



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD AGRÍCOLA INTRAESPECÍFICA DE
MAÍZ (*Zea mays* L.) Y FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) PRESENTE EN LAS
COMUNIDADES INDÍGENAS DE COTACACHI, IMBABURA”**

**Trabajo de tesis previa a la obtención del título de:
Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:
Montalvo Terán Diego Ricardo**

**Directora:
Ing. María José Romero MSc.**

Ibarra, 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD AGRÍCOLA INTRAESPECÍFICA DE
MAÍZ (*Zea mays* L.) Y FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) PRESENTE EN LAS
COMUNIDADES INDÍGENAS DE COTACACHI, IMBABURA**

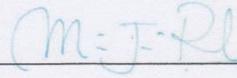
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

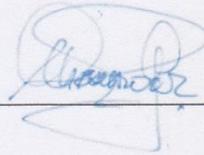
Ing. María José Romero MSc.

DIRECTORA



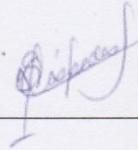
Ing. Miguel Gómez MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



Lic. Ima Sánchez MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL





UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100376169-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Montalvo Terán Diego Ricardo		
DIRECCIÓN:	Río Chimbo 6-30 y Río Aguarico		
EMAIL:	drmontalvot@utn.edu.ec ó diegom_1794@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	06-2600-267	TELÉFONO MÓVIL:	0992615433

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la diversidad agrícola intraespecífica de maíz (<i>Zea mays</i> L.) y fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) presente en las comunidades Indígenas de Cotacachi, Imbabura.
AUTOR:	Montalvo Terán Diego Ricardo
FECHA: DD/MM/AAAA	02/02/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTOR:	Ing. María José Romero MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor Diego Ricardo Montalvo Terán manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 2 días del mes de febrero de 2021

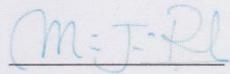
EL AUTOR:

Diego Ricardo Montalvo Terán

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Ricardo Montalvo Terán, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 2 días del mes de febrero de 2021



Ing. María José Romero MSc.

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 2 días del mes de febrero de 2021

Diego Ricardo Montalvo Terán: "EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD AGRÍCOLA INTRAESPECÍFICA DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) PRESENTE EN LAS COMUNIDADES INDÍGENAS DE COTACACHI, IMBABURA" /Trabajo de titulación. Ingeniero en Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 2 días del mes de febrero del 2021, 124 páginas.

DIRECTORA: Ing. María José Romero MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue evaluar la diversidad agrícola intraespecífica de maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) presente en las comunidades Indígenas de Cotacachi, Imbabura. Entre los objetivos específicos se encuentran: 1- Realizar un inventario georreferenciado de la diversidad agrícola de maíz y fréjol en las comunidades de Cotacachi. 2- Caracterizar morfológicamente la diversidad de maíz y fréjol presente en Cotacachi. 3- Proponer estrategias de conservación de la diversidad agrícola nativa presente en el área de estudio.

Ing. María José Romero MSc
Directora de Trabajo de Grado

Montalvo Terán Diego Ricardo
Autor

AGRADECIMIENTO

A la Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi (UNORCAC), debido al apoyo prestado para la toma de datos en la presente investigación.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), especialmente al PhD. Cesar Tapia, por todo el asesoramiento, guía y apoyo en todo el transcurso de la investigación.

Al Tratado Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, que financió el proyecto del Fondo de Distribución de Beneficios "PR-268-Ecuador", bajo el cual se realizó esta investigación.

A mi directora de tesis y asesores por la continua guía en el aprendizaje de esta maravillosa carrera, con un especial agradecimiento a la Ing. María José Romero, MSc. por todo el apoyo tanto como docente, directora de esta tesis y espero en un futuro poder llamarla amiga, con sus continuas guías y consejos gracias a los cuales hoy estoy culminando esta fase de mi vida y sin las cuales muy probablemente no hubiera encontrado este amor a la investigación.

A los profesores y amigos de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Técnica del Norte, por los conocimientos brindados en el transcurso de mi etapa universitaria, especialmente a mis amigos Mauro Brito, David Vásquez y Alejandro Vaca con los cuales he recorrido este viaje y a los que pronto podre llamar colegas.

Y a todas las personas y agricultores que me brindaron su conocimiento, tiempo y experiencia para la realización de esta investigación, les doy mi más sincero agradecimiento por toda esta experiencia que me ha dado las bases para el profesional que aspiro ser.

Diego Ricardo Montalvo Terán

DEDICATORIA

A mi madre María Montalvo por su amor, apoyo, confianza y ejemplo enseñándome siempre la forma correcta de trabajar. Solo puedo agradecerte por estar siempre pendiente de mi bienestar y agradecerle a la vida por convertirme en tu hijo.

A mi tía Cecilia y mi prima Pamela por su apoyo, comprensión y paciencia. Son personas esenciales en mi vida y sin las cuales no podría lograr ninguna meta.

A mis mejores amigos, Jorge, Carlos, Darío y Marcelo, el colegio nos hizo amigos pero el tiempo nos hizo hermanos.

A mis tíos Rocío y Galo y mis queridos primos Patricio y Andrea por su apoyo incondicional.

A mis amigos y familiares por el cariño incondicional y que han estado siempre en los mejores y peores momentos de mi vida.

*Diego Ricardo
Montalvo Terán*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Preguntas directrices	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Origen del maíz	7
2.2 Clasificación taxonómica del maíz	7
2.3 Importancia del maíz.....	7
2.4 Definición de raza y variedad de maíz	8
2.5 Origen del fréjol	8
2.6 Clasificación taxonómica del fréjol.....	8
2.7 Importancia del fréjol	9
2.8 Definición de biodiversidad agrícola	9
2.9 Factores que influyen en la pérdida de biodiversidad agrícola	9
2.9.1 Tipo de agricultura	9
2.9.2 Factores socioculturales.....	10
2.9.3 Diversidad cultural	10
2.9.4 Pérdida de conocimiento tradicional	10

2.10	Inventarios de biodiversidad	11
2.10.1	Etapas de un inventario de biodiversidad.....	11
2.11	Técnicas para levantamiento de información.....	12
2.11.1	Observación directa.....	12
2.11.2	Entrevistas.....	12
2.11.3	Encuestas.....	12
2.12	Tipos de levantamiento de información	13
2.12.1	Estructurada	13
2.12.2	Semi-estructurada	13
2.12.3	No estructuradas.....	13
2.13	Sistemas de información geográfica y su relevancia en estudios de diversidad agrícola.....	14
2.13.1	Autocorrelación espacial mediante el Índice I de Moran	14
2.14	Análisis multivariado	15
2.15	Marco legal.....	16
3.	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1.	Descripción del área de estudio.....	17
3.2.	Caracterización del área de estudio	18
3.2.1	Ubicación política	18
3.2.2	Características edafoclimáticas	18
3.3	Materiales, equipos y herramientas	18
3.4	Características de la investigación	19
3.5	Métodos.....	19
3.5.1	Muestra.....	19
3.5.2	Levantamiento de información.....	20
3.5.3	Mapas de distribución de fréjol y maíz.....	20
3.5.4	Descriptor discriminantes para fréjol y maíz	21
3.5.5	Fotodocumentación para catálogo de variedades	30
3.5.6	Análisis estadístico	30
3.6	Manejo del experimento.....	31

3.6.1	Validación de instrumentos	31
3.6.2	Selección de familias	31
3.6.3	Selección del informante en cada familia.....	31
3.6.4	Levantamiento de información	32
3.6.5	Tabulación y sistematización de la información	32
3.6.6	Procesamiento y análisis de la información.....	32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1	Perfil del agricultor.....	33
4.2	Número variedades tradicionales sembradas de maíz y fréjol por chacra	35
4.2.1	Número de variedades tradicionales sembradas según la etnia	36
4.2.2	Número de variedades tradicionales sembradas según el nivel de educación.....	37
4.3	Muestras recolectadas de maíz y fréjol	40
4.3.1	Razas y variedades de maíz identificadas.....	40
4.3.2	Distribución espacial de variedades de maíz recolectadas	42
4.3.3	Variedades de maíz en riesgo de acuerdo a los productores	44
4.3.1	Variedades de maíz en riesgo de acuerdo a su distribución espacial	45
4.3.2	Variedades de fréjol identificadas	45
4.3.3	Distribución espacial de muestras de fréjol recolectadas	47
4.3.4	Variedades de fréjol en riesgo de acuerdo a los productores.....	48
4.3.5	Variedades de fréjol en riesgo de acuerdo a su distribución espacial.....	49
4.4	Caracterización morfológica de muestras recolectadas de maíz.....	50
4.4.1	Descriptores cualitativos del maíz	50
4.4.2	Descriptores cuantitativos del maíz	52
4.4.3	Análisis de conglomerados para las muestras recolectadas de maíz	54
4.5	Caracterización morfológica de muestras recolectadas de fréjol	56
4.5.1	Descriptores cualitativos para el fréjol	56
4.5.2	Descriptores cuantitativos para el fréjol	58
4.5.3	Análisis de conglomerados para las muestras recolectadas de fréjol	60

4.6	Estrategias para la conservación de la biodiversidad agrícola identificada	61
4.6.1	Ferias de intercambio de semillas.....	62
4.6.2	Política pública	62
4.6.3	SIPAM (Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial).....	63
4.6.4	Acciones que permitan la conservación in situ de cultivares tradicionales de acuerdo a los productores campesinos.....	63
4.6.5	Catálogo de diversidad agrícola de acuerdo a nombres comunes	64
5.	CONCLUSIONES	92
6.	RECOMENDACIONES	94
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	95
8.	ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Materiales, equipos y herramientas.....	18
Tabla 2.	Población y muestra estudiada.....	19
Tabla 3.	Escala para color primario y secundario de semilla de fréjol	21
Tabla 4.	Color predominante alrededor del hilo	22
Tabla 5.	Distribución del color secundario en la semilla.....	22
Tabla 6.	Forma de la semilla de fréjol	23
Tabla 7.	Disposición de hileras en la mazorca.....	25
Tabla 8.	Tipo de grano	25
Tabla 9.	Forma de la superficie del grano.....	26
Tabla 10.	Color primario del grano.....	26
Tabla 11.	Presencia de color secundario en el grano	27
Tabla 12.	Forma de la mazorca.....	27
Tabla 13.	Color del raquis de la mazorca.....	27
Tabla 14.	Número de variedades tradicionales de maíz sembradas por chacra.....	35
Tabla 15.	Número de variedades tradicionales de fréjol sembradas por chacra.....	36
Tabla 16.	ANOVA de media de variedades tradicionales sembradas de fréjol y maíz	38

Tabla 17. Media del número de variedades de acuerdo al nivel educativo para maíz y fréjol ...	38
Tabla 18. Razas de maíz recolectadas en la zona de estudio	41
Tabla 19. Variedades de maíz recolectadas en la zona de estudio.....	42
Tabla 20. Variedades de fréjol identificadas en la zona de estudio	46
Tabla 21. Frecuencia absoluta y relativa de los descriptores cualitativos en las muestras recolectadas de maíz	50
Tabla 22. Medidas de resumen de descriptores cuantitativos en muestras de maíz	52
Tabla 23. Coeficiente de variación por raza para las variables cuantitativas morfológicas. Numero hileras por mazorca (HM), número de granos por hilera (GM), longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM), .longitud del grano (LG), ancho del grano (AG), grosor del grano (GG), promedio o media aritmética (μ)	54
Tabla 24. Frecuencia absoluta y relativa del color primario y secundario en las muestras de fréjol recolectadas	56
Tabla 25. Frecuencia absoluta y relativa de los descriptores cualitativos en las muestras recolectadas de fréjol	57
Tabla 26. Medidas de resumen de descriptores cuantitativos en muestras de fréjol	58
Tabla 27. Coeficiente de variación y media por variedad para las variables cuantitativas morfológicas: Largo del grano (LG), ancho del grano (AG), grosor del grano (GG)	59
Tabla 28. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Chaucho.....	65
Tabla 29. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Huandango..	68
Tabla 30. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Mishca	69
Tabla 31. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Chulpi.....	71
Tabla 32. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Patillo Ecuatoriano	72
Tabla 33. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Tuzilla.....	73
Tabla 34. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Blanco Blandito.....	74
Tabla 35. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Morochón	75
Tabla 36. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Sabanero Ecuatoriano.	76

Tabla 37. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Chillo.....	77
Tabla 38. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Racimo de Uva.....	78
Tabla 39. Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Montaña Ecuatoriana	79
Tabla 40. Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al pimer conglomerado obtenido del análisis de cluster	81
Tabla 41. Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al segundo conglomerado obtenido del análisis de cluster	83
Tabla 42. Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al tercer conglomerado obtenido del análisis de cluster	84
Tabla 43. Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al cuarto conglomerado obtenido del análisis de cluster	88
Tabla 44. Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al quinto conglomerado obtenido del análisis de cluster	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio.....	17
Figura 2. Levantamiento de información en las comunidades	20
Figura 3. Evaluación del color con base en la escala de colores de la. Royal Horticultural Society.....	22
Figura 4. Distribución de color secundario en la semilla	23
Figura 5. Forma predominante en la semilla de fréjol.....	23
Figura 6. Evaluación del largo de la semilla de fréjol	24
Figura 7. Evaluación del ancho de la semilla de fréjol.....	24
Figura 8. Medición del grosor de la semilla de fréjol.....	24
Figura 9. Clasificación de acuerdo a la disposición de las hileras.....	25
Figura 10. Forma de la superficie del grano	26
Figura 11. Conteo de hileras por mazorca en la parte central.....	28
Figura 12. Medición longitud de la mazorca	28
Figura 13. Medición del diámetro de la mazorca	29
Figura 14. Medición del largo de la semilla de maíz.....	29
Figura 15. Medición del ancho del grano de maíz.....	29

Figura 16. Medición del grosor de la semilla de maíz.....	30
Figura 17. Fotodocumentación de variedades en fréjol y maíz	30
Figura 18. Distribución de la población estudiada según género y rango de edad.....	34
Figura 19. Distribución de la población estudiada según etnia y rango de edad	34
Figura 20. Rango de variedades sembradas de maíz de acuerdo a la etnia	36
Figura 21. Rango de variedades sembradas de fréjol de acuerdo a la etnia	37
Figura 22. Rango de variedades sembradas por chacra de maíz de acuerdo al nivel de educación en los productores	39
Figura 23. Rango de variedades sembradas por chacra de fréjol de acuerdo al nivel de educación en los productores	40
Figura 24. Mapa temático de la distribución espacial de variedades de maíz sembradas	43
Figura 25. Lista de variedades en riesgo de maíz de acuerdo a los productores campesinos.	44
Figura 26. Mapa temático de la distribución espacial de variedades de fréjol sembradas por chacra	48
Figura 27. Lista de variedades de fréjol en riesgo, de acuerdo a los productores campesinos	49
Figura 28. Dendrograma de las variedades de maíz identificadas, de acuerdo a descriptores cualitativos y cuantitativos usados en la caracterización de las muestras recolectadas.....	55
Figura 29. Dendrograma de las variedades de fréjol, de acuerdo a descriptores cualitativos y cuantitativos usados en la caracterización de las muestras recolectadas	60
Figura 30. Acciones que los productores prefieren para mantener la diversidad agrícola de en las chacras	64
Figura 31. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Chaucho	67
Figura 32. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Huandango	69
Figura 33. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Mishca.....	71
Figura 34. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Chulpi	72
Figura 35. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Chulpi	73
Figura 36. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Tuzilla	74

Figura 37. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Blanco Blandito	75
Figura 38. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Morochón.....	76
Figura 39. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Sabanero Ecuatoriano	77
Figura 40. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Chillo	78
Figura 41. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Racimo de Uva.....	79
Figura 42. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Montaña Ecuatoriana	80
Figura 43. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al primer conglomerado obtenido del análisis de cluster	82
Figura 44. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al tercer conglomerado obtenido del análisis de cluster	84
Figura 45. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al tercer conglomerado obtenido del análisis de cluster	87
Figura 46. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al cuarto conglomerado obtenido del análisis de cluster	89
Figura 47. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al quinto conglomerado obtenido del análisis de cluster	91

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Entrevista para identificar la diversidad agrícola de maíz (<i>Zea mays</i> L.) y fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) presente en las comunidades de Cotacachi.	102
--	-----

EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD AGRÍCOLA INTRAESPECÍFICA DE MAÍZ
(*Zea mays* L.) Y FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) PRESENTE EN LAS COMUNIDADES
INDÍGENAS DE COTACACHI, IMBABURA

Autor: Diego Ricardo Montalvo Terán
Universidad Técnica del Norte
Correo: drmontalvot@utn.edu.ec

RESUMEN

El maíz y el fréjol son cultivos con una gran importancia cultural, económica y social en el Ecuador, sobre todo en el cantón Cotacachi debido a la amplia diversidad agrícola existente en las chacras de los productores indígenas que habitan la zona altoandina del cantón. El objetivo del presente estudio fue identificar la variabilidad de estos cultivos y determinar las variedades que puedan estar en riesgo de desaparecer en estas zonas, mediante un inventario de diversidad. Este estudio se realizó en 10 comunidades indígenas. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a un total de 87 familias elegidas al azar. Además, se recolectaron 211 y 362 muestras, para el fréjol y maíz, respectivamente, a partir de lo cual se identificaron 38 variedades de maíz, distribuidas en 12 razas y 49 variedades de fréjol, siendo la raza Chaucho con el 42.4% del total de muestras, la más frecuente. En lo referente al fréjol, la variedad más común fue Canario, con el 9% y siendo la única variedad con presencia en todas las comunidades evaluadas. Además, se registraron 19 y 28 variedades en riesgo, para el maíz y fréjol, respectivamente, siendo las variedades Chillu Chulpi (maíz) y Yana Vaca Poroto (fréjol), las que se encuentran en mayor peligro, de acuerdo a los productores encuestados y a la poca presencia de estas variedades en las comunidades. Por último, se plantearon varias estrategias de conservación, desde la presentación de un catálogo de variedades, hasta alternativas que generen valor agregado a las variedades endémicas de la zona.

Palabras clave: razas, variedades, diversidad agrícola, altoandina, variabilidad

INTRA-SPECIFIC AGRICULTURAL DIVERSITY ASSESSMENT OF CORN (*Zea mays* L.) AND BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) PRESENT IN THE INDIGENOUS COMMUNITIES OF COTACACHI, IMBABURA

Author: Diego Ricardo Montalvo Terán

Universidad Técnica del Norte

E-mail address: drmontalvot@utn.edu.ec

ABSTRACT

Corn and bean are crops with great cultural, economic and social importance in Ecuador, especially in the Cotacachi canton, due to the wide agricultural diversity existing in the farms of the indigenous producers in the Andes highlands of the canton. The objective of this study was to accurately identify the variability of these two crops and to determine the varieties that may be at risk of disappearing in these areas, through a diversity inventory. This study was conducted in 10 indigenous communities. Semi-structured interviews were applied to a total of 87 families randomly chosen. In addition, 211 samples of beans, and 362 samples of corn, were collected. From these samples, 38 varieties of corn, distributed in 12 races, were identified, as well as 49 varieties of beans. For maize, the *Chaucho* race was the most frequent, with 42.4% of the total samples, while the most common variety of bean was Canario, with 9%, being the only variety present in all the evaluated communities. In addition, 19 varieties of corn, and 28 varieties of beans were considered at risk. The varieties *Chillu Chulpi* (corn) and *Yana Vaca Poroto* (beans) are in greater danger, according to the surveyed producers and the lack of presence in the communities. Finally, several conservation strategies were proposed, such as the design of a catalog of varieties, and the alternatives to generate added value to improve the endemic varieties of the area.

Keywords: races, varieties, agricultural diversity, Andes highlands, variability.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La biodiversidad agrícola se puede definir como una rama de la biodiversidad, que abarca el conjunto de especies relevantes para la alimentación y la agricultura (Bioversity International, 2015). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015) desde hace ya varios años viene trabajando en la necesidad de tener un enfoque sostenible en la producción de alimentos, preservando las especies y variedades nativas de cada zona. Además, se reconoce que la biodiversidad agrícola es un elemento esencial para llegar a una agricultura sostenible.

En el Ecuador de acuerdo a Timothy et al. (1963) se han descrito 29 razas de maíz (*Zea mays* L.), de las cuales 17 corresponden a la región sierra y 12 a la zona tropical o región costa. El maíz tiene gran importancia a nivel nacional debido al rol que cumple como parte de la dieta básica de la población ecuatoriana. La distribución de las razas sembradas se debe principalmente a los gustos y tradiciones de las familias campesinas productoras (Yáñez, Zambrano, Caicedo, y Heredia, 2013).

Por otro lado, con respecto al fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el país, se cultivan dos tipos de fréjol común: arbustivos y volubles que son generalmente cultivados en asociación con maíz en la región sierra. Los dos tipos de fréjol tienen gran relevancia en lo concerniente a la seguridad y soberanía alimentaria de los ecuatorianos, sobre todo de los productores indígenas y campesinos (Albuja, 2016).

De acuerdo a FAO (2016) la abundante riqueza de variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) y razas de maíz (*Zea mays* L.) presentes en el Ecuador se corresponde con una abundante gama de saberes ancestrales, fundamentales para la seguridad alimentaria, nutricional, el desarrollo económico y para enfrentar retos como el cambio climático. En especial el cantón Cotacachi, que es uno de los más importantes centros de origen de varias especies. La población presente es mayoritariamente indígena Kichwa y presentan como su actividad económica principal la agricultura familiar campesina, que preserva saberes y conocimientos ancestrales ligados a las especies y variedades endémicas de la zona (Carrera, 2012).

Es por esto, que se han realizado varias investigaciones con tópicos relacionados a la diversidad agrícola en la sierra norte del país. Por ejemplo, Romero (2016) se enfocó en determinar la distribución geográfica y estado de conservación de la diversidad agrícola en la zona altoandina de la provincia de Imbabura, en la cual se determinó que las especies con mayor abundancia fueron el fréjol y el maíz. Otros autores como Sánchez, Funes-Monzote y Cevallos (2017) evaluaron la agrobiodiversidad existente en tres fincas en la parroquia de Peñaherrera cantón Cotacachi, realizando inventarios de las especies y variedades vegetales que presentan usos dentro de los agroecosistemas. En otros estudios se determinaron factores por los cuales se reduce la agrobiodiversidad en el cantón Cotacachi (Skarbo, 2016; Bonilla, 2017).

Por otro lado, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2018) en un estudio realizado en la provincia de Loja integró el uso y la conservación (*ex situ* e *in situ*) de la diversidad agrícola, con la finalidad de contribuir al manejo sostenible de la producción agrícola, contribuyendo a la seguridad alimentaria y reducción de la pobreza rural.

En ese sentido, se debe destacar que una de las maneras de evaluar la diversidad agrícola presente en una determinada zona es mediante la aplicación de inventarios. Los inventarios son herramientas efectivas para monitorear cambios en la variabilidad de cultivos y para estimar la erosión genética que pueda comprometer a los cultivares locales (De Carvalho et al., 2016). También facilitan la descripción y el conocimiento de la estructura y función que cumplen las especies nativas de una determinada zona, para su posterior aplicación en el uso, manejo y conservación (Álvarez et al., 2006).

Este trabajo de titulación ha sido elaborado en el marco del proyecto del Fondo de Distribución de Beneficios "PR-268-Ecuador", que ha sido financiado por el Tratado Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Las opiniones expresadas en este documento son las del autor y no reflejan necesariamente las opiniones o políticas de la FAO.

1.2 Problema

A pesar de que las comunidades de la zona altoandina del cantón Cotacachi están catalogadas como áreas de inmensa biodiversidad agrícola y saberes ancestrales, se siguen reportando pérdidas progresivas de cultivos y variedades nativas, al igual que saberes y costumbres ancestrales que están estrechamente ligadas a los mismos (Skarbo, 2006; Carrera, 2012; Bonilla, 2017)

La pérdida de las variedades nativas se manifiesta como: erosión genética y cultural (Negri, 2005), con consecuencias muy negativas a corto y largo plazo para los productores y los consumidores. Además, Callo (2014) afirma que debido a la constante expansión de la agricultura como proveedora de bienestar para la humanidad, puede repercutir en el agotamiento de la biodiversidad que tiene como consecuencia la erosión de variedades y especies nativas de una determinada zona.

La pérdida de diversidad agrícola, sobre todo de especies nativas de importancia en la seguridad alimentaria como el maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), que han sido desplazadas por variedades comerciales, se ha debido principalmente a la falta de concientización de su importancia. Esto se traduce en que las comunidades indígenas presenten altos índices de pobreza que se encuentran entre el 63 y 87%, mientras que la desnutrición infantil está entre el 37.64% y el 45.12% (Carrera, 2012). Por otro lado, cabe mencionar que la creciente pérdida de recursos y de diversidad agrícola ocasionan que los productores indígenas se marchen de sus lugares de origen en busca de una mejor calidad de vida (Bonilla, 2017).

Cabe destacar que en la zona de estudio no existe presencia de variedades mejoradas, lo que provoca una menor pérdida de agrobiodiversidad en comparación a zonas donde ya estén introducidas estas variedades mejoradas (Skarbo, 2006). Es importante recalcar que a pesar de que se mantengan sistemas de siembra tradicionales en las chacras, no se frenará por completo la desaparición de variedades nativas, mientras no se desarrollen mecanismos y estrategias que preserven los recursos genéticos endémicos, de acuerdo a la realidad que enfrenta cada zona (Bünzli, 2014; FAO, 2016).

Además, debido al constante aumento demográfico a nivel mundial, la producción de alimentos tendrá que duplicarse en los próximos años (FAO, 2015). Esto representa un

enorme reto y a la vez una oportunidad de demostrar el rol que cumplen las especies y variedades nativas como el maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la seguridad alimentaria.

Finalmente, es importante recalcar que el escaso conocimiento detallado sobre la biodiversidad nativa o endémica de una determinada zona dificulta la aplicación de herramientas metodológicas que puedan aportar de manera efectiva a su conservación (De Carvalho et al., 2016). De igual forma, limita la información disponible para la toma de decisiones que fortalezcan a los productores en procesos de conservación de diversidad agrícola.

1.3 Justificación

Es de vital importancia reconocer que las comunidades indígenas, son las depositarias de una inmensa riqueza en lo que se refiere a diversidad agrícola, sobre todo en Cotacachi que se considera como patrimonio invaluable a nivel nacional e internacional (Carrera, 2012). Para poder conservar esa diversidad agrícola en especies de importancia en Cotacachi, es necesario el contar con un inventario actualizado, ya que autores como Tapia et al. (2011) señalan que a través de los inventarios se puede identificar variedades únicas y poco comunes de una especie cultivada. Además, permite estimar el origen y grado de intercambio de estas variedades en la comunidad.

Según la FAO (2015) en la actualidad el reto de mayor trascendencia es lograr un modo de aumentar la producción agrícola para satisfacer la demanda que aumenta cada año debido al constante crecimiento demográfico. Una de las maneras para lograr cumplir con este reto es fomentar la conservación de especies y variedades endémicas o nativas de cada zona. Esto puede lograrse a través de estrategias en las que se aproveche el potencial que tienen para satisfacer necesidades tanto sociales, como económicas, culturales y ecológicas, ya que estas especies vegetales están adaptadas a diversas condiciones agroclimáticas de su zona de procedencia (Bünzli, 2014). De acuerdo a MAG (2018) las variedades nativas en los sistemas de producción ofrecen regulación de plagas y enfermedades, resiliencia ante cambios en el ambiente y son una alternativa sostenible de generación de ingresos.

Cabe destacar que la presente investigación es parte del proyecto “Fortalecimiento de las comunidades indígenas de Cotacachi –Ecuador en la conservación y uso de RFAA (Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura) como mecanismo para la distribución justa y equitativa de los beneficios”. Este proyecto fue presentado en conjunto por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), la Universidad Técnica del Norte (UTN) y la Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi (UNORCAC), en la cuarta convocatoria de propuestas del Fondo de Distribución de Beneficios del International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura) de la FAO, el proyecto tiene una duración de 3 años y fue aceptado a finales del año 2018.

La realización de este proyecto tiene como una de sus finalidades, el concientizar tanto a los productores campesinos, como al público en general sobre la enorme variabilidad existente en las comunidades indígenas del cantón Cotacachi. Además, se logrará identificar las variedades en riesgo de perderse de acuerdo a los propios productores y a la distribución actual de estos cultivares en la zona de estudio a través de cartografía temática. Por último, es importante remarcar el impacto que tendrá este proyecto, ya que al tener como uno de sus objetivos el idear estrategias para la conservación de las especies nativas, se potencia la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas y de las urbes aledañas.

En adición, al contar con un inventario que muestre de forma clara y amplia la diversidad de cultivos (De Carvalho et al., 2016), con énfasis en la diversidad intraespecífica de especies de importancia en la zona de altoandina de Cotacachi como lo son el maíz (*Zea mays* L.) y el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), se podrán desarrollar e implementar estrategias de conservación plausibles y ejecutables a corto, mediano y largo plazo en el cantón.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la diversidad agrícola intraespecífica de maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) presente en las comunidades Indígenas de Cotacachi, Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un inventario georreferenciado de la diversidad agrícola de maíz y fréjol en las comunidades de Cotacachi.
- Caracterizar morfológicamente la diversidad de maíz y fréjol presente en Cotacachi.
- Proponer estrategias de conservación de la diversidad agrícola nativa presente en el área de estudio.

1.5 Preguntas directrices

- ¿Es posible identificar la diversidad agrícola de maíz y fréjol a través de un inventario georreferenciado?
- ¿Cuáles son los materiales de maíz y fréjol que se están perdiendo en la zona de estudio?
- ¿Es posible plantear estrategias de conservación a partir del conocimiento de la diversidad de especies de importancia en una determinada zona?

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del maíz

Todavía se realizan especulaciones sobre el origen del maíz, pero la más aceptada revela que esta gramínea tiene su origen en México hace unos 7000 años, como el resultado de la mutación de una gramínea silvestre llamada Teosinte (FAO, 2001). En el Ecuador el cultivo de maíz data de hace 5000 años. La evidencia se obtuvo a partir de fitolitos hallados en el la costa sur del país (Bravo, 2005).

2.2 Clasificación taxonómica del maíz

De acuerdo con Terranova (1998), el maíz se encuentra clasificado de la siguiente manera:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Poales
- **Familia:** Poaceae (Gramíneas)
- **Género:** *Zea*
- **Especie:** *Zea mays*
- **Nombre Científico:** *Zea mays* L.

2.3 Importancia del maíz

El maíz es esencial en la dieta de varios países en Latinoamérica, sobre todo en la región Sierra del Ecuador. Asimismo, se debe destacar que el 18% de las colecciones de maíz existentes en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) son provenientes del Ecuador, por lo que está situado como el tercer país con mayor variabilidad de maíz a nivel mundial (Guacho, 2014).

De acuerdo al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2000) el maíz es de gran importancia económica para las comunidades indígenas de la sierra norte del país, ya que es un cultivo representativo y puede cultivarse en diferentes pisos altitudinales (2000 – 3000) m.s.n.m. y ambientes climáticos.

2.4 Definición de raza y variedad de maíz

El término raza se utiliza en varios cultivares, sobre todo en el caso del maíz, ya que permite agrupar a individuos o variedades en grupos o complejos raciales, que comparten varias características (morfológicas, ecológicas, geográficas, climáticas, genéticas y de la historia evolutiva del cultivar) en común, estas características son las que permiten diferenciarse de otros grupos de poblaciones (Timothy et al., 1963; Guacho, 2014).

Además, la categoría raza es un fácil y rápido sistema de referencia, ya que permite comprender de forma adecuada la variabilidad del maíz, también facilita la organización de muestras en los bancos de germoplasma (FAO, 2001).

