

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS



**“VARIABILIDAD DE TUBEROSAS ANDINAS EN COMUNIDADES
ALTOANDINAS TRADICIONALES. CASO: OCA (*Oxalis tuberosa*
Molina). CUENCA DE MITO, PROVINCIA DE HUÁNUCO,
REGIÓN HUÁNUCO”**

Presentada por:

MARUJA ELENA GALLARDO MENESES

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

Lima - Perú

2018

DEDICATORIA

A mis padres por brindarme su apoyo constante,

A mi abuela Domitila por estar desde arriba cuidándome,

A Gerardo Sánchez Salvador por abrirme las puertas de sus chacras y brindarme el
cariño de su familia,

A los campesinos y campesinas de la cuenca Mito, por acogerme con tanto cariño y
compartir sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a los campesinos y campesinas de la cuenca Mito que participaron en la presente investigación por compartir sus conocimientos y sus grandiosas experiencias en la conservación de la agrobiodiversidad de tuberosas andinas. También agradecer de corazón al profesor Juan Torres por todas las orientaciones y fuerzas brindadas en el desarrollo de la investigación, así como a la Magister Fabiola Guzmán Vidal y al Doctor José Blancas Vásquez por todo el apoyo y asesoramiento brindado en el análisis estadístico de la investigación.

No podría dejar de agradecer al fondo INCAGRO por auspiciar la presente investigación, a los profesionales y técnicos de la Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes – CCTA, del Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente – IDMA Huánuco, del Instituto de Innovación Agraria – INIA, en sus sedes de Lima y en especial a todos los profesionales y técnicos de la Estación Experimental Andenes del INIA Cusco; en especial al Ing. Victor Nina Montiel, por toda la apertura, apoyo y orientación durante las estadías en la Estación, así como a los campesinos relacionados con el trabajo de homologación de la colección nacional de ocas, entre ellos, el gran Don Aquisi, de quien tanto aprendí. También quisiera agradecer a Katia Aréstegui, Michael García Arancibia y Emilene Vizcarra.

Agradecer, por último, a Dora Velásquez, Aldo Cruz, Fabiola Parra, Doris Romero y a Dario Barona por todo el apoyo brindado en la redacción de la presente investigación, así como los consejos y orientaciones brindadas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	ix
SUMMARY	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. LOS ECOSISTEMAS DE MONTAÑA	3
2.2. LAS MONTAÑAS: CENTROS DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA	4
2.3. LOS ANDES	8
2.3.1. Los andes centrales	8
2.4. LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	9
2.5. LAS CULTURAS ANDINAS	10
2.6. LA AGROBIODIVERSIDAD	11
2.6.1. La agrobiodiversidad vegetal	12
2.7. LA AGRICULTURA DE TUBEROSAS ANDINAS EN LOS ANDES	13
2.8. EL CULTIVO DE “OCA” OXALIS TUBEROSA MOLINA.	13
2.8.1. Manejo del cultivo de oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Molina)	15
2.8.2. Origen del cultivo de oca	15
2.8.3. Distribución geográfica del cultivo de oca	16
2.8.4. Citología y ploidia de la oca	17
2.8.5. Importancia y usos de la oca	18
2.8.6. La domesticación y parientes silvestres de la oca	18
2.8.7. Los sistemas de clasificación campesina de la oca.....	22
2.8.8. La erosión genética del cultivo de oca	22
2.8.9. La estructura de la variabilidad de la oca	23
2.9. LA CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN PERÚ	24
2.9.1. Conservación ex situ de la oca	25
2.9.2. Conservación in situ de la oca	28
III. MATERIALES Y METODOS	30
3.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	30
3.1.1. La cuenca de mito.....	30
3.1.2. Características físico biológicas de la cuenca mito	31
3.1.3. La cobertura vegetal	31

3.1.4.	Flora de la cuenca mito y en torno al cultivo de oca	35
3.1.5.	Fauna de la cuenca mito y en torno al cultivo de oca	35
3.2.	CONCEPTOS UTILIZADOS.....	36
3.3.	EL CULTIVO ESTUDIADO: OCA (<i>Oxalis tuberosa</i> Molina)	37
3.3.1.	Taxonomía y nombres comunes	38
3.3.2.	Descripción	39
3.3.3.	Plagas	40
3.4.	SECUENCIA METODOLÓGICA.....	41
3.4.1.	El registro de nombres locales de ocas.....	42
3.4.2.	La erosión genética del cultivo de oca	43
3.4.3.	La estructura de la variabilidad de la oca: caracterización morfológica y homologación.....	43
3.4.4.	Comparación de la variabilidad ocas colectadas en la cuenca mito en relación con las ocas de la colección nacional	50
3.4.5.	Devolución de las ocas colectadas a los agricultores de la cuenca mito	51
3.5.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	52
3.5.1.	Materiales	52
3.5.2.	Equipos	53
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	54
4.1.	EN RELACIÓN A LA CLASIFICACIÓN CAMPESINA Y LOCAL DE LAS OCAS.....	54
4.1.1.	Características socio-culturales de los agricultores	54
4.1.2.	Nombres locales del cultivo oca (<i>Oxalis tuberosa</i> molina)	56
4.2.	EN RELACIÓN A LA EROSIÓN GENÉTICA: PERSPECTIVA POR PARTE DE LOS AGRICULTORES	60
4.3.	EN RELACIÓN A LA ESTRUCTURA DE LA VARIABILIDAD DE LA OCA EN LA CUENCA MITO	61
4.3.1.	Conglomerados a distancia “cero”: identificación de morfotipos diferentes	62
4.3.2.	Conglomerados a diferentes distancias: identificación de grupos	63
4.3.3.	Análisis adicionales	66
4.4.	EN RELACIÓN A LA COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD ENTRE LAS OCAS DE LA CUENCA MITO Y LAS OCAS DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE LA E. E. A. ANDENES EN CUSCO	70

