo, granadilla, babaco.

²Los datos obtenidos son una recopilación de información proporcionada por los agricultores encuestados, por lo que, su confirmación debe realizarse de acuerdo a estudios morfológicos y moleculares complementarios que descarten la posible presencia de sinonimias y homonimias

La variabilidad agrícola presentada en esta provincia muestra la autogestión de los recursos dentro de las chacras, sin necesidad de adquirir insumos como semillas certificadas y/o comerciales para producir los cultivos de interés para los agricultores.

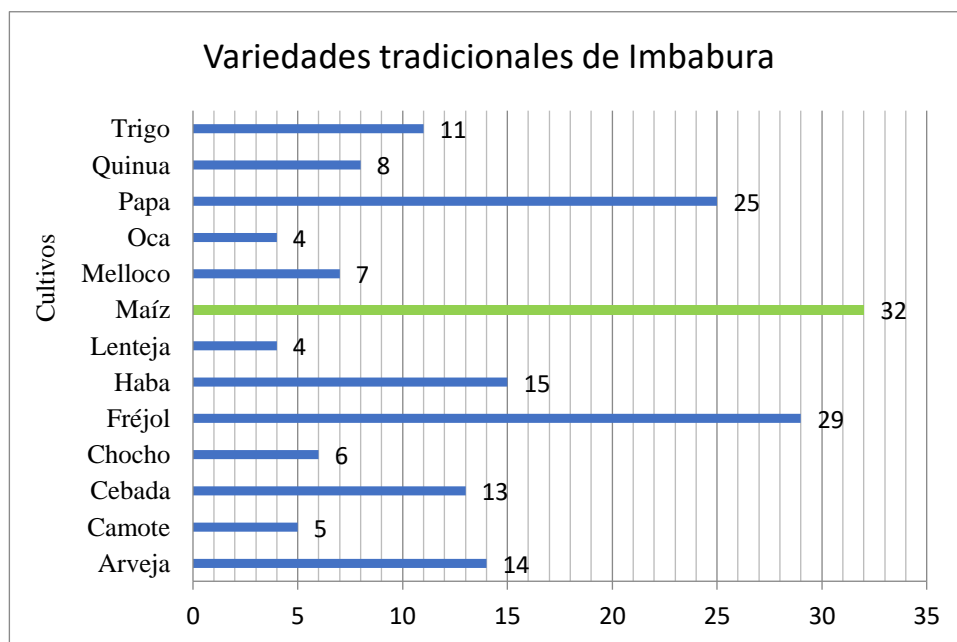


Figura 10. Variedades tradicionales de Imbabura. Muestra la frecuencia absoluta de las variedades de los principales cultivos de mayor presencia en las fincas de Imbabura, 2022. Fuente y elaboración propia

4.1.3. Loja

La agrobiodiversidad de la provincia de Loja es amplia tanto a nivel taxonómico como ecosistémico debido a las características demográficas, físicas y geográficas que fueron mencionadas en apartados anteriores, en 309 fincas encuestadas, se identificaron 168 especies o cultivos forestales, medicinales y alimenticias: maíz (95 %), fréjol (74 %), col (46 %), sábila (42 %), papa (41 %), cebolla (41 %) y ruda (40 %). Por otro lado, también es importante destacar la presencia de las especies medicinales que, a más de ser numerosas, las frecuencias son altas en la mayoría de las chacras tales como: llantén, cedrón, manzanilla, geranio, malva, orégano, ortiga, escancel, toronjil, violeta, tilo, borraja, entre otros, lo que confirma la importancia de uso de estos cultivos en la provincia y es corroborado en los capítulos primero y segundo. Las especies menos frecuentes principalmente por falta de uso como: achogcha, arroz, cacao, carambola, lenteja, guayaba, melón, soya, toronja entre otros, disponen por debajo del 1 % de la población encuestada (Figura 11). Cabe mencionar también que los agricultores como María Gualán, María Namicela y Francisco Gonzáles conservan 82, 81 y 80 cultivos en sus

chacras, respectivamente. Estas producciones cohabitan con otros productos comerciales generalmente hortalizas (uso de semillas mejoradas e híbridas) que sirven tanto para el autoconsumo como para la venta de excedentes en los circuitos de comercialización. Es muy importante el conocimiento asociado al uso de las plantas en la herbolaria, siendo la principal causa de conservación de ellas en el predio.

Además del efecto medicinal, los agricultores reconocen las funciones ecológicas de esas especies y las intercalan entre las plantas alimenticias para que sirvan de atractivos o repelentes de insectos y no ataquen a los cultivos de importancia comercial, minimizando el uso y abuso de los insumos fitosanitarios sintéticos. También al tener conocimiento de las bondades de estas especies, se instruyen en la elaboración de preparados intraprediales que servirán de fertilizantes naturales, bioplaguicidas y estimulantes de crecimiento.

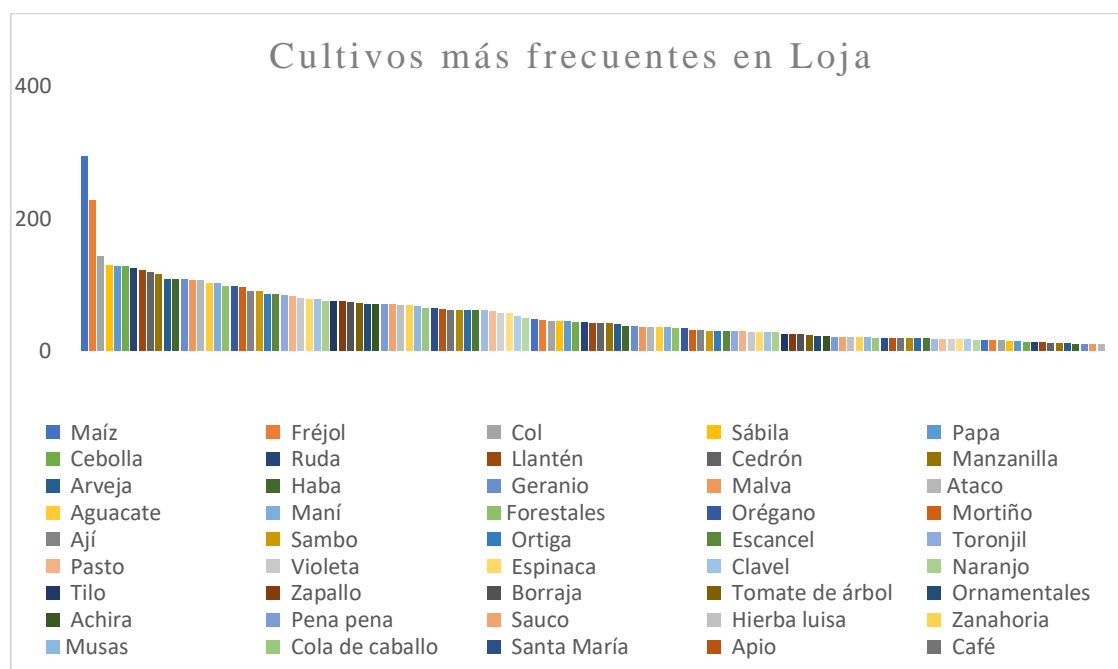


Figura 11. Principales cultivos de Loja, 2022.
Fuente y elaboración propia

Desde otro punto de vista, el análisis taxonómico se realizó por familias botánicas, los resultados muestran que las familias mejor representadas en cuanto al número de especies son: Fabaceae 14 especies seguido de las Solanaceae, Rosaceae, Asteraceae con 12 especies cada una, y Poaceae con 11 especies. Además, es importante destacar que 29 familias botánicas están representadas por una sola especie, es decir, al encontrar tantas especies medicinales, ornamentales y forestales se registran varias familias con un solo

cultivo que componen las chacras diversas de esta provincia como: Burseraceae (palo santo), Nyctaginaceae (buganvilla), Rubiaceae (uña de gato) (Figura 12).

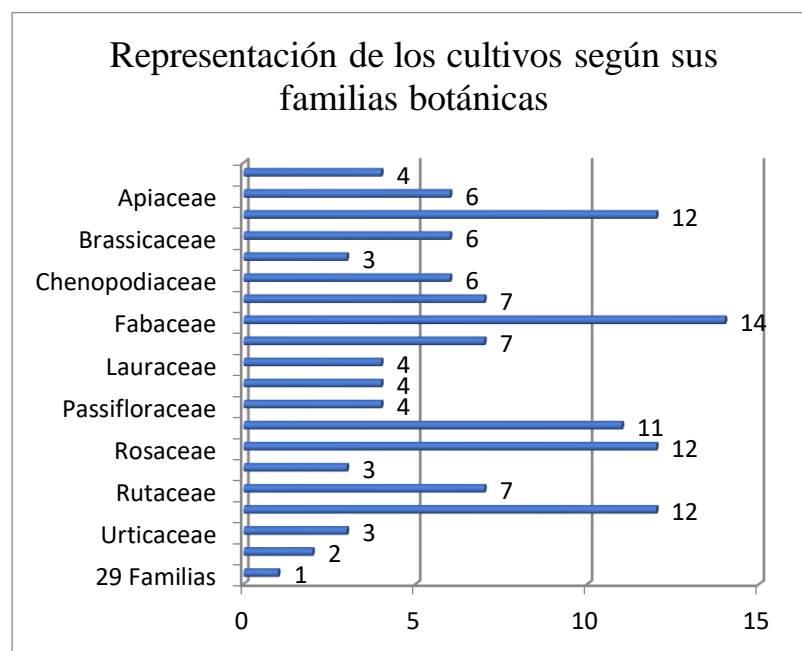


Figura 12. Representación de los cultivos según sus familias botánicas. Muestra la frecuencia absoluta de los principales cultivos de mayor presencia en las fincas de Loja, 2022.

Fuente y elaboración propia

Los agricultores de Loja mencionaron varios cultivos con más variedades conservadas dentro de las chacras, especialmente el maíz que registró 21 variedades tales como: amaqueño, amarillo, blanco, blanco duro, blanco pintado, canguil, criollo, cubano, jima, guayaquileño, mocho, moradilla, morocho, negro, pacho, panamito, perla, tumbero, tusilla, yuturi y zhima, fréjol 16 variedades como: blanco, bola, calentura, calima, cápsula, caramelo, chabelo, chileno, cocacho, de palo, friguelo, panamito, rojo, vaca, negro y papa con 8 variedades: bolona, chacra, chaucha, chola, colorada, criolla, negra y winga. Es necesario mencionar que el maní y el café son cultivos bastante difundidos en esta provincia, así se identifican 6 variedades de maní: blanco, caramelo, mejorado, negro, paisano y rojo y 3 variedades de café: arábigo, caturra y robusta (figura 13).