Por otro lado, para el término variedad es imperativo tener presente, que cada raza puede comprender una amplia gama de variantes o variedades, las cuales se diferencian unas de otras por características como: la forma de la mazorca, color del grano, tipo del grano, adaptabilidad, entre otras (INIAP, 2000; Villota, 2010). En otras palabras, una variedad presenta especímenes con características más precisas dentro de una raza.

2.5 Origen del fréjol

Su origen se remonta hasta los 8000 años de antigüedad. Existen varias teorías sobre el centro de origen del fréjol entre las que se incluye a tres regiones principales: 1) sur de los Andes, 2) norte de los Andes y 3) Mesoamérica (Voysesst, 1983).

2.6 Clasificación taxonómica del fréjol

De acuerdo a Zimmermann, Rocha y Yamada (1988), el fréjol tiene la siguiente clasificación taxonómica:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Fabaceae (Leguminosas)
- **Género:** *Phaseolus*
- **Especie:** *Phaseolus vulgaris*
- **Nombre Científico:** *Phaseolus vulgaris* L.

2.7 Importancia del fréjol

En nuestro país esta leguminosa es de gran importancia, sobre todo en la región Sierra, ya que aporta entre el 40% y 70% del ingreso familiar del agricultor en las comunidades rurales. Esta leguminosa también desempeña un importante rol cultural (Ulcuango, 2018). Cabe destacar que cuenta con una amplia variabilidad, convirtiéndolo en un cultivo de interés para asegurar la seguridad alimentaria del Ecuador (FAO, 2016).

Según Albuja (2016) otro de los motivos para que el fréjol tenga tanta importancia, es debido a que se puede almacenar para su consumo durante todo el año y cabe destacar que es un componente básico de la dieta de los ecuatorianos.

2.8 Definición de biodiversidad agrícola

La biodiversidad agrícola es el indicador de mayor importancia para la sostenibilidad general de los agroecosistemas. Esta refleja, en su relación directa o indirecta, los cambios que ocurren a favor o en contra de la sostenibilidad, su riqueza natural actual y futura. Está relacionada directamente con la seguridad económica, alimentaria, de producción y de negociación para las generaciones presentes y futuras (Leyva y Lores, 2012).

Por otro lado, Callo (2014) menciona que la biodiversidad agrícola hace referencia a la diversidad de especies vegetales y poblaciones, pero también a todas las diferentes interacciones entre ellas. Además, desempeña un importante rol en el aspecto económico, espiritual, social y ecológico de las comunidades rurales.

2.9 Factores que influyen en la pérdida de biodiversidad agrícola

2.9.1 Tipo de agricultura

En este aspecto se debe tomar en cuenta la forma de producción que está presente en la zona. Por ejemplo, en zonas en las que los agricultores se ven obligados a cambiar de un cultivo mixto a monocultivo o siembra de variedades mejoradas debido a los bajos ingresos o rendimientos de las especies nativas. Según autores como Nautiyal y Bisht (2008) estos sistemas de cultivo pueden ocasionar menor resistencia a plagas, lo que desencadenaría en la pérdida de biodiversidad afectando a los agroecosistemas tradicionales.

2.9.2 Factores socioculturales

Según Bonilla (2017) debido a diferentes factores como la desaparición del idioma y las modificaciones en el estilo de vida tradicional, se registra de forma paulatina pérdida de conocimientos ancestrales sobre cultivos endémicos de una determinada zona, esto conlleva a la pérdida de la biodiversidad agrícola en las comunidades rurales.

Es importante recordar que para poder mantener la diversidad agrícola, la producción familiar campesina tiene un papel crucial, ya que los pueblos indígenas son usuarios de las áreas con mayor diversidad biológica del mundo (Salazar, Magaña, Aguilar y Ricalde, 2016).

En ese sentido, en un estudio reciente realizado en Cotacachi por Bonilla (2017), se determinó que los factores socioculturales que tienen mayor incidencia en la disminución de la diversidad agrícola son factores como la migración (44.5%), el cambio de dieta alimenticia tradicional (25.5%), el abandono de las prácticas agrícolas (18%) y por último, la desvalorización de los productos locales en las ciudades (12%). De igual manera Sarandón (2002) afirma que para obtener una agricultura sustentable que priorice la conservación de especies nativas, ésta debe ser cultural y socialmente aceptada.

2.9.3 Diversidad cultural

El conocimiento y uso de la diversidad agrícola están estrechamente relacionados con la diversidad cultural, Nautiyal y Bisht (2008) mencionan que para conservar la diversidad agrícola endémica es necesario mantener la diversidad cultural de la zona, debido a que la cultura es un factor crítico para llegar a la sustentabilidad en la producción familiar campesina.

Igualmente, Sarandón (2002) manifiesta que las familias campesinas con su diversidad cultural y escala de valores, son quienes toman todas las decisiones que afectan a la conservación o pérdida de la diversidad agrícola.

2.9.4 Pérdida de conocimiento tradicional

Debido a la falta de guías e información sobre el uso de variedades nativas en áreas como la medicina y alimentación, la pérdida de diversidad agrícola aumenta; Nautiyal y Bisht

(2008) mencionan que el desconocimiento conduce a la pérdida de agrobiodiversidad, debido a que la generación más joven desconoce sobre las propiedades y usos característicos los cultivos tradicionales. Esto ocasiona que se interrumpa el cultivo de estas variedades que pueden poseer un relevante potencial médico o nutricional.

Por otro lado, Bünzli (2014) menciona que los modelos agrícolas vigentes en las últimas décadas han considerado, que usualmente lo rural se identifica con lo atrasado y que por lo tanto debería modernizarse. Esto disminuye la importancia de aspectos cruciales para el bienestar de las personas, más allá de los aspectos económicos, provocando la pérdida del valor de lo tradicional en pos de lo moderno.

2.10 Inventarios de biodiversidad

El éxito en el desarrollo y ejecución en un inventario de biodiversidad, en un tiempo y área geográfica definidos, requiere una planeación adecuada de las actividades, acorde con los objetivos perseguidos y los recursos disponibles (Álvarez et al., 2006).

Un inventario de agrobiodiversidad abarca varios grupos que pueden generar información de diferente temática e índole. Según Noss (1990) cada uno de esos datos, ubicados en un tiempo y espacio determinados constituyen un registro. Asimismo, los objetos de estudio en las ciencias biológicas son los componentes de la biodiversidad en los diferentes niveles de organización.

2.10.1 Etapas de un inventario de biodiversidad

De acuerdo a Álvarez et al. (2006) las etapas que se deben tomar en cuenta para realizar un inventario de biodiversidad son las siguientes:

- **Etapa preliminar:** Planificación de las actividades a realizar en todo el transcurso del estudio, asimismo se define el área geográfica, especies y grupos de interés.
- **Etapa de interpretación y elaboración de mapas preliminares:** En esta fase se obtienen modelos cartográficos a partir de imágenes previas del área de estudio.
- **Etapa de campo:** Involucra observaciones detalladas con base en los objetivos propuestos para la investigación. Entre dichas observaciones están las de usos de suelo, rasgos geomorfológicos y especies nativas y foráneas. Además, se necesita tener constancia del lugar específico de localización de cada especie muestreada.

- **Etapa de oficina:** Involucra la sistematización, tabulación e interpretación de los datos obtenidos en torno a las características geospaciales, a través del uso de herramientas específicas para este propósito. En esta etapa se elabora el informe descriptivo final con propuestas para el manejo y conservación de la biodiversidad en el área estudiada.

2.11 Técnicas para levantamiento de información

2.11.1 Observación directa

Es una labor de campo, se realiza una revisión *in situ* de acuerdo a los objetivos del estudio, se anotan las características observadas que resalten en el lugar muestreado. La observación de dichas características según FAO (2009) permite eliminar vacíos de información que pueden producirse mientras se levanta información. Esto mejora la exactitud de la información y disminuye las preguntas necesarias de la encuesta o cuestionario a realizarse en la zona de estudio.

2.11.2 Entrevistas

Es una técnica que permite obtener información en cualquier área de investigación, cuyo principal objetivo es obtener información de primera mano de acuerdo a los objetivos de la investigación realizada (Folgueiras, 2006).

De igual manera, FAO (2009) menciona que uno de los aspectos de mayor importancia para realizar una entrevista es, de manera previa concertar citas con los entrevistados. Se debe tener especial atención en la elección de una hora en la que no exista perturbación externa hacia el entrevistado.

2.11.3 Encuestas

Se realizan sobre preguntas previamente analizadas y determinadas por el encuestador de acuerdo a los objetivos que se quiere cumplir en la investigación, de preferencia se usan preguntas cerradas. Además, Cháves (2009) manifiesta que es un método de investigación social que en su fase de obtención de información, incluye de un conjunto de preguntas escritas realizadas a personas involucradas en el problema del estudio realizado.

Por otro lado, López y Fachelli (2015) afirman que la encuesta es algo más que solo un instrumento para obtener diferentes tipos de datos, ya que al ser un método de investigación social se la relaciona directamente con el seguimiento riguroso de una investigación en toda su extensión.

2.12 Tipos de levantamiento de información

2.12.1 Estructurada

El levantamiento estructurado de información se basa en herramientas establecidas con anterioridad, por ejemplo cuestionarios, listas de chequeos, entre otros. Chiner (2000) sostiene que el conjunto de preguntas está previamente determinado (como en el cuestionario) y las preguntas pueden ser tanto abiertas como cerradas. En ese sentido, Folgueiras (2006) menciona que se debe seguir el orden marcado y las preguntas están pensadas para ser contestadas brevemente.

2.12.2 Semi-estructurada

Cuenta con determinación previa de objetivos para el levantamiento de información, pero no hace uso de herramientas predeterminadas en su totalidad. Asimismo, Folgueiras (2006); Cháves (2009) mencionan que se decide en base a los objetivos de la investigación de forma premeditada qué tipo de información se requiere y con base en ello, se establece un guion de preguntas, las cuales se elaboran de forma abierta, lo que permite recoger información más rica y con más matices que en las herramientas estructuradas.

2.12.3 No estructuradas

Se realiza de forma espontánea en el área de estudio, sigue directrices muy básicas y tiene mayor flexibilidad en la manera que se lleva a cabo, Chiner (2000) afirma que se utiliza en las fases previas a la elaboración de la encuesta ya que las preguntas no están previamente determinadas, sólo hay indicaciones de áreas. Igualmente, Folgueiras (2006) sostiene que en este tipo de levantamiento de información se sigue un modelo de conversación entre iguales, en el cual el rol del entrevistador es el de elegir de manera adecuada que preguntas realizar, ya que de esto depende el tipo de información obtenida.

2.13 Sistemas de información geográfica y su relevancia en estudios de diversidad agrícola

Gracias a los estudios de biodiversidad se establece la riqueza o diversidad de variedades de una determinada especie, para representar de mejor manera esa diversidad se hace uso de cartografía a través de los Sistemas de Información Geográfica (Moreira, 1996).

De acuerdo a Ferriol y Merle (2012) varios de los espacios protegidos se basan en tres premisas: la conservación del mayor número posible de especies, endemismos y la preservación de taxones, por lo cual es de suma importancia diferenciar las zonas con mayor biodiversidad. Y la forma más eficaz de realizar esta diferenciación es con la ayuda de mapas en los que se evidencie el número de especies o taxones en un área específica.

Por otro lado en estudios de carácter ecogeográfico, en los que se necesita obtener adecuadas diferenciaciones entre germoplasma muestreado en diferentes áreas, para su adecuada conservación. Según Parra, Iriondo, y Torres (2011) los estudios de representatividad ecogeográfica requieren de los sistemas de información geográfica (SIG), ya que de esta manera se facilita la caracterización ecogeográfica de los recursos fitogenéticos en una determinada zona.

En todo lo concerniente a estudio sobre la conservación de la diversidad biológica según Moreira (1996) los estudios para la conservación de la biodiversidad poseen un componente espacial marcado, por lo tanto para la conservación de especies, comunidades y ecosistemas es imprescindible el conocimiento de su localización y distribución en el territorio.

Los modelos de distribución geográfica de variedades nativas proveen una medida de inferencia de la extensión potencial de las especies en áreas que no están cubiertas por encuestas, por lo que constituyen una herramienta indispensable en estudio de conservación de la biodiversidad agrícola (Romero, 2016).

2.13.1 Autocorrelación espacial mediante el Índice I de Moran

La I de Moran puede clasificarse como: Positiva, negativa o sin autocorrelación espacial, cuando la correlación es positiva, se deduce que los valores tienden a la agrupación en el mapa (Siabato y Guzmán, 2019). Adicionalmente, esta herramienta se basa en estadística

deductiva, en otras palabras los resultados obtenidos, se interpretan dentro de un contexto de hipótesis nula, en la que dicha hipótesis establece que la distribución espacial de los datos analizados tiende a estar de forma aleatoria en la zona de estudio (Environmental Systems Research Institute [ESRI], 2020).

2.14 Análisis multivariado

Son técnicas estadísticas en las que se analizan múltiples resultados en los individuos u objetos bajo investigación. Para que un análisis se considere multivariado todas las variables deben estar relacionadas de una manera en la que no se puedan interpretar de forma individual (Giraud, 2017).

Sancho (2011) menciona que su propósito es medir, explicar y predecir el grado de relación que pueda existir entre las variables (combinación lineal ponderada de variables), por lo que su modo de análisis no se basa solo en el número de variables, sino en las diferentes combinaciones presentes entre variables. Generalmente la información multivariante se representa en forma de una matriz de distancias o similitudes, ya que se mide el grado de discrepancia entre los individuos.

Por otro lado, Cuadras (2004) menciona que el análisis multivariado es un conjunto de métodos estadísticos que estudian, analizan y representan datos provenientes de la observación de diversas variables, estudiadas de manera conjunta. Dicho de otra manera representa datos que resulten de observar un número $p > 1$ de variables estadísticas sobre una muestra de n individuos. Por último toda la información en análisis multivariado tiene un carácter multidimensional, esto conlleva a que tengan un rol fundamental el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes.

De acuerdo a Giraud (2017) el análisis multivariado permite:

- Representar datos de forma inteligible.
- Establecer la distribución real de diferentes variables.
- Desarrollar modelos de predicción basado en múltiples variables.
- Hallar las relaciones de causa-efecto entre variables.

2.15 Marco legal

En el marco de la Constitución vigente en el Ecuador publicada en el Registro Oficial N° 449, del 20 de octubre de 2008. se señala de acuerdo al Artículo 284, “El asegurar la soberanía alimentaria, lo que implica incentivar, en condiciones equitativas la producción convencional, los sistemas agrícolas de subsistencia y la producción agroecológica de la Agricultura Familiar Campesina, a través de la redistribución de factores de producción” (Asamblea Nacional, 2008).

De igual manera, el Artículo 4, numeral 8 de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo, publicada en el Registro Oficial Suplemento N° 790 del 05 de julio de 2016 afirma que se debe “Garantizar la soberanía alimentaria y el derecho a un ambiente sano, mediante un proceso de planificación del territorio que permita la identificación de los valores y potencialidades del suelo para lograr un desarrollo sustentable” (Asamblea Nacional, 2016).

Por otro lado, de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 pone especial énfasis en salvaguardar los derechos de la naturaleza, de acuerdo el Eje N°1, cuyo Objetivo 3 dice textualmente que es responsabilidad del estado “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017). Se busca impulsar el reconocimiento de la protección y preservación del recurso genético y conocimiento ancestral en el cual se logre obtener una transición en base al bioconocimiento. Se apoyará el fomento de una agricultura sustentable, donde se garantizara la soberanía alimentaria en base a principios agroecológicos (Asamblea Nacional, 2016).

Además, en el Eje N° 2, objetivo 6 afirma que se debe “Desarrollar las capacidades productivas y del entorno, para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural” (SENPLADES, 2017). Con este objetivo es imprescindible el apoyo que debe darse a la investigación en universidades y centros especializados, ya que se podrá revitalizar conocimiento ancestral y añadir nuevos procesos que permitan mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales quienes tienen sistemas agrícolas de subsistencia.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

El área seleccionada donde se realizó el estudio fue la zona altoandina del cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura, ubicada al norte del Ecuador, cuyos límites son: al norte con el cantón Urcuquí y la provincia de Esmeraldas; al sur con el cantón Otavalo y la provincia de Pichincha; al este con el cantón Antonio Ante y al oeste con las provincias de Esmeraldas y Pichincha (Figura 1). La zona específica del estudio fueron 10 comunidades pertenecientes a la UNORCAC.

Cotacachi presenta varios pisos altitudinales lo que ocasiona la presencia de distintos microclimas que han promovido el desarrollo de una extensa biodiversidad agrícola. Cabe destacar que la mayor parte de la población es indígena y mantienen varias tradiciones y conocimientos ancestrales en lo que se refiere a sus cultivos nativos (Carrera, 2012). Además, no tienen acceso constante al agua de riego lo que ocasiona una dependencia excesiva de las condiciones climáticas presentes en la zona.

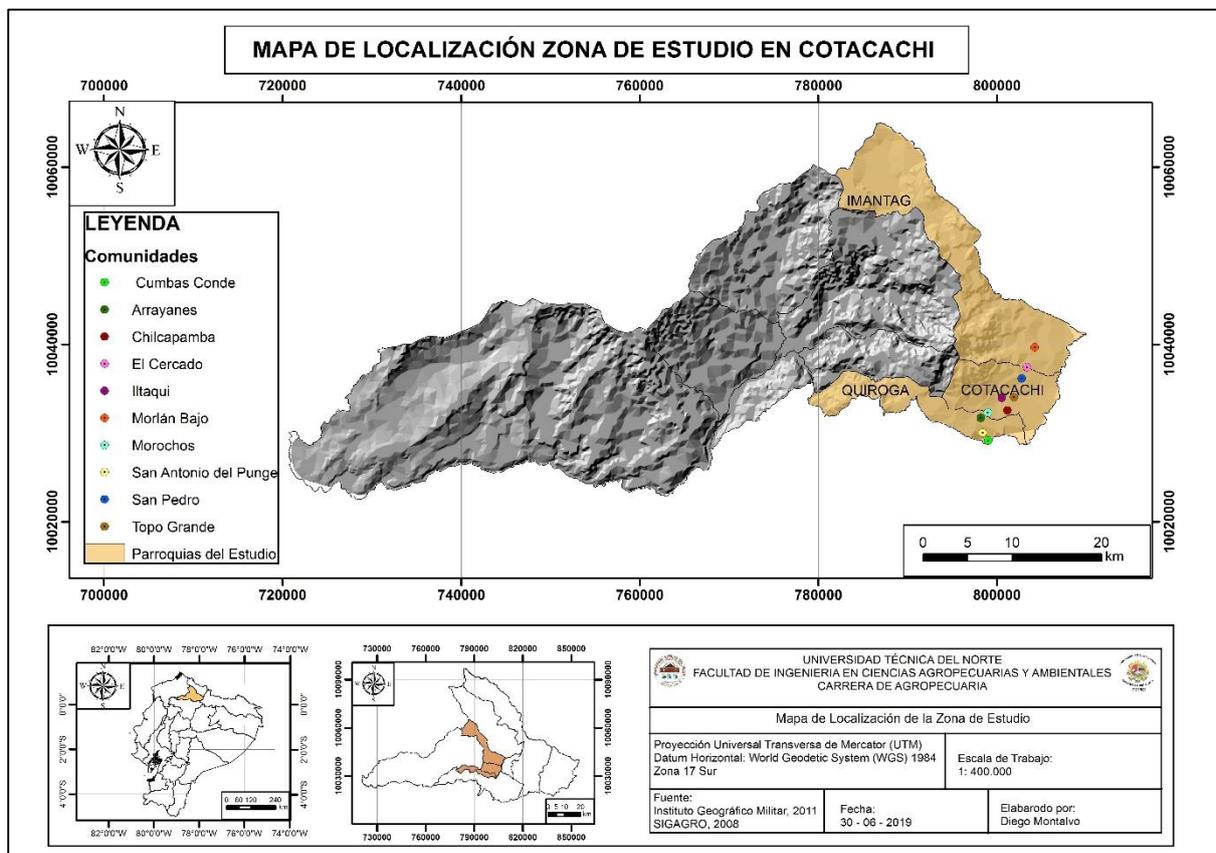


Figura 1. Área de estudio

3.2. Caracterización del área de estudio

3.2.1 Ubicación política

La división política de las comunidades en estudio es la siguiente:

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Cotacachi
Parroquias:	Imantag, Quiroga, San Francisco, El Sagrario
Comunidades:	El Cercado, San Pedro, Topo Grande, Iltaqi, Chilcapamba, Morocho, San Antonio del Punje, Cumbas Conde, Arrayanes, Morlán.

3.2.2 Características edafoclimáticas

De acuerdo a Climate-Data (2019) las condiciones edafoclimáticas del cantón Cotacachi son las siguientes:

Humedad relativa:	60% – 75%
Temperatura:	11 °C a 22 °C
Precipitación:	906 mm anuales
Altitud:	2400 – 3450 m.s.n.m.

3.3 Materiales, equipos y herramientas

En la Tabla 1 se detallan todos los materiales, equipos y herramientas que se utilizaron en la investigación.

Tabla 1
Materiales, equipos y herramientas

Materiales	Equipos	Herramientas
Libro de campo	Computadora	Encuestas/ Entrevistas semiestructuradas
Esferos	Navegador GPS	Etiquetas
	Cámara fotográfica	Software ArcGIS v. 10.4
	Calibrador digital	Software InfoStat v. 2017
		Software IBM SPSS Estadísticas 25
		Información cartográfica base (en formato shp)

3.4 Características de la investigación

Las características más relevantes de la presente investigación fueron:

Chacras inventariadas:	87
Tamaño promedio de chacras:	<0.5 ha
Parroquias en estudio:	4
Comunidades en estudio:	10
Tipo de agricultura:	Familiar

3.5 Métodos

3.5.1 Muestra

Una muestra representativa se considera como aquel subconjunto que tiene las mismas características generales que la población, cuyos resultados serán generalizados a dicha población (Chiner, 2000). Es por esto que la muestra para este estudio estuvo conformada por el 10% de las familias en cada una de las 10 comunidades de la UNORCAC con mayor presencia de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) de acuerdo a información proporcionada por la Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi. Las familias en cada comunidad fueron seleccionadas de forma aleatoria.

En la Tabla 2 se detallan las comunidades que formaron parte del estudio y las familias encuestadas e inventariadas en cada una de las comunidades.

Tabla 2
Población y muestra estudiada

Comunidad	Familias que disponen de tierra para sembrar	Familias encuestadas
El Cercado	146	14
San Pedro	88	9
Topo Grande	103	10
Iltaqui	36	4
Chilcapamba	72	7
Morochos	125	13
San Antonio del Punje	40	4
Cumbas Conde	119	11
Arrayanes	35	4
Morlán	108	11
Total	872	87

3.5.2 Levantamiento de información

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en la investigación, se realizó un levantamiento de información primaria georreferenciada, a través de encuestas (Anexo 1) y entrevistas semiestructuradas en 10 comunidades escogidas que forman parte de la UNORCAC. Las encuestas estuvieron conformadas por preguntas abiertas y cerradas, que permitieron determinar la diversidad agrícola a nivel intra específico en maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) presente en cada chacra (Figura 2).



Figura 2. Levantamiento de información en las comunidades

3.5.3 Mapas de distribución de fréjol y maíz

Se realizó un inventario georreferenciado de las variedades de maíz y fréjol (a nivel de nombres comunes) cultivado en las parcelas de las familias seleccionadas en la zona de estudio, con el fin de contar con una base de datos amplia y georreferenciada. La distribución de la diversidad fue representada en mapas a escala 1:75000.

Con el fin de determinar la riqueza y distribución de las variedades de fréjol y maíz, se elaboró cartografía, utilizando simbología por cantidades sobre la capa de puntos georreferenciados de muestras colectadas, con base en la variable número de variedades de fréjol y maíz. Para visualizar la cantidad de variedades y su distribución en la zona de estudio, se aplicó una simbología mediante colores graduados. Los valores correspondientes a número de variedades por productor se presentaron en rangos. La cartografía se elaboró utilizando la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), el Datum Horizontal World Geodetic System 1984 y la zona 17 Sur. La información georreferenciada que se recolectó se combinó con información base que se tomó del Sistema de Información Geográfica y del Agro (SIGAGRO, 2003) y del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2011).

3.5.4 Descriptores discriminantes para fréjol y maíz

Para la caracterización se utilizaron los descriptores discriminantes utilizados previamente por Ulcuango (2018) y Tapia (2015), para fréjol y maíz, respectivamente. Estos descriptores permitieron diferenciar entre las variedades que se encontraron en las chacras de las familias. Se evaluaron 211 y 363 muestras, para el maíz y fréjol, respectivamente. Cabe destacar que las semillas y mazorcas evaluadas, fueron las almacenadas por los productores, las cuales pertenecían a la última cosecha. A continuación, se detallan los descriptores utilizados.

3.5.4.1 Descriptores de fréjol.

a) Color primario y secundario de la semilla

Se registró por observación directa al grano seco, estableciendo el color primario y secundario de acuerdo a la escala de colores de la Royal Horticultural Society para tejidos vegetales como se muestra en la Tabla 3 y Figura 3.

Tabla 3
Escala para el color primario y secundario de la semilla

Escala	Color	Código
1	Crema claro	165-D
2	Crema oscuro	165-C
5	Rojo	46-A
4	Morado	N79-A
5	Morado rojizo	59-A
6	Morado grisáceo claro	183-B
7	Morado grisáceo oscuro	187-A
8	Violeta azulado	N92-A
9	Amarillo	11-B
10	Amarillo anaranjado	14-D
11	Amarillo grisáceo claro	161-D
12	Amarillo grisáceo oscuro	163-B
13	Naranja	26-B
14	Naranja grisáceo claro	164-B
15	Naranja grisáceo	N167-A
16	Naranja grisáceo oscuro	164-A
17	Café grisáceo claro	N199-C
18	Café grisáceo	N200-A
19	Café grisáceo oscuro	N199-B
20	Blanco	155-B
21	Blanco Anaranjado	159-A
22	Gris	201-A
23	Negro	203-A



Figura 3. Evaluación del color con base en la escala de colores de la Royal Horticultural Society (2007)

b) Color predominante alrededor del hilo

Se evaluó de acuerdo a la escala modificada propuesta por Muñoz y Giraldo (1993), como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4
Color predominante alrededor del hilo

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

c) Distribución de color secundario en la semilla

Se evaluó de acuerdo a la siguiente clasificación propuesta por el International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1982), como se muestra en la Tabla 5 y Figura 4.

Tabla 5
Distribución de color secundario en la semilla

Escala	Distribución de color
0	Ausencia
1	Moteado constante
2	A rayas
3	Romboide manchado
4	Moteado
5	Moteado circular
6	Patrón de color marginal
7	Rayas anchas
8	Bicolor
9	Bicolor manchado

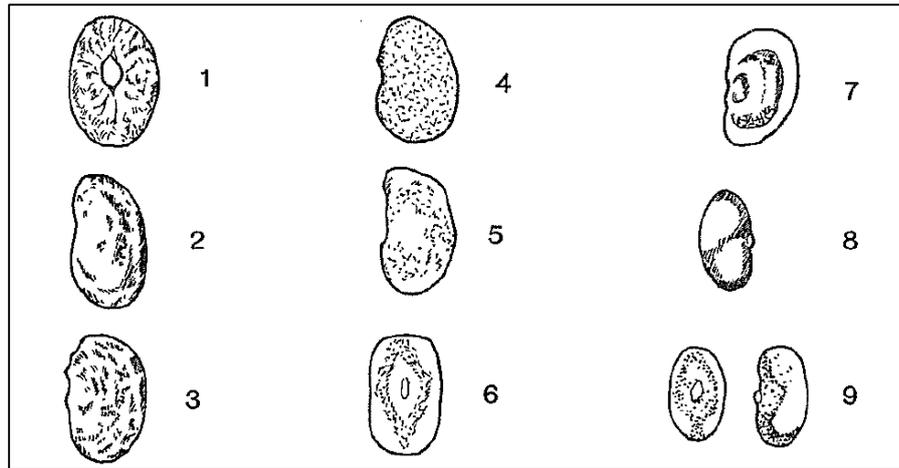


Figura 4. Distribución de color secundario en la semilla

Fuente: IBPGR (1982)

d) Forma de la semilla

Se valoró de acuerdo a la clasificación propuesta por Muñoz y Giraldo (1993), como se muestra en la Tabla 6 y Figura 5.

Tabla 6
Forma de la semilla de fréjol

Escala	Forma
1	Redonda
2	Ovoide
3	Elíptica
4	Pequeña casi cuadrada
5	Alargada, ovoidea
6	Alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro
7	Alargada, casi cuadrada
8	Arriñonada, recta en el lado del hilo
9	Arriñonada, curva en el lado opuesto al hilo

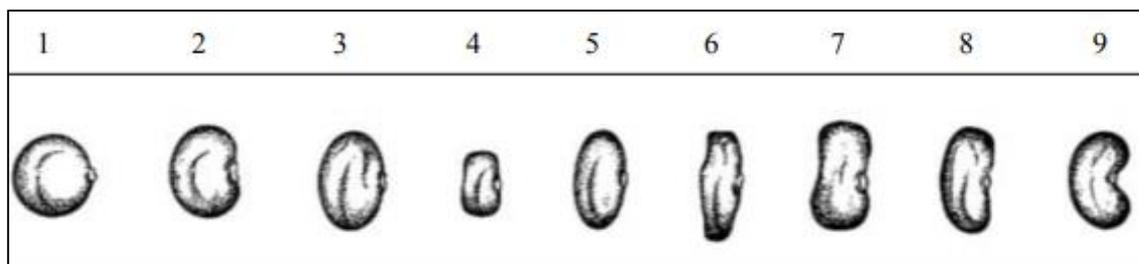


Figura 5. Forma predominante en la semilla de fréjol

Fuente: Muñoz y Giraldo (1993)

e) Largo de la semilla

Se evaluó colocando 10 semillas en posición horizontal y posteriormente se midió en centímetros con un calibrador (Figura 6).



Figura 6. Evaluación del largo de la semilla de fréjol

f) Ancho de la semilla

Se evaluó colocando 10 semillas en posición vertical y posteriormente se midió en centímetros con el calibrador (Figura 7).



Figura 7. Evaluación del ancho de la semilla de fréjol

g) Grosor de la semilla

Se midió con un calibrador el grosor de 10 semillas y posteriormente se registró el valor promedio obtenido en centímetros (Figura 8).



Figura 8. Medición del grosor de la semilla de fréjol

3.5.4.2 Descriptores de maíz.

a) Disposición de hileras en la mazorca

Se evaluó de acuerdo a la clasificación indicada en la Tabla 7 y Figura 9, propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1991).

Tabla 7

Disposición de hileras en la mazorca

Escala	Disposición
1	Regular
2	Irregular
3	Recta
4	En espiral

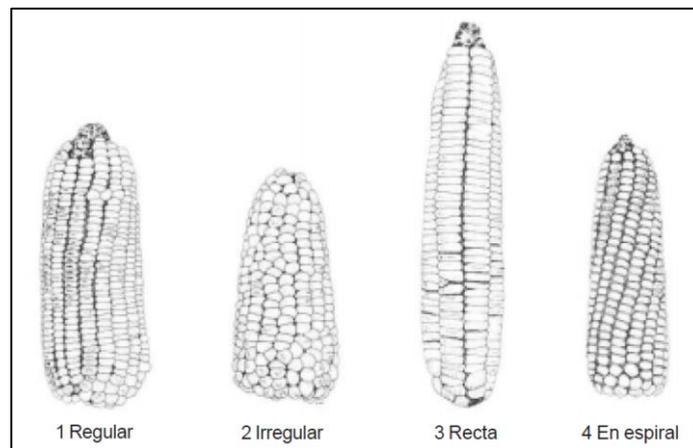


Figura 9. Clasificación de acuerdo a la disposición de las hileras

Fuente: CIMMYT (1991)

b) Tipo de grano

Se valoró de acuerdo a la escala propuesta por el CIMMYT (1991), como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Tipo de grano

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

c) Forma de la superficie del grano

Se evaluó de acuerdo a escala propuesta por el CIMMYT (1991) como se observa en la Tabla 9 y Figura 10.