4.4.1. Análisis de conglomerados a “distancia cero”: identificación de morfotipos diferentes	72
4.4.2. Análisis de componentes principales (PCA).....	72
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
VIII. ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Secuencia del manejo del cultivo de oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Molina).....	15
Tabla 2: Parientes silvestres potenciales para el cultivo de oca	20
Tabla 3: Total de registros de accesiones de oca en Perú en el año 2000	26
Tabla 4: Rango altitudinal de la cuenca de Mito y subdivisión	30
Tabla 5: Comunidades altoandinas tradicionales y su ubicación dentro de la cuenca Mito, región Huánuco.....	31
Tabla 6: Clasificación taxonómica de la oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Molina)	38
Tabla 7: Formas cultivadas de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y algunas características	40
Tabla 8: Descriptores para la caracterización de la oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Molina)	44
Tabla 9: Características sociales y rangos de edad de los agricultores entrevistados ...	54
Tabla 10: Listado de variedades de oca colectadas y nombres locales en la cuenca Mito.....	56
Tabla 11: Grupo 1 formado por las accesiones de oca	66
Tabla 12: El grupo 8 y las accesiones de oca que lo conforman	67
Tabla 13: Contribución de las variables en los tres primeros componentes.....	69
Tabla 14: Matriz de Lambdas en las que se muestra la contribución en cada componente para explicar las afinidades entre las accesiones	74
Tabla 15: Contribución de las variables morfológicas en los tres primeros componentes	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Centros de origen de las plantas cultivadas.	5
Figura 2: Características de las montañas.	6
Figura 3: Características de los ecosistemas de montaña y el cambio climático.	7
Figura 4: La diversidad de culturas “Los Andes culturales.	11
Figura 5: Distribución biogeográfica de “ <i>Oxalis tuberosa</i> Alliance” que indica el origen y distribución de la oca en el altiplano peruano-boliviano y su extensión, basado en los parientes silvestres.	17
Figura 6: Mapa de distribución de los cuatro tazones silvestres conocidos de oca, incluyendo el rango de distribución de la Alianza <i>Oxalis tuberosa</i> (figura anterior).	21
Figura 7: Mapa de ubicación geográfica de la cuenca Mito.	32
Figura 8: Mapa de ubicación de las comunidades dentro de la cuenca Mito visitadas para la investigación realizada.	33
Figura 9: Mapa de cobertura vegetal de la cuenca Mito.	34
Figura 10: Figura esquemática descriptiva de una planta y un tubérculo de oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Molina).	39
Figura 11: Momentos clave de la investigación.	41
Figura 12: Agrupamiento de las accesiones de ocas en la E.E.A. Andenes, 2007.	47
Figura 13: Cortes realizados a los tubérculos de ocas para la caracterización morfológica.	47
Figura 14: Agrupamiento de las accesiones de ambas colecciones (cuenca Mito y Colección Nacional del INIA).	48
Figura 15: Plantas de ocas cultivadas para la respectiva caracterización morfológica en la E.E.A. Andenes, 2008.	49
Figura 16: Los lugares de comparación de la variabilidad del cultivo de oca.	50
Figura 17: Devolución de las ocas a los agricultores de la cuenca Mito en Huánuco. .	52
Figura 18: Vistas de algunos de los agricultores de la cuenca Mito.	55
Figura 19: Daños a tubérculos por presencia de plagas (gusano blanco).	61
Figura 20: Fenograma de conglomerados de las accesiones de la cuenca Mito, a “distancia cero” parte 1.	62
Figura 21: Fenograma de conglomerados de las accesiones de la cuenca de Mito a “distancia cero” parte 2.	63

Figura 22: Fenograma de conglomerados de las accesiones colectadas en la cuenca Mito.....	65
Figura 23: Conglomerados formados por las accesiones de oca.....	66
Figura 24: Forma ovoide y distribución secundaria en anillo vascular de tubérculos. .	67
Figura 25: Fenograma de conglomerados del total de accesiones de la cuenca Mito y la Colección Nacional.	71
Figura 26: Representación bidimensional del parecido entre las accesiones de la Colección Nacional de ocas (INIA) y las colectas de la cuenca Mito, que son parte de la investigación.	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Descriptores estandarizados del IPGRI, 2001	86
Anexo 2: Cantidad de accesiones de ocas colectadas por agricultor	89

LISTA DE ACRÓNIMOS

CCTA	Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
EEA ANDENES	Estación Experimental Agraria Andenes del Instituto Nacional de Investigación Agraria de Cusco
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente
FAO	Organización Mundial de la Alimentación
IN SITU	Proyecto de Conservación In situ de los Cultivos y sus parientes silvestres /PER
INCAGRO	Programa de Innovación y Competitividad para el Agro Peruano del Ministerio de Agricultura.
IPGRI	The International Plant Genetic Resources Institute.
UNHEVAL	Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.
IDMA	Instituto de Desarrollo del Ambiente, sede Huánuco

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivos contribuir al conocimiento de la variabilidad del cultivo oca (*Oxalis tuberosa* Molina), en 5 comunidades altoandinas de la cuenca Mito, ubicada en el distrito Kichki, provincia y región Huánuco; registrar el conocimiento local campesino de la variabilidad de las ocas, a través del registro de los nombres locales de las variedades y el estado de conservación del cultivo; la estructura de la variabilidad presente en la cuenca; y finalmente, la comparación de la variabilidad con la de la Colección Nacional de Tuberosas Andinas, conservadas en la Estación Experimental Agraria Andenes, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cusco.

El registro de nombres locales se realizó durante las visitas a nueve agricultores a través de preguntas abiertas sobre las principales características de las muestras colectadas. Para indagar sobre la erosión genética, se adicionaron preguntas orientadas a la existencia o no de pérdida de variedades locales de oca. Para conocer la estructura de la variabilidad, se caracterizaron morfológicamente tubérculos y plantes del total de muestras (accesiones) colectadas en la cuenca Mito. Se realizó un análisis de conglomerados (clusters) a diferentes distancias, para la identificación de morfotipos diferentes y grupos. Finalmente, la comparación de la variabilidad de las ocas de Mito y las ocas de la colección nacional, consistió en la homologación de ambas colecciones, a través de 18 descriptores establecidos por el IPGRI (2001) y el posterior análisis de componentes principales.

Como resultados de la investigación, sobre el conocimiento local se registró un total de 78 nombres locales diferentes. En relación a la erosión genética, se infiere que existe pérdida de la diversidad de ocas en la cuenca Mito, manifestada a través de a) la pérdida de variedades por efectos de las heladas, el aumento de las plagas y enfermedades y b) el olvido de los nombres de las variedades de oca y la preocupación por este olvido. Cabe señalar que esta información es cualitativa de una posible tendencia, pero que falta cuantificar y profundizar. En relación a la estructura de la variabilidad, las accesiones se agrupan (considerando distancias establecidas arbitrariamente) de acuerdo a ciertos

caracteres, entre los principales están: la forma del tubérculo, los colores predominante y secundario de la pulpa, la distribución del color secundario de la pulpa (a nivel de la caracterización en tubérculo); el color del peciolo, la pigmentación en las axilas de los tallos y el hábito de floración (a nivel de la caracterización en planta). Finalmente, en relación a la comparación de la variabilidad de las ocas de Mito y las ocas de la Colección Nacional de oca, se evidenció una alta variabilidad dentro de ambos grupos. Es importante señalar, que la caracterización morfológica, se desarrolló tan sólo en una campaña agrícola, y que debería ampliarse a por lo menos 2 a 3 campañas, porque las variaciones de colores en los tubérculos, son altamente sensibles a la exposición al sol, lo que podría generar ligeros cambios de color y registros de caracteres distorsionados.