Los agricultores tienen establecidos los principios agroecológicos desde una conciencia y experiencia propia que les permite subsistir y estar preparados para eventos climáticos extremos o circunstancias bióticas que puedan soportar. Es así que en su conocimiento y lógica de cultivo siembran algunas variedades del mismo cultivo, ya que tienen diferentes propósitos, usos o simplemente los conservan como una garantía en caso de que algún evento fortuito suceda, esta lógica se basa en prácticas como siembras

escalonadas, siembra de variedades precoces para obtener prontamente las cosechas, variedades resistentes a la sequía, a las inundaciones dependiendo de la estación, o la siembra simultánea de las especies esperando obtener por lo menos una parte de la cosecha esperada. Estas prácticas basadas en un conocimiento tradicional o local permiten la adaptación y resiliencia de las chacras basadas en las experiencias propias, de la comunidad o los ancestros.

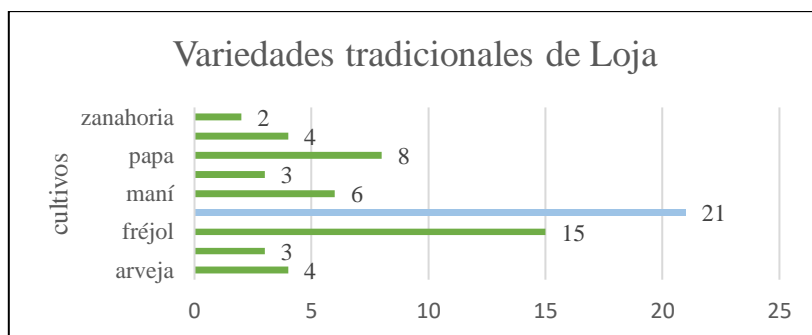


Figura 13. Variedades tradicionales de Loja. Muestra la frecuencia absoluta de las variedades de los principales cultivos de mayor presencia en las fincas de Loja, 2022
Fuente y elaboración propia

4.2. Índices de diversidad

Estos resultados se presentan mediante un análisis de la diversidad alfa netamente relacionada con la agrobiodiversidad a nivel de cantones para detallar en resumen la diversidad de cada cantón y la riqueza específica y varietal de los mismos. A nivel de las tres provincias se contabilizan 213 cultivos distribuidos en 7 cantones como se resume a continuación en la tabla 1:

Tabla 1.

Índices de diversidad alfa en los siete cantones en las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja

provincias	IMBABURA		CHIMBORAZO		LOJA		
cantones	Cotacachi	Otavallo	Colta	Guamote	Loja	Paltas	Saraguro
Índices de diversidad							
Número de especies	25	49	48	41	107	176	158
Número de individuos	286	268	519	374	829	3377	3540
Simpson 1-D	0.8982	0.9406	0.9433	0.9376	0.9859	0.9863	0.9867
Margalef	4.243	8.585	7.518	6.752	15.77	21.54	19.21
Shannon-Wiener	2.609	3.253	3.213	3.092	4.405	4.62	4.542

Fuente y elaboración propia

Para entender mejor, los índices de diversidad biológica son valores calculados matemáticamente que permiten conocer el número de especies o la riqueza específica, así como la distribución o abundancia relativa de cada especie dentro de una extensión de superficie, en este caso, de las chacras campesinas, estos datos configuran la estructura o la equitatividad de las poblaciones. A continuación, se presentan resultados de algunos índices de diversidad alfa para los cantones en estudio

Los valores de índice de Simpson 1-D indican dominancia (inverso a la equidad) de las especies en relación a otras, es decir, evalúa cuál es la especie que se encuentra en mayor proporción en un predio o muestra tomada, el resultado indica que mientras el valor sea más cercano a uno, menor será la diversidad en la muestra y cuando el resultado se acerque a cero habrá menos dominancia y más equitatividad. Para el caso de estudio presenta rangos desde 0.8982 en Cotacachi en Imbabura hasta 0.9867 en Saraguro en Loja, lo que sugiere que en Cotacachi los cultivos son más diversos y existe menos probabilidad de que seleccionando aleatoriamente dos cultivos, éstos pertenezcan al mismo cultivo, en comparación a Saraguro, mientras que en este cantón de Loja, los cultivos y sus variedades corresponden a poblaciones con mayor equitatividad, aumentando la probabilidad de encontrar al azar dos individuos de la misma variedad (Valdez Marroquín et al. 2018, 4).

El índice de Margalef o de riqueza específica se relaciona con el número de especies presentes en una localidad y el número total de individuos, es decir, un conteo de todas las especies presentes a nivel de individuos o variedades por especies, si el resultado se acerca a cero significa que existe una especie en la muestra (Moreno 2001, 26). En este caso, la provincia de Loja supone mayor número de cultivos, además, Paltas tiene el índice más alto (21.54), el mismo que supera a Saraguro (19.21) y a Loja (15.77). Estos hechos son corroborados con los resultados de la cantidad de cultivos tradicionales de cada provincia.

El índice de Shannon-Wiener, muestra la uniformidad de la composición de la muestra o la abundancia proporcional estructural, es decir, a través del conteo de individuos de una población o muestra se espera que todas las especies estén representadas, el resultado utiliza datos de la riqueza y abundancia relativa. De esta manera, el valor es cero cuando hay una sola especie (Valdez Marroquín et al. 2018,4), es decir, la provincia de Loja, presenta valores superiores a las otras provincias, sin embargo, Paltas (4.62), Saraguro (4.542) y Loja (4.405) presentan mayor homogeneidad de sus cultivos, lo que sugiere que las especies cultivadas son muy similares entre sí, se

interpreta como una menor diversidad de variedades de cultivos en la zona, lo que es verificado con los resultados de frecuencias de cultivos y variedades de cada provincia, presentados en este mismo capítulo.

Los sistemas diversos en general y los sistemas de producción agrobiodiversos en particular, desde el enfoque agrícola, son una estrategia de mitigación ante los efectos del cambio climático y de restauración de paisajes o ecosistemas

4.3. Procedencia de las semillas

Los agricultores de las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja como costumbres comunes y vigentes de la vida campesina mantienen prácticas de intercambio que les permite utilizar y conservar la diversidad de semillas que poseen además de ser su medio de provisión de las mismas, estas dinámicas se basan netamente en la libre circulación y el trueque de semillas nativas y criollas adaptadas a las condiciones locales, producidas bajo esquemas tradicionales de conocimiento y cultura fuera de los parámetros de los mercados industriales y controles normativos (Figura 14).

Así por ejemplo, el flujo de semillas se realiza a través de parientes, o han recibido semillas como herencia, es decir, que las semillas mejor custodiadas se han transmitido de una generación a otra dentro de una familia, también a través de vecinos se realiza la adquisición de semillas, en los últimos años, en las tres provincias se han establecido las ferias de intercambio de semillas como un espacio alternativo donde se encuentran materiales poco frecuentes que enriquecen el patrimonio de diversidad de las chacras y aumenta la distribución de las mismas en una región, se valorizan simbólicamente las semillas al ser recuperadas por un agricultor conocedor de sus beneficios y poniéndolas al servicio de su comunidad.

Estas ferias son organizadas entre las comunidades campesinas e indígenas de cada provincia con el apoyo de universidades, fundaciones, ONGs y principalmente del INIAP, que a través del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos colectan, refrescan, multiplican y distribuyen semillas autóctonas de los cultivos tradicionales. Otra forma para adquirir semillas es en el mercado campesino donde existe la libre comercialización de semillas nativas o tradicionales a diferencia de las tiendas o centros de expendio de insumos agropecuarios donde se adquieren semillas comerciales certificadas. Es de suma importancia el valor que los agricultores dan a estas relaciones y espacios para obtener semillas sin restricciones de ningún tipo, a excepción de las

preferencias del agricultor y a la vez, la consideración del valor intrínseco de la semilla para que sea una forma de herencia que pasa de generación en generación, conservándose, evolucionando y distribuyéndose en el seno familiar a través del tiempo.

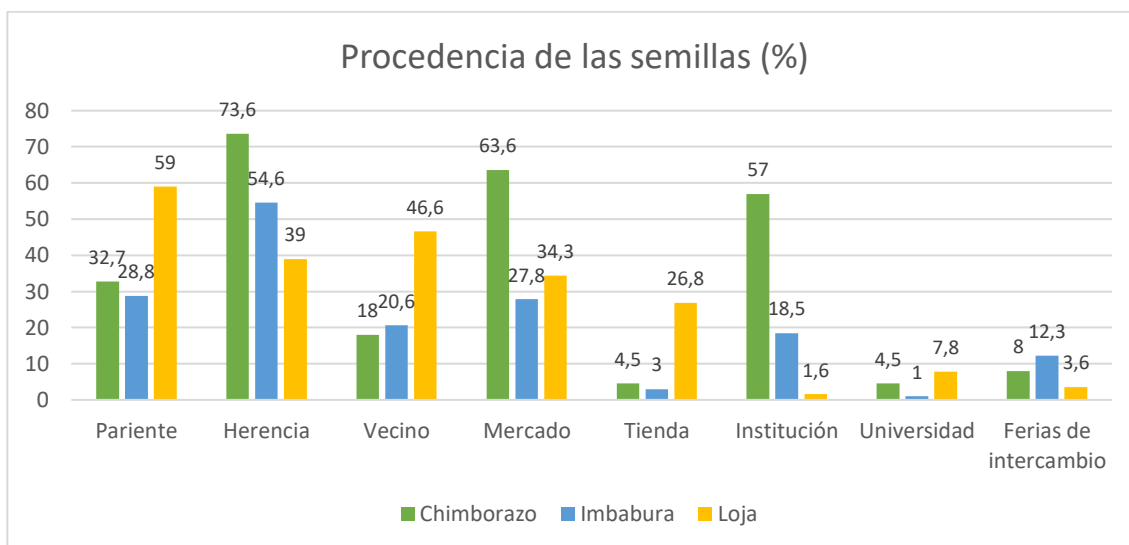


Figura 14. Procedencia de las semillas (%). Muestra los mecanismos por los que se adquieren las semillas en las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja, 2022.
Fuente y elaboración propia

En el caso de Chimborazo la obtención de las semillas principalmente se da por herencia de familiares (73.6%), adquisición en los centros de expendio de insumos agropecuarios (63.6%), a través de instituciones (57%) como el INIAP que les provee de semillas nativas en este caso, tubérculos andinos, de forma secundaria la semilla se adquiere a través de parientes (32.7 %) y vecinos (18 %).