Tabla 9
Forma de la superficie del grano

Escala	Forma
1	Contraído
2	Dentado
3	Plano
4	Redondo
5	Puntiagudo
6	Muy puntiagudo

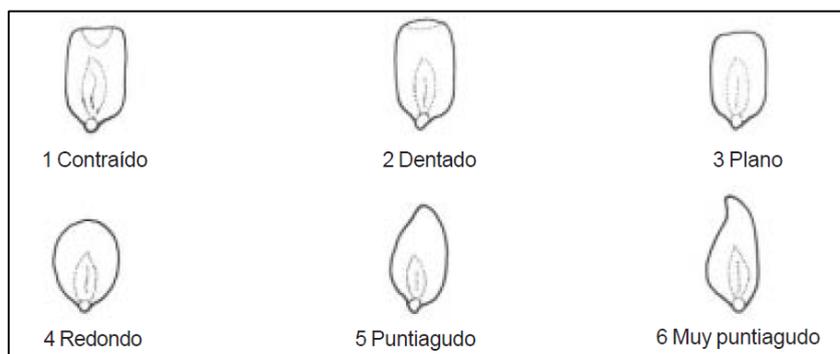


Figura 10. Forma de la superficie del grano

Fuente: CIMMYT (1991)

d) Color primario del grano

Se evaluó de acuerdo a la escala propuesta por el CIMMYT (1991) en la Tabla 10.

Tabla 10
Color primario del grano

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

e) Presencia de color secundario en el grano

Se evaluó la presencia de color secundario en el grano de acuerdo a la siguiente escala propuesta por el CIMMYT (1991) en la Tabla 11.

Tabla 11
Presencia de color secundario en el grano

Escala	Presencia color secundario
0	No
1	Si

f) Forma de la mazorca

Se evaluó de acuerdo a la escala propuesta por el CIMMYT (1991) en la Tabla 12.

Tabla 12
Forma de la mazorca

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

g) Color del raquis de la mazorca

Se evaluó de acuerdo a la escala propuesta por el CIMMYT (1991) en la Tabla 13.

Tabla 13
Color del raquis de la mazorca

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

h) Número de hileras de granos por mazorca

Se contó el número de hileras de granos en la parte central de la mazorca.



Figura 11. Conteo de hileras por mazorca en la parte central

i) Número de granos por hilera

Se contó el número de granos de tres hileras por mazorca escogidas al azar y se registró el promedio en cada una de las mazorcas recolectadas de cada productor.

j) Longitud de la mazorca

Se midió la mazorca desde la base hasta el ápice y el resultado se registró en centímetros (Figura 12).



Figura 12. Medición longitud de la mazorca

k) Diámetro de la mazorca

Se midió con un calibrador en la parte central de la mazorca y el valor se registró en centímetros (Figura 13).



Figura 13. Medición del diámetro de la mazorca

l) Longitud del grano

Se colocó en posición horizontal 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de la mazorca y posteriormente se midió en centímetros con un calibrador (Figura 14).



Figura 14. Medición del largo de la semilla de maíz

m) Ancho del grano

Se colocó en posición vertical 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de la mazorca y posteriormente se midió en centímetros con un calibrador (Figura 15).



Figura 15. Medición del ancho del grano de maíz

n) Grosor del grano

Se midió con un calibrador el grosor de 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de la mazorca y se registró el valor promedio obtenido en centímetros (Figura 16).



Figura 16. Medición del grosor de la semilla de maíz

3.5.5 Fotodocumentación para catálogo de variedades

Como una estrategia para la conservación de las variedades encontradas de maíz (*Zea mays* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), se elaboró un catálogo, con el fin de documentar y dar a conocer la amplia gama de variedades presentes en la zona altoandina de Cotacachi (Figura 17).

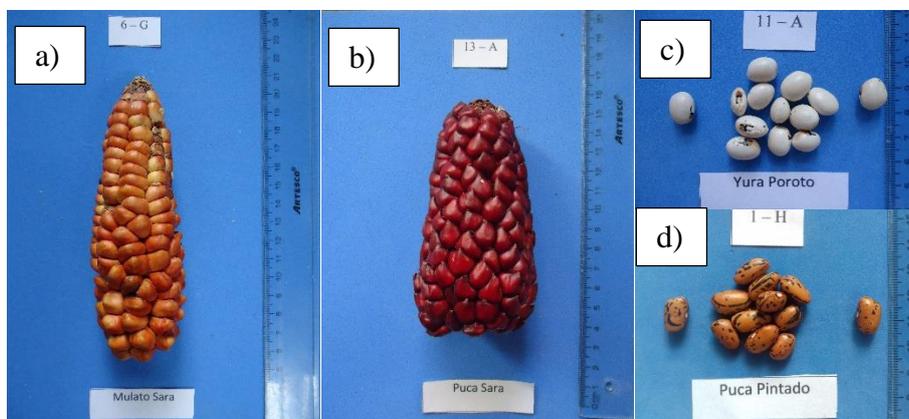


Figura 17. Fotodocumentación de variedades en maíz (de izquierda a derecha a) Mulato Sara y b) Puca Sara) y fréjol (de arriba abajo c)Yura Poroto y d)Puca Pintado)

3.5.6 Análisis estadístico

En la presente investigación se utilizaron análisis basados en estadística descriptiva y análisis multivariado ya que permiten aclarar y explicar relaciones entre variables asociadas a los datos obtenidos. Se realizó la prueba de *Spearman* para datos no paramétricos entre la media del número de variedades cultivadas de maíz y fréjol por chacra para determinar si existe correlación entre dichas variables.

Para la caracterización de las muestras recolectadas se realizó un análisis de clúster para determinar la similitud entre dichos datos y matriz de distancias o similaridades (análisis multivariado). Se empleó el programa SPSS Statistics 25 e InfoStat versión 2017 para todo el análisis estadístico.

De igual forma, se utilizaron técnicas de geoestadística (Índice I de Morán) con el fin de facilitar la comprensión de la correlación espacial, de acuerdo a la distribución del número de variedades de fréjol y maíz presentes en las comunidades en estudio. Se aplicaron herramientas de *Spatial Statistics Tools*, específicamente del menú *Measuring Geographic Distributions* de ArcGIS v. 10.4.

3.6 Manejo del experimento

3.6.1 Validación de instrumentos

Con el fin de validar los instrumentos que se aplicaron para el levantamiento de información (encuesta y entrevista estructurada), se mantuvo una reunión tanto con el promotor de la UNORCAC, así como con miembros de la organización, con el fin de que aporten sugerencias y permitan la validación de los instrumentos que se utilizaron. De igual forma, se realizó un levantamiento de información de prueba con cinco familias, con la finalidad de detectar posibles errores en los instrumentos.

3.6.2 Selección de familias

En primera instancia, las familias fueron identificadas con la ayuda de los presidentes de las comunidades seleccionadas. Posteriormente, se escogieron de forma aleatoria, las familias que participarían en el estudio de acuerdo al número definido en cada comunidad (Tabla 3).

3.6.3 Selección del informante en cada familia

Se realizó la identificación del integrante de cada familia seleccionada anteriormente, procurando que sea quien se encargue del manejo de la chacra, en su mayor parte. Estas personas fueron quienes proporcionaron la información para el presente estudio.

3.6.4 Levantamiento de información

Este se realizó con la ayuda de un intérprete del idioma quichua que estuvo acompañando en el proceso, en caso de que la persona entrevistada no hable español o necesite algún tipo de aclaración. Se trató de cubrir un máximo de cinco encuestas por salida con el fin de realizar un trabajo minucioso. El número de encuestas diarias dependió, además, de la distancia en que se encontraban las comunidades y las familias.

3.6.5 Tabulación y sistematización de la información

Una vez recolectada la información necesaria en las 10 comunidades, se procedió a realizar la tabulación y sistematización de los datos en tablas de Microsoft Excel, en formatos que permitieron el posterior análisis en los diferentes programas que se utilizaron.

3.6.6 Procesamiento y análisis de la información

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en la presente investigación, mediante el uso del software estadístico InfoStat, IBM SPSS Statistics y el software geográfico ArcGIS, se realizó la determinación de la variabilidad, distribución geográfica y autocorrelación espacial de los materiales de maíz y fréjol encontrados mediante el análisis de autocorrelación espacial (I de Moran), ya que la autocorrelación mide el grado en que una variable geográfica esta correlacionada en varias zonas con ella misma (Siabato y Guzmán, 2019). Esta información permitió plantear las estrategias de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los principales resultados de acuerdo con los objetivos planteados en la investigación: 1) Inventario georreferenciado de la diversidad agrícola de maíz y fréjol, 2) Caracterización morfológica de muestras recolectadas y 3) Estrategias de conservación de la diversidad agrícola nativa. Los datos obtenidos en cada variable fueron analizados en los paquetes estadísticos InfoStat, IBM SPSS Statistics y el software geográfico ArcGIS para la elaboración de mapas a continuación presentados.

4.1 Perfil del agricultor

De acuerdo a los datos obtenidos, el 88.5% de los encuestados son de etnia indígena, mientras que el 11.5% se identificaron como mestizos. Lo que no difiere demasiado de datos proporcionados por Carrera (2012) que manifiesta que el 74% de los pobladores en las comunidades pertenecientes a la UNORCAC, son de etnia indígena y el 26% se identifican como mestizos. En lo referente al género, el 63.2% de los encuestados son mujeres (49 indígenas y 6 mestizas) y el 36.8% hombres (28 indígenas y 4 mestizos). De acuerdo al test binomial, la frecuencia de mujeres fue superior a la esperada en caso de paridad de género ($0.5, p = 0.010$). Este es un aspecto importante en lo que se refiere a diversidad agrícola, ya que de acuerdo a Tapia (2015) y Salazar et al. (2016), las mujeres por lo general son las encargadas del manejo de las chacras y la agrobiodiversidad presente en las mismas. Siguiendo la misma línea de pensamiento, Sadiki, Jarvis, Rijal, Bajracharya, y Hue (2007) en su estudio realizado en varios países latinoamericanos, afirman que las mujeres por lo general realizan la mayoría de labores culturales y decisiones en los huertos familiares, debido a que la tendencia es que los hombres suelen tener otros trabajos ya no relacionados a la agricultura.

Por otro lado, la edad de los agricultores entrevistados estuvo entre los 19 a 85 años, siendo la edad media de las mujeres significativamente inferior (39 años), en comparación con los hombres (51 años), ($t = 3.48, p = 0.01$). Además, en la Figura 18, correspondiente a los rangos de edad en relación al género, se observa heterogeneidad en su distribución. Cabe destacar que la edad media de los hombres y mujeres en las comunidades indígenas suele ser más alta, esto debido a los hábitos alimenticios y culturales que mantienen desde sus antepasados (Bonilla, 2017).

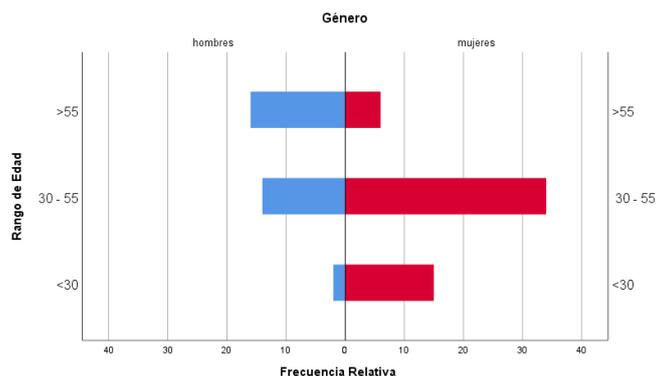


Figura 18. Distribución de la población estudiada según género y rango de edad

En cambio a nivel de etnia (Figura 19), la edad media fue de 43 años en indígenas y 45 años en mestizos. Estos resultados no fueron estadísticamente significativos ($t = -0.257$, $p = 0.798$). Por lo general, las personas de etnia indígena que habitan en el cantón Cotacachi, suelen tener un promedio de edad mayor a los mestizos, esto debido a varios factores desde lo cultural a lo alimentario (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2006). Por esta misma razón, está estrechamente relacionada la diversidad agrícola presente en la chacra, con la dieta alimenticia de la familia (Carrera, 2012).

De los productores de etnia indígena la mayoría se encuentra en el rango de edad de los 30 a 55 años, mientras que los de etnia mestiza no presentan una mayoría determinante en ninguno de los rangos de edad (Figura 19). Esto difiere de lo mencionado por Procasur (2008) quienes mencionan que el 50% de las personas del sector rural de Cotacachi tienen una edad menor a 30 años. La edad se convierte en un factor determinante en la agricultura familiar campesina, debido a que puede repercutir en la seguridad alimentaria de las familias (Bünzli, 2014), ya que a mayor edad se dificulta el poder realizar labores culturales para mantener los cultivos, pudiendo esto ocasionar la pérdida de especies.

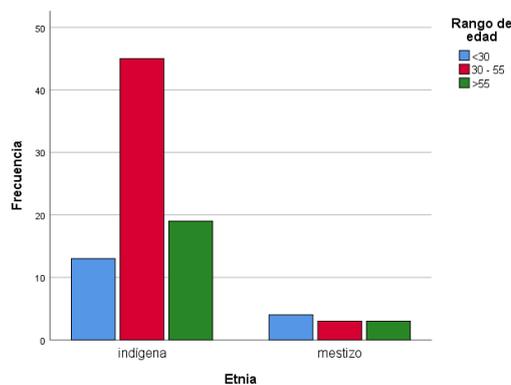


Figura 19. Distribución de la población estudiada según etnia y rango de edad

4.2 Número variedades tradicionales sembradas de maíz y fréjol por chacra

La media de variedades cultivadas de maíz y fréjol por chacra fue de 9 y 11 respectivamente. Utilizando la prueba de *Spearman* existe una correlación positiva alta entre variedades de maíz y fréjol sembradas ($\rho = 0.818$, $p < 0.05$). Esto indica que a mayor número de variedades de maíz sembradas, aumenta de forma proporcional el número de variedades de fréjol y viceversa. Todo esto a razón de que estos cultivos generalmente se siembran en asocio en las comunidades indígenas de Cotacachi (Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi [UNORCAC], 2018).

En lo referente al número de variedades de maíz sembradas, el 39% de los productores encuestados registra entre 1 a 7; el 49% de 8 a 14 y el 12% más de 14 variedades (Tabla 14). Esto difiere de los resultados obtenidos por Bonilla (2017), quienes en su estudio realizado en el mismo cantón que la presente investigación determinaron que el 58.5% de productores cultivan de 1 a 5 variedades; el 32.5% de 6 a 10; el 9% de 11 a 13. Todo esto indica que el número de variedades sembradas por chacra en estos últimos tres años aumentó. Cabe destacar en el Ecuador las comunidades indígenas ocupan más del 60% de la superficie dedicada a cultivos de importancia entre los que resaltan el maíz y fréjol (Altieri, Nicholls y Montalba, 2014).

Tabla 14
Número de variedades tradicionales de maíz sembradas por chacra

Nº Variedades tradicionales	Frecuencia	Porcentaje
1 - 7	34	39
8 - 14	43	49
> 14	10	12
Total	87	100

En lo relacionado al fréjol, el 36% sembró de 1 a 7 variedades, el 38% de 8 a 14 y el 26% de 14 en adelante, este último dato difiere considerablemente del maíz (Tabla 15). Por otro lado, en un estudio previo realizado en 20 comunidades indígenas del cantón Cotacachi, Bonilla (2017) encontró que el 63.5% de los productores cultivan de 1 a 5 variedades; el 32% de 6 a 10 y el 4. % de 11 a 13 variedades, esto indica que al igual que para el maíz, en el fréjol se evidencia un incremento en el número de variedades sembradas por chacra. Este aumento en la diversidad intraespecífica puede deberse al sistema de cultivo que en su mayoría es tradicional, lo que evidencia el rol que cumplen los pequeños productores para el

desarrollo de la diversidad agrícola en cultivos como el maíz y frejol (Borja, Oyarzún, Zambrano, Lema y Pallo, 2014).

Tabla 15
Número de variedades tradicionales de fréjol sembradas por chacra

Nº Variedades tradicionales	Frecuencia	Porcentaje
1 - 7	31	36
8 - 14	33	38
> 14	23	26
Total	87	100

4.2.1 Número de variedades tradicionales sembradas según la etnia

En relación a la etnia, la media de variedades sembradas de maíz fue de 9 y 8 para indígenas y mestizos respectivamente, lo cual no es una diferencia significativa ($t = 1.54, p = 0.14$). De acuerdo a los datos obtenidos del total de personas de etnia indígena con los rangos de 1 a 7, 8 a 14 y más de 14 variedades sembradas, sus porcentajes son de 36%, 52% y 12% respectivamente. Esto difiere en comparación de los productores mestizos ya que el 60% siembra de 1 a 7, el 30% de 8 a 14 y el 10% de 14 variedades en adelante variedades (Figura 20). Un aspecto a tomar en cuenta, es que la etnia indígena en toda Latinoamérica habita en áreas consideradas centros de origen y distribución de varias especies. De una forma más específica en nuestro país, el cantón Cotacachi ha sido catalogado como una zona mega diversa en cultivos como el fréjol y maíz (Brown y Hodgkin, 2007; Bravo, 2005; Carrera, 2012).

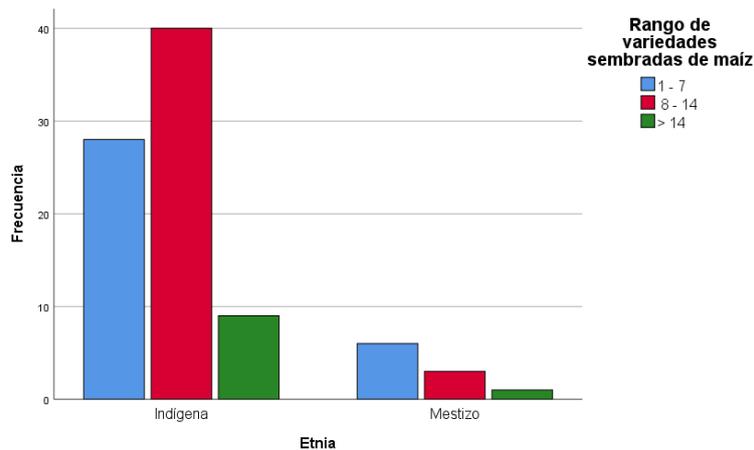


Figura 20. Rango de variedades sembradas de maíz de acuerdo a la etnia

Por otro lado, en las variedades sembradas de fréjol con respecto a la etnia, se registró una diferencia significativa, ya que la media fue de 11 y 8 variedades sembradas por productores indígenas y mestizos respectivamente ($t = 2.70$, $p = 0.014$). El 35% de productores indígenas sembraron de 1 a 7 variedades; de igual forma, un 35% sembraron de 8 a 14 variedades, mientras que el 30% sembraron más de 14 variedades. En lo concerniente a los productores mestizos el 40% siembra de 1 a 7, el 60% de 8 a 14 y ninguno siembra una cantidad mayor de 14 variedades (Figura 21).

El que las personas de etnia indígena siembren un mayor número de variedades puede deberse al hecho que mantienen sistemas de producción tradicionales. Esta práctica ocasiona, de acuerdo a Altieri et al. (2014), que se tengan variedades nativas de especies como el maíz y fréjol, ya que son altamente adaptables. Debido a lo anteriormente mencionado, los productores de las comunidades indígenas mantienen una gran diversidad genética de cultivos a manera de variedades tradicionales, las cuales pueden desempeñar un rol fundamental para la soberanía alimentaria de un país (Sadiki et al., 2007; Rivadeneira, 2012).

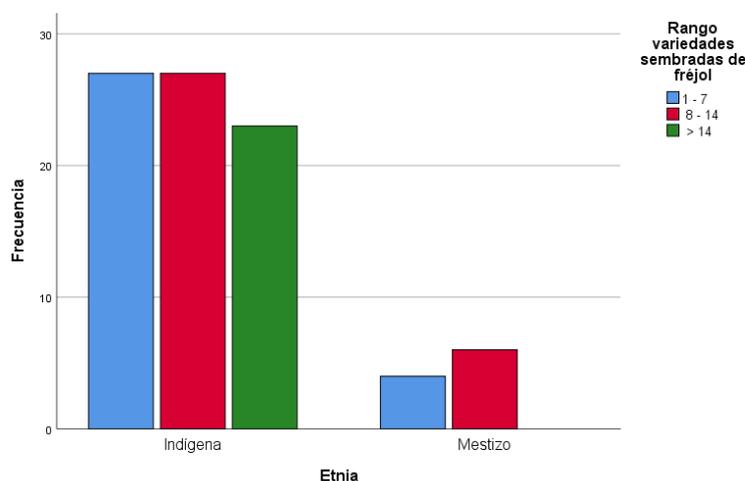


Figura 21. Rango de variedades sembradas de fréjol de acuerdo a la etnia

4.2.2. Número de variedades tradicionales sembradas según el nivel de educación

La comparación de medias (ANOVA) de variedades sembradas para fréjol y maíz de acuerdo al nivel de educación en los productores (Tabla 16) no fue estadísticamente significativa ($p = 0.326$) y ($p = 0.335$) para maíz y fréjol respectivamente. Lo que indicaría que no existe una relación estadística significativa entre el nivel de educación y el número de variedades sembradas en cada chacra de maíz y fréjol.

Tabla 16

ANOVA de media de variedades tradicionales sembradas de fréjol y maíz

Comparación de medias		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Maíz	Entre grupos	64.516	3	21.505	1.170	.326
	Dentro de grupos	1525.438	83	18.379		
	Total	1589.954	86			
Fréjol	Entre grupos	140.968	3	46.989	1.148	.335
	Dentro de grupos	3395.883	83	40.914		
	Total	3536.851	86			

Se puede observar una mayor concentración de productores con ningún nivel de educación, siendo el 41% del total de encuestados; sin embargo, solo 4% tiene estudios de tercer nivel (Tabla 17 y Figura 22). Esto indica la brecha abismal en lo que se refiere al acceso a la educación en las comunidades indígenas en comparación a las zonas urbanas (INEC, 2006).

Tabla 17

Media del número de variedades de acuerdo al nivel educativo para maíz y fréjol

Nivel Educativo		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Media
N° variedades de maíz	ninguna	36	41	8
	primaria	35	40	9
	secundaria	13	15	9
	superior	3	4	11
	Total	87	100	9
N° variedades de fréjol	ninguna	36	41	10
	primaria	35	40	12
	secundaria	13	15	10
	superior	3	4	7
	Total	87	100	11

En lo referente al maíz, del total de productores que siembran de 14 variedades en adelante, el 81% tiene un nivel educativo nulo o de primaria solamente (Figura 21). El número de variedades tradicionales cultivadas está estrechamente ligado a los conocimientos ancestrales practicados para su cultivo, por ende es sumamente importante revalorizar y darles la importancia que se merecen (Villota, 2010). Además, Procasur, (2008) enfatiza que la disminución de estos conocimientos repercute en la pérdida de diversidad, además, se puede inferir que mientras mayor es el nivel educativo de una persona, esta dejará de practicar de forma paulatina estas técnicas ancestrales. También, se observa que las personas

con mayor nivel de instrucción, en general, tienden a reducir las frecuencias observadas para cada rango de variedades de maíz, sin embargo en el presente estudio, los datos obtenidos no fueron estadísticamente significativos.

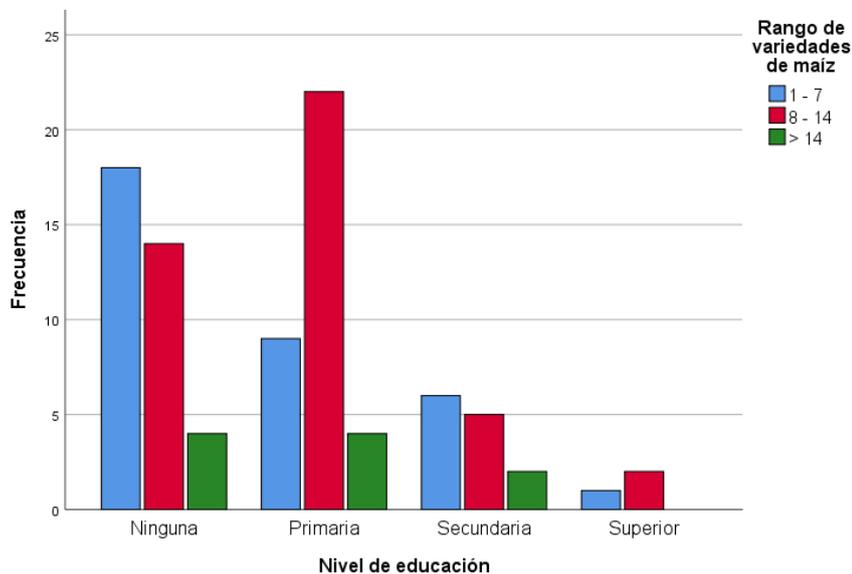


Figura 22. Rangos de variedades sembradas por chacra de maíz de acuerdo al nivel de educación en los productores

De forma similar al maíz, en el fréjol el 82% de productores que siembran más de 14 variedades posee un nivel educativo nulo o de primaria (Figura 23). Sin embargo, la relación entre el nivel de estudios y el número de variedades sembradas tanto de maíz y fréjol, no fue estadísticamente significativa de acuerdo a la prueba de *chi* cuadrado ($p = 0.424$) y ($p = 0.333$), respectivamente. Lo que indicaría que no tiene una inferencia directa el nivel de estudios alcanzados por los productores con la cantidad de variedades tradicionales sembradas.

Por otro lado, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, 2012) menciona, con especial énfasis que para rescatar y potenciar variedades nativas, se necesita el empoderamiento y educación en torno a la importancia de la conservación de cultivares autóctonos de cada país, lo que llevaría a que una población mejore sus perspectivas de seguridad alimentaria.

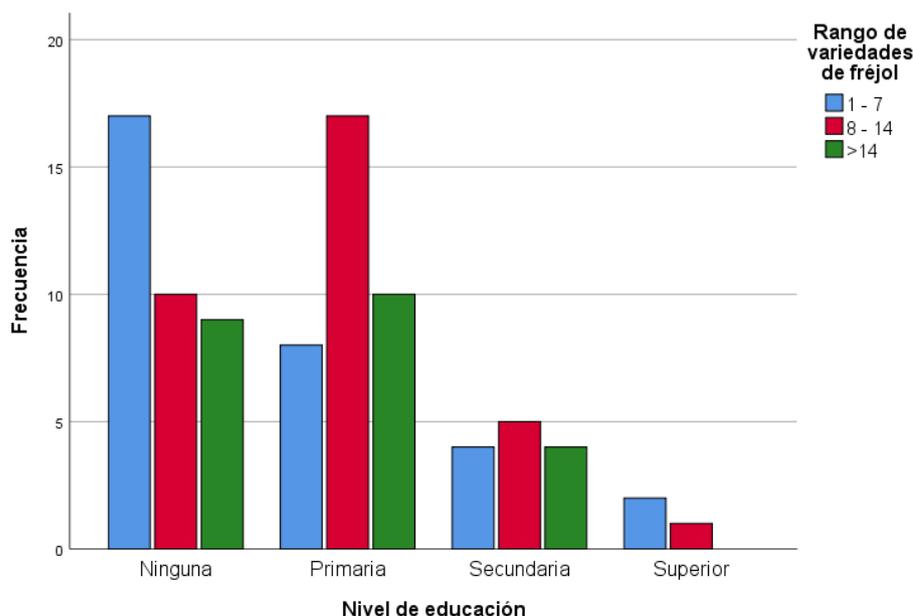


Figura 23. Rangos de variedades sembradas por chacra de fréjol de acuerdo al nivel de educación en los productores

4.3 Muestras recolectadas de maíz y fréjol

4.3.1 Razas y variedades de maíz identificadas

Se colectaron 211 mazorcas de maíz de las que se registraron 12 razas (Tabla 18), de acuerdo a características morfológicas descritas por Timothy et al. (1963) para cada raza de maíz existente en el Ecuador. Esto coincide con Tapia et al. (2011) quienes identificaron en una investigación similar 12 razas de maíz en la misma zona de estudio. De estos materiales recolectados, la raza Chaucho, con un 42.2% del total de muestras, fue la más frecuente con una amplia diferencia respecto a la raza Chillo con el 14.2% que fue la segunda raza más frecuente. Por otro lado, la raza Tuzilla, es la que se encuentra en riesgo de desaparecer ya que cuenta con el 1.4% del total de muestras.

Es importante resaltar que al registrarse 12 razas en un solo cantón, se demuestra la inmensa diversidad presente en la zona (Tapia y Lima, 2010). A nivel de razas, no se ha registrado pérdidas totales en los últimos 9 años.

Tabla 18
Razas de maíz recolectadas en la zona de estudio

Razas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Chaucho	89	42.2
Chillo	30	14.2
Mishca	25	11.8
Racimo de Uva	13	6.2
Huandango	11	5.2
Morochón	10	4.7
Sabanero Ecuatoriano	8	3.8
Patillo Ecuatoriano	6	2.8
Blanco Blandito	6	2.8
Montaña Ecuatoriana	5	2.4
Chulpi	5	2.4
Tuzilla	3	1.4
Total	211	100

A nivel intra varietal se identificaron 39 variedades de maíz, de acuerdo a los nombres comunes obtenidos de las familias encuestadas. Las variedades Tzapak Sara y Wasi Sara fueron las más comunes con el 7.6% y 6.6% del total de muestras recolectadas, respectivamente (Tabla 19). Por otro lado, Bonilla (2017) encontró en un estudio en la zona altoandina de Cotacachi, 24 variedades de maíz, lo que supone un incremento del 38% en el número de variedades encontradas. Este incremento puede deberse a que los campesinos en comunidades indígenas al mantener una gran diversidad de cultivos en forma de variedades autóctonas, las cuales son sembradas al mismo tiempo, ocasionan el aumento de diversidad intra e interespecífica (Altieri et al., 2014). Por otro lado, cabe destacar que este aumento puede deberse a que en el estudio realizado en el 2017 no se recolectaron suficientes muestras, para una adecuada identificación.

En la identificación de variedades al usarse nombres provistos por los campesinos, es importante recalcar, que se basan en características agromorfológicas (fecha de maduración, tamaño de grano, altura de planta, entre otros) para asignarles nombres a dichas variedades (Sadiki et al., 2007). En un estudio realizado por Arias (2004) en Yucatán, México, cuya finalidad era entender de acuerdo a qué parámetros los productores nombraban a una variedad, la conclusión fue que la forma y color de la mazorca y grano fueron las características que usaron de guía para denominar a una variedad.