Se concluye, que existe una alta variabilidad del cultivo de oca en la cuenca Mito, respaldada en las diferentes características morfológicas identificadas tanto a nivel de tubérculos y de plantas, con valores de los descriptores muy variados.

Palabras clave: oca (*Oxalis tuberosa* Molina), variabilidad, caracterización morfológica, diversidad.

SUMMARY

The objective of this research was to contribute to the knowledge of the variability of the oca crop (*Oxalis tuberosa* Molina), in 5 high Andean communities of the Mito watershed, located in the Kichki district, province and Huanuco region; register the local peasant knowledge of the oca variability, through the registration of the local names of the varieties and the state of conservation of the crop; the structure of the variability present in the watershed; and finally, the comparison of the variability with that of the National Collection of Andean Tuberoses, conserved in the Andenes Agricultural Experimental Station, of the National Institute of Agrarian Innovation (INIA) Cusco.

The registration of local names was carried out during visits to nine farmers through open questions about the main characteristics of the samples collected. To inquire about the genetic erosion, questions were added oriented to the existence or not of loss of local varieties of ocas. To know the structure of the variability, tubers and plants of the total number of samples (accessions) collected in the Mito watershed were morphologically characterized. An analysis of clusters (clusters) at different distances was carried out, for the identification of different morphotypes and groups. Finally, the comparison of the variability of Mito's ocas and the ocas of the national collection consisted of the homologation of both collections, through 18 descriptors established by IPGRI (2001) and the subsequent analysis of main components.

As a result of the research, a total of 78 different local names were recorded on local knowledge. In relation to genetic erosion, it is inferred that there is loss of the diversity of ocas in the Mito watershed, manifested through a) the loss of varieties due to frost, the increase in pests and diseases, and b) the forgetting of the names of the varieties of ocas and the concern about this oblivion. It should be noted that this information is qualitative of a possible trend, but that we need to quantify and deepen. In relation to the structure of the variability, the accessions are grouped (considering arbitrarily established distances) according to certain characters, among the main ones are: the shape of the tuber, the predominant and secondary colors of the pulp, the distribution of the secondary color of the pulp (at the level of tuber characterization); the color of the petiole, the pigmentation

in the armpits of the stems and the habit of flowering (at the level of plant characterization). Finally, in relation to the comparison of the variability of the ocas of Mito and the ocas of the National Collection, a high variability was evidenced within both groups. It is important to point out that the morphological characterization was developed only in an agricultural campaign, and that it should be extended to at least 2 to 3 campaigns, because the variations of colors in the tubers are highly sensitive to sun exposure. that could generate slight color changes and distorted character registers.

It is concluded that there is a high variability of the oca crop in the Mito watershed, supported by the different morphological characteristics identified at both tuber and plant levels, with very varied descriptor values.

Key words: oca (*Oxalis tuberosa* Molina), variability, morphological characterization, diversity.

I. INTRODUCCIÓN

La región andina es uno de los 8 centros de origen y domesticación de plantas alimenticias (Vavilov, 1951) y el único de domesticación de tubérculos en el mundo (Tapia, 2000). Con la introducción de la agricultura “moderna” y los cultivos comerciales, sumados al deterioro del ambiente y factores antropogénicos, como lo son, las malas prácticas a nivel local; se está relegando el papel e importancia de los cultivos tradicionales, como en el caso de la “oca”, que es considerado por la FAO (1990) como un cultivo andino subexplotado en zonas rurales. La oca, es también considerada, un recurso alimenticio y cultural disponible y adaptado a las condiciones socioeconómicas del agricultor andino y del medio en el que se desarrolla, proporcionando seguridad alimentaria; además cuyo manejo y domesticación es milenario.

La clasificación campesina de la oca es de gran importancia, debido a que reconoce las principales características morfológicas del cultivo in situ, pero además contiene datos de la utilidad y propiedades de los tubérculos, así como datos de las adaptaciones agronómicas a diferentes suelos. Motivo por el cual, es importante registrar los nombres locales de las ocas in situ, para complementar y reforzar las demás caracterizaciones.

La erosión genética y la pérdida de conocimientos se traduce en la disminución de “variedades nativas”, antes cultivadas en las comunidades, repercutiendo en la reducción y el empobrecimiento de la oferta alimentaria (comunicación personal de Torres, 2007). Las áreas dedicadas al cultivo de la oca están disminuyendo con más rapidez de lo que se sospechaba, es necesario hacer estudios de los factores que afectan la diversidad y abundancia del cultivo, pues estos factores difieren por región (E. Emshwiller, et al. 2008).

La estructura de la variabilidad de este cultivo se basa en el carácter octoploide del mismo ($2n=8x=64$) que además a nivel morfológico, le concede una gran posibilidad de fenotipos, ejemplo de esto es la gran gama de colores de los tubérculos.

Existe un desconocimiento a nivel botánico - agronómico de la variabilidad de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) presente en la cuenca Mito. Aunque existe conocimiento por parte de la población local de la variabilidad que poseen, presentando un registro de los nombres locales de las variedades de oca. Sin embargo, se percibe una reducción y pérdida de la variabilidad de esta especie en la cuenca, producto de la probable erosión genética y cultural, que se expresa en la pérdida de variedades locales y en el olvido de nombres; que podría traer como consecuencia una disminución de la seguridad alimentaria en las comunidades locales de la cuenca Mito.