En Imbabura, también se estila recibir de familiares las semillas como herencia (54.6%), a través de parientes (28.8%), mercado campesino (27.8%), con los vecinos de la comunidad (20.6%), a través de Instituciones (18.5%) como la Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi (UNORCAC) que mantiene un banco de semillas comunitario.

En la provincia de Loja es un poco diferente la obtención de semillas, en su mayoría se realiza a través de parientes (59%), vecinos (46.6%) y herencias (39%), en menor escala las semillas se adquieren en el mercado campesino (34.3%) y en almacén de insumos agropecuarios (26.8%), en esta provincia los agricultores se encuentran muy vinculados con las actividades del banco de germoplasma que mantiene la Universidad Técnica Particular de Loja (7.8%).

4.4. Flujo o intercambio de semillas

Los mecanismos de intercambio de semillas nativas y criollas actualmente vigentes son importantes para los agricultores encuestados en las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja ya que responden a algunas preguntas sobre el intercambio de semillas: ¿realiza intercambio de semillas?, ¿con quién realiza el intercambio de semillas? (Figura 15), y ¿en qué lugares realiza el intercambio de semillas? (Figura 16). Los resultados por cada provincia se detallan en los siguientes párrafos:

En Chimborazo, aproximadamente más de la mitad de los agricultores encuestados intercambian semillas (52.7%), lo realizan principalmente con vecinos (30%) y parientes (28%) dentro de la misma comunidad (42%), también en ferias de semillas (12%) y con otras comunidades (9%).

En Imbabura, la mayoría de la población agrícola encuestada intercambia semillas (62%), en principio, lo realizan con los parientes (28%) y vecinos (26%) y otros (17%) que se relacionan con instituciones, universidades, otras comunidades. De preferencia el intercambio se da entre la misma comunidad (30%) y en las ferias de semillas (15%), en menor escala con otras comunidades (11%).

En Loja, la dinámica del intercambio no es muy practicada, es así que el 26% de la gente encuestada afirmó intercambiar semillas con sus parientes (19%) y vecinos (4%) dentro de la misma comunidad o zona (8%), en las ferias de semillas (5%) principalmente, con otros (4%) (como universidades) y con otras comunidades (3%).

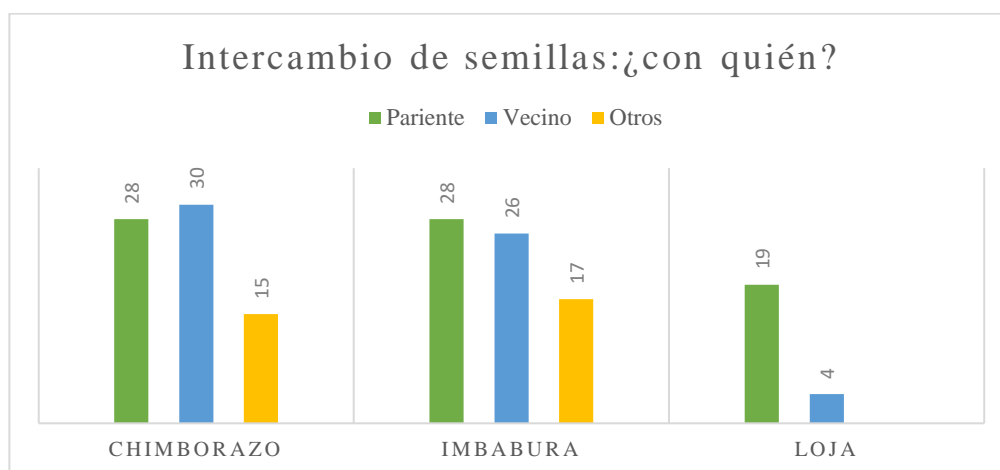


Figura 15. ¿con quién se realiza el intercambio de semillas? Principales actores o instituciones con quien los agricultores realizan el intercambio de semillas en las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja, 2022.

Fuente y elaboración propia

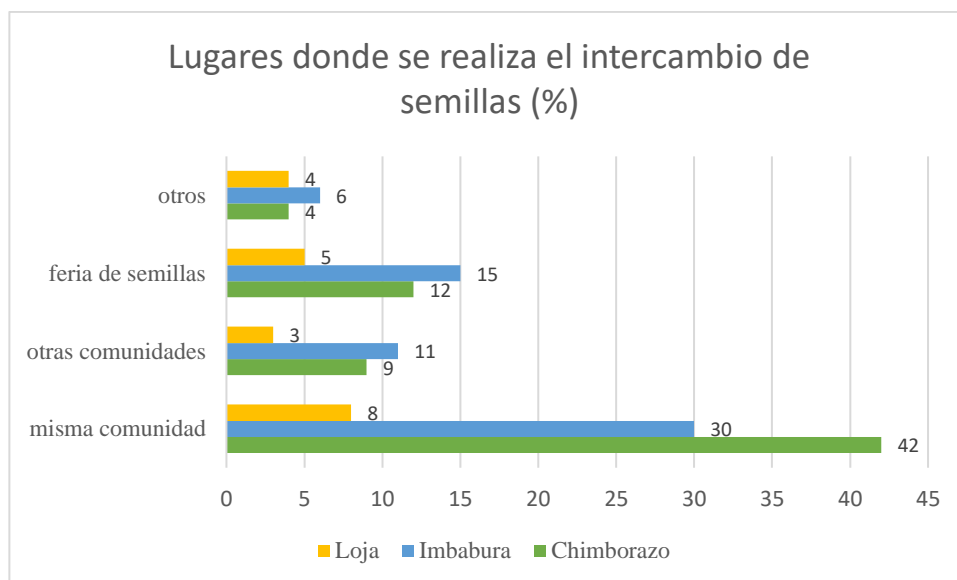


Figura 16. Lugares donde se realiza el intercambio de semillas (%). Muestra los lugares donde se realiza el intercambio de semillas en las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja, 2022 Fuente y elaboración propia

Las dinámicas de intercambio de semillas es un aporte de la agrobiodiversidad a la construcción de la cultura asociada a la agricultura, que funciona de forma diferente en cada localidad, con sus particularidades y preferencias arraigadas en las poblaciones campesinas, que mantiene la cohesión social y genera otros hábitos, conocimientos a partir de ellas. De la misma forma se puede aprovechar esta situación para crear una cultura de información, adaptación y resiliencia ante efectos del cambio climático.

4.5. Destino de la producción de semillas

En Chimborazo e Imbabura es relevante destacar la importancia de las semillas como base misma de la vida ya que, alrededor de ellas se desarrolla el tejido social de las comunidades y propicia el mantenimiento de la agricultura como modo de vida al ser parte de la alimentación en forma de *autoconsumo*, el uso de las semillas para los *siguientes ciclos de siembra* y la *venta* de los excedentes generando ingresos adicionales para los agricultores (figura 17). De la población muestreada en Chimborazo, el 85% respondió que su objetivo prioritario es el autoconsumo para la alimentación, sin embargo, existe el objetivo mixto de producir semillas tanto para el autoconsumo como para la venta (55%) y también el uso de las semillas para las próximas siembras o para el

intercambio (53 %), solo 40% afirmó producir semillas exclusivamente para la venta. La misma dinámica se practica en Imbabura, es decir, las semillas para el autoconsumo son producidas por el 65 % de los agricultores encuestados como prioridad de producción, sin embargo, el 46 % de ellos también destinan la producción para la venta y el autoconsumo, el siguiente objetivo de producción es el uso de las semillas para los siguientes ciclos de cultivo en 42 % y finalmente, el 26% de los agricultores se dedica a producir semillas exclusivamente para la venta.

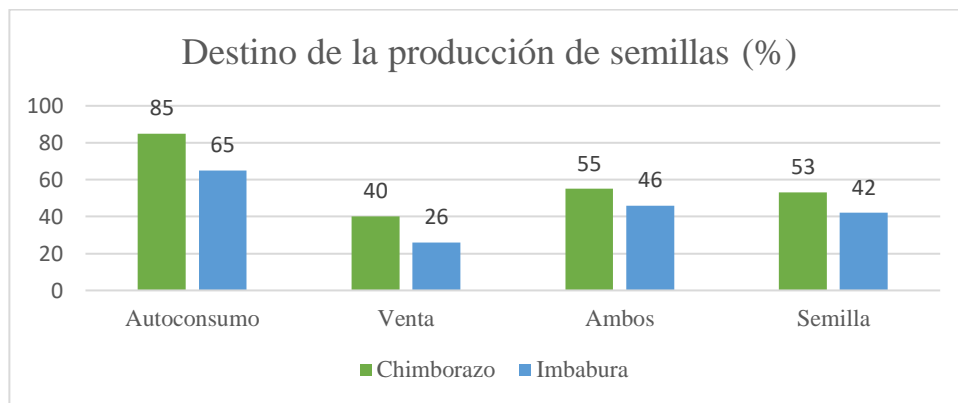


Figura 17. Destino de la producción de semillas (%). Muestra los destinos de la producción de semillas en las provincias de Chimborazo e Imbabura, 2022.
Fuente y elaboración propia

4.6. Otros usos

Tanto en las provincias de Chimborazo como en Imbabura la agrobiodiversidad, en forma de semillas son utilizadas para obtener forraje, medicinal, espiritual, ornamental y otros (Figura 18). En Chimborazo, el uso de las semillas para producir forraje es del 55% y 19% corresponde al uso como base de la medicina natural, otros usos como combustible o para obtener madera o servicios ambientales (14%) y menor uso con propósitos espirituales (5%) y ornamentales (1%). En tanto que, en Imbabura, las semillas se usan con fines diversos como combustible, maderable, para realizar artesanías y servicios ecosistémicos en 21 %, en segundo plano, el 6% usa las semillas con fines medicinales, el 5 % con propósitos espirituales y el 2% como ornamentales.