Tabla 19

Variedades de maíz recolectadas en la zona de estudio

Nombre común	FA	FR (%)	Nombre común	FA	FR (%)
Tzapak Sara ²	16	7.6	Eritico Amarillo ¹	4	1.9
Wasi Sara ²	14	6.6	Guagua Mama ³	4	1.9
Yana Sara ⁴	13	6.2	Monjas Sara ³	4	1.9
Puca Sara ¹	12	5.7	Killu Chaucha Huandango ⁵	4	1.9
Shinlly Sara ¹	11	5.2	Killu Eritico Pintado ¹	3	1.4
Rosado Chaucha ¹	9	4.3	Maicena ¹²	3	1.4
Morocho Amarillo ⁶	9	4.3	Chaucha Suave ³	3	1.4
Yura Chaucha ¹	9	4.3	Guanolongo ³	3	1.4
Mulato Sara ¹	8	3.8	Sangre de Cristo ³	3	1.4
Guata Sara ¹	8	3.8	Jantzi Chaucha ¹	2	0.9
Chaucha Sara ¹	7	3.3	Rosado Pálido ³	2	0.9
Yura Racu Morocho ⁷	7	3.3	Tzapa Sara ¹	2	0.9
Killu Chaucha ⁸	6	2.8	Eritico Sara ⁵	1	0.5
Chapa Sara ³	6	2.8	Alpha Huandango ⁵	1	0.5
Killu Racu Sara ¹	6	2.8	Yura Sara ⁹	1	0.5
Killu Sara ¹	6	2.8	Puca Chulpi ¹¹	1	0.5
Jamtzi Huandango ⁵	5	2.4	Puca Morocho ⁷	1	0.5
Chillu Chulpi ¹¹	5	2.4	Raku Sara ¹	1	0.5
Maíz Blanco ⁹	5	2.4	Rosado Morocho ⁶	1	0.5
Yura Morocho ¹⁰	5	2.4	Total	211	100.00

Raza a la que pertenece cada variedad: ¹Chaucho, ²Chillo, ³Mishca, ⁴Racimo de Uva, ⁵Huandango, ⁶Morochón, ⁷Sabanero Ecuatoriano, ⁸Patillo Ecuatoriano, ⁹Blanco Blandito, ¹⁰Montaña Ecuatoriana, ¹¹Chulpi, ¹²Tuzilla

4.3.2 Distribución espacial de variedades de maíz recolectadas

En la Figura 24, se presenta la distribución espacial, del rango de variedades de maíz sembradas en cada una de las chacras encuestadas en las comunidades indígenas de Cotacachi. Al evaluar dicha distribución espacial mediante el I de Moran se obtuvo una alta correlación espacial (*I de Morán*: 0.20; *z-score*: 2.88 y *p-value*: 0.003), ya que éste índice presenta un valor positivo, significando que existe una tendencia hacia el agrupamiento (*clustering*). Las zonas con mayor o menor cantidad de variedades sembradas tienden a ser más cercanas, en otras palabras el patrón espacial de los datos es agrupado y estadísticamente significativo (Figura 24). Adicionalmente, ESRI (2020) menciona que el I de Moran, evalúa si el patrón de datos analizados se encuentran de forma dispersa, aleatoria o agrupada, esta herramienta además de calcular el Índice I de Moran, arroja un *z-score* y *p-value* con los que se determina la significancia del índice.

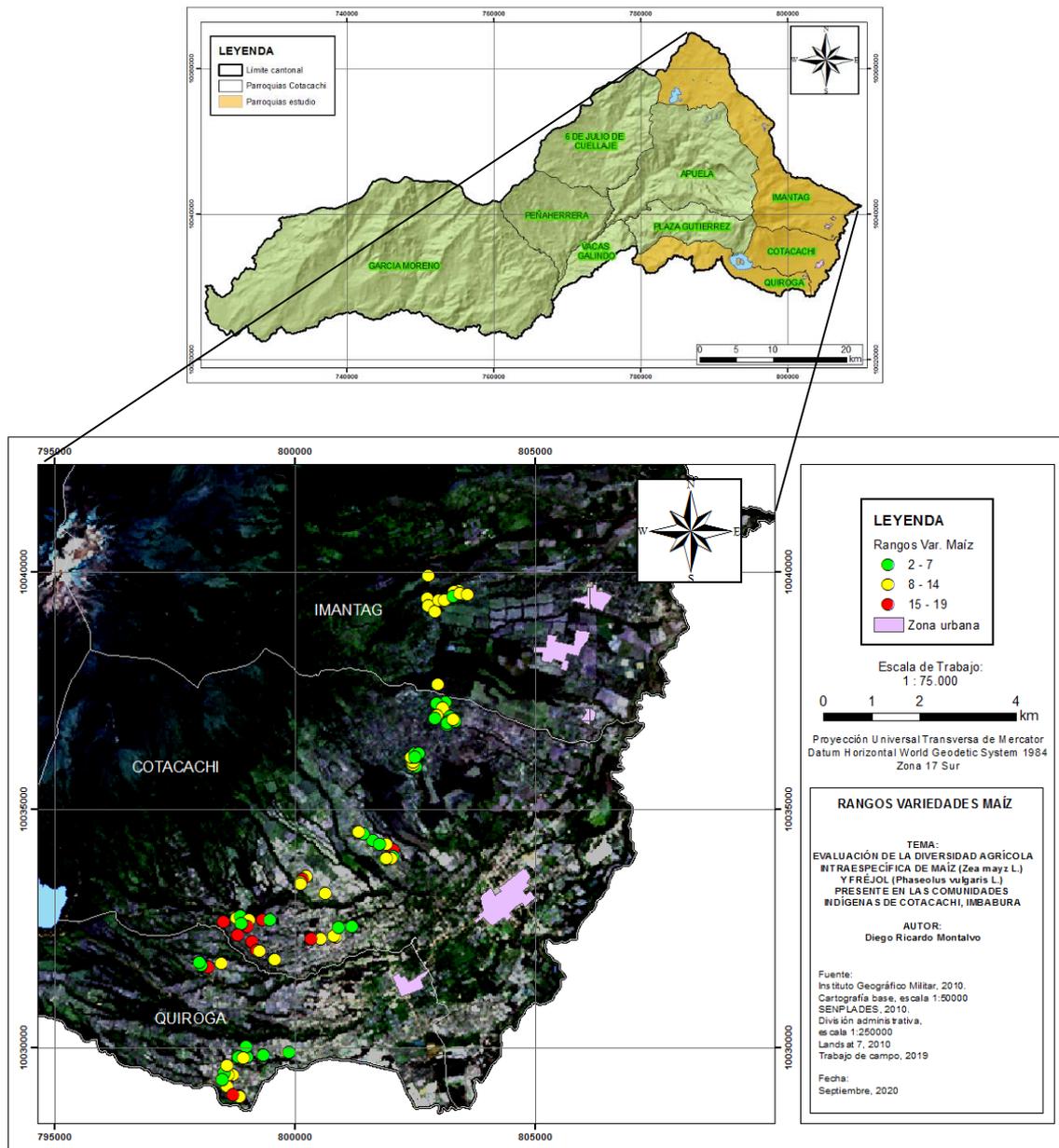


Figura 24. Mapa temático de la distribución espacial de variedades de maíz sembradas

Se puede observar en la Figura 24, la tendencia espacial de distribución del rango de variedades sembradas de maíz, los productores que siembran el mismo rango de variedades son más cercanos a otros productores con el mismo número de variedades, esto puede deberse a que en cada comunidad existen diferencias en las condiciones edafoclimáticas, lo que puede repercutir en la cantidad de diversidad agrícola presente en las chacras, ya que autores como Nautiyal y Bisht (2008); Parra et al., (2011); afirman que las condiciones edafoclimáticas están estrechamente ligadas a la agrobiodiversidad existente en cada zona.

4.3.3 Variedades de maíz en riesgo de acuerdo a los productores

De acuerdo a información brindada por los productores de cada chacra en la zona de estudio, se identificaron 19 variedades de maíz en riesgo siendo las variedades Chillu Chulpi (17.7%), Puca Sara (12.9%) y Puca Chulpi (11.3%) las tres con mayor riesgo de perderse de acuerdo a los productores encuestados (Figura 25). Adicionalmente, a nivel de razas, las razas con mayor probabilidad de perderse de acuerdo a los campesinos fueron Chulpi (29.03%), Chaucho (25.81%) y Blanco Blandito (14.52%). Este resultado difiere con lo encontrado por Bonilla (2017), quienes determinaron 14 variedades en riesgo, en la misma zona de estudio. Mientras que Skarbo (2006), registró nueve variedades en riesgo de perderse en el cantón Cotacachi. Esto permite percatarse del aumento progresivo del número de variedades en riesgo en los últimos 14 años, de acuerdo a la percepción de los agricultores.

Una de las razones del por qué se ha dado este incremento, puede ser debido a la pérdida de saberes ancestrales, ya que están estrechamente ligados a la conservación de la diversidad agrícola (INIAP, 2012; Villota, 2010). Cada vez que se pierde una variedad de una especie cultivable, se altera la eficiencia y resiliencia de los agroecosistemas, afectando a las comunidades donde se cultivan (Ceroni, Liu, y Costanza, 2007). Otra de las razones, puede deberse al poco reconocimiento de la importancia de la valoración de la biodiversidad en términos o aspectos económicos (Bioversity International, 2015), la consecuencia sería la falta de apertura a mercados y precios de venta que generen ganancia a los productores.

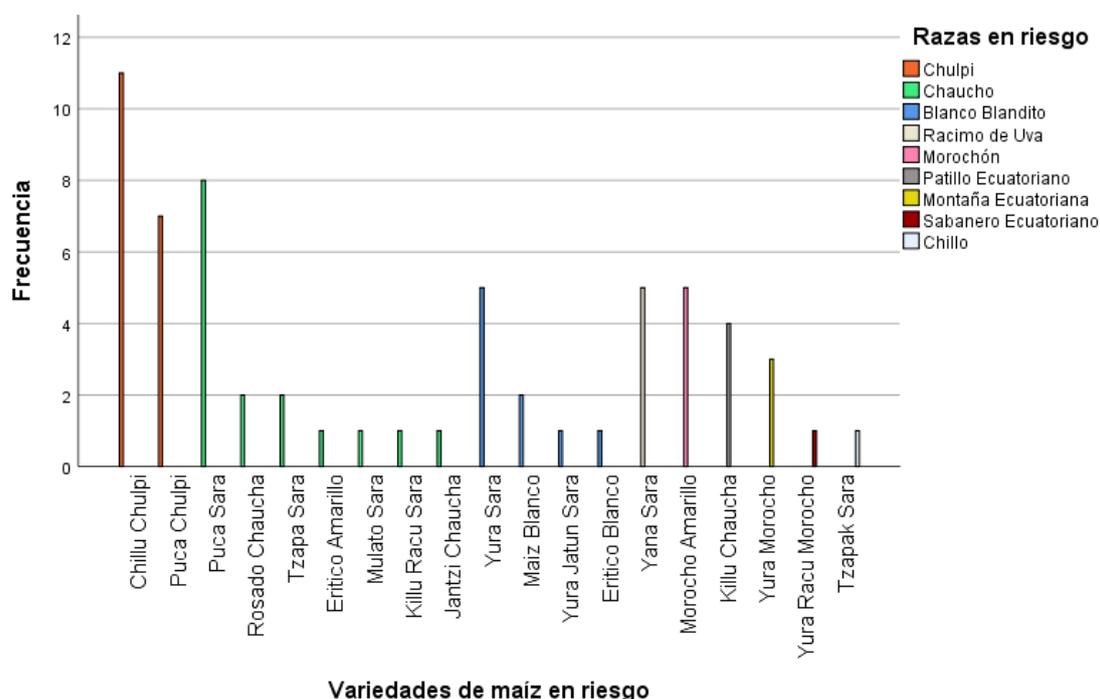


Figura 25. Lista de variedades en riesgo de maíz de acuerdo a los productores campesinos

4.3.1 Variedades de maíz en riesgo de acuerdo a su distribución espacial

De acuerdo a la distribución espacial de las variedades de maíz, (Figura 31 a la 42), las que se identificaron con mayor probabilidad de perderse, debido a que se encontraron únicamente en una comunidad de las 10 evaluadas en el presente estudio fueron Raku Sara (Raza Chaucho); Alpha Huandango y Eritico Sara (Raza Huandango); Puca Chulpi (Raza Chulpi); Rosado Morocho (Raza Morochón); Puca Morocho (Sabanero Ecuatoriano) y Yura Sara (Blanco Blandito). En resumen, siete variedades, pertenecientes a seis razas presentan un riesgo mayor de desaparecer, debido a su baja distribución espacial en las comunidades en estudio.

Es importante recalcar que en el presente estudio para determinar y analizar las variedades en riesgo de perderse, se usó información proveniente de la percepción de los agricultores para poder contrastar con los datos obtenidos en campo con la recolección de muestras (Tabla 19), dando como resultado principal que de las 19 variedades en riesgo según los productores, solo una (Puca Chulpi) tuvo una frecuencia de uno, es decir que en las diez comunidades solo se pudo recolectar un solo espécimen. Por otro lado, la variedad Puca Sara es una de las que se pudo obtener un mayor número de muestras, sin embargo de acuerdo a los productores (Figura 25) está en peligro inminente de desaparecer de sus comunidades.

Este desfase entre la apreciación de los productores y lo obtenido en campo, resulta ser algo alarmante ya que denota un posible error en la percepción de los agricultores, lo que podría ocasionar que se ponga esfuerzos en proteger variedades que en realidad no se encontrarían en riesgo y desatendiendo las que si estarían cerca de perderse.

4.3.2 Variedades de fréjol identificadas

En la Tabla 20 se encuentra el listado de las variedades identificadas de fréjol, de acuerdo a nombres comunes proporcionados por los productores encuestados.

Tabla 20

Variedades de fréjol identificadas en la zona de estudio

Nombre común	FA	FR (%)	Nombre común	FA	FR (%)
Canario	31	8.6	Yura Pintado	6	1.7
Poroto Grande	28	7.7	Puca Poroto	6	1.7
Popayán Morado	14	3.9	Paco Bolón Rayado	5	1.4
Josico	13	3.6	Poroto Conejo	5	1.4
Yana Poroto	13	3.6	Bolón Pintado	5	1.4
Puca Pintado	12	3.3	Racu Pintado Poroto	5	1.4
Sara Poroto	12	3.3	Rayado Poroto	5	1.4
Yura Alpha Poroto	12	3.3	Bolón Rojo	5	1.4
Alpha Poroto	11	3.0	Yana Pintado	5	1.4
Killu Canario	11	3.0	Sucu Alpha Poroto	4	1.1
Cargabello	10	2.8	Sucu Pintado	4	1.1
Fréjol Tomate	10	2.8	Sucu Rayado	4	1.1
Popayán Morado	10	2.8	Yura Popayán	4	1.1
Rayado					
Sucu Poroto	10	2.8	Fréjol Duro	3	0.8
Yana Vaca Poroto	10	2.8	Tomate Vaca Poroto	3	0.8
Popayán Pintado	9	2.5	Caca de Conejo	3	0.8
Sucu Poroto Pintado	9	2.5	Yura Pintado Poroto	3	0.8
Matambre Negro	8	2.2	Puca Vaca Pintado	2	0.6
Yana Sucu Poroto	8	2.2	Bolón Morado	2	0.6
Café Pintado	8	2.2	Sucu Vaca Poroto	2	0.6
Yura Poroto	7	1.9	Killu Alpha Poroto	2	0.6
Poroto Pintado	7	1.9	Sucu Tomate Pintado	1	0.3
Paco Bolón	7	1.9	Poroto Campeón	1	0.3
Popayán Yura	6	1.7	Poroto Manteca	1	0.3
Pintado					

Se recolectaron 362 muestras de fréjol en la zona altoandina de Cotacachi, a partir de las que se identificaron 48 variedades, según nombres comunes dados por los productores campesinos (Tabla 20). La variedad conocida como Canario, fue la más común, al representar el 8.6% del total de muestras recolectadas. Además, Bonilla (2017) en un estudio previo en la misma zona, identificó 40 variedades nativas, siendo esta una cantidad menor que las encontradas en el presente estudio. Los resultados indican un incremento de aproximadamente el 17% en los últimos 4 años. Este incremento puede atribuirse al intercambio de semillas o al sistema tradicional de cultivo, que algunas familias siguen aplicando. Rivadeneira (2012) asevera que cuando se da un sistema diversificado en el que se cuenta con una amplia gama de variedades nativas en una comunidad, puede aumentar la

variabilidad de un determinado cultivo. Las comunidades andinas, son repositarias de especies y conocimientos ancestrales los cuales permitieron la adaptación de cultivares y gracias a lo cual se convirtieron en centros de origen de una amplia variedad de especies (Voyses, 1983).

Por otro lado, los nombres asignados por los productores a cultivares nativos tienen una inmensa importancia para la identificación, documentación y utilización de los mismos, ya que para asignar un nombre se basan en características agro morfológicas de los cultivos (Sadiki et al., 2007). En un estudio realizado en Hungría (Mar y Holly, 2000) se determinó que los nombres dados por los agricultores para variedades tradicionales o autóctonas de fréjol, están directamente relacionados a las características morfológicas, por ejemplo el color de la semilla (*fehérbab* = fréjol blanco).

4.3.3 Distribución espacial de muestras de fréjol recolectadas

Los resultados muestran una alta correlación espacial (*I de Moran*: 0.41; *z-score*: 2.50; *p-value*: 0.012), ya que el valor del índice es positivo, lo que indica que los datos del número de variedades sembradas de fréjol (Figura 26), se encuentran cercanas espacialmente, es decir tienden al agrupamiento. Lo que está de acuerdo a Siabato y Guzmán (2019) quienes mencionan que el *I de Moran* puede clasificarse desde el positivo al negativo y al ser positivo se determina una alta similitud de los datos distribuidos espacialmente.

De acuerdo al *p-value*, se concluye que es estadísticamente significativo, en otras palabras que los datos tienden al *clustering*, tiene la misma tendencia que para el maíz (Figura 23). Al existir una elevada correlación espacial, se observa que las chacras con el mismo rango de variedades presentes tienden a estar agrupadas como se observa en la Figura 26, adicionalmente no se debe olvidar que ya que esta herramienta se basa en estadística deductiva y ya que la estadística se basa en que las observaciones sean independientes entre sí. Al existir correlación espacial se determina que las observaciones no son independientes entre sí (ESRI, 2020).

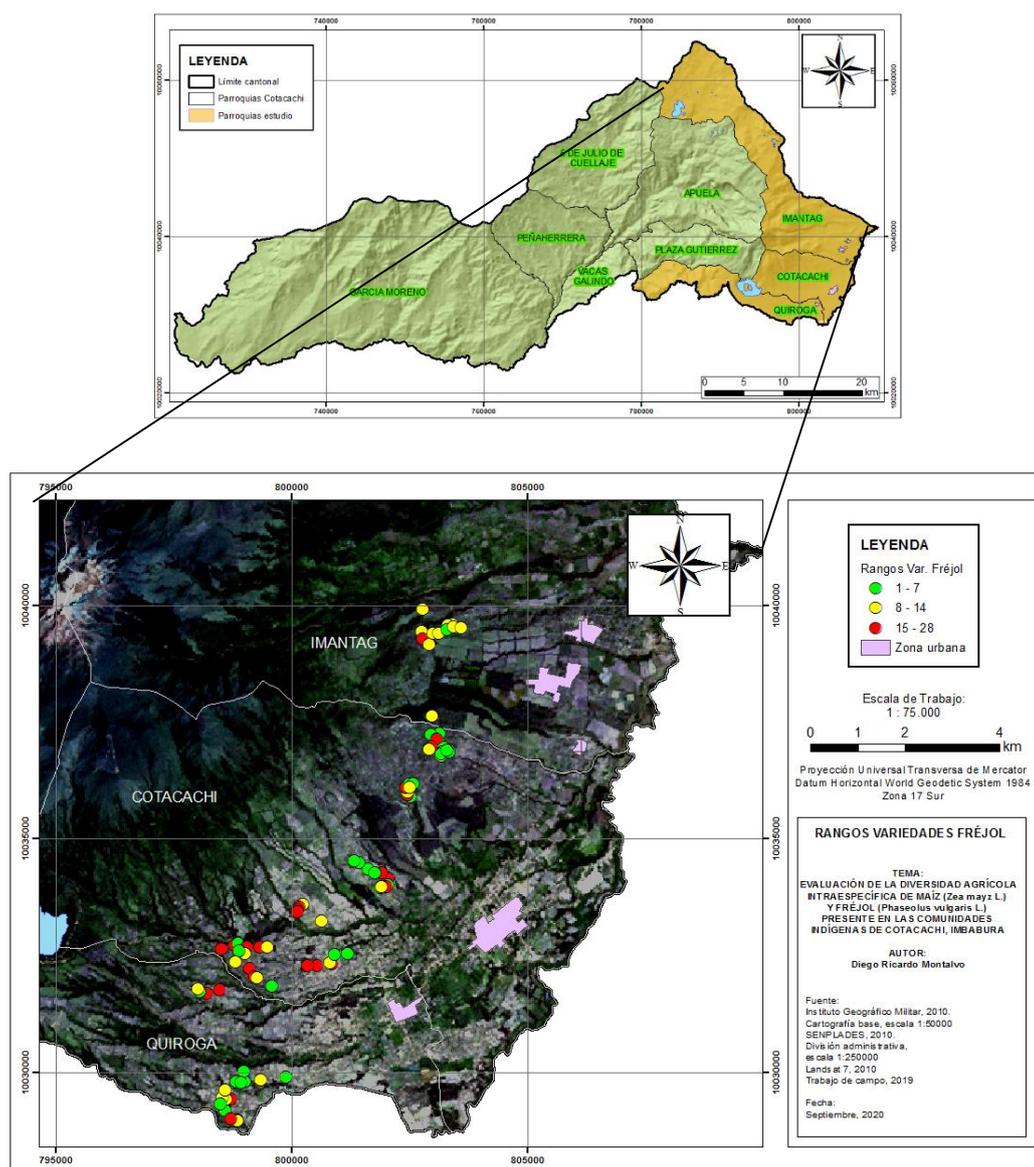


Figura 26. Mapa temático de la distribución espacial de variedades de fréjol sembradas por chacra

4.3.4 Variedades de fréjol en riesgo de acuerdo a los productores

En este estudio se identificaron 28 variedades en riesgo (Figura 27), siendo la variedad Yana Vaca Poroto la más afectada de acuerdo al 26% de los productores. Esto difiere de lo concluido por Skarbo (2006) quien encontró 11 variedades en peligro. Por otro lado Bonilla (2017) determinaron que 26 variedades se encontraban en riesgo de un total de 40 registradas en su estudio. Esto indica que en los últimos 14 años es evidente el aumento progresivo de variedades en riesgo. Siendo una de las razones, para que ocurra dicho incremento la falta de acceso a mercados, ya que las variedades mejoradas y el precio al que se venden no permite la competencia para los productores de las comunidades (Bünzli, 2014).

La alarmante velocidad con la que se van perdiendo los recursos genéticos tradicionales, pone énfasis en la necesidad de unir esfuerzos comunitarios para mejorar la conservación *in situ*, de las variedades en riesgo (Borja et al., 2014). Pese al alto porcentaje de variabilidad genética que poseen los productores en las comunidades, el ritmo al que se pierden variedades tradicionales es alarmante, sobre todo si se toma en cuenta el cambio climático, debido a que mientras más variedades nativas se pierdan, mayor será la probabilidad de que los productores no puedan proveerse de semillas, poniendo en riesgo su seguridad alimentaria (Cardozo, 2014). Es importante recalcar que al tener una adecuada distribución de nombres comunes de las variedades dentro y entre comunidades, origina datos reales que estiman la riqueza y pérdida de cultivares andinos (Sadiki et al., 2007). Mediante los cuales, se establece la diferenciación para una adecuada identificación de las variedades en riesgo (Mar y Holly, 2000).

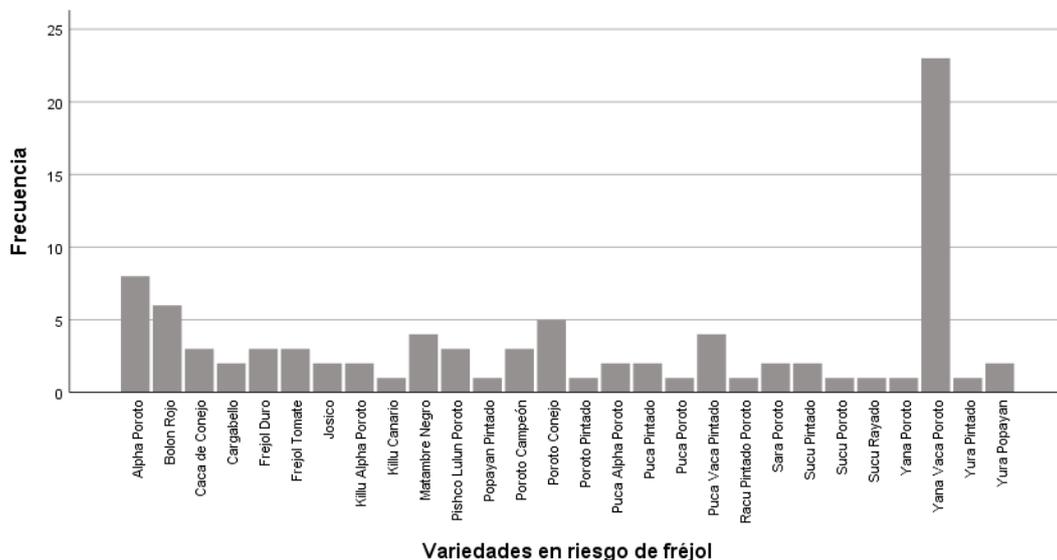


Figura 27. Lista de variedades de fréjol en riesgo, de acuerdo a los productores campesinos

4.3.5 Variedades de fréjol en riesgo de acuerdo a su distribución espacial

Según la distribución espacial de las variedades de fréjol recolectadas (Figura 43 a la 47), se determinó que son cinco las variedades con mayor riesgo de desaparecer, debido a que solo se pudo recolectar muestras en una sola comunidad del total de comunidades evaluadas, siendo estas variedades las siguientes: Sucu Tomate Pintado, Poroto Manteca, Killu Alpha Poroto, Poroto Campeón y Sucu Vaca Poroto. Además, las que siguen esta tendencia pero con un poco menos de probabilidad de riesgo, ya que se distribuyeron en dos comunidades fueron: Tomate Vaca Poroto, Fréjol Duro, Bolón Morado y Puca Vaca Pintado.

De manera similar a lo reflejado en el maíz, en el fréjol la comparación entre los datos obtenidos de acuerdo a la percepción del agricultor y el número de muestras obtenidas, existe discrepancia entre los mismos ya que de acuerdo a los productores la variedad con mayor probabilidad de perderse es la Yana Vaca Poroto, sin embargo esto difiere con lo obtenido en campo ya que esta variedad se la recolecto en algunas comunidades obteniendo un total de 10 muestras (Tabla 20). Adicionalmente, de las 28 variedades que los productores identificaron como potencialmente en riesgo solo cuatro de estas variedades (Poroto Campeón, Killu Alpha Poroto, Fréjol Duro y Puca Vaca Pintado) reflejan encontrarse en riesgo según el número de muestras obtenidas y distribución en la zona de estudio. Lo anteriormente mencionado, hace hincapié en la necesidad de reorientar los esfuerzos de protección en las variedades que verdaderamente se encuentren en peligro de perderse en la zona.

4.4 Caracterización morfológica de muestras recolectadas de maíz

4.4.1 Descriptores cualitativos del maíz

En la Tabla 21 se presentan los datos de frecuencias para los descriptores cualitativos usados en la caracterización de las muestras de maíz recolectadas.

Tabla 21

Frecuencia absoluta y relativa de los descriptores cualitativos en las muestras recolectadas de maíz

Descriptor	Clase	Categoría	FA	FR (%)
Disposición de hileras	1	Regular	81	38
	2	Irregular	74	35
	3	Recta	6	3
	4	En espiral	50	24
Tipo de grano	1	Harinoso	172	82
	2	Semiharinoso	21	10
	3	Semidentado	4	2
	4	Semicristalino	9	4
	5	Cristalino	5	2
Forma de grano	1	Contraído	8	3
	2	Dentado	45	21
	3	Plano	43	20
	4	Redondo	82	40
	5	Puntiagudo	33	16
Color primario del grano	1	Blanco	24	11
	2	Amarillo	130	63
	3	Morado	2	1
	4	Anaranjado	24	11
	5	Rojo	26	12
	6	Negro	5	2
Forma mazorca	1	Cilíndrica	34	16
	2	Cilíndrica - cónica	121	58
	3	Cónica	34	16
	4	Esférica	22	10
Color raquis	1	Blanco	94	45
	2	Rojo	84	40
	3	Morado	12	5
	4	Rosado	21	10

Del total de muestras de maíz recolectadas, en lo referente a los descriptores cualitativos para la mazorca, la variabilidad encontrada en la forma de la mazorca, tuvo como la más frecuente cilíndrica-cónica en 121 muestras (58%), seguida de la cilíndrica (16%), cónica (16%) y esférica (10%). En un estudio realizado por Tapia (2015) en 10 provincias de la Sierra del Ecuador determinó que la forma más común de la mazorca era la cilíndrica (42%).

Para la disposición de hileras, la distribución de regular (38%) e irregular (35%) fue parecida, a diferencia de las hileras en espiral (24%) y rectas (3%). Según Tapia (2015), la disposición de hileras regulares e irregulares los resultados mostraron porcentajes similares de frecuencia. Por otro lado se observó que tanto la forma de la mazorca como la disposición de hileras difieren considerablemente a los datos obtenidos en la presente investigación, lo que puede deberse a que en este estudio solo se recolectó muestras dentro del cantón Cotacachi a diferencia de la otra investigación en la que se recolectó muestras de todo el callejón interandino del país.

Por último en torno a los descriptores de la mazorca, con respecto al color del raquis de la mazorca u olote se encontró una predominancia del color blanco y rojo (45% y 40% respectivamente), abarcando entre las dos categorías el 85% del total de las muestras. De acuerdo a Tapia (2015), la predominancia del color blanco en el raquis (64%) se asemeja a los resultados obtenidos.

Adicionalmente, en los descriptores cualitativos para el grano se obtuvo que el tipo más común por un amplio margen fue el harinoso (82%), en contraste con el tipo cristalino (2%) que apenas tuvo presencia en las muestras recolectadas, en lo referente a la forma del grano la más frecuente fue redondo (40%), con presencia intermedia dentado (21%), plano (20%) y puntiagudo (16%) y el de menor presencia fue el tipo contraído (3%). Por último, el color del grano que fue abrumadoramente identificado fue el amarillo (63%), sin embargo también se encontraron granos con los colores blanco (11%), morado (1%), anaranjado (11%), rojo (12%) y negro (2%). Esto se asemeja a lo encontrado por otros investigadores como Tapia (2015) y Guacho (2014), quienes encontraron una predominancia del color amarillo en el grano de las muestras obtenidas en sus respectivas investigaciones.

La adecuada caracterización e identificación de un cultivar, se da mediante caracteres morfológicos, los cuales permiten determinar la variabilidad genética existente.(INIAP, 2012). Al no poder realizar pruebas moleculares para saber si son variedades distintas, con la ayuda de los descriptores morfológicos, se tiene mayor fiabilidad para identificar y cuantificar la diversidad de una especie (Sadiki et al., 2007). Es importante tener en cuenta que gracias a los descriptores se identifica el cultivar con un mayor número de características que beneficien su inclusión en una determinada zona, con lo cual contribuiría a la conservación de dichas variedades (Arias, 2004; Cardozo, 2014).

4.4.2 Descriptores cuantitativos del maíz

En la Tabla 22 se muestran las medidas de resumen de los descriptores cuantitativos usados para la caracterización de las muestras recolectadas de maíz.