Por lo que en la presenta investigación se propone contribuir al conocimiento de la variabilidad de las tuberosas de los Andes Centrales: Huánuco. Caso: oca (*Oxalis tuberosa* Molina), en las comunidades andinas de la cuenca Mito, distrito Kichki, provincia y región Huánuco, mediante: 1) la elaboración de un registro de nombres locales campesinos de las variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Molina); 2) la elaboración de una línea base de variabilidad a nivel de primera aproximación con la finalidad de conocer el estado del proceso de erosión genética de esta especie; 3) la determinación de la estructura de la variabilidad de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) dentro de la cuenca Mito y 4) la comparación de la variabilidad existente en la cuenca Mito con la variabilidad conservada en el Banco de Germoplasma de Tuberosas Nativas de la Estación Experimental Andenes del INIA Cusco.

La comparación entre la variabilidad de las ocas de alguna localidad (en el caso de esta investigación, la cuenca Mito) y las del banco de germoplasma de la Colección Nacional de Tuberosas Nativas conservadas en la Estación Experimental Agraria Andenes en Zurite, INIA-Cusco, es de vital importancia, porque permite establecer comparaciones en base a un registro oficial, identificar nuevos registros y comprender la variabilidad relacionada con la distribución geográfica del cultivo.

Todo lo expuesto anteriormente, respalda que el conocimiento y caracterización de la variabilidad de oca es de importancia para aportar a la mejor conservación de este cultivo a nivel nacional.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. LOS ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Los ecosistemas de montaña se encuentran extendidos desde el ecuador hasta los polos y ocupan aproximadamente la quinta parte de la superficie de los continentes y las islas a nivel mundial. Éstos, más allá de sus características comunes como un relieve relativamente elevado (o una variación topográfica muy marcada) y fuertes pendientes, presentan una diversidad notable (Ives, Messerli y Spiess, 1997 en Figueroa, 2005). Se encuentran en todos los continentes y en todas las altitudes, desde la vecindad del nivel del mar (pie de monte) hasta el lugar más alto del planeta: la cumbre del Everest, Sagarmatha o Qomolangma, en la frontera entre Nepal y la región autónoma del Tíbet en China.

Se calcula que la décima parte de la humanidad recibe sustento directamente de las montañas, por eso son importantes, no sólo para quienes las habitan, sino para millones de personas que viven en tierras bajas. A escala mundial, el mayor valor de las montañas puede consistir en ser fuentes de origen de todos los grandes ríos del mundo y de muchos menores (Programa de las zonas montañosas, 1998 en Figueroa, 2006). Las montañas desempeñan un papel esencial en el ciclo del agua, al captar la humedad de las masas de aire, cuando el agua se precipita en forma de nieve se almacena hasta que se funde en primavera y verano, lo que es esencial para las poblaciones, los cultivos y las industrias tierras más abajo. En las regiones áridas y semiáridas, más del 90 por ciento de los caudales fluviales vienen de las montañas; incluso en la Europa templada, los Alpes, que ocupan sólo el 11 por ciento de la superficie de la cuenca hidrográfica del río Rin, aportan el 31 por ciento de su caudal anual, y en verano más del 50%. El agua de las montañas sirve también para generar energía hidroeléctrica, la mayor parte de la cual se utiliza en los valles. Los molinos de agua tienen una larga historia como generadores de energía en las regiones montañosas, principalmente empleados para moler el grano.

La madera procedente de las montañas tiene también muchos usos, en la construcción, productos de uso local (leña para la cocina), así como, cuando lo permiten las redes de carreteras, ferrocarriles o vías fluviales, para la exportación. Es importante observar, no obstante, que, aunque la deforestación en los bosques pluviales tropicales recibe más atención a nivel mundial, las mayores tasas de deforestación de cualquier bioma se alcanzan en los bosques tropicales de montaña: 1,1 por ciento anual. Las tasas de tala son particularmente elevadas en América central, África oriental y central, Asia sudoriental y los Andes (FAO, 1993 en Figueroa, 2005).

2.2. LAS MONTAÑAS: CENTROS DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Los ecosistemas de montaña son importantes como centros mundiales de diversidad biológica. La mayor diversidad de especies vegetales vasculares se da en las montañas: Costa Rica, Andes orientales tropicales, bosques atlánticos del Brasil, región oriental del Himalaya-Yunna, Borneo septentrional y Papua Nueva Guinea (Barthlott, Lauer y Placke, 1996). Otros centros importantes se encuentran en las montañas subtropicales áridas. Muchas de estas zonas de mayor diversidad biológica están declaradas parques nacionales o gozan de otro tipo de protección.

Nikolai Vavilov (1951), botánico ruso, estudioso del origen de las plantas, menciona la necesidad de buscar los orígenes de éstas en las regiones montañosas del mundo, especialmente las que se encuentran en zonas tropicales como son los Andes, la región Hindú Kush-Himalaya en Asia y de Etiopía en África (ver figura 1).

Para las condiciones de alta montaña existen ciertas especificidades de primer orden que tienen una influencia directa sobre su desarrollo: la inaccesibilidad, la fragilidad, la marginalidad y la diversidad (Jodha, 1992). Bandyopadhyay (1992) se refiere a las montañas, caracterizándolas mediante particularidades ambientales que pueden ser identificables en casos particulares de cualquier ecosistema de montaña, en el mundo¹.

¹ La universalidad de los ecosistemas de montaña, referida por Bandyopadhyay, puede ser particularizada con características reales y específicas, a cualquier ecosistema de montaña; como es el caso de la cuenca de Mito (presente investigación); pero también, se pueden identificar las particularidades y características de estos ecosistemas, en relación a una problemática, que podría afectarlos, como la de cambio climático. Un ejemplo de esto, fue desarrollado y se muestra en la figura 3, elaborado por Juan Torres (2011) a través

Además, las de las características universales, se suman a éstas, los matices y factores socioeconómicos, culturales, como puede verse en las figuras 2 y 3.



Figura 1: Centros de origen de las plantas cultivadas.

FUENTE: Vavilov (1951).

de una colaboración de Practical Action al Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC Perú y publicado en Gallardo, M. (2012).