A través de los usos que pueda brindar la agrobiodiversidad se genera la revalorización y demanda de las especies para el consumo familiar, los mercados locales, regionales e internacionales, forzando la necesidad individual, familiar y comunitaria de obtener, sembrar, conservar y mejorar especies tradicionales dentro de sus territorios. La

investigación participativa y otras metodologías de marketing aplicado pueden ser las herramientas que determinen nuevos usos y por tanto la recuperación de especies en riesgo de desaparecer. Este tipo de prácticas pone en evidencia que la agrobiodiversidad no solo es componente fundamental para la alimentación que fomenta la seguridad y la soberanía alimentaria, sino que aporta a la construcción del tejido social campesino, genera cultura, mantiene el equilibrio ambiental, tiene funciones ecológicas como la producción de servicios ecosistémicos, genera medios de vida para las comunidades y por supuesto es un componente muy importante en la economía.

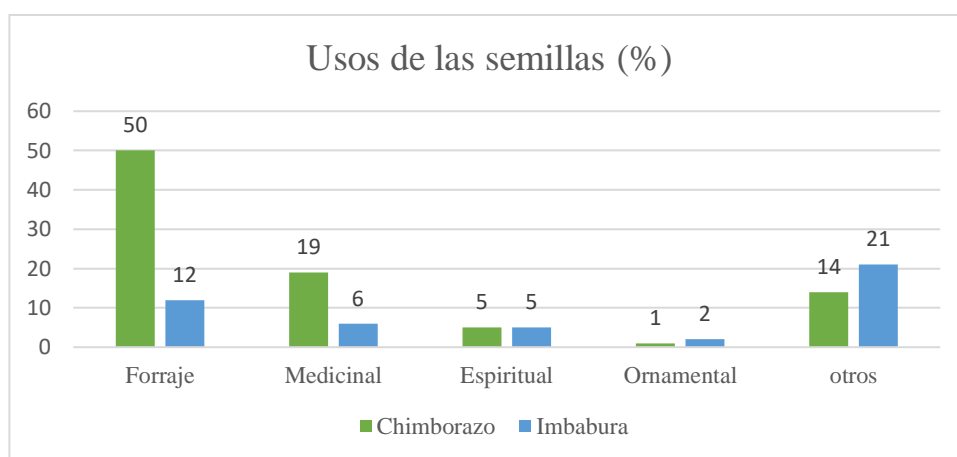


Figura 18. Otros usos de las semillas (%). Muestra los otros usos que los agricultores dan a las semillas producidas en las provincias de Chimborazo e Imbabura, 2022

Fuente y elaboración propia

4.7. Resistencias de los cultivos a factores abióticos

La percepción de los agricultores de las provincias de Chimborazo e Imbabura en cuanto a la resistencia a factores abióticos como lluvia, viento, heladas y sequía de ciertas variedades y cultivos tradicionales. Los resultados presentados en porcentaje son el promedio de las estimaciones de resistencia de una variedad o cultivos observadas por los agricultores.

En Chimborazo, cultivos como el haba blanca presentan resistencia a lluvia (36%), viento (37%), sequía (17%) y helada (38%), oca variedades amarilla y blanca muestran resistencia a lluvia (27%), viento (31%), helada (32%) y sequía (32%), melloco variedades amarillo y caramelo muestran resistencia a lluvia (21%), viento (21%), helada (22%) y sequía (22%), papa variedad chaucha, presenta resistencia a lluvia (23%), viento

(23%), helada (23%) y sequía (23%), mashua amarilla muestra resistencia a lluvia (22%), viento (22%), helada (24%) y sequía (24%), cebada presenta resistencia (24 %) tanto para lluvia como para viento, helada y sequía y el maíz blanco muestra resistencia a lluvia (31%), viento (33%), helada (31%) y sequía (33%), (Figura 19).

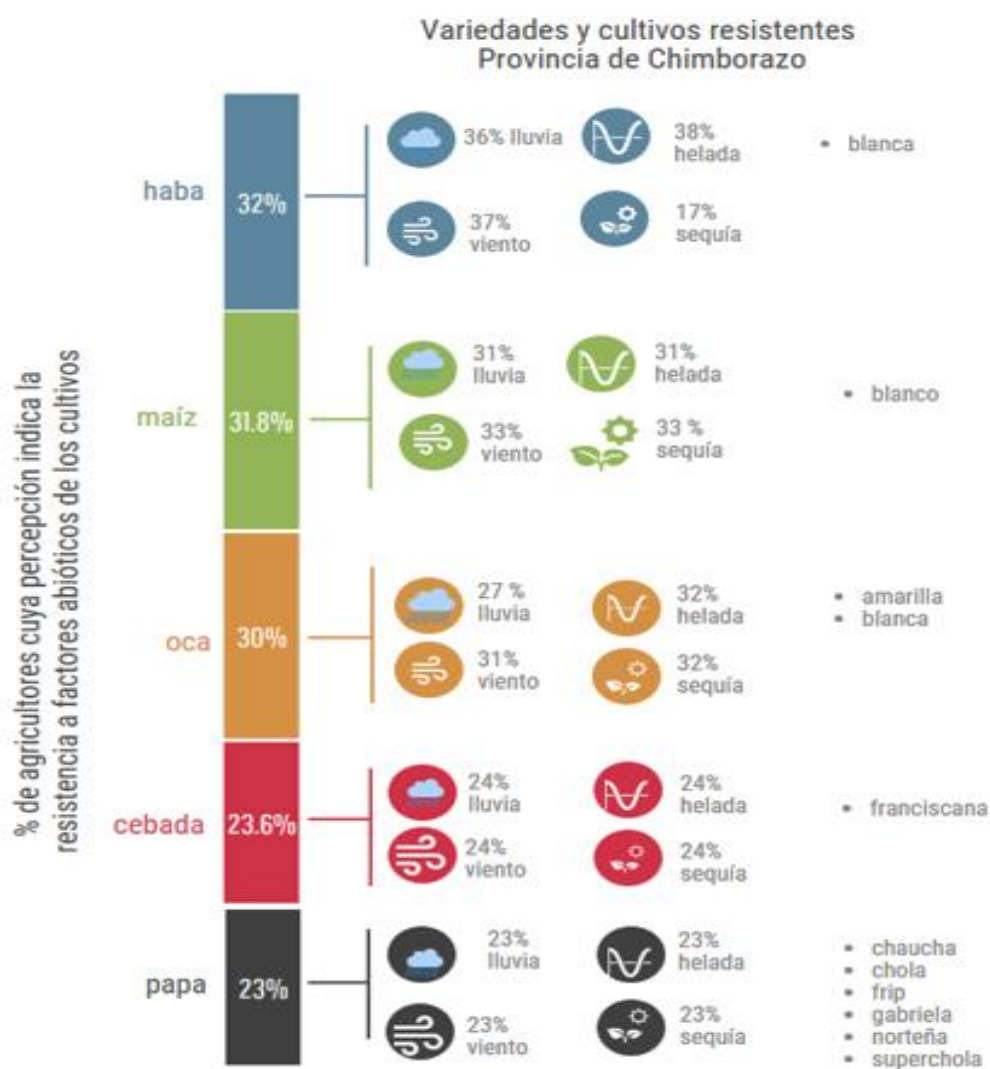


Figura 19. Resistencias de cultivos en Chimborazo (%). Muestra la percepción de resistencia a factores abióticos que tienen las semillas producidas en Chimborazo, 2020
Fuente y elaboración propia

En Imbabura, cultivos como el maíz con variedades amarillo, blanco, canguil, chaucha, chulpi, morocho, morocho blanco y negro presentan resistencia a lluvia (28%), viento (28%) y helada (27%) y helada (28%), haba chaucha muestra resistencia a lluvia (28%), viento (28%), helada (28%) y sequía (28%), fréjol variedades canario, mixturiado, rojo, suco conejo muestran resistencia a lluvia (23%), viento (23%), helada (22.7%) y

sequía (22.7%), papa variedades chaucha y chola muestran resistencia a lluvia (16%), viento (16%), helada (16%) y sequía (16%), quinua chaucha muestra resistencia a lluvia (12.6%), viento (12.6%), helada (15%) y sequía (12.6 %) (Figura 20).