Tabla 22

Medidas de resumen de descriptores cuantitativos en muestras de maíz

Descriptor	n	Media	D.E.	CV	Min	Max
Número de hileras	211	11.45	2.22	19.39	8.00	19.00
Granos por hilera	211	22.01	4.76	21.63	11.00	35.00
Longitud de mazorca	211	12.76	2.41	18.92	4.78	18.80
Diámetro de mazorca	211	4.35	0.54	12.37	2.96	5.90
Longitud de grano	211	1.26	0.18	14.43	0.80	1.72
Ancho de grano	211	0.98	0.13	13.38	0.58	1.26
Grosor de grano	211	0.56	0.16	28.14	0.18	1.67

Guacho (2014) menciona que el coeficiente de varianza, permite saber el grado de dispersión entre datos de un determinado número de muestras en estudio, con esto se puede comparar la variabilidad existente entre muestras. Adicionalmente, el IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, 2003) en investigaciones agrícolas, cuando el coeficiente de variación (CV) es mayor al 20% se considera que tiene baja uniformidad entre las muestras y datos evaluados, ya que existe una alta variabilidad. Por el contrario cuando este coeficiente es menor al 10%, existe un alto grado de homogeneidad. El análisis de las variables cuantitativas, mostró poca homogeneidad entre las muestras recolectadas. De acuerdo al coeficiente de variación (CV), las características con alta variabilidad, teniendo un coeficiente de variación mayor al 20% fueron el grosor del grano con 28.14% y número de granos por hilera con 21.63%, mientras que los que se ubicaron en un rango intermedio de variabilidad fueron número de hileras (19.39%), longitud de la mazorca (18.92%), longitud (14.43%) y ancho del grano (13.38%). Por otro lado, la variable con la mayor homogeneidad, según el análisis fue el diámetro de la mazorca (12.37%). De igual manera, Tapia (2015)

encontró que la variable cuantitativa más homogénea fue el diámetro de la mazorca, lo que coincide con los datos obtenidos en el presente estudio.

En lo referente a los descriptores de la mazorca, para el número de hileras, la raza con mayor variabilidad en términos de coeficiente de variación fue Mishca (22.01%) y la de menor variabilidad fue Sabanero Ecuatoriano (7.44%). En el número de granos por hilera, la raza Huandango (11.26%) fue la que evidenció menor variabilidad, mientras que las razas Chulpi (23.43%) y Patillo Ecuatoriano (23.43%), obtuvieron la mayor variabilidad intra-raza. Además, en la longitud de la mazorca, la raza con mayor homogeneidad fue Patillo Ecuatoriano (7.57%), en contraste con la de mayor heterogeneidad Sabanero Ecuatoriano (29.61%). En lo referente al diámetro de la mazorca, las razas con un coeficiente de varianza menor al 10% y por lo tanto las que presentaron mayor homogeneidad fueron Chillo, Chulpi, Montaña Ecuatoriana y Sabanero Ecuatoriano (8.71%; 8.56%; 6.41% y 5.93%, respectivamente) (Tabla 23).

Por otro lado, en las variables usadas para la evaluación del grano, en lo referente a la longitud del grano las razas Huandango (9.08%), Patillo Ecuatoriano (7.47%), Tuzilla (7.38%) y Montaña Ecuatoriana (6.68%) presentaron la menor variabilidad intra-raza, mientras que los de menor homogeneidad fueron Chulpi (16.42%), Racimo de Uva (16.30%) y Sabanero Ecuatoriano (15.89%). En lo relacionado al grosor del grano la raza Chaucho y Chillo presentaron la mayor variabilidad con 33.19% y 28.83%, respectivamente. En contraste la raza Tuzilla tuvo el menor coeficiente de variación en la variable ancho de grano (1.10%). Esto debido a que esta raza presenta el tipo de grano redondo en todas las muestras recolectadas, todo lo contrario a la raza Chaucho que en la variable grosor del grano presentó el mayor porcentaje de variabilidad (33.19%), debido a que entre las variedades pertenecientes a esta raza se encuentran tipos de granos redondos, puntiagudos y planos. Cabe destacar, que cada variedad cultivada, presenta sus propios patrones de identificación y caracterización, los que permiten conocer el grado de diferenciación o variabilidad inter-razas o intravarietal, mediante características cualitativas y cuantitativas de fácil interpretación y análisis (INIAP, 2012).

Tabla 23

Coefficiente de variación por raza para las variables cuantitativas morfológicas. Numero hileras por mazorca (HM), número de granos por hilera (GM), longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM), longitud del grano (LG), ancho del grano (AG), grosor del grano (GG)

Raza	Mazorca				Grano		
	HM	GM	LM	DM	LG	AG	GG
Blanco Blandito	19.03	17.01	16.58	<u>8.26</u>	12.65	<u>7.47</u>	12.86
Chaucho	13.83	21.22	16.45	11.75	11.24	12.48	<u>33.19</u>
Chillo	16.52	18.59	14.21	<u>8.71</u>	14.04	13.72	<u>28.83</u>
Chulpi	14.21	<u>23.43</u>	16.17	<u>8.56</u>	16.42	<u>5.98</u>	<u>9.46</u>
Huandango	14.45	<u>11.26</u>	8.89	10.35	<u>9.08</u>	<u>7.87</u>	15.56
Mishca	<u>22.01</u>	18.88	15.84	12.09	11.50	13.70	17.44
Montaña Ecuatoriana	18.84	23.19	24.95	<u>6.41</u>	<u>6.48</u>	14.15	17.37
Morochón	11.11	20.22	19.69	8.80	15.70	13.52	17.35
Patillo Ecuatoriano	18.81	<u>23.43</u>	<u>7.57</u>	10.01	<u>7.47</u>	9.74	20.19
Racimo de Uva	19.89	14.86	16.74	14.67	16.30	12.65	16.10
Sabanero Ecuatoriano	<u>7.44</u>	14.09	<u>29.61</u>	<u>5.93</u>	15.89	<u>7.97</u>	17.44
Tuzilla	21.65	28.54	17.62	11.93	<u>7.38</u>	<u>1.10</u>	13.86

4.4.3 Análisis de conglomerados para las muestras recolectadas de maíz

Para el análisis de conglomerados, se incluyeron 13 variables (6 cualitativas y 7 cuantitativas), abarcando 39 variedades identificadas de acuerdo a nombres provistos por los encuestados. Se determinaron 12 conglomerados bien definidos, lo que se puede atribuir a que estas 39 variedades se distribuyen en las 12 razas identificadas en el presente estudio y descritas por Timothy et al. (1963), pero cabe destacar que no todas las variedades se distribuyen en el grupo correspondiente de cada raza. Esto debido a que existen variedades que comparten o no difieren demasiado en ciertas características (Figura 28). Las 39 variedades identificadas se agruparon en 12 grupos, a través del método de agrupamiento jerárquico de Ward (1963). El valor del coeficiente cofenético fue de 0.66, lo que está dentro del rango de 0.60 a 0.95, que indica una adecuada representación del Dendrograma (IPGRI, 2003).

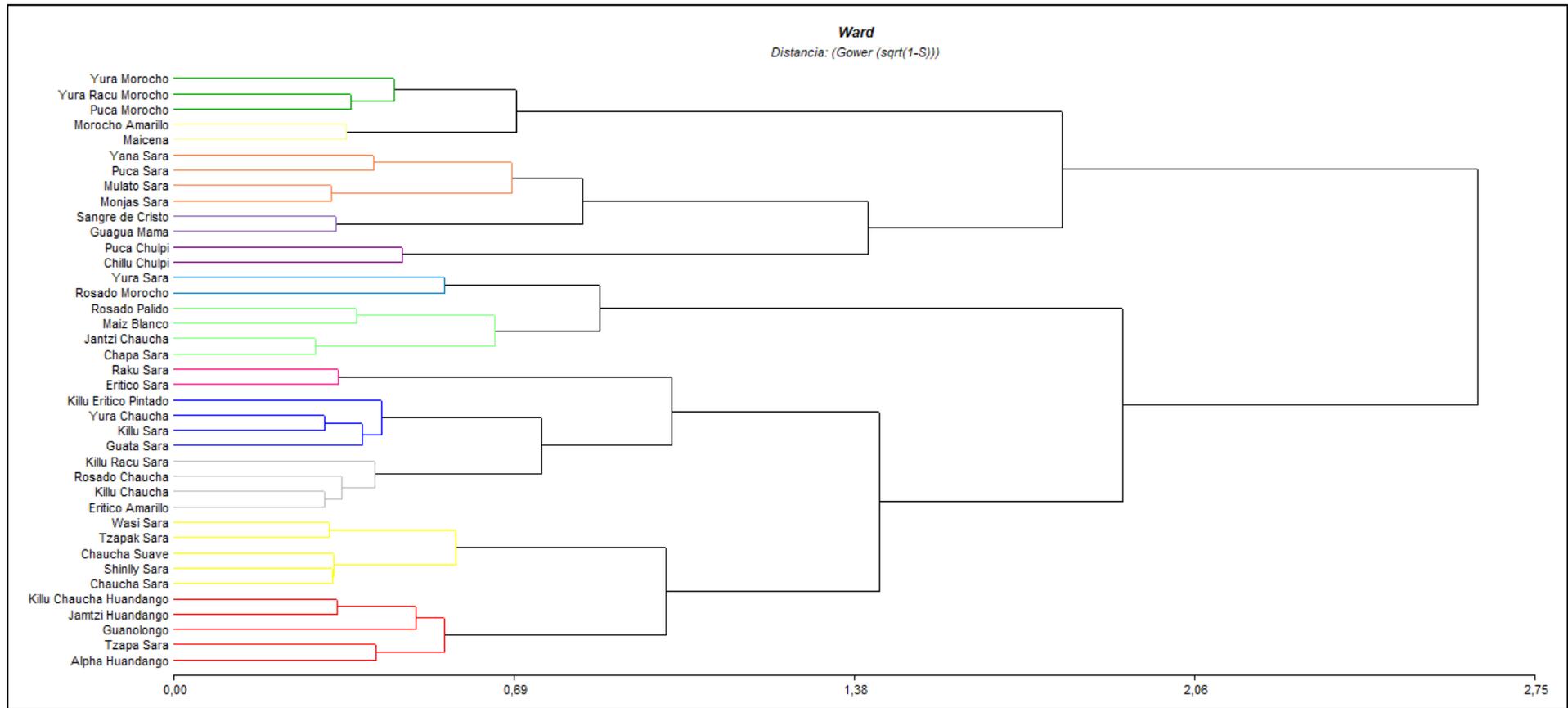


Figura 28. Dendrograma de las variedades de maíz identificadas, de acuerdo a descriptores cualitativos y cuantitativos usados en la caracterización de las muestras recolectadas

4.5 Caracterización morfológica de muestras recolectadas de fréjol

4.5.1 Descriptores cualitativos para el fréjol

En lo referente al color primario del grano de fréjol, los más frecuentes fueron el color crema claro, blanco y crema oscuro con el 18%, 13% y 12%, respectivamente, del total de muestras recolectadas (Tabla 24). En contraste, para el color secundario el 42% no presentó color secundario y un 25% el color negro. Las características cualitativas, para una caracterización morfológica deben ser fácilmente observables, poseer un alto grado de discriminancia y una baja influencia ambiental (INIAP, 2012).

Tabla 24

Frecuencia absoluta y relativa del color primario y secundario en las muestras de fréjol recolectadas

Descriptor	Clase	Categoría	FA	FR (%)
Color primario	1	Amarillo	31	9
	2	Amarillo grisáceo claro	1	0.2
	3	Amarillo grisáceo oscuro	2	1
	4	Blanco	46	<u>13</u>
	5	Blanco Anaranjado	5	1
	6	Café grisáceo	9	2
	7	Café grisáceo claro	7	2
	8	Café grisáceo oscuro	4	1
	9	Crema claro	65	<u>18</u>
	10	Crema oscuro	43	<u>12</u>
	11	Gris	5	1
	12	Morado	33	9
	13	Morado grisáceo	1	0.2
	14	Morado rojizo	10	3
	15	Naranja grisáceo	19	5
	16	Naranja grisáceo claro	11	3
	17	Naranja grisáceo oscuro	10	3
	18	Negro	26	7
	19	Rojo	10	3
	20	Violeta azulado	24	7
Color secundario	1	Amarillo anaranjado	1	0.2
	2	Blanco	20	6
	3	Café grisáceo	10	3
	4	Crema claro	16	4
	5	Crema oscuro	9	2
	6	Morado grisáceo claro	12	3
	7	Morado rojizo	25	7
	8	Naranja	3	1
	9	Naranja grisáceo claro	7	2
	10	Negro	91	25
	11	Purpura grisáceo oscuro	8	2
	12	Sin color	153	<u>42</u>
	13	Violeta azulado	7	2

Por otro lado, en la característica color del hilo, predominó de manera considerable el café, con el 44% del total de muestras, el segundo color más frecuente fue el negro en 84 muestras recolectadas representando el 23%, en contraste los colores blanco y morado cada uno tuvo una frecuencia de apenas el 10%. En lo referente a la disposición del color secundario, el 45% presentó ausencia del mismo, abarcando 162 del total de 362 muestras recolectadas. Entre los que sí presentaron color secundario, los de mayor frecuencia fueron a rayas (23%), bicolor manchado (11%), moteado constante (7%). La disposición del color secundario menos frecuente fue el moteado circular (1%). Adicionalmente, en lo referente a la forma del grano la de mayor frecuencia fue arriñonada (53%), con una amplia diferencia con la segunda forma más frecuente ovoide (27%), por otro lado, las formas pequeña casi cuadrada y alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro se encontró en 2 de las muestras recolectadas cada una, representando una frecuencia de apenas el 1% (Tabla 25). La caracterización de muestras recolectadas de un cultivar, la forma más fácil de representación es mediante tablas de frecuencias, para determinar las características con mayor presencia en las muestras evaluadas (Guacho, 2014).

Tabla 25
Frecuencia absoluta y relativa de los descriptores cualitativos en las muestras recolectadas de fréjol

Descriptor	Clase	Categoría	FA	FR (%)
Color alrededor del hilo	1	Blanco	36	10
	2	Rojo	49	14
	3	Café	158	<u>44</u>
	4	Morado	35	10
	5	Negro	84	23
Disposición del color secundario	1	Ausencia	162	45
	2	Moteado constante	25	7
	3	A rayas	85	23
	4	Romboide manchado	13	4
	5	Moteado	12	3
	6	Moteado circular	3	1
	7	Patrón de color marginal	7	2
	8	Rayas anchas	8	2
	9	Bicolor	6	2
	10	Bicolor manchado	41	<u>11</u>
Forma de grano	1	Redonda	45	12
	2	Ovoide	102	27
	3	Elíptica	15	4
	4	Pequeña casi cuadrada	2	1
	5	Alargada, ovoidea	4	2
	6	Alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro	2	1
	7	Arriñonada, recta en el lado del hilo	<u>192</u>	53

4.5.2 Descriptores cuantitativos para el fréjol

De acuerdo a la Tabla 26, los tres descriptores cuantitativos presentaron un coeficiente de variación intermedio ya que se encontraron entre el rango del 10% - 15%, denotando una no tan alta variabilidad, ya que no sobrepasaron el 20% de acuerdo a los siguientes coeficientes de variación, grosor del grano (15.29%), ancho del grano (14.79%), largo del grano (11.94%). Según, el IPGRI (2003) para que se considere una alta variabilidad en una característica, debe pasar el 20% del coeficiente de variación. En adición, para manejar de forma adecuada un estudio de caracterización morfológica, se requiere analizar los descriptores a usarse, ya que de estos dependerán los datos a analizarse (Muñoz y Giraldo, 1993).

Tabla 26
Medidas de resumen de descriptores cuantitativos en muestras de fréjol

Descriptor	n	Media	D.E.	CV	Min	Max
Grosor Grano	362	0.67	0.10	15.29	0.39	0.95
Ancho Grano	362	0.91	0.13	14.79	0.42	1.36
Largo Grano	362	1.37	0.16	11.94	0,80	1.95

El coeficiente de variación (CV) para la variable grosor del grano las variedades Sucu Pintado, Matambre Negro y Paco Bolón tienen el coeficiente de variación más elevados (18.32%, 17.39% y 17.93%), respectivamente. Se resalta a la variedad Sucu Pintado, ya que también presentó la mayor variabilidad en la característica longitud del grano con un 15.11%. En lo referente al ancho del grano la variedad Sucu Alpha Poroto tuvo la mayor heterogeneidad (CV= 27.97%) lo que se considera como una alta variabilidad intravarietal. En contraste, las variedades Poroto Campeón, Poroto Manteca y Sucu Tomate Pintado tuvieron un CV= 0% en los tres descriptores, esto debido a que solo se identificó una sola muestra de las 362 recolectadas, para cada una de estas variedades (Tabla 27). Por otro lado, la variedad Paco Bolón presentó la mayor longitud y ancho promedio, con medidas de 1.73cm y 1.18cm, respectivamente, entre todas las variedades identificadas. En adición Patel, Patel, y Shiyani (2001) mencionan que el CV usado en estudios de índole agrícola, se considera un porcentaje bajo cuando es inferior al 10%, esto se traduce en una alta uniformidad de las muestras para una característica determinada.

Por todo lo anteriormente descrito, se resalta la importancia de comprender el CV de las variedades de un cultivo, ya que permiten discernir la homogeneidad o heterogeneidad de las muestras evaluadas (Ulcuango, 2018).

Tabla 27

Coefficiente de variación y media por variedad para las variables cuantitativas morfológicas: Largo del grano (LG), ancho del grano (AG), grosor del grano (GG)

Nombre común	Media (cm)			Coeficiente de Variación		
	LG	AG	GG	LG	AG	GG
Alpha Poroto	1.18	0.73	0.53	6.41	6.92	10.60
Bolón Morado	1.21	0.94	0.73	<u>0.59</u>	6.81	4.88
Bolón Pintado	1.28	1.00	<u>0.80</u>	4.49	5.16	7.99
Bolón Rojo	1.22	0.97	0.78	6.55	5.36	5.21
Caca de Conejo	1.12	0.87	0.69	1.85	8.10	7.53
Café Pintado	1.35	0.97	0.79	4.32	6.64	5.63
Canario	1.28	1.00	0.81	6.71	6.06	5.76
Cargabello	1.47	0.82	0.59	5.17	9.44	13.61
Fréjol Duro	1.19	0.72	0.56	3.39	5.28	10.83
Fréjol Tomate	1.33	0.81	0.59	7.12	8.90	7.01
Josico	1.39	0.89	0.61	5.64	7.72	8.64
Killu Alpha Poroto	1.40	0.80	0.58	1.52	4.45	13.53
Killu Canario	1.27	0.98	0.80	7.52	7.31	4.30
Matambre Negro	1.18	0.72	0.55	7.43	10.12	<u>17.39</u>
Paco Bolón	<u>1.73</u>	<u>1.18</u>	0.74	9.01	8.75	<u>17.93</u>
Paco Bolón Rayado	1.53	1.05	0.66	9.15	6.83	13.33
Popayán Morado	1.61	1.14	0.72	7.75	7.86	9.92
Popayán Morado Rayado	1.53	1.09	0.68	7.08	4.52	6.57
Popayan Pintado	1.58	1.10	0.67	5.68	4.99	7.50
Popayan Yura Pintado	1.60	1.14	0.70	4.86	6.95	7.84
Poroto Campeón	1.52	0.74	0.48	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	0.00
Poroto Conejo	1.49	0.83	0.62	11.30	10.50	16.72
Poroto Grande	1.42	0.86	0.64	5.12	5.38	8.14
Poroto Manteca	<u>0.82</u>	<u>0.57</u>	0.46	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
Poroto Pintado	1.31	0.89	0.69	11.02	5.07	8.27
Puca Pintado	1.36	0.83	0.62	3.17	8.58	10.92
Puca Poroto	1.43	0.83	0.60	7.17	6.10	14.81
Puca Vaca Pintado	1.38	0.91	0.66	3.07	1.55	0.00
Racu Pintado Poroto	1.34	1.02	0.79	7.49	6.09	1.93
Rayado Poroto	1.56	0.84	0.56	9.29	8.79	6.70
Sara Poroto	1.39	0.84	0.59	5.55	6.20	9.91
Sucu Alpha Poroto	1.37	0.72	0.56	2.62	<u>27.97</u>	8.95
Sucu Pintado	1.39	0.82	0.62	<u>15.11</u>	9.53	<u>18.32</u>
Sucu Poroto	1.28	0.81	0.62	6.16	6.47	11.35
Sucu Poroto Pintado	1.33	0.79	0.60	4.90	9.06	9.40
Sucu Rayado	1.34	0.82	0.66	3.15	<u>5.27</u>	7.07
Sucu Tomate Pintado	1.26	0.77	0.59	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
Sucu Vaca Poroto	1.30	0.88	0.73	5.44	0.81	1.94
Tomate Vaca Poroto	1.25	0.96	0.74	8.12	4.32	4.32
Yana Pintado	1.58	0.83	0.55	6.81	13.71	10.82
Yana Poroto	1.35	0.86	0.67	6.10	8.50	11.62
Yana Sucu Poroto	1.41	0.87	0.67	6.07	7.27	8.58
Yana Vaca Poroto	1.26	0.93	0.67	<u>14.44</u>	11.88	9.88
Yura Alpha Poroto	1.20	0.86	0.70	13.94	8.01	14.95
Yura Pintado	1.30	0.94	0.74	9.52	5.31	11.40
Yura Pintado Poroto	1.35	0.84	0.63	3.23	1.38	3.97
Yura Popayan	1.57	1.12	0.78	8.18	3.77	8.88
Yura Poroto	1.27	0.86	0.74	<u>14.06</u>	8.78	<u>16.22</u>

4.5.3 Análisis de conglomerados para las muestras recolectadas de fréjol

En la Figura 29, se presenta el dendrograma obtenido mediante el análisis de *clusters*.

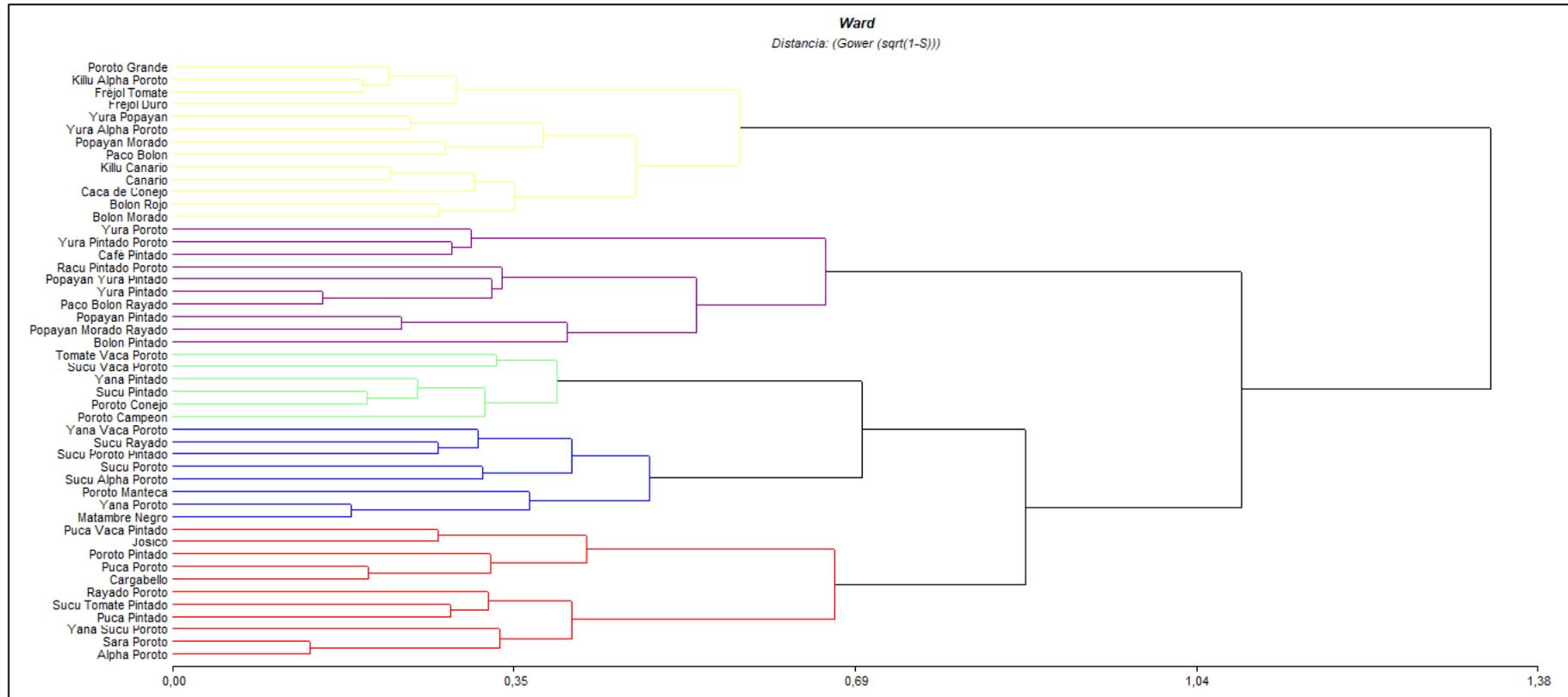


Figura 29. Dendrograma de las variedades de fréjol, de acuerdo a descriptores cualitativos y cuantitativos usados en la caracterización de las muestras recolectadas

El análisis de conglomerados se realizó con 8 descriptores, 5 cualitativos y 3 cuantitativos, de 48 variedades identificadas de acuerdo a nombres comunes otorgados por los encuestados. Se obtuvieron 5 grupos en el que se agrupo a las 48 variedades (Figura 29), mostrando la similitud entre las accesiones. De acuerdo Sokal y Rohlf (1962) el rango ideal coeficiente cofenético para la correcta representacion en un dendrograma es de 0.60 a 0.95. Este coeficiente determina la correleación entre las distancias de las muestras evaluadas, mientras mas alto es el valor se infiere que no han ocurrido perturbaciones en la estructura de los datos. En la presente investigación, este coeficiente fue de 0.57, lo que dista del rango antes mencionado, lo que puede atribuirse a que se usó un número bajo de variables para realizar la caracterización.

4.6 Estrategias para la conservación de la biodiversidad agrícola identificada

Para preservar las variedades nativas identificadas en el presente estudio, es imperativo aplicar estrategias en las cuales se potencie las fortalezas y se mejore las debilidades de las comunidades indígenas de Cotacachi. En este contexto el primer paso para lograr éxito en programas de conservación, es el lograr que tanto los productores, como la población en general se concienticen sobre el importante rol que cumplen las variedades nativas presentes en el cantón. De acuerdo a UNORCAC (2018) una de las principales estrategias para la conservación de la agrobiodiversidad nativa, es mediante el empoderamiento o la concientización desde las especies medicinales hasta los cultivos endémicos. Gracias a la educación de los comuneros se logra reducir los niveles de malnutrición, ya que conocen la importancia que tienen las variedades nativas en lo referente a su seguridad alimentaria. Adicionalmente, si una o diversas variedades ya se han perdido en la zona, se puede reintroducirlas gracias a que el Banco Nacional de Germoplasma del INIAP, colecta semillas de todas estas especies y cultivares nativos (INIAP, 2012).

Una vez se logre aumentar el grado de concientización, el siguiente paso es potenciar y aumentar el cultivo de variedades nativas en las chacras. Una de las maneras es el mejorar los precios a los que estas variedades se expenden en mercados, ferias, entre otros. Instituciones como la FAO (2015) recalcan la importancia de mejorar las condiciones de venta de los productores rurales, ya que la principal ganancia se la llevan revendedores y, en la mayoría de casos, los productores a penas recuperan la inversión, lo que ocasiona que dejen de

cultivar variedades endémicas. Además, una alternativa es el crear espacios donde se puedan implementar procesos de valor añadido a los cultivos tradicionales de las comunidades indígenas en el cantón Cotacachi. Un claro ejemplo de eso, de acuerdo a la UNDP (2012), es la microempresa Sumak Mikuy, que comercializa y procesa platos y productos elaborados a partir de cultivares y variedades nativas. Al contar con diferentes alternativas de comercialización, mediante las cuales los productores puedan asegurar un ingreso económico digno por mantener y cultivar estas variedades tradicionales, se asegura a largo plazo la conservación de la agrobiodiversidad nativa.

4.6.1 Ferias de intercambio de semillas

Un mecanismo que ha demostrado ser eficaz para la conservación de variedades endémicas, son las ferias de intercambio de semillas, debido a que tienen como objetivos el promover el acceso a semillas nativas y revalorizar los espacios ancestrales de comercialización, ya que las ferias se han implementado desde tiempos incaicos. Además, estas ferias facilitan el intercambio de germoplasma entre productores y contribuye de forma sustancial la identificación de cultivares y variedades tradicionales (Villota, 2010). De acuerdo a Carrera (2012) las ferias en Cotacachi, tienen una participación de una mayoría de mujeres, las cuales provienen de diferentes comunidades y hasta de otros cantones, lo que permite aumentar la variabilidad genética de la zona. En adición, varios productores pueden reintroducir variedades que ya se perdieron en sus chacras, gracias a otros agricultores que mantengan estas variedades, dicho de otra manera las ferias son espacios donde se complementan varias actividades esenciales para la conservación de saberes ancestrales y variedades nativas.

4.6.2 Política pública

Para la conservación de especies y variedades nativas, es de suma importancia el señalar el rol fundamental que tienen las políticas públicas y las repercusiones que pueden generar en las comunidades, parroquias y hasta llegar a afectar a toda una nación. En el Ecuador, se cuenta con una legislación que prioriza la conservación de cultivares nativos (INIAP, 2012). Adicionalmente, en el cantón Cotacachi, se están realizando diferentes ordenanzas las cuales tendrán como principal objetivo el precautelar los cultivares y conocimientos ancestrales, ya que la mayoría de la población pertenece a la etnia indígena y una gran parte de la diversidad agrícola de maíz y fréjol del país se concentran en estas comunidades. Debido a todo esto la

UNORCAC ha recibido apoyo de varios organismos y entidades gubernamentales, logrando influir y contribuir en la planificación y desarrollo de las políticas nacionales relacionadas con la seguridad alimentaria rural, gracias a lo cual se considera al territorio de la UNORCAC como una reserva de la agrobiodiversidad y conocimientos ancestrales más importantes del Ecuador (UNDP, 2012).

4.6.3 SIPAM (Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial)

Otro mecanismo para preservar la agrobiodiversidad nativa en la zona de estudio, es gracias a las SIPAM, ya que estas son una categoría otorgadas a zonas que combinen la diversidad agrícola con ecosistemas resilientes y que presenten un importante patrimonio cultural. En este contexto, la FAO (2020) otorgó esta categoría, al sistema de chacra andina sobre todo en el cantón Cotacachi, ya que la chacra desde el punto de vista de la cosmovisión indígena es el centro del desarrollo de la vida, debido a que es esencial en la sostenibilidad del ecosistema. Además, representa un espacio de conservación *in situ* de semillas, ya que la parte fundamental del manejo de las chacras son las semillas y los mecanismos tradicionales de selección y reproducción de las variedades nativas presentes (UNORCAC, 2018; UNDP, 2012). Por todo lo anteriormente mencionado las chacras andinas, deben protegerse como elementos integrales y fundamentales del patrimonio cultural del cantón Cotacachi.

4.6.4 Acciones que permitan la conservación in situ de cultivares tradicionales de acuerdo a los productores campesinos

A los productores campesinos se les preguntó sobre su criterio, para mantener y conservar las variedades nativas de fréjol y maíz (Figura 30). A esta interrogante el 38.5% del total de encuestados, manifestaron que prefieren el apoyo de alguna organización o entidad pública que les entregue semillas de variedades en riesgo o que ya se hayan perdido, para volver a cultivarlas. La segunda opción con mayor aprobación fue el que se facilite el acceso a capacitaciones para el manejo adecuado de los cultivos con el 21%. Por otro lado, las opciones menos favorecidas fueron el que se cree una legislación estatal que dé prioridad a la conservación (1.5% de los encuestados). Según Brown y Hodgkin (2007) para mantener la diversidad genética *in situ* en las comunidades, es primordial preservar los conocimientos tradicionales. Para esto, primero se deben realizar estudios que permitan identificar cuáles son los conocimientos que se mantienen y quienes son los encargados de mantenerlos en las comunidades.