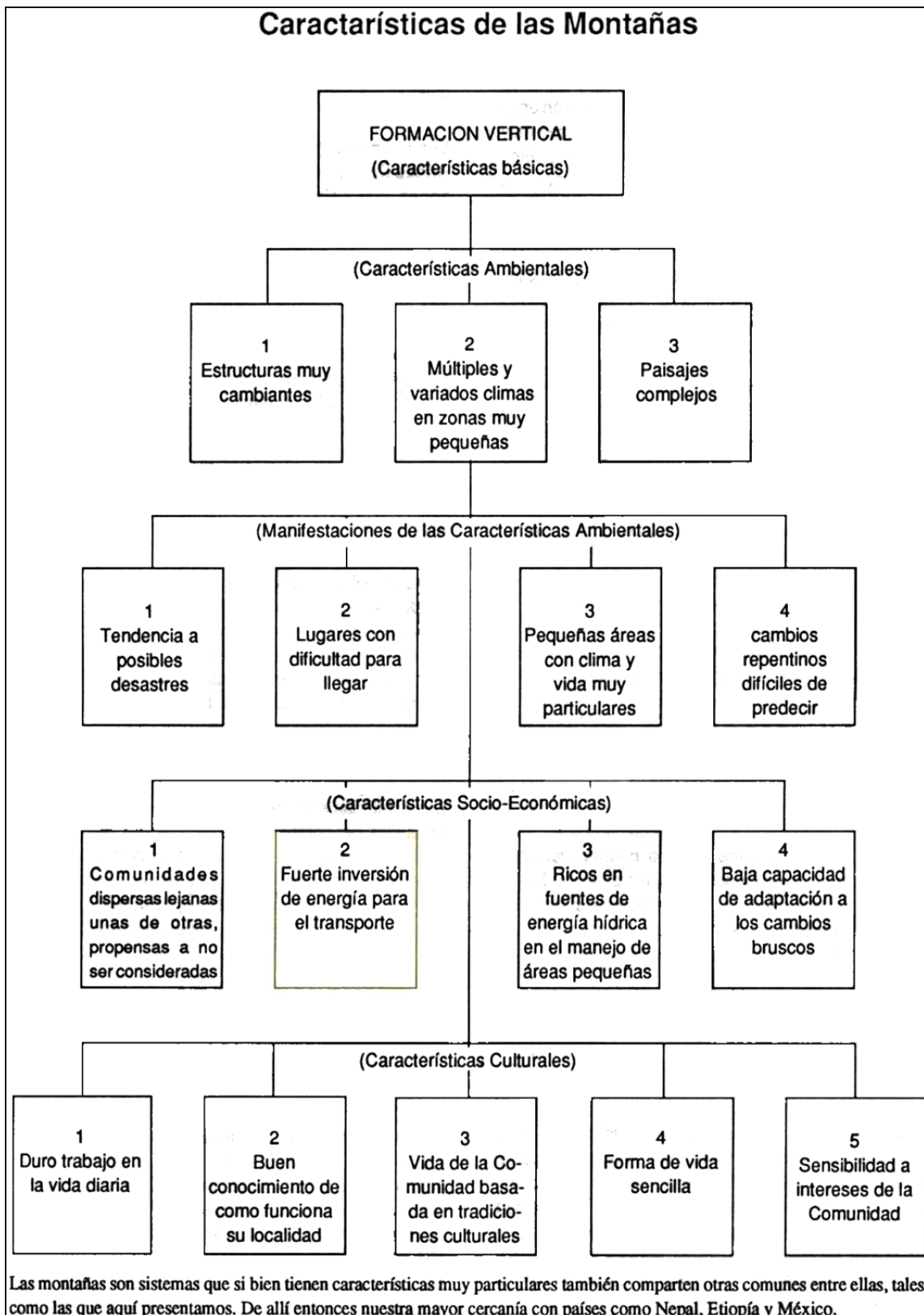


Figura 2: Características de las montañas.

FUENTE: Bandyopadhyay (1992).

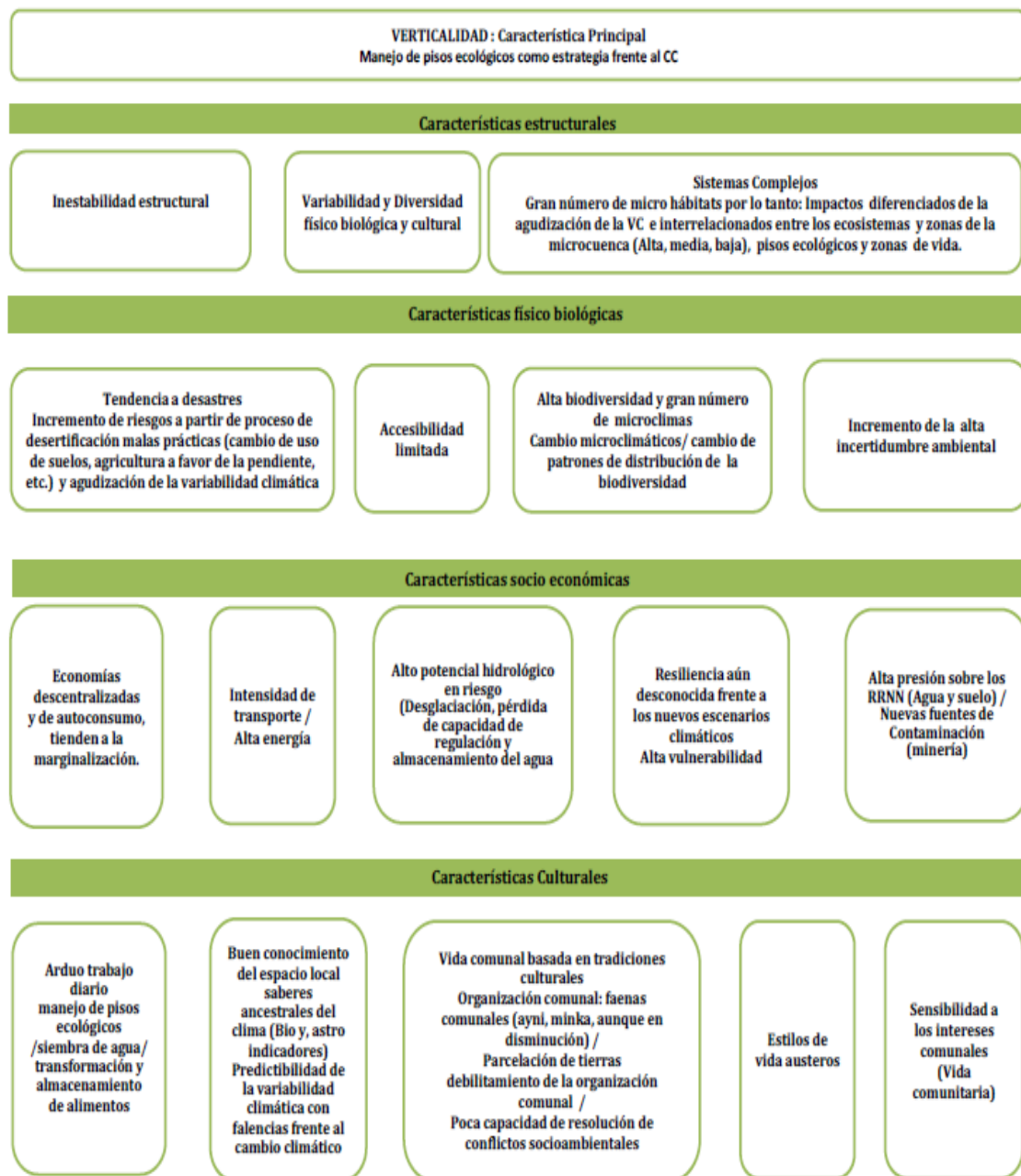


Figura 3: Características de los ecosistemas de montaña y el cambio climático.