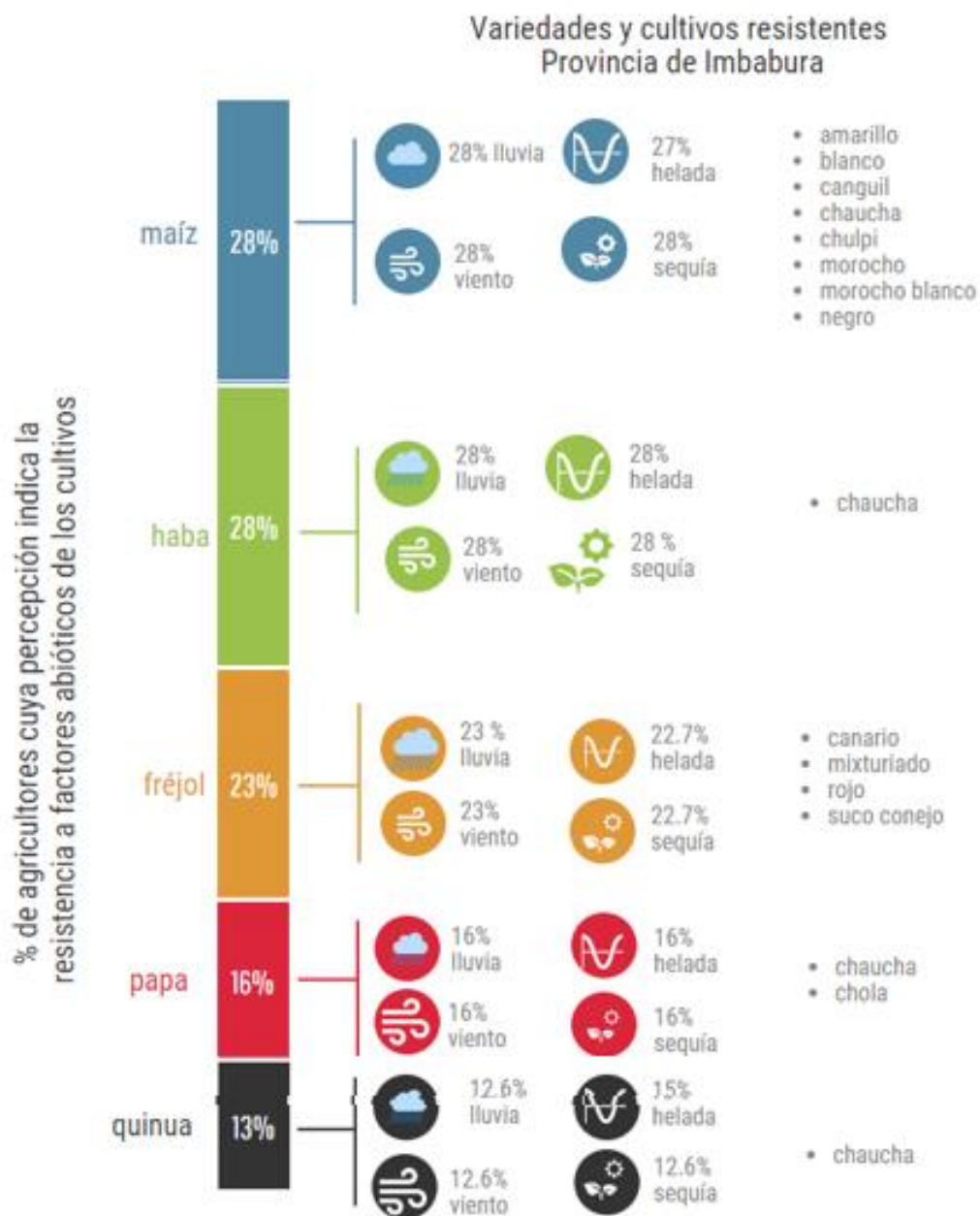


Figura 20. Resistencia de cultivos en Imbabura. Muestra la percepción de los agricultores de resistencia a factores abióticos que tienen las semillas producidas en Imbabura, 2020

Fuente y elaboración propia

Quizás estos resultados sean los que claramente muestren la importancia y la aplicación del conocimiento tradicional y local de los agricultores al momento de seleccionar inteligentemente las especies para sembrar y las que requieren un cuidado

especial de siembra y conservación debido a sus características fisiológicas y fenológicas que las vuelve vulnerables ante factores abióticos, pero son valiosas y necesarias de mantenerlas en las chacras por preferencias de uso. Estos conocimientos empíricos deben ser revalorizados, actualizados y soportados por el conocimiento científico y la tecnología adaptada a las situaciones locales específicas para establecer un sistema de información solvente y confiable que permita aproximarse a la previsión de eventos climáticos, minimizar la vulnerabilidad de las poblaciones agrícolas, estructurar medidas y políticas públicas de adaptación y mitigación aterrizadas a la realidad y el fomentando la resiliencia de los ecosistemas y las poblaciones en riesgo.

5. Resultados variables de erosión genética

La erosión genética es un fenómeno actual muy palpable en los microcentros de origen y diversificación de cultivos, así, se ha explicado en los capítulos anteriores, en este apartado se muestra que esta pérdida de diversidad en sus múltiples dimensiones representa inseguridad para las comunidades agrícolas, vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, ante plagas y enfermedades, también disminuye la variedad y acceso a los alimentos y consecuentemente la pérdida de los conocimientos asociados.

Estos resultados son la compilación de datos que describen los cultivos que se dejaron de sembrar, así como las causas, los cultivos y variedades que están en peligro de desaparecer de acuerdo a la experiencia, observación y vivencia de los agricultores encuestados.

De acuerdo a la percepción de los agricultores de Chimborazo, Imbabura y Loja la principal causa de la erosión genética de estas especies domesticadas ha sido: la introducción de variedades mejoradas e híbridas como competidoras, como consecuencia, la pérdida de las semillas autóctonas y la insuficiente disponibilidad de semillas para recuperar los cultivos, como causas secundarias: desvalorización de las semillas nativas, autóctonas, criollas, problemas fitosanitarios y falta de consumo de estas especies.

La erosión genética es el resultado de la fuerte penetración de paradigmas, ideas, y prácticas provenientes de la corriente de la revolución verde y la agricultura convencional a los sistemas diversos de producción, son preocupantes los efectos de este modelo productivo ya que en menos de un siglo, la diversidad y específicamente la agrobiodiversidad ha sido eliminada y disminuida en proporciones inimaginables, con efectos sin retorno cuyos efectos en cascada ponen en riesgo la supervivencia de todas las

especies en el planeta. Sin embargo, a través de la investigación, del conocimiento del campesinado, a la intervención del estado mediante políticas públicas se pueden aún recuperar algunas de estas especies y restaurar sus hábitats, alcanzando la homeostasis perdida.

5.1. Cultivos que dejaron de sembrar

Tanto en las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja han dejado de sembrar algunas variedades de cultivos tradicionales (Figura 21).

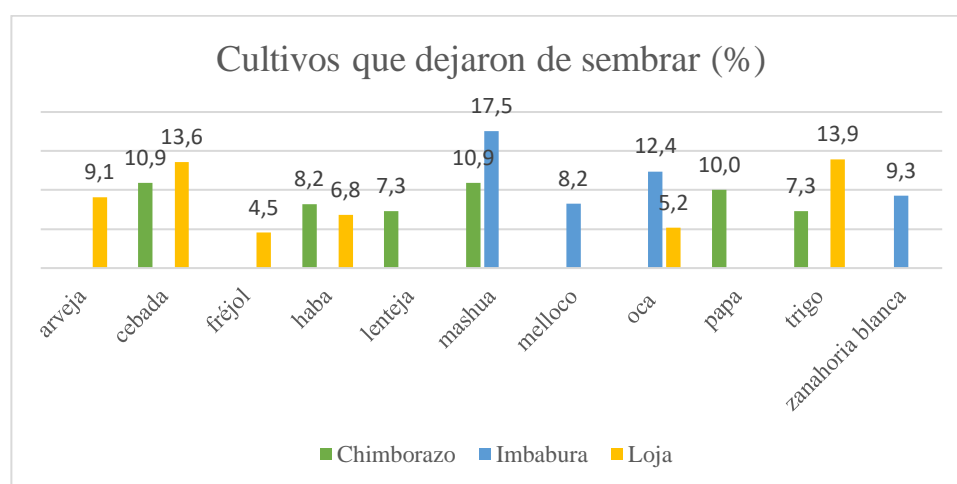


Figura 21. Cultivos que se dejaron de sembrar (%). Muestra los cultivos que se dejaron de sembrar en las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja, 2022

Fuente y elaboración propia

En cada provincia se registran los siguientes resultados:

En Chimborazo, los cultivos de: cebada (10.9%), mashua variedad amarilla (10.9%), papa variedades: chaucha, chaucha amarilla, chaucha roja, chihuila, cuña, mami, puña, uvilla, Cajamarca, chaucha blanca, cushpi blanca, cushpi roja, manuela, norteña, pata blanca, pata rosada, tulca y warmi, (10%), haba variedades blanca y wagra (8.2%), lenteja (7.3%), trigo (7.3%). El 19 % de los agricultores encuestados identifican que han dejado de sembrar por la falta de semilla disponible, el 15.5% por afecciones causadas por heladas y lancha, el 10% por problemas fitosanitarios y el 9% aduce que es por la falta de agua.

En Imbabura, los cultivos que se han dejado de producir son: mashua (17.5%), oca variedad rosada (12.4%), zanahoria blanca (9.3%) y melloco variedades negro y verde (8.2%). Los agricultores mencionan que las causas principales que los ha llevado a no sembrar los cultivos anteriormente detallados son: falta de semilla (13%), falta de

consumo de estas especies (9%), problemas fitosanitarios (7%) y la introducción de nuevos cultivos que desplazan a los tradicionales (7%).

En Loja, algunas variedades de los cultivos principales se han dejado de sembrar tales como: trigo variedades blanco, bola, negro, serrano (13.9%), cebada variedad de dos filas (13.6%), arveja variedades amarilla, blanca, verde, criolla (9.1%), haba variedad amarilla (6.8%), oca (5.2%) y fréjol variedades blanco, rayitas negras, bola, calentura, calima, cápsula, caramelo, chabelo, chileno, cocacho, de palo, firigüeo, panamito, rojo, negro, vaquita (4.5%). Particularmente, en esta provincia se han adoptado variedades comerciales que desplazan a las semillas autóctonas.

5.2. Cultivos en peligro de desaparición

Aunque este trabajo recopila datos de agrobiodiversidad también pretende visualizar el estado de extinción de los cultivos tradicionales o el proceso de desaparición actual de especies importantes para la alimentación y la agricultura.

Estos datos han sido reportados en las tres provincias: Chimborazo, Imbabura y Loja, siendo los cultivos tradicionales y algunas variedades identificadas de acuerdo a la percepción de los agricultores y sus prácticas (Figura 22), A continuación, se detallan los resultados por cada una de las provincias.

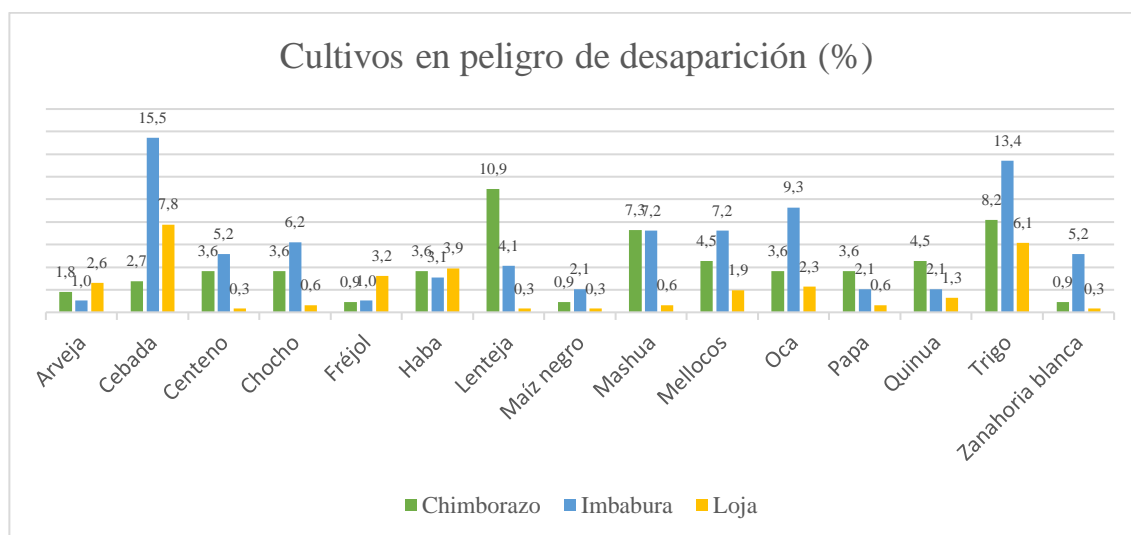


Figura 22. Cultivos en peligro de desaparición (%). Muestra los usos que los agricultores dan a las semillas producidas en las provincias de Chimborazo, Imbabura, 2022.