Adicionalmente, INIAP (2012) afirma que el mejor método para la conservación de la biodiversidad agrícola, es la participación activa de las familias campesinas, manteniendo los sistemas de producción tradicionales, ya que las variedades endémicas estarán adaptadas al ambiente local, con lo que podría usarse, posteriormente, para programas de mejoramiento específicos. El mayor inconveniente para la conservación son las fuerzas económicas contemporáneas, ya que tienen la tendencia a actuar en contra de la continuidad de las variedades tradicionales, ocasionando un inevitable proceso de erosión genética. Un claro ejemplo de esto, es la promoción de organismos genéticamente modificados (Etxarri, 2012).

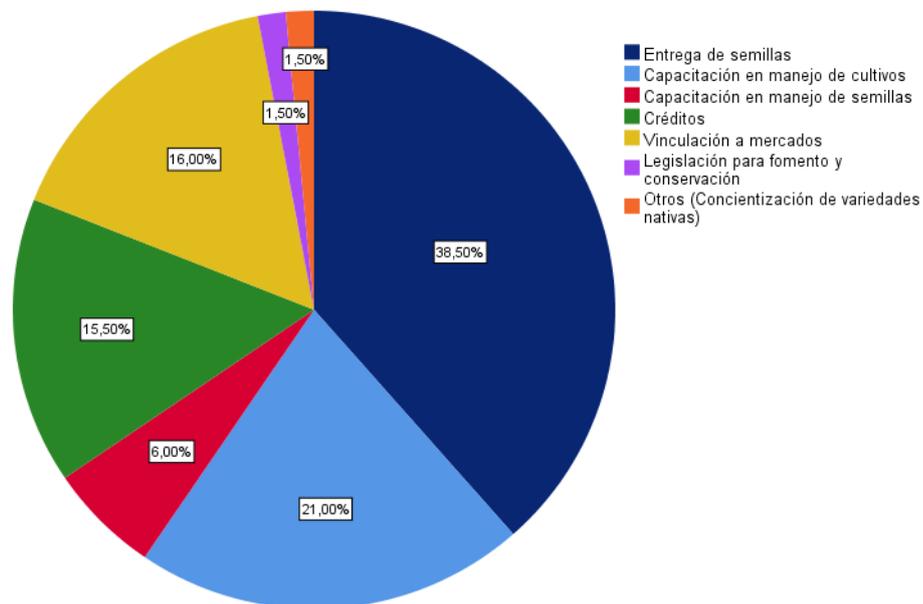


Figura 30. Acciones que los productores prefieren para mantener la diversidad agrícola en las chacras

4.6.5 Catálogo de diversidad agrícola de acuerdo a nombres comunes

A continuación, en las Tablas 28 a 44 se presenta el catálogo de variedades encontradas de las muestras recolectadas de acuerdo a nombres comunes proporcionados por los productores. Varios autores como Tapia y Lima, (2010); De Carvalho et al. (2016) y Álvares et al. (2006) recalcan la importancia de contar con un catálogo de variedades, como una manera de promover la conservación de cultivares nativos en comunidades indígenas.

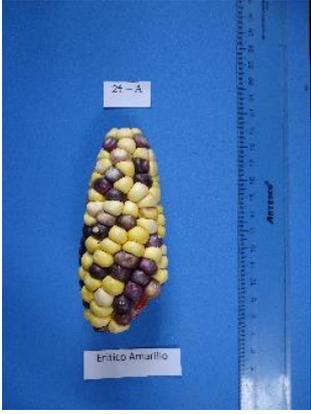
El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, 2012) afirma que una de las principales estrategias de conservación, son los catálogos de biodiversidad agrícola, ya que en los mismos se valida y se potencia el restablecimiento de cultivos y variedades endémicas, junto con el conocimiento tradicional de las mismas, para las generaciones

venideras. Siguiendo la idea anterior, Etxarri (2012) asevera que los catálogos de diversidad permiten compartir el conocimiento sobre especies y variedades endémicas de una comunidad. Además, los catálogos facilitan la toma de decisiones enfocadas a recuperar y potenciar los cultivares nativos.

4.6.5.1 Catálogo de las variedades de maíz, agrupadas según la raza

La variedad Mulato Sara, es la que cuenta con mayor presencia a nivel de comunidades, ya que solo en una (San Antonio del Punje y Arrayanes) de las diez comunidades del estudio no se encontraron muestras de esta variedad. Por otro lado, la variedad Raku Sara solo se la recolectó en la comunidad Topo Grande. Además, en total se identificaron 14 variedades que pertenecen a la raza Chaucho y la única comunidad que no tuvo presencia de ninguna variedad fue San Antonio del Punje (Tabla 28 y Figura 31). Adicionalmente, esta raza es la que presentó el mayor número de muestras recolectadas de todas las razas, con 89 mazorcas.

Tabla 28
Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Chaucho

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
<p>Chaucha Sara</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Puntiagudo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, El Cercado, Chilcapamba, Topo Grande y San Pedro</p>	<p>Eritico Amarillo</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Plano</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Topo Grande y San Pedro</p>
<p>Jantzi Chaucha</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos y Cumbas Conde</p>	<p>Guata Sara</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Topo Grande, San Pedro y El Cercado</p>

Killu Eritico Pintado



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

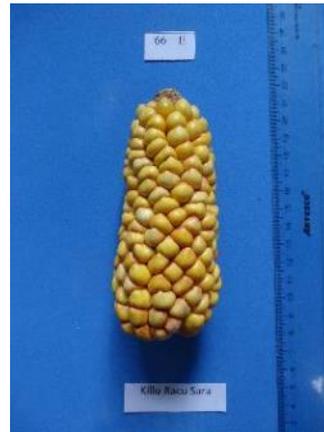
Dentado

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán y El Cercado

Killu Racu Sara



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

Puntiagudo

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán, Morochos, Topo Grande, San Pedro y El Cercado

Killu Sara



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

Plano

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán, Morochos, Chilcapamba, Topo Grande y El Cercado

Mulato Sara



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

Redondo

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán, Morochos, Iltaqi, Cumbas Conde, Topo Grande, San Pedro y El Cercado

Puca Sara



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

Plano

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán, Morochos, Chilcapamba, San Pedro y El Cercado

Raku Sara



Tipo de grano:

Harinoso

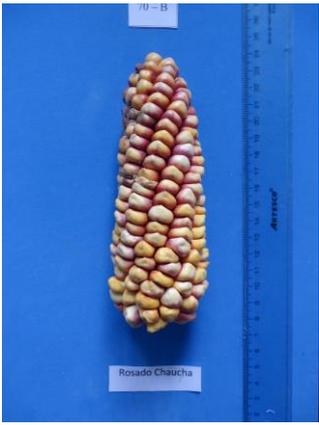
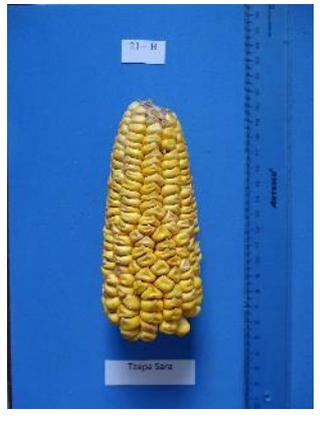
Forma del grano:

Redondo

Comunidad donde

se recolectó:

Topo Grande

<p>Rosado Chaucha</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Dentado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Arrayanes, San Pedro y El Cercado</p>	<p>Yura Chaucha</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado</p>
<p>Shinlly Sara</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Plano</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Iltaqui, Cumbas Conde, Topo Grande, San Pedro y El Cercado</p>	<p>Tzapa Sara</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Dentado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos y Chilcapamba</p>

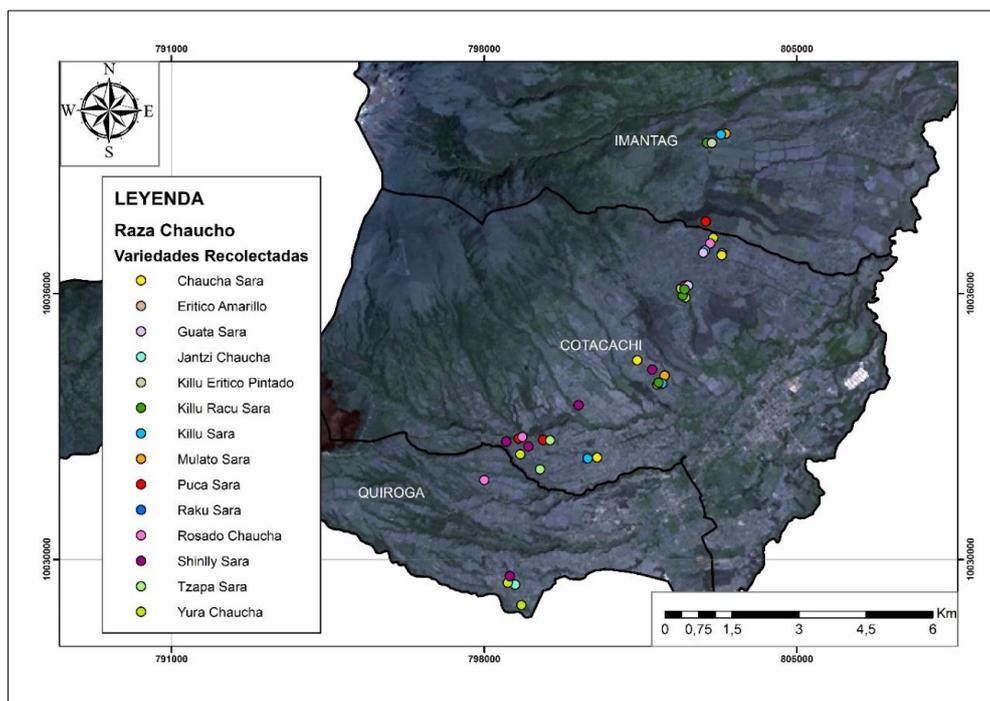


Figura 31. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Chaucha

Tabla 29

Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Huandango

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
Alpha Huandango	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Dentado</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Cumbas Conde</p>	Eritico Sara	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Morochos</p>
Jamtzi Huandango	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Plano</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Iltaqi, Cumbas Conde y San Pedro</p>	Killu Chaucha Huandango	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Plano</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado</p>

Se identificaron cuatro variedades pertenecientes a la raza Huandango, destacando las variedades Alpha Huandango y Eritico Sara, debido a que cada uno solo se encuentra en una sola comunidad (Cumbas Conde y Morochos, respectivamente). En contraste, la variedad Jamtzi Huandango es la que tiene presencia en cuatro comunidades (Morochos, Iltaqi, Cumbas Conde y San Pedro). Adicionalmente, ninguna muestra de la raza Huandango se encontró en San Antonio de Punje, Chilcapamba, Morlán, Topo Grande y Arrayanes, lo que equivale al 50% del total de comunidades evaluadas (Tabla 29 y Figura 32).

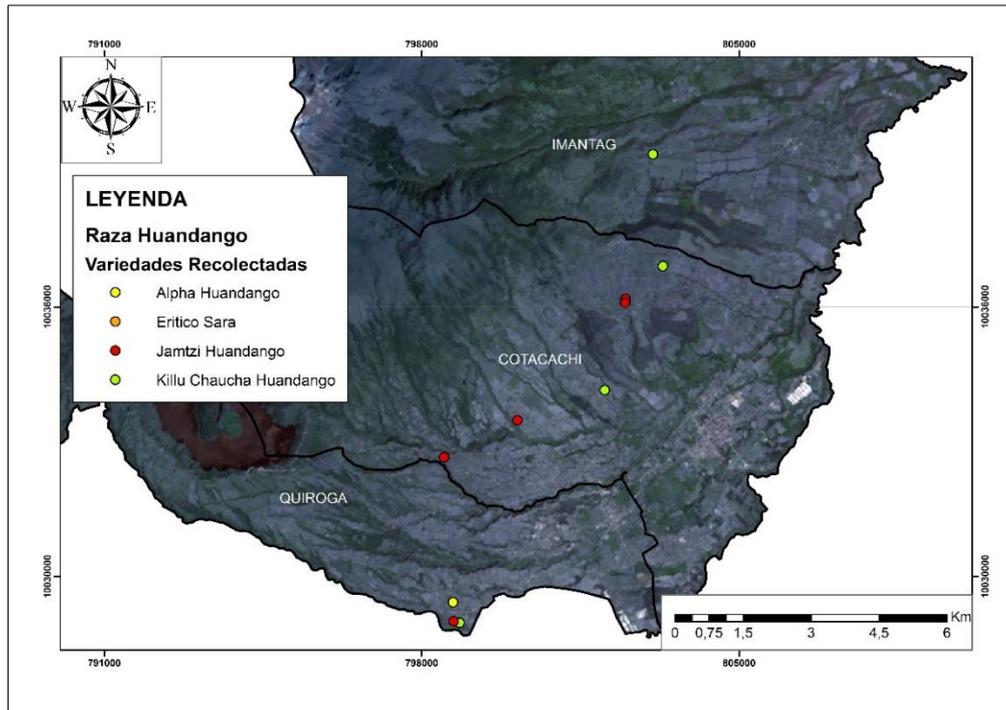
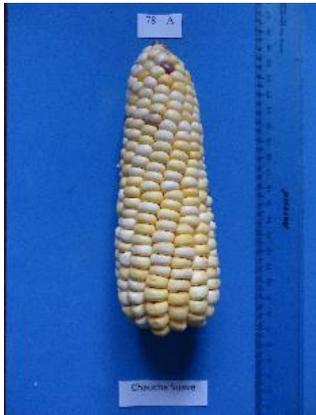


Figura 32. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Huandango

De las 10 comunidades evaluadas, solo en dos (San Antonio del Punje y Morlán) no se encontraron muestras pertenecientes a la raza Mishca. Además, las variedades Chapa Sara, Monjas Sara y Guanolongo, fueron las que se distribuyen en el mayor número de comunidades de toda la raza, ya que se ubican en cuatro comunidades cada una de estas. Adicionalmente, se identificó un total de siete variedades pertenecientes a la raza Mishca (Tabla 30 y Figura 33).

Tabla 30
Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Mishca

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
<p>Chaucha Suave</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Plano</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Topo Grande, San Pedro y El Cercado</p>	<p>Chapa Sara</p> 	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Plano</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Morochos, Chilcapamba, Cumbas Conde y San Pedro</p>

Guanalongo



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

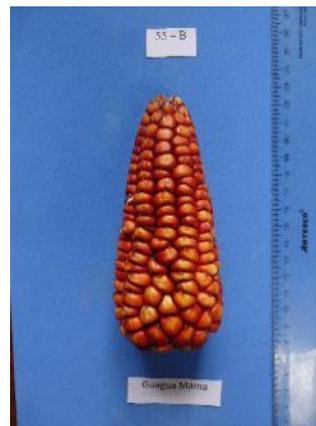
Redondo

Comunidades

donde se recolectó:

Morochos, Cumbas
Conde y El Cercado

Guagua Mama



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

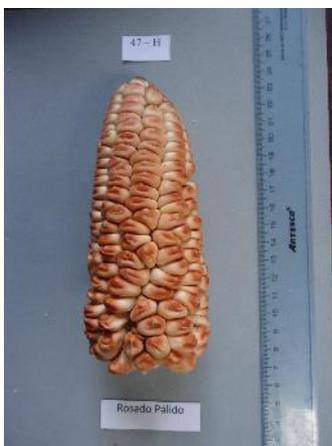
Plano

Comunidades

donde se recolectó:

Cumbas Conde,
Topo Grande y El
Cercado

Rosado Pálido



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

Dentado

Comunidades

donde se recolectó:

Cumbas Conde y El
Cercado

Monjas Sara



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

Plano

Comunidades

donde se recolectó:

Morochos, Itaqui,
Cumbas Conde y
San Pedro

Sangre de Cristo



Tipo de grano:

Harinoso

Forma del grano:

Redondo

Comunidades

donde se recolectó:

Morochos,
Arrayanes y El
Cercado

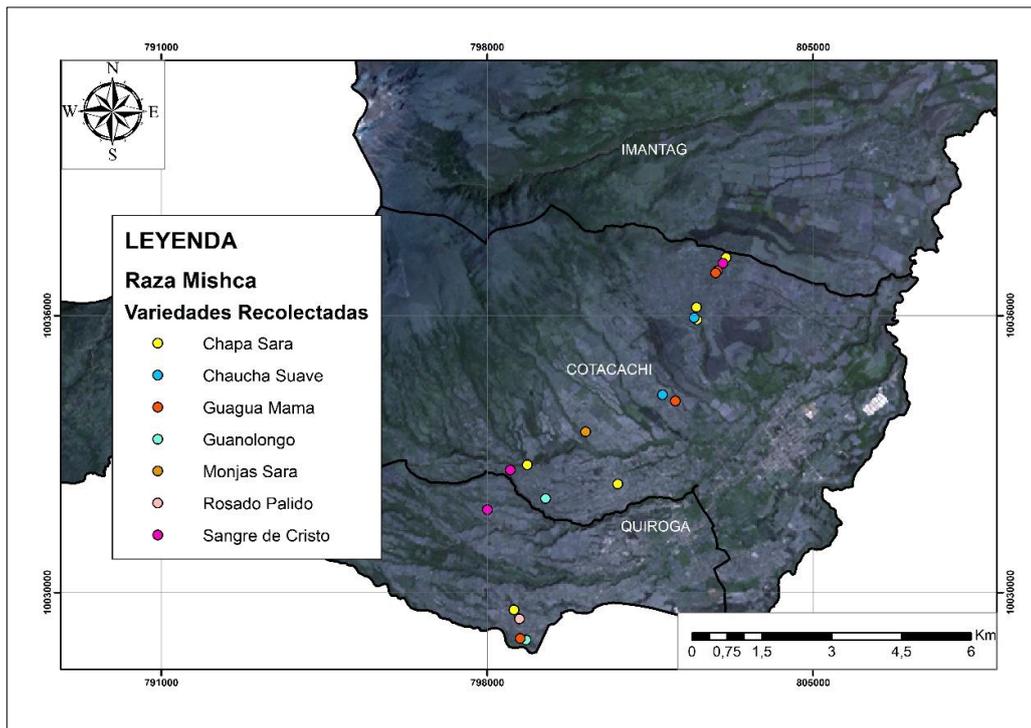


Figura 33. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Mishca

Se identificaron dos variedades de la raza Chulpi, siendo la variedad Puca Chulpi la que se encontró en solo una comunidad (Cumbas Conde), a diferencia de la variedad Chillu Chulpi, la cual se distribuye en tres comunidades (Morochos, Arrayanes y Cumbas Conde). Sin embargo, no hubo presencia de esta raza en seis comunidades, lo que representa el 60% del total de comunidades evaluadas, como se observa en la Tabla 31 y Figura 34.

Tabla 31
Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Chulpi

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
Chillu Chulpi	Tipo de grano: Semicristalino Forma del grano: Contraído Comunidades donde se recolectó: Morochos, Arrayanes y Cumbas Conde	Puca Chulpi	Tipo de grano: Semicristalino Forma del grano: Contraído Comunidad donde se recolectó: Cumbas Conde
			

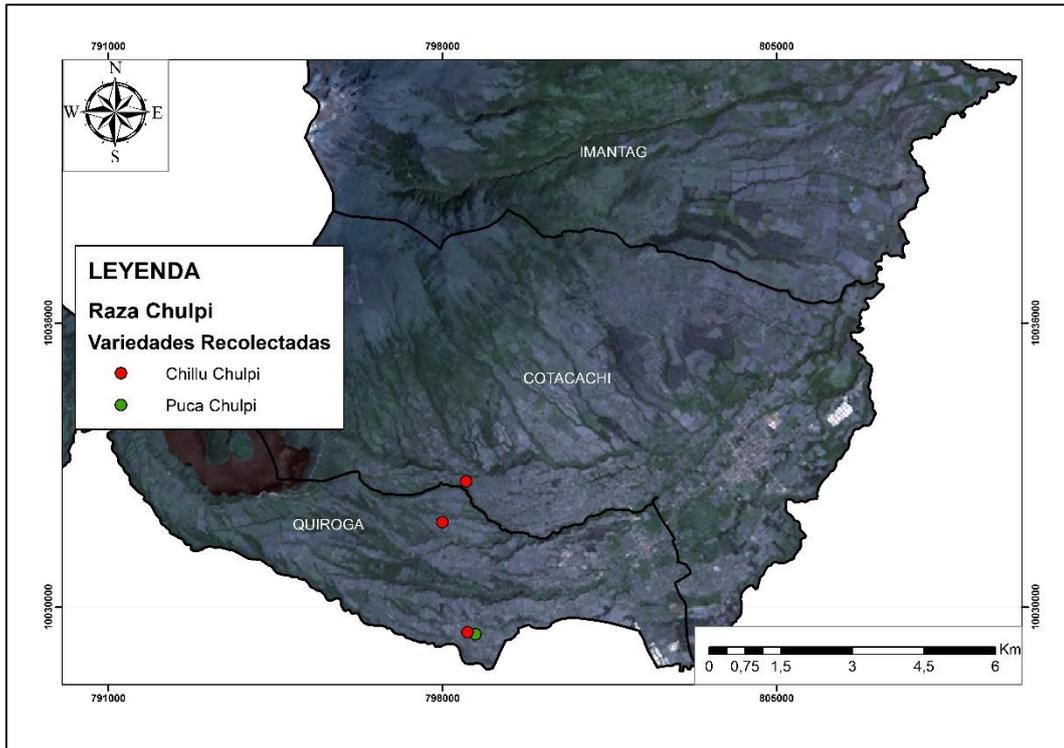


Figura 34. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Chulpi

En la Tabla 32 y Figura 35 se observa que la raza Patillo Ecuatoriano, cuenta con una sola variedad (Killu Chaucha), pero se distribuye en cinco (Morlán, Chilcapamba, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado) de las diez comunidades pertenecientes al estudio, lo que denota que en el 50% de la zona evaluada, no tiene presencia esta raza. Esto podría significar el inminente riesgo de perderse con el paso del tiempo.

Tabla 32

Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Patillo Ecuatoriano

Nombre Común	Descripción
Killu Chaucha	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Chilcapamba, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado</p>



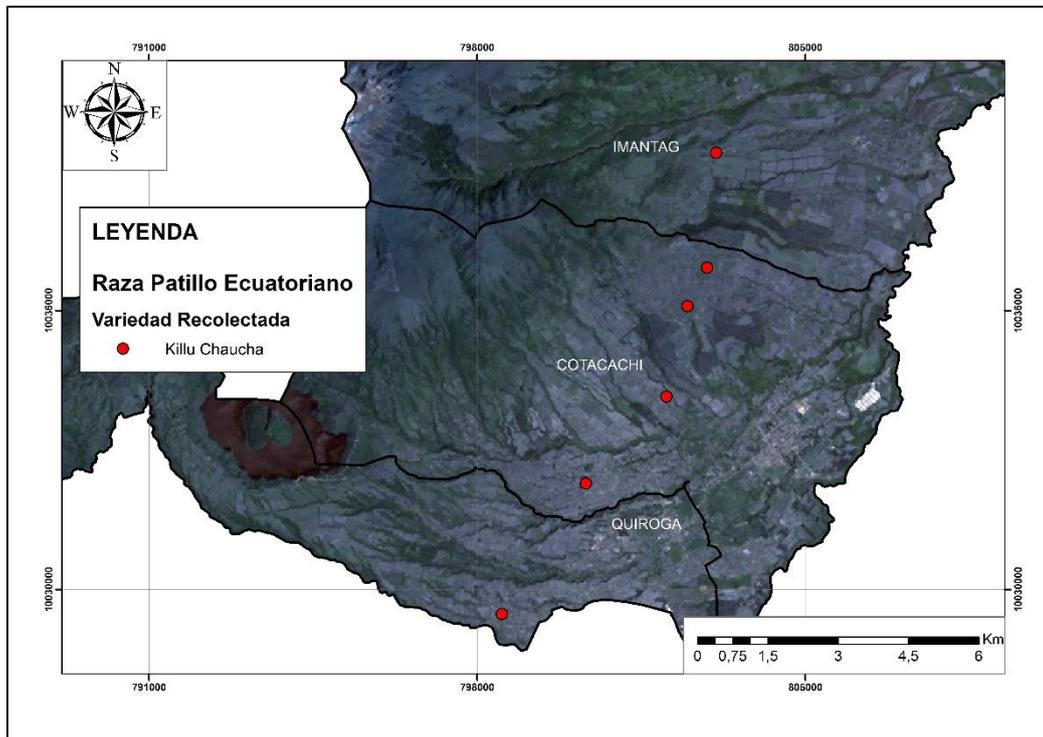


Figura 35. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Chulpi

Para la raza Tuzilla, se encontró una sola variedad (Maicena), la cual tiene presencia en solo tres comunidades (Morlán, Morocho y Chilcapamba) de las diez evaluadas, lo que representa que no cuenta con presencia en el 70% de la zona evaluada (Tabla 33 y Figura 36). Adicionalmente, esta raza solo tuvo tres muestras recolectadas, la menor cantidad de todas las razas identificadas en el presente estudio.

Tabla 33

Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Tuzilla

Nombre Común	Descripción
Maicena	<p>Tipo de grano: Cristalino</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morocho y Chilcapamba</p>



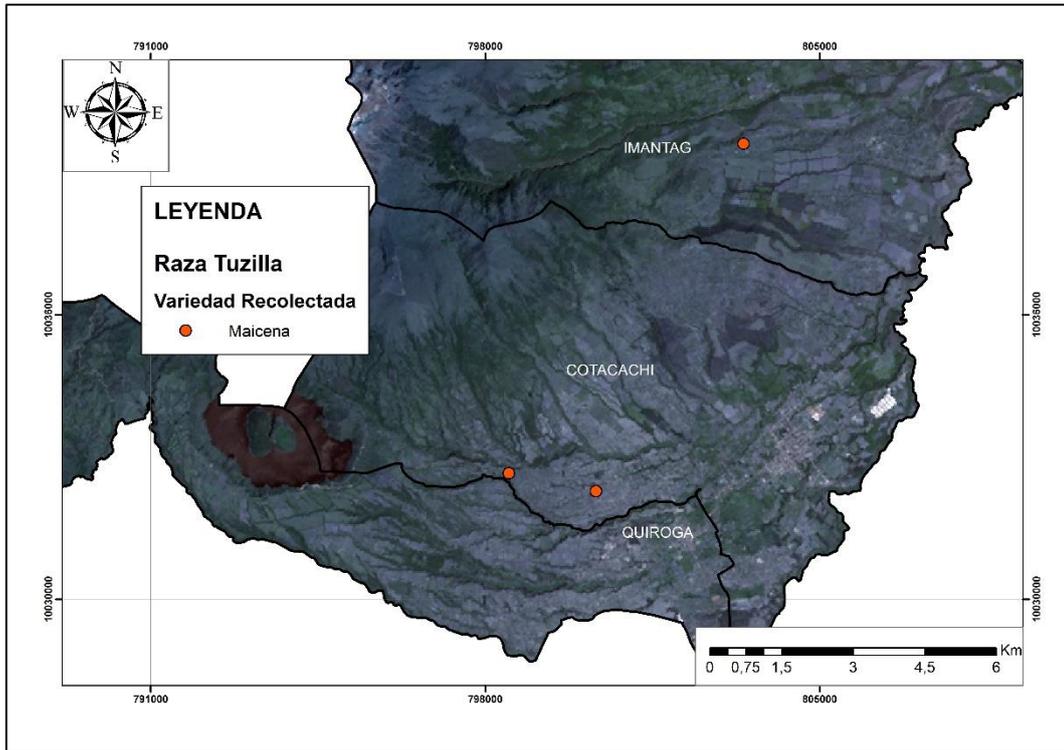
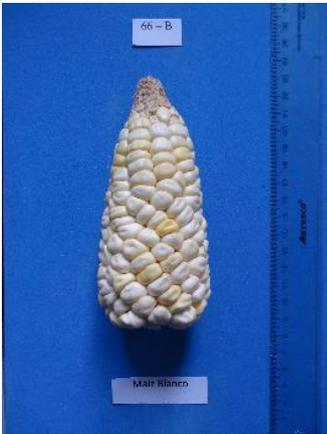
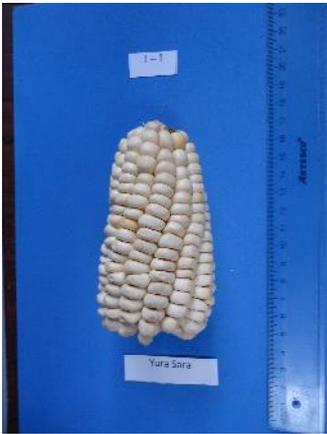


Figura 36. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Tuzilla

La raza Blanco Blandito cuenta con dos variedades identificadas en la zona de estudio (Maíz Blanco y Yura Sara), pero su distribución solo está presente en cinco de las diez comunidades evaluadas (Morlán, Morochos, Chilcapamba, Cumbas Conde y San Pedro) . Esto representa que en un 50% de la zona de estudio, no existe presencia de esta raza, adicionalmente, el número de muestras recolectadas pertenecientes a la raza Blanco Blandito fue bajo, con solo seis muestras (Tabla 34 y Figura 37).

Tabla 34

Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Blanco Blandito

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
Maíz Blanco	Tipo de grano: Harinoso Forma del grano: Dentado Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Chilcapamba, Cumbas Conde y San Pedro	Yura Sara	Tipo de grano: Harinoso Forma del grano: Plano Comunidad donde se recolectó: Morochos
			

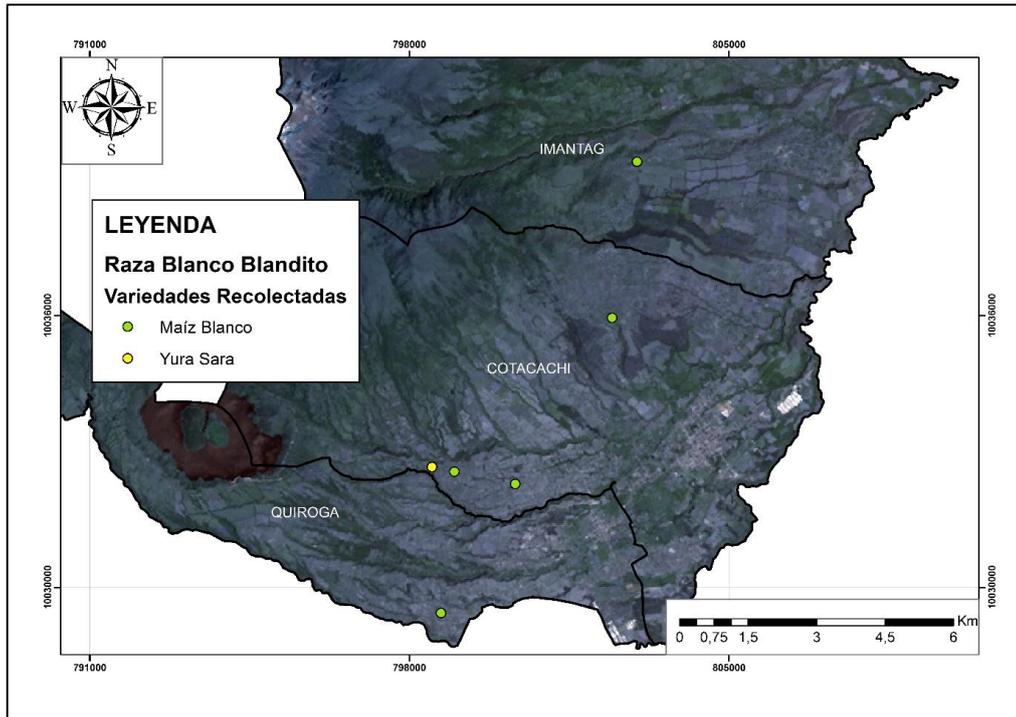


Figura 37. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Blanco Blandito

La raza Morochón cuenta con dos variedades identificadas (Morochó Amarillo, con 9 muestras recolectadas y Rosado Morochó, con una muestra, respectivamente). Se destaca, que esta raza solo tuvo presencia en cuatro (Morlán, Morochos, Chilcapamba y El Cercado) de las diez comunidades, lo que representa apenas el 40% del total de comunidades evaluadas. Por esto, se observa ausencia completa de muestras en la parroquia de Quiroga (Tabla 35 y Figura 38).