FUENTE: Torres *et al.* (2011).

Las montañas andinas, en su amplio recorrido por el continente americano, abarca altitudes tropicales y subtropicales, con un alto gradiente de altitud, que varía desde el nivel marino hasta los 4000 metros sobre éste, lo cual ha dado como resultado también la formación de culturas tradicionales antiguas y de un gran arraigo al medio natural de los ecosistemas de montaña; muchos autores coinciden de las complicadas condiciones ambientales de la zona, en relación a las culturas existentes en las montañas, Oscar Blanco (1994) cita a Louis Baudib, quien definió las características especiales de la

cultura andina: "En primer lugar, tan negativo para el desarrollo de grupos humanos y menos para el desarrollo de grandes culturas y en segundo lugar: de gran proeza de quienes tuvieron valor y audacia para vencer todos los obstáculos y hacer de un ámbito totalmente inapropiado, lugares florecientes, con grandes poblaciones en buenas condiciones de salud". Y también, refiere que "Con la inteligencia indispensable para poderse anteponerse a la adversidad, los habitantes de los andes medios y altos entendieron que de la propia adversidad que podían sacar grandes beneficios, vieron que al contrario de las zonas llanas, que muchos de ellos pudieron haber conocido, de zonas más bajas donde habían ido a vivir o a sobrevivir, también la vegetación se mostraba tan variada como la topografía, el clima, los suelos, y otros factores productivos" (Blanco,1994).

2.3. LOS ANDES

Las montañas de los Andes se extienden a través de los 70° Sur de latitud a lo largo de la margen occidental de América del sur. Comprende una sección de 15000 Km. de cordillera del nuevo mundo. Tiene una longitud de 7250 km y cubren un área continua de masa de 2 millones de km². Se extiende desde la costa del mar Caribe en Venezuela y Colombia a una latitud de 11° Norte hasta la tierra del fuego, aproximadamente a 55° Sur (Gómez y Little,1984). La cordillera de los Andes presenta condiciones especiales con respecto a otras zonas de montañas alrededor del mundo. Dollfus (1991) en el libro, Territorios Andinos, Reto y Memoria, resalta que el número de combinaciones geosistémicas es muy superior al de una cordillera de latitudes medias como los Alpes y Fortiori, o de una cordillera de altas latitudes donde el hielo permanentemente homogeniza los medios naturales.

2.3.1. Los andes centrales

La región central de los Andes es la que presenta la mayor diversidad y variedad de ecosistemas. Incluye ecosistemas de tundra, desierto, sabana, selvas húmedas tropicales y punas, así como numerosas formaciones intermedias y únicas, sumado a la diversidad de ecosistemas está el gradiente de humedad que también es un factor fundamental en la diversidad de ecosistemas en los andes centrales (Gómez y Little, 1984). Los Andes centrales se extienden desde Cajamarca en Perú hasta Antofagasta en Chile y Catamarca

en Argentina. Las cadenas de Ecuador convergen en el nudo de Loja y continúan hacia el Perú, donde se forman tres cordilleras que se unen en el nudo de Pasco. La diferencia principal con los geosistemas ecuatoriales reside en la oposición entre una estación húmeda, más o menos larga y acentuada, y otra seca, a eso se agrega mayores variaciones térmicas mensuales de norte al sur (Dollfus, 1981). Según la CAF y el PNUD (1997), los andes centrales son un tramo duro de la cordillera con poco espacio agrícola, con miles de fronteras interiores, de quebradas angostas y profundas, donde los caminos serpentean interminablemente.

2.4. LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

La expresión "diversidad biológica" se emplea normalmente para describir la cantidad y la variedad de los organismos vivos que hay en el planeta. Se define en términos de genes, especies y ecosistemas que son el resultado de más de 3.000 millones de años de evolución. La especie humana depende de la diversidad biológica para su supervivencia. Por lo tanto, se puede considerar la expresión "diversidad biológica" como un sinónimo de "vida sobre la Tierra". El siguiente concepto vertido sobre biodiversidad es solo uno de los que existen en el contexto internacional: Solbrig (1991), en su Teoría General sobre Biodiversidad, la define como: "la propiedad de las distintas entidades vivas de ser variadas, por lo tanto, es una característica fundamental de los sistemas biológicos que se manifiesta en todos los niveles jerárquicos de organización desde moléculas hasta ecosistemas. Es también el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida".

Pero el concepto básico de la biodiversidad abarca toda la escala de organización de los seres vivos y los procesos que ocurren en las especies, como la mutación y la selección son los que determinan las características y la cantidad de diversidad que existe en un lugar y un momento dado; las diferencias a nivel genético, a nivel fisiológico, morfológico y etológico. Sin embargo, en el contexto conservacionista, el análisis de la biodiversidad está dado por la diversidad de especies, la variación interespecífica (entre especies) e interpoblacional (entre poblaciones de una misma especie) y la variación de biomas. En realidad, la medida de la biodiversidad depende de la escala a la cual se defina

el problema y ello involucra a todos en el estudio de los tipos de diversidad existentes ecosistemas, especies y genes.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA, "la diversidad biológica es la manifestación del ambiente, ecosistemas y especies de una nación incluyendo el material genético, que comprende a las estructuras bioquímicas, que forman la base molecular de la herencia y la especiación".

El Perú posee una diversidad biológica muy alta, debido, por un lado, a la corriente marina peruana que recorre las costas de sur a norte, hasta la latitud 6°S aproximadamente y por otro lado, a la cordillera de los Andes que corre paralelo al litoral, estableciendo una barrera geográfica a los bosques tropicales orientales. El rango altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 6767m en la Cordillera Blanca, la cordillera tropical más alta del mundo. Los climas tienen un rango muy variado que van desde tropical (55% del país), seco de estepa o desértico (14% del país), húmedo (9% del país), hasta boreal (9% del país) o frío de tundras y nieves perpetuas (13% del país) según el CONAM (2002).