Fuente y elaboración propia

En Chimborazo los cultivos con mayor riesgo de desaparición de los campos son: lenteja variedades putza y verde (10.9%), trigo variedades crespo y negro (8.2%), mashua

variedades amarilla y blanca (7.3%), quinua variedades chaucha (4.5%) y mellocos variedades amarillo y rosado (4.5%), los demás cultivos presentan porcentaje de riesgo de desaparición menor a 4%, según, los agricultores.

En Imbabura, los cultivos más vulnerables son: cebada variedades hembra y trencilla (15.5%), trigo variedad negro (13.4%), oca variedad negra (9.3%), mashua (7.2%) y mellocos (7.2%), otros cultivos amenazados presentan valores menores a 7%.

En Loja, los cultivos tradicionales en peligro de erosión son: cebada variedad dos filas (7.8%), trigo variedades crespo y negro (6.1%), haba (3.9%), fréjol variedades calima, chileno, de palo, negro y panamito (3.2%), los demás cultivos en riesgo presentan valores inferiores a 3%.

El estatus de vulnerabilidad de estas especies viene relacionado directamente con preferencias de mercado o de consumo, dificultades fisiológicas o de laboreo durante la siembra y desarrollo de las variedades lo que desestimula la conservación de las mismas, sin embargo, es importante revalorizar y recuperar los remanentes de semillas para que con el soporte técnico y el conocimiento campesino se sometan a condiciones de mejoramiento y conservación *in situ* sin perder sus propiedades y brindando un valor agregado que coloque a estas variedades como semillas atractivas para el agricultor y el mercado.

Conclusiones

- Las poblaciones campesinas dedicadas a la agricultura son tan diversas como es su composición social, en el caso de estudio en las provincias de Chimborazo, Imbabura y Loja, se encuentra que las poblaciones agrícolas se componen en su mayoría por mujeres en un rango de edad comprendido entre los 41 y 60 años. En Chimborazo e Imbabura predomina como autodenominación étnica la indígena, mientras que en Loja se autodenominan mestizas, aun cuando en el Cantón Saraguro, toda la población se considera indígena. Son guardianas de semillas y su trabajo agrícola se asocia con los quehaceres domésticos como administradora y proveedora de los recursos e ingresos familiares, suministrando la alimentación, resguardando, manejando, mejorando, usando y conservando la diversidad agrícola como parte del patrimonio familiar. En adición, la presencia de las mujeres adultas en las labores agrícolas responde a los altos índices de migración hacia las zonas urbanas y fuera del país, principalmente en Chimborazo e Imbabura, mientras que la gente joven, asiste a instrucción en el sistema educativo formal, siendo su participación esporádica en las faenas de campo. Sin embargo, en Loja, la gente entre 21 y 40 años está involucrada en las tareas agrícolas, en un pequeño porcentaje los adultos mayores aún dedican sus días a estas labores.
- Los sistemas productivos campesinos de Chimborazo, Imbabura y Loja gracias a la presencia de organizaciones campesinas e indígenas y a su ubicación geográfica en los microcentros de diversificación de cultivos establecidos en varias regiones del país son altamente diversos en los niveles: genético, específico y paisajístico o de ecosistemas. Dicho de otra forma, las comunidades campesinas e indígenas han sabido aprovechar la riqueza de las zonas donde se han asentado y a través de los procesos de domesticación, selección y conservación, esa riqueza prospere, se diversifique. Esta situación denota la importancia de la cosmovisión de estos pueblos para sustentar su vida a través de la agricultura, de la construcción de su cultura alrededor de las actividades agrícolas cotidianas, generando conocimientos y prácticas en cuanto al manejo, uso y conservación de la

agrobiodiversidad y la adaptación, resiliencia y mitigación frente al cambio climático.

- El papel fundamental de la agrobiodiversidad, específicamente de las semillas campesinas no se limita a ser un componente fundamental para la alimentación familiar y de las poblaciones rurales y urbanas, sino que fomenta la seguridad y la soberanía alimentaria, además, aporta a la construcción del tejido social campesino, genera cultura y mantiene el equilibrio ambiental. Cumple funciones ecológicas como la producción de servicios ecosistémicos, genera medios de vida para las comunidades y representa un bien monetizable alrededor del cual se desarrollan las economías locales principalmente.
- La diversidad *per se* significa una de las principales estrategias para la adaptación y mitigación ante los efectos del cambio climático. Los sistemas productivos diversos y complejos son generados, manejados y mantenidos por los agricultores, conviven y coevolucionan a través del tiempo, tal como lo demuestra esta investigación, mientras más variado el sistema en los niveles genético, de especies y de ecosistemas mayor es la capacidad garantizada de: producción de alimentos, forrajes, medicinas, fibras, materiales de construcción y otras materias primas, incluyendo el acceso a los alimentos de calidad, a mayor diversidad, se incrementan las probabilidades de recuperar la inversión con las cosechas o en caso de eventos climáticos extremos, la garantía de no perder todo lo cultivado. Además, la venta de semilla proporciona fuentes alternativas para obtener otros ingresos económicos.
- La riqueza y abundancia (diversidad) de la variabilidad agrícola en las provincias en estudio se explica mediante el análisis de la diversidad alfa de los sistemas tradicionales de producción de las tres provincias (se realizó a nivel de cantones) en conjunto con los resultados obtenidos del número o frecuencia de especies, número de variedades tradicionales y representación de las familias botánicas, así se concluye que: en Cotacachi, según el índice de Simpson 1-D se encuentra una diversidad amplia específica y varietal de manera que la probabilidad de encontrar dos individuos del mismo cultivo es baja (0.8982) en comparación con el Cantón

Saraguro (0.9867) que mantiene poblaciones de productos agrícolas con mayor equitatividad.

De acuerdo al índice de Margalef, el cantón Paltas en Loja tiene el valor más alto (21.54), esto se explica por el número de cultivos y el número de individuos encontrados en superficies más amplias que en los otros cantones aún de la misma provincia y en comparación con las otras dos.

El índice de uniformidad o de Shannon-Wiener evidencia que en Loja las poblaciones de cultivos agrícolas son más homogéneas que en las otras provincias, es decir, la diversidad específica es superior a la diversidad varietal. Lo que se verifica con las demás variables de diversidad en Chimborazo se registran 40 cultivos y 303 variedades de ellos, estos valores corresponden especialmente a raíces y tubérculos andinos, así como cereales de altura, entre ellos se cuentan: papa, mashua, melloco, oca, quinua, cebada, trigo. En Imbabura, los cultivos son más diversos 50 cultivos autóctonos y 213 variedades de ellos, abarcan diferentes grupos: granos andinos o leguminosas, cereales, frutales. En la provincia de Loja la diversidad de especies es más amplia que la de variedades, en este sentido la agrobiodiversidad es más homogénea en relación a las otras provincias, sin embargo, se registran 168 especies con fines alimenticios, forestales, forrajeras y se destacan especialmente las medicinales.

En términos generales, los sistemas de producción de las tres provincias son altamente diversos lo que incrementa la posibilidad de aplicar todos los fundamentos agroecológicos antes mencionados para su manejo y de esta forma se configuran como modelos de sistemas altamente adaptables, resilientes y que ofrezcan estrategias de mitigación ante el cambio climático

- Las dinámicas de flujo de las semillas son características propias de sistemas de producción diversos, aspectos como la procedencia de las semillas, actividades de intercambio y libre circulación de semillas y conocimientos que permite recuperar materiales perdidos, renovar, mantener las especies de interés para su sustento y/o adaptar cultivos son formas de mantener vigentes los preceptos de variabilidad agrícola fundamentada en el conocimiento y manejo de la misma. Así, la obtención de semilla para cada campaña de siembra se realiza entre parientes o vecinos próximos frecuentemente en las provincias de Chimborazo y Loja, mientras que la práctica preferida en las tres provincias es la de obtener la semilla

como una herencia, esta situación responde al valor que las comunidades agrícolas confieren a la semilla en el aspecto biológico, productivo, espiritual y social.

Otros lugares y formas de obtener semillas es a través de la compra en los mercados o mediante instituciones como el INIAP que proporcionan a los agricultores semillas tanto de variedades mejoradas como variedades tradicionales, principalmente en Chimborazo se entregan especies de raíces y tubérculos que han sido colectados, refrescados y multiplicados para nuevamente reinsertarlos en las comunidades agrícolas, otras modalidades relevantes para adquirir semillas son las ferias de semillas cuyos espacios permiten distribuir de forma amplia, mantener y conservar la agrobiodiversidad dentro de un círculo virtuoso y son la garantía de buenas y variadas cosechas, pues están ampliando la red de distribución y a la vez la multiplicación del material de inicio. Actualmente, estas ferias ya se encuentran institucionalizadas y calendarizadas a nivel nacional, son organizadas por distintas instituciones, pero todas persiguen el mismo objetivo: permitir la libre circulación y distribución de las semillas locales o tradicionales, ampliamente fue tratado este tema en los apartados anteriores.