Tabla 35
Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Morochón

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
Morochó Amarillo	<p>Tipo de grano: Cristalino</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Chilcapamba y El Cercado</p>	Rosado Morochó	<p>Tipo de grano: Semiharinoso</p> <p>Forma del grano: Plano</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Morochos</p>



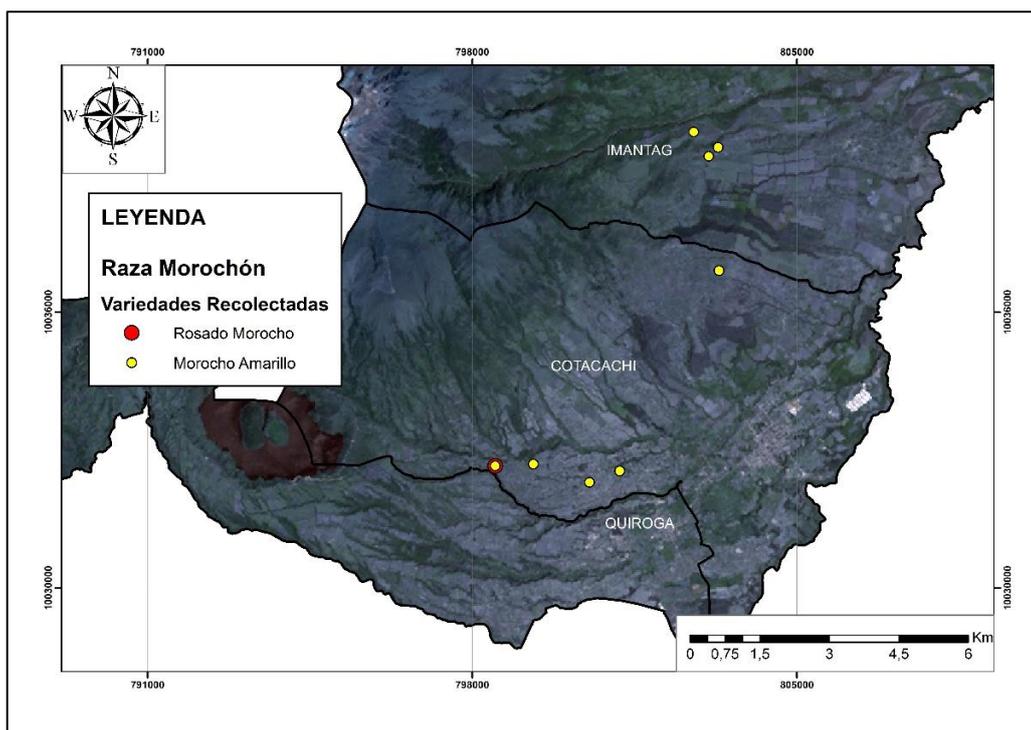
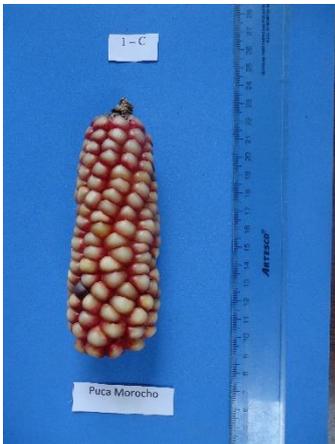


Figura 38. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Morochón

La raza Sabanero Ecuatoriano cuenta con dos variedades: la Puca Morocho y Yura Racu morocho, siendo la más común la segunda ya que tiene presencia en tres comunidades a diferencia de la primera que solo se pudo recolectar una muestra en la comunidad de Morochos. Por otro lado, la distribución de la raza, en general, es sumamente baja, debido a que no se identificaron muestras en siete comunidades, lo cual es preocupante, por el riesgo latente de que esta raza desaparezca de la zona (Tabla 26 y Figura 39).

Tabla 36.

Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Sabanero Ecuatoriano

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
Puca Morocho	Tipo de grano: Semiharinoso	Yura Racu Morocho	Tipo de grano: Semicristalino
	Forma del grano: Redondo		Forma del grano: Redondo
	Comunidad donde se recolectó: Morochos		Comunidades donde se recolectó: Morochos, Arrayanes y Chilcapamba

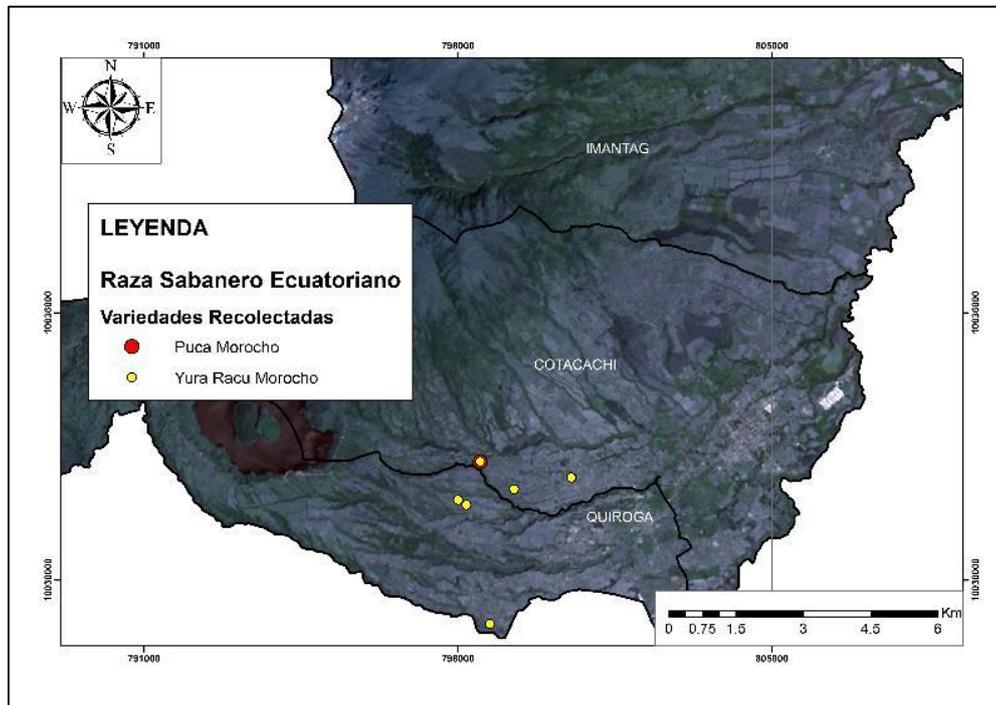
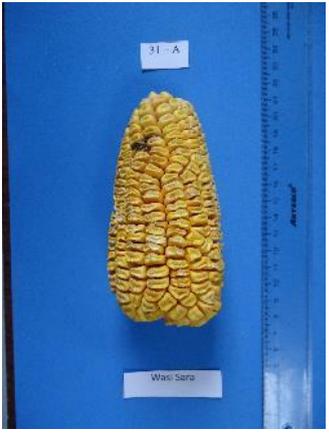


Figura 39. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Sabanero Ecuatoriano

En la raza Chillo se recolectó un total de 30 muestras, las cuales se distribuyeron en dos variedades Tzapak Sara y Wasi Sara (16 y 14, respectivamente), ubicándose solo detrás de la raza Chaucho, pero a nivel varietal las de la raza Chillo tienen el primer y segundo lugar del total de variedades y muestras recolectadas. Además, se distribuyen en todas las comunidades menos una (Morlán), lo que denota la importancia de esta raza (Tabla 37 y Figura 40)

Tabla 37
Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Chillo

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
Tzapak Sara	Tipo de grano: Harinoso Forma del grano: Dentado Comunidades donde se recolectó: San Antonio del Punje, Morochos, Arrayanes, Itaqui, Chilcapamba, Cumbas Conde y El Cercado	Wasi Sara	Tipo de grano: Harinoso Forma del grano: Dentado Comunidades donde se recolectó: San Antonio del Punje, Morlán, Morochos, Itaqui Arrayanes, Topo Grande, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado
			

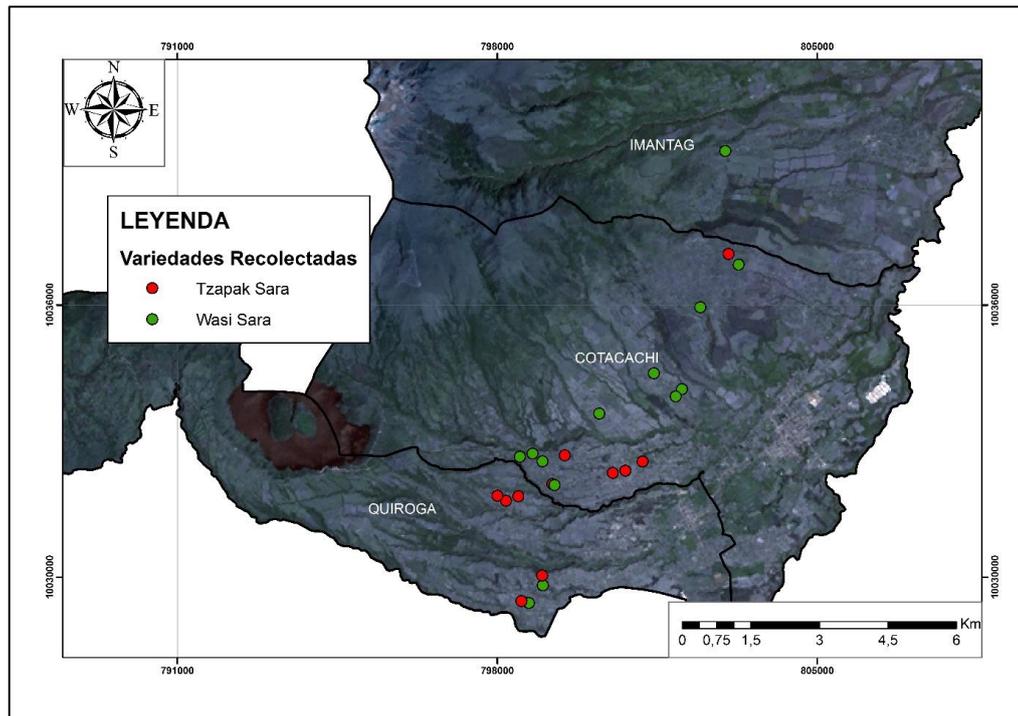
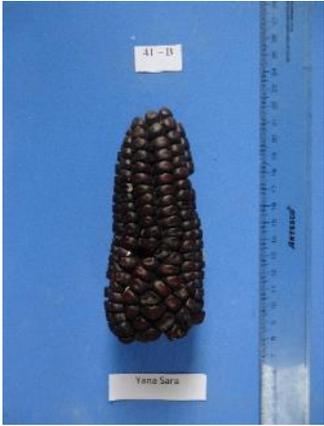


Figura 40. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Chillo

Se identificó una sola variedad (Yana Sara) perteneciente a la raza Racimo de Uva, pero se distribuye de manera uniforme en las comunidades evaluadas, excepto en las pertenecientes a la parroquia de Quiroga, ya que no se recolectó ninguna muestra. Adicionalmente, para la variedad Yana Sara, se identificó un total de 13 muestras (Tabla 38 y Figura 41), lo que a nivel de variedades la sitúa solo por detrás de las variedades de la raza Chillo.

Tabla 38

Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Racimo de Uva

Nombre Común	Descripción
	<p>Tipo de grano: Harinoso</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Chilcapamba, Topo Grande, San Pedro y El Cercado</p>

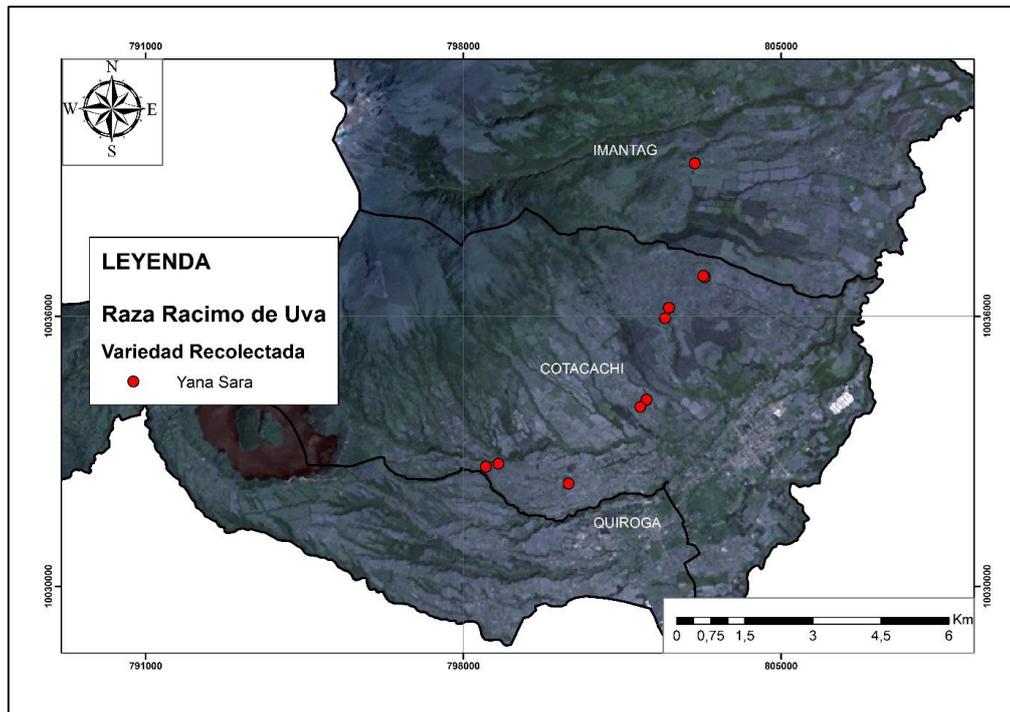
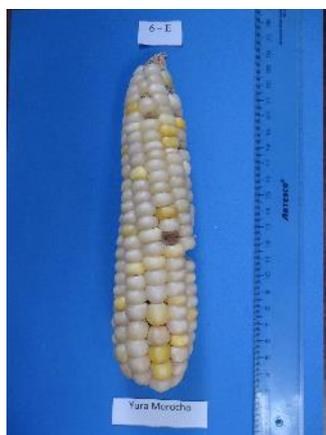


Figura 41. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Racimo de Uva

Para la raza Montaña Ecuatoriana, se identificó una sola variedad (Yura Morocho), de la que se logró recolectar seis muestras, en dos comunidades Morlán y Morochos (Tabla 29 y Figura 42). Al ser la segunda raza con menos muestras, solo superada por la raza Tuzilla, se pone en evidencia el inminente riesgo de que la raza Montaña Ecuatoriana desaparezca de forma paulatina de la zona de estudio, si no se ejecutan estrategias de conservación.

Tabla 39
Catálogo de diversidad intravarietal de maíz correspondiente a la raza Montaña Ecuatoriana

Nombre Común	Descripción
Yura Morocho	<p>Tipo de grano: Semiharinoso</p> <p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán y Morochos</p>



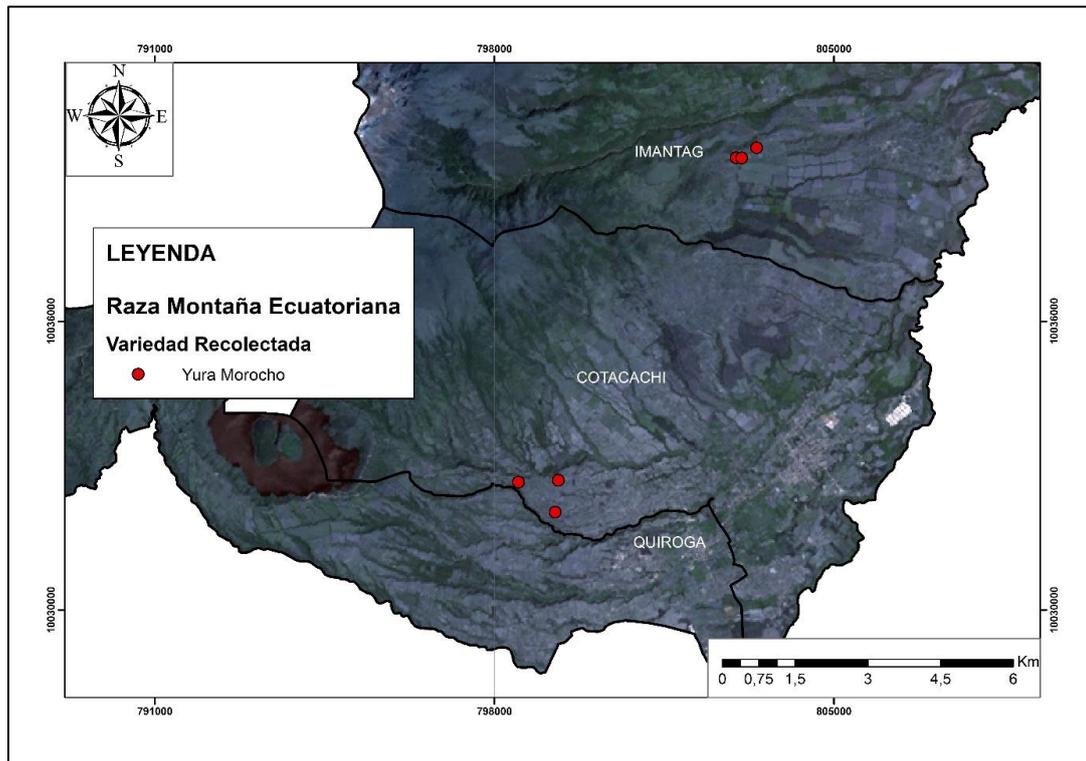


Figura 42. Mapa de la distribución de variedades recolectadas pertenecientes a la raza Montaña Ecuatoriana

4.6.5.2 Catálogo de las variedades de fréjol, agrupadas de acuerdo al análisis de *cluster*

En el primer conglomerado que se obtuvo de acuerdo al análisis de *cluster* (Figura 29), se tiene 11 variedades identificadas de fréjol de acuerdo a los nombres comunes proporcionados por los productores, siendo la variedad Alpha Poroto y Cargabello las que mejor se distribuyen, ya que estuvieron presentes en seis y siete comunidades, respectivamente, del total de diez comunidades evaluadas (Tabla 40 y Figura 43). En contraste, las variedades Sucu Tomate Pintado y Puca Vaca Pintado, se encontraron en una y dos comunidades, respectivamente, lo que supondría que son las que tienen mayor riesgo de perderse en este grupo, debido a su poca distribución en otras comunidades.

Tabla 40

Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al primer conglomerado obtenido del análisis de cluster

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
Alpha Poroto	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: San Antonio del Punje, Morochos, Arrayanes, Iltaqui, Chilcapamba, y Cumbas Conde</p>	Cargabello	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Arrayanes, Iltaqui, Cumbas Conde, Topo Grande y El Cercado</p>
Josico	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Chilcapamba, San Pedro y El Cercado</p>	Poroto Pintado	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Iltaqui, Chilcapamba, Topo Grande y San Pedro</p>
Puca Poroto	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Arrayanes y El Cercado</p>	Puca Pintado	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Arrayanes y El Cercado</p>
Puca Vaca Pintado	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos y Cumbas Conde</p>	Rayado Poroto	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos y Cercado</p>

<p>Sara Poroto</p>  <p>Sara Poroto</p>	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: San Antonio del Punje, Morochos, y El Cercado</p>	<p>Sucu Tomate Pintado</p>  <p>Sucu Tomate Pintado</p>	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Morochos</p>
<p>Yana Sucu Poroto</p>  <p>Yana Sucu Poroto</p>	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Arrayanes, Cumbas Conde y El Cercado</p>		

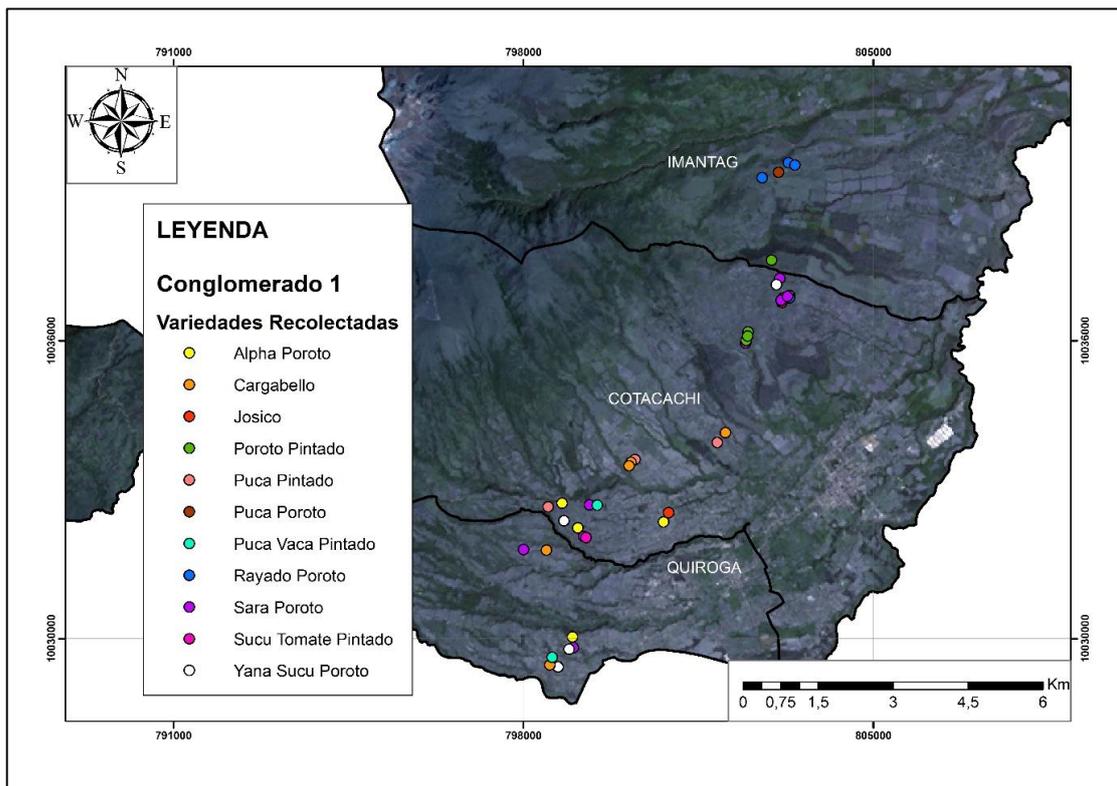


Figura 43. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al primer conglomerado obtenido del análisis de *cluster*

Tabla 41

Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al segundo conglomerado obtenido del análisis de cluster

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
<p>Matambre Negro</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Cumbas Conde y El Cercado</p>	<p>Poroto Manteca</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Iltaqui</p>
<p>Sucu Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado</p>	<p>Sucu Alpha Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Arrayanes y El Cercado</p>
<p>Sucu Poroto Pintado</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado</p>	<p>Sucu Rayado</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, San Pedro y El Cercado</p>
<p>Yana Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Iltaqui, Arrayanes, San Pedro y El Cercado</p>	<p>Yana Vaca Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Chilcapamba, Cumbas Conde y El Cercado</p>

Para el segundo conglomerado, se tuvo ocho variedades, de las cuales la que presentó una mejor distribución a nivel de comunidades fue Sucu Poroto, ya que se obtuvo muestras en cinco comunidades (Morlán, Morochos, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado). Por otro lado, la variedad Poroto Manteca solo estuvo presente en la comunidad Iltaqui, lo que representa apenas un 10% del total de comunidades evaluadas. Adicionalmente, ninguna de las variedades se recolectó de San Antonio del Punje, lo que se puede inferir a que en esta comunidad ya se han perdido estas variedades locales.

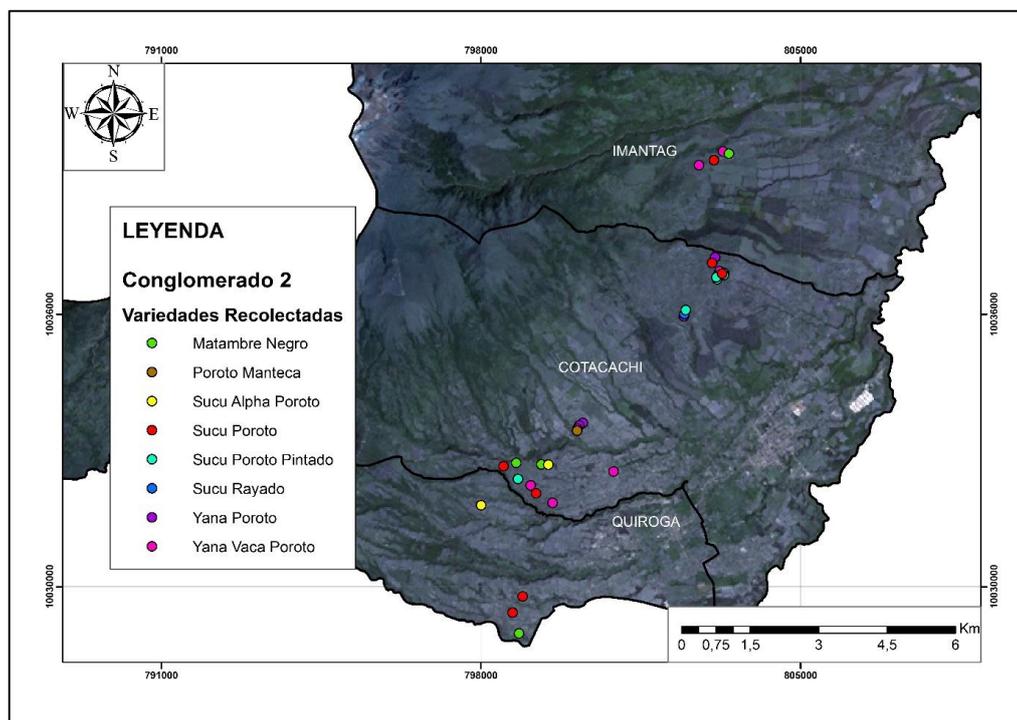
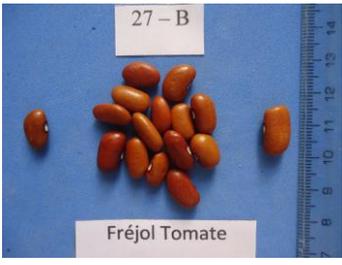


Figura 44. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al tercer conglomerado obtenido del análisis de *cluster*

El tercer conglomerado, está conformado por 13 variedades, siendo el de mayor número de todos los conglomerados. La variedad Canario es la única del total de variedades que se distribuye de forma uniforme en todas las comunidades y es la más frecuente (31 muestras) del total recolectado. Esto puede deberse a que es la única que se vende a buen precio, por lo que está reemplazando a otras variedades nativas. Por otro lado, la variedad Killu Alpha Poroto se encuentra en riesgo de desaparecer, ya que solo se encontraron dos muestras en la comunidad de Morochos (Tabla 42 y Figura 45). Esto denota que en el 90% de las comunidades evaluadas ya se perdió esta variedad.

Tabla 42

Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al tercer conglomerado obtenido del análisis de cluster

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
<p>Bolón Rojo</p> 	<p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Arrayanes Cumbas Conde y Topo Grande</p>	<p>Bolón Morado</p> 	<p>Forma del grano: Redondo</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán y San Pedro</p>
<p>Caca de Conejo</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Arrayanes y El Cercado</p>	<p>Canario</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: San Antonio del Punje, Morlán, Arrayanes, Itaqui, Chilcapamba, Morochos, Cumbas Conde, Topo Grande, San Pedro y El Cercado</p>
<p>Fréjol Duro</p> 	<p>Forma del grano: Alargada, ovoidea</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos y El Cercado</p>	<p>Fréjol Tomate</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Itaqui, Arrayanes, Chilcapamba y Cumbas Conde</p>
<p>Killu Canario</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Arrayanes, Topo Grande y San Pedro</p>	<p>Killu Alpha Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Morochos</p>

Paco Bolón



Forma del grano:

Ovoide

Comunidades

donde se recolectó:

Morochos, Cumbas
Conde San Pedro y
El Cercado

Popayán Morado



Forma del grano:

Ovoide

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán, Morochos,
Arrayanes,
Chilcapamba,
Cumbas Conde,
San Pedro y El
Cercado

Poroto Grande



Forma del grano:

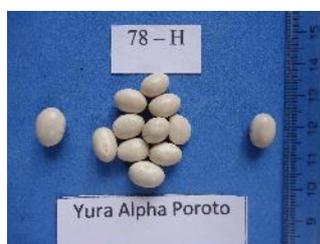
Arriñonado

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán, Morochos,
Arrayanes, Iltaqi,
Chilcapamba,
Cumbas Conde, San
Pedro y El Cercado

Yura Alpha Poroto



Forma del grano:

Elíptica

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán, Morochos,
Arrayanes, Cumbas
Conde, San Pedro y
El Cercado

Yura Popayán



Forma del grano:

Ovoide

Comunidades

donde se recolectó:

Morlán, Morochos y
Cumbas Conde

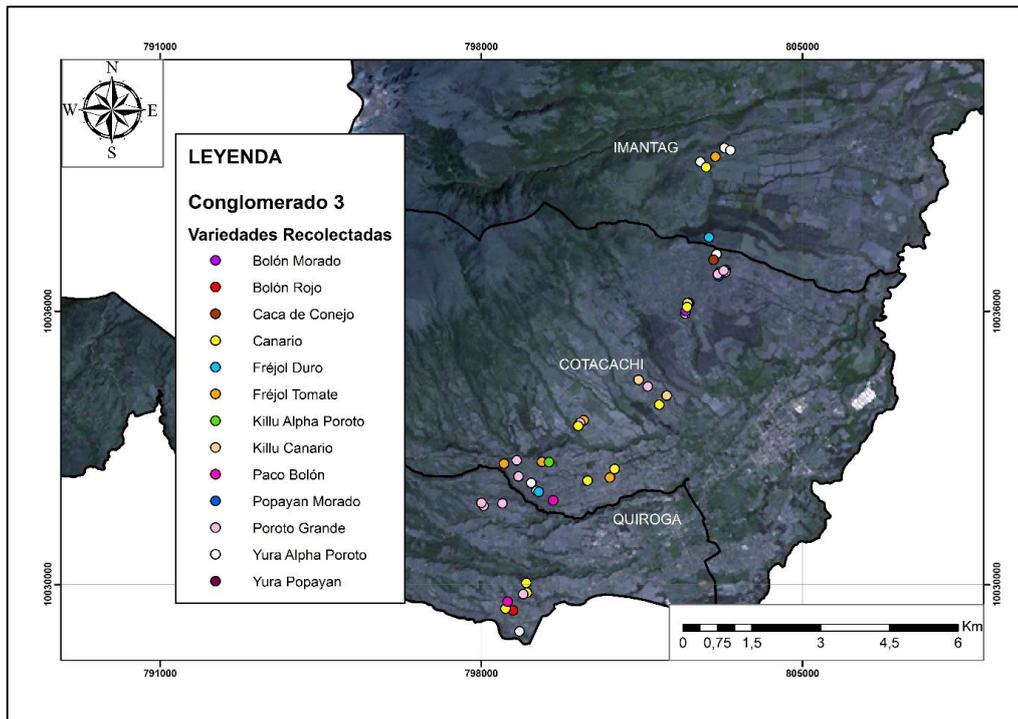


Figura 45. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al tercer conglomerado obtenido del análisis de *cluster*

El cuarto conglomerado es el que tiene el menor número de variedades, ya que está compuesto por solo seis. Las variedades Poroto Campeón y Sucu Vaca Poroto, son las que se distribuyen en una sola comunidad (El Cercado y Morocho, respectivamente). Adicionalmente, ninguna variedad se encuentra en cuatro comunidades (San Antonio de Punje, Chilcapamba, Cumbas Conde y San Pedro), esto representa un 40% del total de comunidades evaluadas. Por otro lado, la comunidad con la mayor presencia de las variedades del conglomerado cuatro es Morocho, ya que cinco de las seis variedades se distribuyen en esta comunidad (Tabla 43 y Figura 46).