2.5. LAS CULTURAS ANDINAS

La complejidad y características únicas de las montañas, han sido la base para el desarrollo conjunto de culturas andinas y amazónicas milenarias, habiendo, además de ser centros de diversidad biológica, también son centros de diversidad cultural, a la que Torres (2009) refiere como "Los Andes culturales" (ver figura 4). Las culturas andinas se organizan en comunidades campesinas tradicionales altoandinas, que han establecido su propia cosmovisión del entorno que las rodea desde tiempos inmemorables y definen las relaciones con el mismo, en base a la interacción o conversación que tienen con las señas de la naturaleza para la posterior toma de decisiones colectivas. Esta cosmovisión tiene tanto valor para las comunidades altoandinas tradicionales porque les permite tener saberes y prácticas coherentes a su entorno, en armonía con el mismo y lo que resulta en una cultura original, la cual ha permitido la conservación de los cultivos nativos (Revilla, 2006).

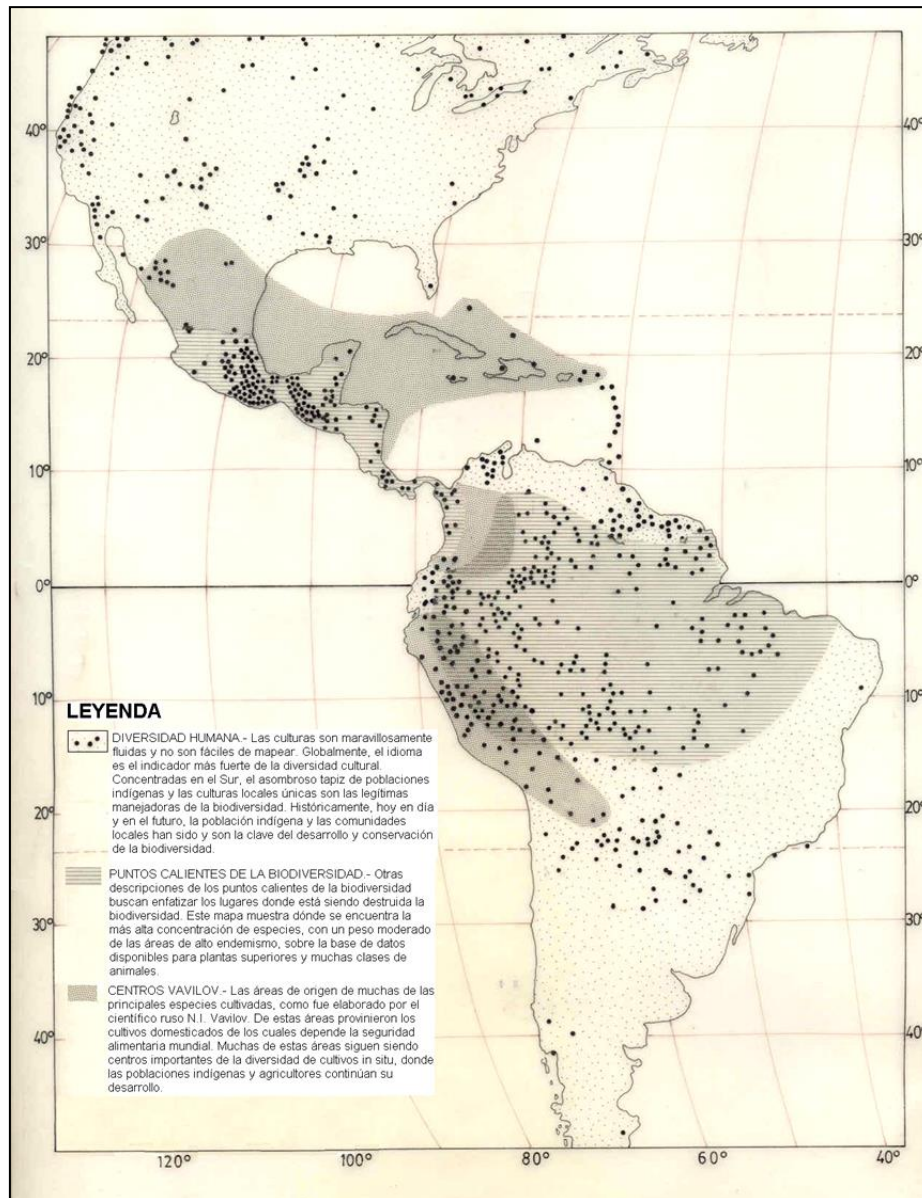


Figura 4: La diversidad de culturas “Los Andes culturales.

FUENTE: Torres (2009).

2.6. LA AGROBIODIVERSIDAD

La diversidad agrícola o agrobiodiversidad es un concepto que reúne lo relativo a la diversidad biológica para la producción agrícola y comprende los recursos genéticos de plantas y animales, los organismos del suelo, los insectos y otros organismos en ecosistemas manejados o agroecosistemas, y también los elementos de ecosistemas naturales para la producción de alimentos (CONAM, 2001). En consecuencia, sus componentes se refieren a los siguientes elementos:

- Especies de animales y sus formas o razas, incluyendo los peces y otras especies acuáticas.
- Los organismos del suelo en áreas de cultivo y que son esenciales para la fertilidad, estructura, cualidad, sanidad y los ciclos de nutrientes.
- Insectos, bacterias y hongos, de ocurrencia natural, que controlan las plagas y enfermedades de las plantas y animales domésticos.
- Los componentes y los tipos de agroecosistemas (sistemas de cultivos, paisajes, cultivos asociados, suelos, etc.) y que son importantes para la productividad.
- Recursos silvestres (flora, fauna, microorganismos) de los hábitats naturales y paisajes, que proveen servicios, como control de plagas y estabilidad de los ecosistemas, importantes para el desarrollo agrario.
- Los componentes culturales y conocimientos de los agricultores y pobladores rurales para el manejo de los recursos biológicos, como la diversidad de cultivos, los árboles, los suelos, los animales y otros relacionados con la producción de alimentos.