- Los destinos de la producción de semillas (agrobiodiversidad) en Chimborazo e Imbabura se direccionan absolutamente hacia el autoconsumo, es decir, estas provincias son menos dependientes de las semillas certificadas e insumos fitosanitarios sintéticos, externos a su chacra. Dentro del autoconsumo se considera la conservación de semilla para los siguientes ciclos de siembra y finalmente para la venta si existen cantidades excedentes después de cubrir las necesidades familiares. Cabe mencionar que los agricultores también confirman que una parte de la cosecha es destinada a la venta y una minoría tiene como único objetivo la venta de la semilla.
- Los usos que se asigna a la agrobiodiversidad es otra estrategia para incrementar la misma ya que los usos abarcan todos los aspectos del ser humano y las semillas se relacionan con cada uno, y con ellos se acarrear los efectos positivos para la adaptación, incremento de resiliencia y adaptación de los ecosistemas y poblaciones campesinas ante el cambio climático. En este trabajo se detallan los usos más generales que las provincias de Chimborazo e Imbabura le destinan al acervo agrícola local: en la primera para producir forraje es del 55% y 19% corresponde al uso como base de la medicina natural, otros usos como

combustible o para obtener madera o servicios ambientales (14%) y menor uso con propósitos espirituales (5%) y ornamentales (1%). En Imbabura, las semillas se usan con fines diversos como combustible, maderable, para realizar artesanías y servicios ecosistémicos en 21 %, en segundo plano, el 6% usa las semillas con fines medicinales, el 5 % con propósitos espirituales y el 2% como ornamentales. Estas oportunidades de generar la revalorización, incremento, recuperación de la agrobiodiversidad a través de nuevos usos constituyen la herramienta perfecta para generar e incrementar condiciones de adaptación y resiliencia en las comunidades campesinas, este conocimiento previo y posterior debe ser sistematizado, así como las estrategias tienen que formarse en el seno de las comunidades desde sus propias vivencias y saberes, bajo las situaciones y realidades de cada localidad, apoyarse en políticas públicas y estudios académicos que incremente la resiliencia y fomente la adaptación efectiva a la nueva realidad.

- Los conocimientos asociados a las semillas y la observación de los agricultores, les permite tener una percepción bastante objetiva sobre la selección de características deseadas en los materiales que poseen, así pueden identificar las variedades o cultivos que presentan cierta resistencia a eventos extremos que involucran factores abióticos como: lluvia, helada, viento, sequía. Esta es una potencial herramienta para adaptarse a las situaciones que marca el cambio climático, aumenta la diversidad y por lo tanto disminuye el riesgo y vulnerabilidad al mismo tiempo que fomenta la resiliencia de la población y de los sistemas productivos tradicionales. Al conocer las variedades y cultivares más vulnerables a estos factores, la comunidad prepara estrategias para mejorar las condiciones adecuadas para el desarrollo de esas especies, se generan iniciativas de la conservación *ex situ*, la multiplicación asistida por la biotecnología y otras cuantas que les permita fortalecer la diversidad de los cultivos en los territorios.

Obras citadas

- Aguirre, Zhofre, Nikolay Aguirre, y JOhana Muñoz. 2017. “Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador”. *Arnaldoa* 24 (2): 523–42. <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a06v24n2.pdf>.
- Altieri, Miguel Angel, y Victor Toledo. 2010. “La revolución agroecológica de América Latina : Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino”. *El Otro Derecho*, n° 42: 163–202. <http://biblioteca.clacso.org.ar/Colombia/ilsa/20130711054327/5.pdf>.
- Altieri, Miguel, y Clara Nicholls. 2007. *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Barcelona: Icaria editorial. <http://books.google.com>.
- . 2013. “Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas”. *Agroecología* 8 (1): 7–20. [file:///C:/Users/Jenny/Downloads/182921-Texto del artículo-664981-1-10-20130923.pdf](file:///C:/Users/Jenny/Downloads/182921-Texto%20del%20articulo-664981-1-10-20130923.pdf).
- . 2019. “Agroecología y diversidad genética en la agricultura campesina”. *LEISA revista de agroecología* 35 (2): 22–25. www.leisa-al.org.
- Angarita, Leiton. 2016. “Semillas y biodiversidad en el bosque seco tropical”. En *Fortalecimiento de procesos de educación en torno a la conservación y producción en paisajes de bosque seco dentro de instituciones de formación del Caribe para la gestión de corredores de conectividad*, editado por Catalina Vargas, 5–85. Bogotá: Tropenbos Internacional Colombia & Fondo Patrimonio Natural. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/08/1-Aspectos-Ecologicos-BST.pdf>.
- Arias, Paola, Nicolas Bellouin, Erika Coppola, Richard G. Jones, Gerhard Krinner, Jochem Marotzke, Vaishali Naik, et al. 2021. “Foreword Technical and Preface”. *Technical Summary. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf.
- Bonilla Simba, Flor María. 2017. “Factores socioculturales que inciden en la pérdida de la agrobiodiversidad en las comunidades indígenas del Cantón Cotacachi - Ecuador”. Universidad Técnica del Norte.

- <https://www.redalyc.org/journal/4557/455763085004/html/>.
- Bravo, Elizabeth. 2015. *Normativas sobre semillas en América Latina al servicio del control corporativo*. Quito: Red por una América Latina libre de transgénicos 2014. <http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/Normativas sobre semillas.pdf>.
- Caldas, Roberto. 2013. “Entre la agricultura convencional y la agroecología. El caso de las practicas de manejo en los sistemas de produccion campesina en el municipio de silvania”. Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12482/CaldasMejiaRobertoFelipe2013.pdf?sequence=3>.
- Canasta Solidaria Mikhuna Kachun. 2020. “Resistencias y autonomía desde la alimentación ancestral, Cusco – Perú”. RITIMO. 2020. <https://www.ritimo.org/Las-semillas-un-mundo-de-sabiduria-ancestral>.
- Carrera, Javier. 2014. “Agroecología ¿una opción para el Ecuador?” *Ecuador Tierra Incógnita* 89. https://www.terraecuador.net/revista_89/89_agroecologia.html#:~:text=En los años sesenta entró,mecanización del campo y monocultivo.
- Ceccon, Eliane. 2008. “La revolución verde tragedia en dos actos”. *Ciencias* 1 (91): 21–29. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411463004.pdf>.
- Chalampunte, Doris. 2017. “Diálogo de Saberes: Conociendo La Agrobiodiversidad Local de Comunidades Andinas Del Ecuador”. En *II Jornadas Internacionales de Investigación Científica UTN I FORO DE INVESTIGACIÓN “Desafíos Actuales de La Sociedad Del Conocimiento*, 121–28. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- . 2018. “Chacra: Un Espacio Para Conocer y Conservar La Agrobiodiversidad”. En *Sembrando Vida y Cultura Las Chacras Como Espacios Multifuncionales En Comunidades Indígenas Caso: Fakcha Llakta, Otavalo, Ecuador*, editado por Jesús Aranguren, José Moncada, y Universidad Técnica del Norte, 60–75. https://issuu.com/utnuniversity/docs/ebook_las_chacras_como_espacios_mul.
- Chávez, Jenny. 2021. “Impacto del cambio climático en la agricultura en los sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo”. Universidad Andina Simón Bolívar. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.29.2021.4751>.
- Crippa, M., E. Solazzo, D. Guizzardi, F. Monforti-Ferrario, F. N. Tubiello, y A. Leip. 2021. “Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions”. *Nature Food* 2 (3): 198–209. <https://doi.org/10.1038/s43016-021->

- 00225-9.
- Dummet, Cassie, y Arthur Blundell. 2021. “Illicit harvest, complicit goods: the state of illegal deforestation for agriculture”. *Forest Trends Report*. Washington. <https://www.forest-trends.org/publications/illicit-harvest-complicit-goods/>.
- ESPAC. 2021. “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020 Contenido”. *INEC. Buenas cifras mejores vidas*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion ESPAC 2020.pdf.
- FAO. 2007. “Propuesta de ley de agrobiodiversidad, semillas y fomento agroecológico.”, 5–6. <https://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/prueba/servicios/wp-content/uploads/2016/07/FOLLETO-LEY-DE-AGROBIODIVERSIDAD.pdf>.
- . 2022. “La biodiversidad de las semillas: el seguro de vida de nuestra producción alimentaria”. 2022. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1401457/>.
- Grain. 2017. “De guardianes, ferias y casas de semillas”. *Biodiversidad, sustento y culturas* 93: 9. <https://www.grain.org/media/W1siZiIsIjIwMTcvMDgvMDgvMTBfMzZfMzNfOTY2XzAyRGVfdW5fdmlzdGF6b195X211Y2hhc19hcmlzdGFzLnBkZiJdXQ>.
- . 2018. “Una breve historia de los orígenes de la agricultura, la domesticación y la diversidad de los cultivos”. *Revista Biodiversidad, Sustento y Culturas* 4 (98): 11–20. <https://www.grain.org/es/article/entries/6080-una-breve-historia-de-los-origenes-de-la-agricultura-la-domesticacion-y-la-diversidad-de-los-cultivos>.
- Grupo Semillas. 2018. *Producción y conservación de semillas nativas y criollas de buena calidad y sanidad*. Editado por Germán Vélez y Fernando Castrillón. *Heks Eper Colombia*. Bogotá: Grupo Semillas.
- Huerta, Kleyla, y Ayda Martínez. 2018. “La revolución verde”. *Revista Ieroamericana de Bioeconomía y Cambio climático* 4 (8). <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6717>.
- Ibañez, Nicolás, Edgar Isch, Daniel Panario, Ofelia Gutierrez, y Ángela Zambrano. 2020. “El cambio climático y los conocimientos tradicionales, miradas desde Sudamérica”. *Terra. Nueva Etapa* XXXVI (59). <https://www.redalyc.org/journal/721/72166221005/html/>.
- INABIO. 2022. “INABIO”. Perfil de biodiversidad. 2022. <http://inabio.biodiversidad.gob.ec/perfil-de-biodiversidad/>.
- INEC. 2022. “Boletín Técnico Módulo de Información Agroambiental y”. Quito.