Tabla 43

Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al cuarto conglomerado obtenido del análisis de cluster

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
<p>Poroto Campeón</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidad donde se recolectó: El Cercado</p>	<p>Poroto Conejo</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Itaqui y El Cercado</p>
<p>Sucu Pintado</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Itaqui y El Cercado</p>	<p>Sucu Vaca Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Elíptica</p> <p>Comunidad donde se recolectó: Morochos</p>
<p>Tomate Vaca Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos y Arrayanes</p>	<p>Yana Pintado</p> 	<p>Forma del grano: Arriñonado</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Itaqui Topo Grande y El Cercado</p>

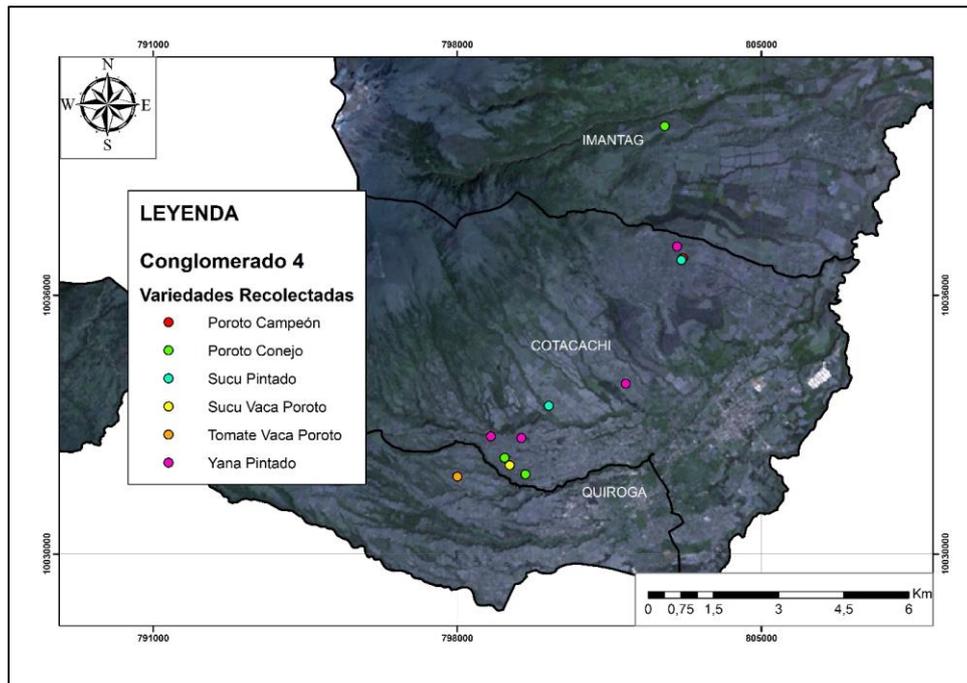


Figura 46. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al cuarto conglomerado obtenido del análisis de *cluster*

El conglomerado cinco, estuvo conformado por diez variedades, de estas las variedades Popayán Yura Pintado y Racu Pintado Poroto, son las que están presentes en el mayor número de comunidades con cinco cada una. Además, la comunidad Morocho es en la cual existe la mayor diversidad intravarietal de este conglomerado ya que estuvieron presentes ocho de las diez variedades (Tabla 44 y Figura 47). En contraste, las comunidades Itaqui y San Antonio de Punje no contaron con ninguna variedad distribuida en sus territorios. Por último, la variedad Yura Pintado Poroto es la que estuvo presente en la menor cantidad de comunidades del grupo (tres comunidades).

Tabla 44
Catálogo de diversidad intravarietal de fréjol correspondiente al quinto conglomerado obtenido del análisis de *cluster*

Nombre Común	Descripción	Nombre Común	Descripción
Bolón Pintado	Forma del grano: Redondo	Café Pintado	Forma del grano: Ovoide
	Comunidades donde se recolectó: Morochos, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado		Comunidades donde se recolectó: Morochos, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado

<p>Popayán Morado Rayado</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, San Pedro y El Cercado</p>	<p>Paco Bolón Rayado</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Arrayanes, Topo Grande, San Pedro y El Cercado</p>
<p>Popayán Pintado</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, San Pedro y El Cercado</p>	<p>Popayán Yura Pintado</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos, Cumbas Conde, San Pedro y El Cercado</p>
<p>Racu Pintado Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Arrayanes, Morochos, Cumbas Conde y El Cercado</p>	<p>Yura Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Arrayanes, Topo Grande y El Cercado</p>
<p>Yura Pintado</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morochos, Arrayanes, Chilcapamba y Cumbas Conde</p>	<p>Yura Pintado Poroto</p> 	<p>Forma del grano: Ovoide</p> <p>Comunidades donde se recolectó: Morlán, Morochos y El Cercado</p>

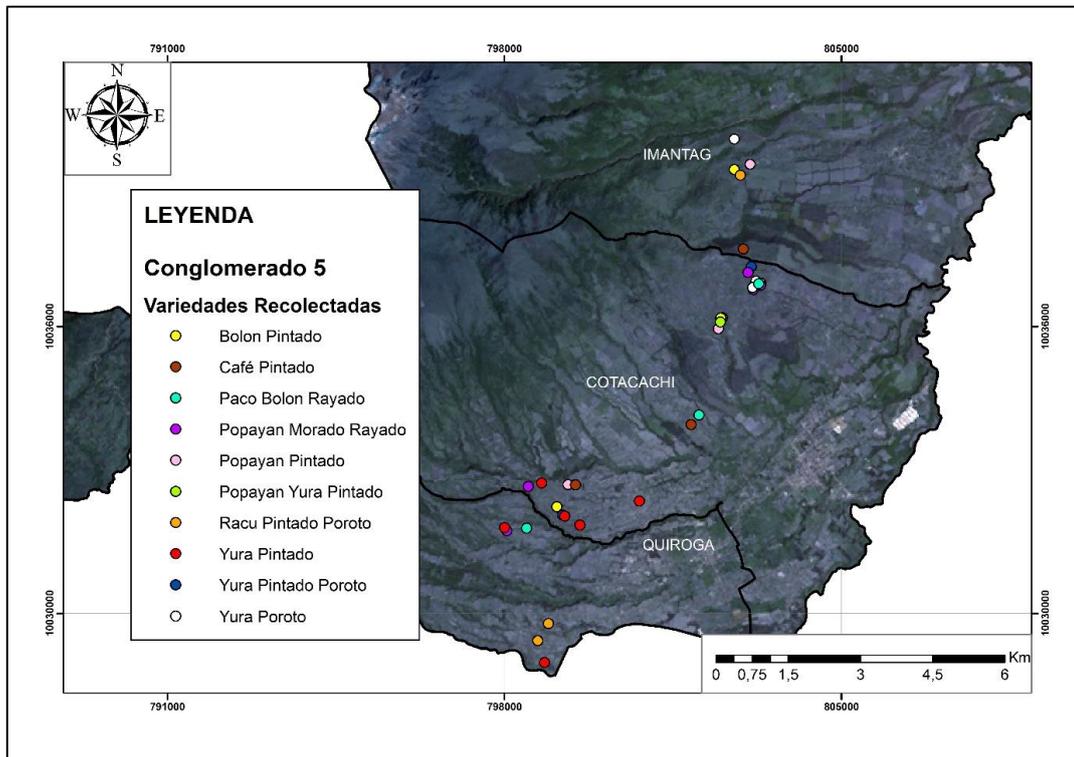


Figura 47. Mapa de la distribución de variedades de fréjol correspondientes al quinto conglomerado obtenido del análisis de *cluster*

5. CONCLUSIONES

- Se identificaron 12 razas y 39 variedades de maíz, además de 48 variedades de fréjol en las comunidades indígenas en estudio, siendo la raza de maíz Chaucho la más frecuente del total de muestras obtenidas abarcando el 42.4%. A nivel varietal la variedad más frecuente fue la Tzapak Sara, perteneciente a la raza Chillo, que representó el 7.6% del total de muestras recolectadas. En lo referente al fréjol, la variedad Canario fue la más frecuente, representando el 9% de las muestras, esto debido a que es la única variedad rentable para los productores.
- Existe una alta correlación positiva entre el número de variedades sembradas de maíz y fréjol, lo que indica que a mayor número de variedades de maíz habrá un mayor número de variedades de fréjol por chacra. La etnia indígena siembra en promedio un mayor número de variedades de maíz y fréjol que los mestizos, con una media de nueve variedades de maíz sembradas por indígenas y ocho por mestizos. En lo referente al fréjol la media fue de 11 y 8 variedades sembradas, respectivamente, sin embargo para el maíz no fue estadísticamente significativo a diferencia del cultivo de fréjol.
- Se identificaron 19 y 28 variedades en riesgo para los cultivos de maíz y fréjol, respectivamente, siendo la variedad de maíz Chillu Chulpi y de fréjol Yana Vaca Poroto, las que presentan mayor riesgo de desaparecer, de acuerdo a los productores encuestados y al compararse con estudios anteriores realizados en el mismo cantón. Esto pone en evidencia un incremento significativo y exponencial de variedades en riesgo, a pesar de encontrarse una mayor diversidad de variedades nativas de cada cultivo estudiado. Pero es importante recalcar que algunas de las variedades identificadas por los productores se las recolecto en mayor medida de lo que se esperaría, lo que podría indicar un desfase entre la percepción y la realidad.
- En el análisis de conglomerados, en el dendrograma, de 211 muestras de maíz se agruparon en 12 grupos analizando 13 variables (6 cualitativas y 7 cuantitativas), mientras que de las 362 muestras recolectadas de fréjol se distribuyeron en 5 grupos bien definidos de acuerdo a 8 variables (5 cualitativas y 3 cuantitativas).

- Existe una diferenciación de las variedades identificadas, de acuerdo al nombre común dado por los productores, de acuerdo a ciertas características cualitativas o cuantitativas relevantes, pero no se tiene certeza si son genéticamente distintas, pero con los nombres ya es posible evaluar la cantidad de diversidad intraracial presente en cada chacra.
- Para planificar e implementar estrategias de conservación de la agrobiodiversidad nativa y sus saberes ancestrales, primero es esencial fomentar el empoderamiento y la educación, tanto de los productores como de la población en general, resaltando el rol fundamental que cumplen las variedades nativas para garantizar la seguridad alimentaria del país. Una vez que se logre esta concientización, es imperativo que para los productores sea redituable el que mantengan el cultivo de estas variedades locales a través de precios de venta justos o creando espacios que permitan añadir valor agregado a estos cultivos a través de sus usos.
- Para los productores encuestados una manera eficaz de ayudar a la conservación de la diversidad nativa es que una institución provea de semillas de las variedades en riesgo, con la posterior capacitación para el adecuado manejo de estos cultivos.

6. RECOMENDACIONES

- Focalizar futuros estudios en lo referente a la agrobiodiversidad nativa solo en mujeres indígenas, ya que ellas manejan en su mayoría las chacras.
- Aumentar las zonas de estudio en posteriores investigaciones y determinar si en zonas más amplias, se sigue cumpliendo la correlación entre número de variedades sembradas de fréjol y maíz.
- Expandir el número de productores encuestados, ya que se podría encontrar nuevas variedades tanto para maíz y fréjol en la zona altoandina del cantón Cotacachi o, a un nivel más amplio, en todo el callejón interandino.
- Diseñar estudios que abarquen de una forma mucho más holística el problema de la pérdida de agrobiodiversidad nativa de las comunidades indígenas, ya que es fundamental salvaguardar el germoplasma endémico.
- Se debería realizar un análisis molecular para determinar, con precisión, si las variedades identificadas del maíz y fréjol son genéticamente diferentes a nivel intraracial.
- Fomentar la concientización a nivel escolar, incluyendo en las mallas curriculares materias que tengan énfasis en la importancia de la conservación de especies agrícolas nativas del Ecuador.
- Realizar desde la academia un mayor número de investigaciones en varias áreas que permitan que los productores mejoren su calidad de vida, mediante la conservación de las variedades locales y saberes ancestrales.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Albuja, W. (2016). *Análisis epidemiológico y comportamiento agronómico del manejo de la diversidad genética de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) en Cotacachi, Imbabura* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Altieri, M., Nicholls, C., y Montalba, R. (2014). El papel de la biodiversidad en la agricultura campesina en América Latina. *LEISA Revista de Agroecología*, 30, 5-8.
- Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., y Ospina, M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (Segunda ed.). Bogota, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Arias, L. (2004). *Diversidad genética y conservación in situ de los maíces locales de Yucatán, México* (Tesis doctoral). Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán, México.
- Asamblea Nacional. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Publicada en el Registro Oficial N.º 449, del 20 de octubre de 2008. Ecuador
- Asamblea Nacional. (2016). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo. Publicada en el Registro Oficial Suplemento N° 790 del 05 de julio de 2016. Ecuador.
- Bioversity International. (2015). *Aprendiendo sobre la importancia de la agrobiodiversidad y el papel de las universidades*. Obtenido de https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Aprendiendo_sobre_la_importancia_de_la_agrobiodiversidad_y_el_papel_de_las_universidades_1341.pdf
- Bonilla, F. (2017). *Factores socioculturales que inciden en la pérdida de la Agrobiodiversidad en las comunidades indígenas del cantón Cotacachi* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Borja, R., Oyarzún, P., Zambrano, S., Lema, F., y Pallo, E. (2014). El rol de las semillas campesinas en la sierra del Ecuador. *LEISA Revista de Agroecología*, 30, 16-18.
- Bravo, A. (2005). El maíz en el Ecuador. *Revista Semillas*, 2, 6-10.
- Brown, A., y Hodgkin, T. (2007). Medición, manejo y mantenimiento en fincas de la diversidad genética de los cultivos. En D. Jarvis, C. Padoch y H. Cooper (Ed), *Manejo de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas* (14-36). Roma, Italia: Bioversity International.

- Bünzli, A. (2014). Para recuperar la biodiversidad: saberes locales y participación social. *LEISA Revista de Agroecología*, 30, 34-36.
- Callo, D. (2014). A participatory framework to assess multifunctional land-use systems with multicriteria and multivariate analyses: A case study on agrobiodiversity of agroforestry systems in Tomé Açú, Brazil. *Change Adaptation Socioecol. Syst.*, 1, 40-50.
- Cardozo, C. (2014). Cambio climático y agrobiodiversidad. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1, 72 – 79.
- Carrera, H. (2012). La conservación y uso de la agrobiodiversidad, un valioso aporte a la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas de Cotacachi. *Urku Yaku Wachariy*, 2, 5-17.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1991). Descriptors for Maíz. *I*, 100. México: International Board for Plant Genetic Resources.
- Ceroni, M., Lui, S., y Constanza, R. (2007). Papeles ecológico y económico de la biodiversidad en los agroecosistemas. En D. Jarvis, C. Padoch y H. Cooper (Ed), *Manejo de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas* (475-500). Roma, Italia: Bioversity International.
- Cháves, D. (2009). Conceptos y técnicas de recolección de datos en la investigación. *Universidad Nacional mayor de San Marcos*. Lima, Perú.
- Chiner, E. (2000). Investigación descriptiva mediante encuestas. *Universidad Autónoma de Madrid*. España.
- Climate-Data. (2019). Condiciones climáticas en Cotacachi, Ecuador. Obtenido de <https://es.climate-data.org/>
- Cuadras, C. (2004). *Análisis multivariado*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- De Carvalho, M., Bebeli, P., Da Silva, A., Bettencourt, E., Slaski, J., y Dias, S. (2016). Agrobiodiversity: The Importance of inventories in the assessment of crop diversity and its time and spatial changes. En M. Ahuja y S. Mohan (Ed), *Genetic Diversity and Erosion in Plants. Sustainable Development and Biodiversity* (307-336). Finlandia: University of Helsinki.
- Environmental Systems Research Institute. (2020). *Autocorrelación espacial (I de Moran global)*. Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/spatial-statistics-toolbox/h-how-spatial-autocorrelation-moran-s-i-spatial-st.htm>

- Etxarri, K. (2012). Allpa, la tierra de las semillas: lo que debemos saber para inventariar la agrobiodiversidad. *Urku Yaku Wachariy*, 2, 35-42.
- Ferriol, M., y Merle, H. (2012). *Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16285/Microsoft%20Word%20-%20articulo%20docente%20def.pdf?sequence=1>.
- Folgueiras, P. (2006). *Técnica de recogida de información: La entrevista*. Obtenido de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99003/1/entrevista%20pf.pdf>.
- Food and Agriculture Organization. (2001). *Origen, evolución y difusión del maíz*. Roma, Italia.
- Food and Agriculture Organization. (2009). Manual para la recolección integrada de datos de campo. *Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los recursos Forestales Nacionales*. Roma, Italia: Departamento forestal organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
- Food and Agriculture Organization. (2016). *La FAO promueve el uso y conservación de la agrobiodiversidad en cuatro provincias alto andinas de Ecuador*. Roma, Italia.
- Food and Agriculture Organization. (2020). *Sistema chakra andina de las comunidades kickwas de Cotacachi*. Obtenido de <http://www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/proposed-sites/latin-america-and-the-caribbean/chakra-andina/informacion-detallada/es/>.
- Giraud, L. (2017). Aplicación del análisis multivariante para la sostenibilidad ambiental urbana. *Revista de la Universidad Nacional de Colombia*, 4, 89-100.
- Guacho, E. (2014). *Caracterización agromorfológica del maíz (Zea mays L.) de la localidad de San José de Chazo* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- International board for plant genetic resources. (1982). Descriptors for *Phaseolus vulgaris* L. Roma.
- Instituto Geográfico Militar. (2011). *Capas de información geográfica básica de libre acceso*. Obtenido de <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>.
- Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8. Cali, Colombia.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2006). La Poblacion Indígena del Ecuador: Análisis de Estadísticas Socio-Demográficas. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2000). Proyecto PROMSA "Manejo de los Recursos Genéticos de Maíz en la Sierra del Ecuador". 1-3. Quito, Ecuador: Programa de Maíz. EESC.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2012). La conservación de la agrobiodiversidad en el Ecuador. *Urku Yaku Wachariy*, 2, 17-22.
- Leyva, Á., y Lores, A. (2012). Nuevos Índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología*, 7, 109-115.
- López, P., y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa* (Primera ed.). Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Mar, I., y Holly, L. (2000). Conserving agricultural biodiversity in situ: a scientific basis for sustainable agriculture. *Agroecology*, 1, 194–198.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Proyecto de agrobiodiversidad se promueve en Paltas*. Ecuador.
- Moreira, Á. (1996). Los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. *Ciencia y Ambiente*, 2, 80-86.
- Muñoz, G., y Giraldo, G. (1993). *Descriptores varietales: arroz, fréjol, maíz y sorgo* (Primera ed.). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Nautiyal, S., y Bisht, V. (2008). The role of cultural values in agrobiodiversity conservation: a case study from Uttarakhand, Himalaya. *J. Hum. Ecol.*, 3, 1-6.
- Negri, V. (2005). Agro-biodiversity conservation in Europe: ethical issues. *Journal of Agriculture and Environmental Ethics*, 2, 3-25.
- Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical model. *Conservation Biology*, 1, 355-364.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Agricultura Sostenible y Biodiversidad*. Roma, Italia.
- Parra, M., Iriando, J., y Torres, E. (2011). Ecogeographical land characterization maps as a tool for assessing plant adaptation and their implications in agrobiodiversity studies. *Genetic resources and crop evolution*, 2, 25-38.
- Patel, J., Patel, N., y Shiyani, R. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. *Curr. Sci*, 81(9),1163-1164.

- Procasur. (2008). *La mediación comunitaria indígena como alternativa para resolver disputas territoriales: la experiencia de UNORCAC en las comunidades de Cotacachi*. Ecuador.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2012). *Union of Farmer and Indigenous Organizations of Cotacachi (UNORCAC), Ecuador*. Equator Initiative Case Study Series. New York.
- Rivadeneria, J. (2012). Agroecología y soberanía alimentaria. *Urku Yaku Wachariy*, 2, 23-27.
- Romero, M. J. (2016). *Distribución y conservación de la agrobiodiversidad altoandina en la provincia de Imbabura (Ecuador)* (Tesis de maestría). University of Salzburg, Austria.
- Sadiki, M., Jarvis, D., Rijal, D., Bajracharya, J., y Hue, N. (2007). Nombres de las variedades: ¿Un punto de entrada a la diversidad genética de los cultivos y a su distribución en los agroecosistemas?. En D. Jarvis, C. Padoch y H. Cooper (Ed), *Manejo de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas* (37-81). Roma, Italia: Bioversity International.
- Salazar, L., Magaña, M., Aguilar, A., y Ricalde, M. (2016). Factores socioeconómicos asociados al aprovechamiento de la agrobiodiversidad de la milpa en Yucatán. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2, 11-21.
- Sánchez, I., Funes-Monzote, F., y Cevallos, M. (2017). Aplicación del índice de agrobiodiversidad en el Ecuador. *Sathiri*, 13, 247 - 256.
- Sancho, J. (2011). *Análisis multivariante*. Cataluña: Programa de formación continua, Sociedad Catalana de Investigación.
- Sarandón, S. (2002). *La agricultura como actividad transformadora del ambiente: El camino hacia una agricultura sustentable* (Segunda ed.). La Plata, Argentina: Ediciones Científicas Americanas.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *"Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida" de Ecuador*.
- Siabato, W., y Guzmán, J. (2019). La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. Cuadernos de Geografía: *Revista Colombiana de Geografía* 28 (1), 1-22.
- Sistema de Información Geográfica y del Agro. (2003). Archivos de información geográfica. Obtenido de <https://sni.gob.ec/coberturas>.

- Skarbo, K. (2006). Cultivos en cambio: Preferencias de la gente en varias partes del cantón. *Agricultura sostenible y manejo de los recursos naturales en los andes*. Congreso llevado a cabo por SANREM. Cotacachi, Ecuador.
- Sokal, R., y Rohlf, J. (1962). The comparison of dendrograms by objective methods. *International Association for plant taxonomy*, 11(2), 33-40.
- Tapia, C., y Lima, L. (2010). *Cantón Cotacachi – Catálogo de agrobiodiversidad*. Quito: INIAP.
- Tapia, C. (2015). *Identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíz en la sierra de Ecuador* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Tapia, C., Carrera, H., Acosta, V., Chalampunte, D., Lima, L., y Villota, C. (2011). *Promoción de los cultivos andinos para el desarrollo rural de Cotacachi-Ecuador*. Quito: INIAP.
- Terranova, J. (1998). *Enciclopedia Agropecuaria. Producción agrícola* (Segunda ed.). Bogotá, Colombia: Enciclopedia Agropecuaria.
- Timothy, D., Hathenway, W., Grant, U., Torregroza, M., Sarria, D., y Varela, D. 1. (1963). *Races of maize in Ecuador* (Vol. I). Washington D.C.: National Academy of Sciences - National Research Council.
- Ulcuango, R. (2018). *Evaluación morfoagronómica de variedades locales de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) de la parroquia Chaltura, en la granja "La Pradera", cantón Antonio Ante* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas de Cotacachi. (2018). “Un solo pensamiento, un solo corazón y una sola mano” Propuesta Política y Plan Estratégico.
- Villota, C. (2010). *Sistematización de saberes agroecológicos ancestrales de las comunidades andinas del cantón Cotacachi* (Tesis de Maestría). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Voysest, V. (1983). *Variedades de fréjol en América Latina y su origen*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Ward, J. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 236-244.

- Yáñez, G., Zambrano, J., Caicedo, M., y Heredia, J. I. (2013). *Guía de producción de maíz de altura para pequeños agricultores y agricultoras*. INIAP, Estacion Experimental Santa Catalina. Quito: Programa de Maíz. (Guía no. 96).
- Zimmermann, M., Rocha, M., y Yamada, T. (1988). *Cultura do feijoeiro; Fatores que afetam a produtividade*. Associação Brasileira para pesquisa de postasa e do fosfato. Brasil.

8. ANEXOS

Anexo 1.

Entrevista para identificar la diversidad agrícola de maíz (Zea mays L.) y fréjol (Phaseolus vulgaris L.) presente en las comunidades de Cotacachi.

Consentimiento informativo:

Somos parte de un grupo de investigadores que están interesados en conocer sobre la diversidad de cultivos presente a nivel de su comunidad, esta información permitirá valorizar y promover un manejo sustentable de los recursos agrícolas para fomentar la seguridad y soberanía alimentaria del país. Para realizar dicho trabajo necesitamos información proveniente de usted, me gustaría pedirle permiso para entrevistarle para lo cual aclaro algunos aspectos importantes:

- Su participación en esta entrevista es totalmente voluntaria.
- Le garantizamos que sus respuestas son confidenciales y serán usadas con fines de investigación.
- Si alguna pregunta no es clara o si desea alguna explicación adicional, por favor no dude en preguntar.
- Estaremos tomando notas durante la entrevista para no perder información y poder analizarla (esperemos que no le incomode, si le molesta por favor lo hace saber).
- Le solicitamos que nos permita tomar fotos para documentar la investigación. Si no desea que tomemos fotos, por favor lo hace saber.

FIRMA

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

Nombre Encuestador/a	Número de encuesta:	Fecha	Latitud	
	Cédula:		Longitud	
			Altitud (msnm):	
Nombre	Edad	Teléfono	Nivel de educación <input type="radio"/> Ninguna <input type="radio"/> Secundaria <input type="radio"/> Primaria <input type="radio"/> Tercer Nivel <input type="radio"/> Cuarto Nivel	
Idioma <input type="radio"/> Castellano <input type="radio"/> Kichwa <input type="radio"/> Ambos <input type="radio"/> Otro	Grupo étnico <input type="radio"/> Mestizo <input type="radio"/> Indígena <input type="radio"/> Otro	Dispone de agua para riego <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> SI		
Provincia <input type="radio"/> Imbabura	Parroquia <input type="radio"/> Quiroga <input type="radio"/> Imantag <input type="radio"/> San Francisco <input type="radio"/> El Sagrario	Parroquia :	Comunidad :	
		Usted es oriundo de la zona <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> SI	(Conteste las de abajo) (Pase pregunta finca)	
		De dónde proviene (Provincia)		
Su parcela es <input type="radio"/> Prestada <input type="radio"/> Rentada <input type="radio"/> Propia/familiar <input type="radio"/> Otras <input type="radio"/> Comunal		Qué tiempo vive en la zona (años) <input type="radio"/> menos de 1 año, <input type="radio"/> de 2 a 4 años; <input type="radio"/> de 5 a 10 años, <input type="radio"/> más de 10 años		

SECCIÓN II IDENTIFICACIÓN DE LA DIVERSIDAD LOCAL DE MAÍZ Y FRÉJOL

En este apartado conoceremos las variedades de fréjol y maíz que forman parte de su chacra y que tienen importancia para usted y su familia, queremos conocer como maneja los cultivos y el uso que le da a los mismos.

Variedades Maíz sembradas el último año	Procedencia de la semilla/plántula 1. Pariente, 2. Herencia, 3. Vecino, 4. Mercado, 5 Tienda 6 Instituciones, 7. Universidad, 8. Intercambio de S.	Intercambio de semillas			Destino a. Autoconsumo, b. Venta, c. Ambos, d. Semilla	Como almacena sus cosechas 1. Balde, 2. Saco, 3. Funda; 4 Otro	Tiene algún problema de almacenamiento s. Sí, n. No	Presencia de la variedad 1. Abundante 2 Escasa	N= No Resistente; R= Resistente				¿Qué variedades cultivó (en forma de mezcla)?	Observaciones (Poner una F y el número de foto, si realiza una fotografía del cultivo), u otra observación importante
		s. Sí, n. No	¿Con quién? 1. Pariente, 2. Vecino, 3. Otros	¿En dónde? a. Misma comunidad, b, Otras comunidades, c. Feria de semillas, d. Otros					Frecuencia 1. Una vez al año, 2. Dos veces al año, 3. Cada dos años, 4, Más de dos años	sequía	heladas	viento		

Variedades Maíz sembradas el último año	¿Cuántos años ha cultivado usted esta variedad?	¿Cuánta semilla total de maíz sembró (cada ciclo)?	¿Cuál es el color de la semilla de esa variedad?	¿Qué le gusta acerca de esta variedad?	¿Qué no le gusta acerca de esta variedad?

Variedades de fréjol sembradas el último año	Procedencia de la semilla/plántula 1. Pariente, 2. Herencia, 3. Vecino, 4. Mercado, 5 Tienda 6 Instituciones, 7. Universidad, 8. Intercambio de S.	Intercambio de semillas				Destino a. Autoconsumo, b. Venta, c. Ambos, d. Semilla	Como almacena sus cosechas 1. Balde, 2. Saco, 3. Funda; 4 Otro	Tiene algún problema de almacenamiento s. Si, n. No	Presencia de la variedad 1. Abundante 2 Escasa	N= No Resistente; R= Resistente				¿Qué variedades cultivó (en forma de mezcla)?	Observaciones (Poner una F y el número de foto, si realiza una fotografía del cultivo), u otra observación importante
		s. Sí, n. No	¿Con quién? 1. Pariente, 2. Vecino, 3. Otros	¿En dónde? a. Misma comunidad, b, Otras comunidades, c. Feria de semillas, d. Otros	Frecuencia 1. Una vez al año, 2. Dos veces al año, 3. Cada dos años, 4, Más de dos años					sequía	heladas	viento	Lluvias fuertes		

Variedades de fréjol sembradas el último año	¿Cuántos años ha cultivado usted esta variedad?	¿Cuánta semilla total de fréjol sembró (cada ciclo)?	¿Qué hábito de crecimiento tiene esta variedad?	¿Cuál es el color de la semilla de esa variedad?	¿Qué le gusta acerca de esta variedad?	¿Qué no le gusta acerca de esta variedad?

Sección II. (Continuación)

¿Hay variedades que están en peligro de desaparecer? Si O (Complete la Tabla) No O (Pase a la siguiente pregunta)

Cuál? (nombre)	¿Por qué?
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

¿Recuerda algún cultivo o variedades de fréjol y maíz que dejó de sembrar? Si O (Complete la Tabla) No O (Pase a la siguiente pregunta)

Cuál? (nombre)	¿Por qué?
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

**¿Qué incentivos se requiere para seguir sembrando las variedades mencionadas en esta entrevista?
(Escoja más de un opción – máximo cuatro)**

Semillas, Capacitación en manejo de cultivos, Capacitación en manejo de semillas, O créditos,
 Vinculación a mercados o ferias (específicas), O valor agregado, O Legislación para fomento y conservación,
 O seguro agrícola, O Otros

Queremos de nuevo agradecer por el tiempo y las atenciones y sobre todo por permitarnos conocer un poco de su comunidad.

OBSERVACIONES GENERALES DE LA ENTREVISTA (entrevistador/ entrevistado) _____ _____ _____ _____