- [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2021/DOC_TEC_MOD_AMB-2021_04 \(rev vf\).pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2021/DOC_TEC_MOD_AMB-2021_04_(rev_vf).pdf).
- INIAP. 2014. “MENTO DEL PROYECTO: Incorporación del uso y conservación de la agrobiodiversidad en las políticas públicas a través de estrategias integradas e implementación in situ en cuatro provincias alto Andinas”. Quito.
- INIAP, y FAO. 2017. *La Biodiversidad para la Agricultura y la Alimentación en Ecuador. Estado actual y proyecciones de su uso sustentable y conservación (Resumen del Informe)*. Editado por David Suárez-Duque. Quito. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019. “Food security”. *Climate Change and Land: an IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. <https://www.ipcc.ch/srccl/>.
- International Work Group for Indigenous Affairs (IWGIA). 2022. “El Mundo Indígena 2022: Ecuador”. Mundo Indígena. 2022. <https://iwgia.org/es/ecuador/4786-mi-2022-ecuador.html>.
- Jiménez, Sandra, Luis Castro, Javier Yépez, y Wittmer Cristina. 2012. “Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador”. *Avances de Investigación n° 66*: 1–92. <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2014/08/AI66.pdf>.
- La Cruz, Rodrigo De. 2010. “Conocimientos Tradicionales, Biodiversidad y Derechos de Propiedad Intelectual – Patentes”. *Afese* 54: 295.
- León, Xavier. 2014. “Metodología de valoración de la agrobiodiversidad en los sistemas agrarios campesino. Proyecto: Incorporación del uso y conservación de la agrobiodiversidad en las políticas públicas a través de estrategias integradas e implementación in situ en cuatro pr”.
- Logroño-Rodríguez, M.F., E. Yumisaca-Jimenez, W. López-Calle, y T.F. Flores-Pulgar. 2020. “Contextualización de la Agricultura y el Patrimonio a miras de Identificar y Caracterizar Productos de Interés Patrimonial/Contextualization of Agriculture and Heritage in order to Identify and Characterize Products of Patrimonial Interest”. *KnE Engineering* 2020: 674–96. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6290>.
- MAATE. 2022. “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero Año 2018”. En *4ta comunicación Nacional y 2do Informe Bienal de actualización del Ecuador a la*

- convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, 60. Quito.
- MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2023. “MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA”. Información Productiva Territorial. 2023. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.
- MAGAP/GIZ- ProCamBío 2017. 2017. *Buenas Prácticas Agrarias para enfrentar al Cambio Climático en Ecuador*. Editado por Gabriela Grijalva, Jairo Burbano, Miguel Palacios, Nadia Manasfi, Aracely Antón Salazar, y Estefanía Tufño. Primera. Quito. file:///C:/Users/Jenny/Downloads/LEXTN-Grijalva-149744-PUBCOM.pdf.
- Martinez Rodriguez, M R, Bárbara Viguera, Camila Donatti, y Francisco Alpizar. 2017. “Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas de Adaptación basadas en Ecosistemas (AbE)”. En *Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE)*, 41. Turrialba: Proyecto Cascada.
- Martínez Valle, Luciano. 2013. “La Agricultura Familiar en el Ecuador”. *Rimisp*. Vol. 147. https://flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/la_agricultura_familiar_en_el_ecuador.pdf.
- Ministerio de Educación Perú. 2020. “Descubrimos ventajas y desventajas de semillas nativas, híbridas y genéticamente modificadas”. Lima. <https://resources.aprendoencasa.pe/perueduca/secundaria/5/semana-18/pdf/s18-sec-5-recurso-cyt-recurso-3.pdf>.
- Ministerio del Ambiente (MAE). 2012. “Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador”. Quito. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>.
- Molina, Mario, Jose Sakukhán, y Julia Carabias. 2017. *El cambio climático, causas efectos y soluciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Morales, Melany, y Andrés Mideros. 2021. “Análisis de la pobreza multidimensional en los hogares de la agricultura familiar campesina en el Ecuador, 2009-2019”. *Revista Economía* 73 (118): 7–21. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/ECONOMIA/article/view/3379/4266>.
- Moreno, Claudia. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. M & T Manuales y Tesis SEA*. Editado por CYTED, ORCYT-UNESCO, y SOCIEDAD ENTOMOLÓGICA

- ARAGONESA. Primera. Zaragoza: CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA.
- Ortiz, Juan, Lady Díaz, y Diego Ángel. 2019. “Saberes, sabores y usos de maíz, frijol y soya conservados por custodios de semillas en el Valle Del Cauca, Colombia”. *LEISA revista de agroecología* 35: 30–32.
- Parra, F. 2014. “Consultoría ‘ Servicio De Sistematización De Información La Diversidad Biológica - Cbd ’”. Ministerio de Ambiente. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/02/fparra_centrorigen.pdf.
- Peñaherrera, Diego, Betty Paucar, Gabriela Narváez, y Cristian Torres. 2021. *Insumos agroecológicos: estrategia de resiliencia al cambio climático en la Agricultura Familiar Campesina (AFC)*. Editado por Centro KOPIA-Ecuador. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). [https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/5965/1/GUIA DE ELABORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS 24.06.2022_compressed.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/5965/1/GUIA_DE_ELABORACIÓN_DE_ABONOS_ORGÁNICOS_24.06.2022_compressed.pdf).
- Perelmuter, Tamara. 2021. “¿Cuál es la importancia de las semillas y qué sucede con estas en el modelo agronegocios?” Bio Diversidad LA. 2021. <https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Cual-es-la-importancia-de-las-semillas-y-que-sucede-con-estas-en-el-modelo-agronegocios>.
- Prager, Steven, Ana R Rios, Benjamin Schiek, Juliana S Almeida, y Carlos E Gonzalez. 2020. “División de Cambio Climático”. Cali. <http://www.iadb.org>.
- Prefectura de Chimborazo. 2020. “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo 2020-2023”. Riobamba.
- Prefectura de Imbabura. 2019. “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Imbabura 2015-2035 reforma 2018”. file:///C:/Users/Personal/Downloads/PDOT_IMBABURA_2015-2035_REFORMADO_2018.pdf <https://www.imbabura.gob.ec/index.php/biblioteca/category/17-planes-y-programas-de-la-institucion> <https://www.imbabura.gob.ec/index.php/biblioteca/file/766-plan-de-desarrol>.
- Prefectura de Loja. 2019. “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja 2015-2025”. Loja. <https://prefectura Loja.gob.ec/documentos/lotaip/2019/PDOT-2019.pdf>.
- Ramírez, Marleni, y David Williams. 2003. “III. Los Andes, cuna de la agricultura y centro mundial de origen de cultivos”. En *Guía Agro-culinaria de Cotacachi, Ecuador y sus alrededores*, editado por IPGRI-AMÉRICAS, 11–21. Cali.

- Recalde, Valeria. 2021. "Agricultura familiar campesina comunitaria en Ecuador Situación, desafíos y oportunidades". Quito. <https://lac.landcoalition.org/en/recursos/agricultura-familiar-campesina-comunitaria-en-ecuador/#:~:text=La Cartilla %22Agricultura Familiar Campesina,que promueve la ILC LAC.>
- Rodriguez, Adrian, y Laura E Meza. 2016. *Agrobiodiversidad, agricultura familiar y cambio climático. Seminarios y Conferencias*. <https://archive.foodfirst.org/wp-content/uploads/2017/10/Libro-REDAGRES-Caminos-a-la-resiliencia.pdf>.
- Rodríguez, Silvia. 2011. "CONTROL CORPORATIVO DE LAS SEMILLAS Y SUS SECUELAS". *Biocenosis* 24: 30–44. <file:///C:/Users/Jenny/Downloads/adminrevistas,+05-Rodriguez-Control.pdf>.
- Rosset, Peter, y Miguel Altieri. 2018. "Los principios de la Agroecología". En *Agroecología Ciencia y Política*, tercera, 31–65. La Paz: Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). <https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Libro-Agroecologia-ciencia-y-politica>.
- Sarandón, Santiago. 2002. "La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde". En *Agroecología, El camino hacia una agricultura sustentable*, editado por Ediciones Científicas Americanas, 24–47. La Plata. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25280w/LibroAgroecologiaSarandon2002Completo.pdf>.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, y Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza - 2014. 2014. "Componente 2: Revolución Productiva, Trabajo y Empleo". En *Estrategia Nacional para la Igualdad y la Erradicación de la Pobreza*, 258. Quito. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu169211.pdf>.
- Toulkeridis, T, E Tamayo, D Simón, D Reyes, M Viera, y M Heredia. 2020. "Cambio climático según los académicos ecuatorianos - percepciones versus hechos." *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* 31 (1): 21–46. <https://doi.org/doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.02> Artículo.
- Valdez Marroquín, Carlos Gerardo, Marco Antonio Guzmán, Arcadio Valdés, Rahim Foroughbakhch, Marco Antonio Alvarado, y Alejandra Rocha. 2018. "Estructura y diversidad de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco con condiciones prístinas en el noreste de México". *Revista de Biología Tropical* 66 (4): 1674–82.

<https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>.

- Vásconez, Katherine. 2021. “Recuperación de los saberes ancestrales de las variedades de papa nativa para el diseño de un producto turístico en la provincia de Chimborazo”. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16942/1/23T00858.pdf>.
- Veroz, González Oscar, y Bojollo Rosa Carbonel. 2015. “La agricultura y el cambio climático”. *Señales*, 1–36. <http://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/articulos/la-agricultura-y-el-cambio-climatico>.
- Vía Campesina, La. 2014. “GRAIN”. La soberanía alimentaria: 5 pasos para enfriar el planeta y alimentar a su gente. 2014. <https://grain.org/es/article/5100-la-soberania-alimentaria-5-pasos-para-enfriar-el-planeta-y-alimentar-a-su-gente>.
- Vía Campesina, La. 2004. “Corporación Grupo Semillas Colombia”. Campaña de semillas de la Vía Campesina. 2004. <https://www.semillas.org.co/es/campaa-de-semillas-de-la-va-campesina#:~:text=Las semillas son obra campesina,sus principales guardianas y mejoradoras>.

Anexos

Anexo 1: Formato de la entrevista semiestructurada que se realizó a los agricultores

Tema	Variable
Datos del entrevistado	Nombre
	Edad
	Género
	Etnia
	Idioma
	Nivel de educación
Tema	Variable
Diversidad y conocimiento del cultivo	Número de cultivos
	Nº de variedades tradicionales cultivadas
	Erosión genética
	Cultivos que dejó de sembrar
	Otras variedades en la zona
	Incentivos
	Nombre común
	Tipo de variedad
	Razones para mantener la variedad
	Presencia de la variedad
	Resistencia
Manejo del cultivo	Destino de la producción
	Almacenamiento
	Problemas de almacenamiento
	Asociación
Usos	Usos
Flujo de semilla	Procedencia de la semilla
	Intercambio
	¿Con quién?
	¿En dónde?
	Frecuencia de intercambio