2.6.1. La agrobiodiversidad vegetal

Torres y Parra (2009) refieren que el Perú, como país andino, posee una gran agrobiodiversidad vegetal, registrándose al menos 128 especies de plantas domesticadas. También refieren, que el cultivo principal es el de papa, y que además los cultivos como la oca, olluco y mashua se encuentran distribuidos desde los 3 000 hasta más de 4 000 m.s.n.m. Estos cultivos llegan a poseer más de cien variedades con altos valores nutricionales, debido a que contienen gran cantidad de proteínas y bajas cantidades de grasas.

Mujica (1992) en Torres y Parra (2009:23), refiere que estos cultivos oca-mashua-olluco se encuentran asociados, siendo sus prácticas de cultivo muy similares, produciéndose en casi las mismas zonas agro-ecológicas y con requerimientos de suelos muy semejantes.

2.7. LA AGRICULTURA DE TUBEROSAS ANDINAS EN LOS ANDES

Morlon (1996), afirma que son dos tipos de agricultura las que se dan en los Andes: la agricultura de la papa y la del maíz; es dentro de la agricultura de la papa que se encuentra el conjunto de tuberosas que son consideradas asociadas a la papa o cultivos menores de ésta, como lo son la oca, la mashua y el olluco. Este autor considera que, la “Agricultura de tuberosas nativas andinas” es un sistema altamente especializado desarrollado en los valles y montañas con elevaciones entre 3300 and 4200 m.s.n.m. Este sistema está organizado para la producción de tuberosas que incluye siete especies de papa con alrededor de 3000 variedades caracterizadas mediante descriptores botánicos y en el caso de la oca, al menos 50 variedades descritas técnicamente. En las regiones naturales altas, denominadas Suni y Jalca, ubicadas entre desde los 3500 a 4000 msnm, es donde se desarrolla la agricultura de tuberosas y además se concentra la mayor diversidad de las mismas (Torres et al. 2007; Velasquez-Milla et al. 2011).

Otras características de las zonas con agricultura de tuberosas, son las de presentar clima frío, humedad, pendientes suaves, con una breve estación de lluvias y presencia de heladas en terrenos que están cubiertos por pastizales y de plantas de portes pequeños, achaparrados y pegados al suelo. La rotación de suelos o barbecho sectorial, es una agricultura de praderas de altura en las que la herramienta principal de trabajo es la chaquitacla y la rotación de periodos de cultivo se alterna con un número de años (que varía de acuerdo a las zonas) de descanso pastoreado.

2.8. EL CULTIVO DE “OCA” *OXALIS TUBEROSA* MOLINA

El cultivo de oca es el segundo más importante, sólo superado por el de la papa, y es después de ésta, el tubérculo más difundido en la región de los Andes (Tapia, 2007; Robles, 1981; León, 1964), aunque no sea conocido.

El cultivo de oca es ancestral, tan antiguo y milenario como el de la papa, del que es un cultivo asociado o cultivo acompañante lo que se refleja en la técnica de cultivo utilizada en los Andes denominada de rotación, en la que después del descanso de la tierra (por un

periodo de años que varía desde 2 a más años) siembran en la primera campaña papa, seguido de la siguiente campaña por el conjunto de cultivos de oca-mashua-olluco, como referencia Villagómez (2004):

“Kay hatun llaqtanchikpa hanay nin manta urayninmanmi tarpunchik maswayuq, ullkuyuq kuskata papa ollaska allpa kutiriyipi”

Lo que traducido al castellano quiere decir: *“En nuestro país, desde las punas a los valles la siembran junto al olluco y la mashua en el terreno que se cosechó papas”*.

Tapia (1981) dice que el cultivo de oca es de subsistencia y que ha sobrevivido de la extinción gracias a los agricultores conservacionistas que continuaron cultivándola para su autoconsumo.

En el Perú son pocas las investigaciones que se han desarrollado con respecto a la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y están centradas en el departamento de Cusco, en su mayoría. A pesar de la importancia alimenticia del cultivo de oca como de autoconsumo y la amenaza de erosión genética que reporta Holle (1984), ha habido pocos intentos o estrategias para conocer y/o conservar la diversidad, uno de ellos es el realizado por Arbizu en 1986 quien recolectó accesiones (denominación utilizada por los bancos de germoplasma) en varios lugares del territorio nacional y posteriormente estableció un Banco de Germoplasma ex situ en la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga de Ayacucho. En los Andes centrales de Perú, como es el caso de Huánuco, también se han desarrollado trabajos de caracterización de oca, liderados por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL) con el apoyo conjunto del Instituto de Desarrollo del Ambiente (IDMA-Huánuco). Por lo que, siendo Huánuco, uno de los departamentos con mayor número registrado de papas (*Solanum. spp.*), del cual la oca es un cultivo asociado, se estima que la diversidad sea alta. lo que permitirá optimizar la conservación de tan importante cultivo. Cabe destacar los trabajos de investigación que viene realizando, desde hace aproximadamente, 20 años, la Dra. Eve Emswiller, orientados a conocer la variabilidad, el origen y el proceso de domesticación del cultivo de oca en la región

andina, así como conocer e identificar las especies silvestres progenitores de la oca, a través de análisis detallados a nivel genético (uso de marcadores).

2.8.1. Manejo del cultivo de oca (*Oxalis tuberosa* Molina)

El manejo del cultivo de oca es anual y tiene varias etapas, las que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1: Secuencia del manejo del cultivo de oca (*Oxalis tuberosa* Molina).

Nombre de la actividad	Época y/o descripción
Arada	Al término de las lluvias.
Descanso	Inmediatamente después de la arada, con una duración de 4 a 5 meses.
Siembra	Luego del tumbado y deshecho de terrones y de la fertilización con estiércol de animal.
Deshierbo	Al primer o segundo mes de la siembra.
Primer aporque	Se realiza con la azada (instrumento de trabajo) cuando las plantas tienen 1 pie de altura.
Segundo aporque	También se realiza la eliminación de malas hierbas y es en esta época en la que aparecen las plagas y enfermedades.
Cosecha	A los 8 o 9 meses, con el inicio de las heladas (se reconoce por la coloración amarilla y porque el follaje se seca).

FUENTE: Elaboración propia, en base a observación directa e información brindada por los agricultores de la cuenca Mito.

2.8.2. Origen del cultivo de oca

La oca (*Oxalis tuberosa* Molina) es uno de los más antiguos tubérculos andinos (Popenoe *et al.*, 1989; Trognitz *et al.*, 1998) y se presume que su domesticación es, posiblemente, simultánea a la de la papa, teniendo como centro de origen el altiplano peruano-boliviano (Robles, 19891) por la gran cantidad de morfotipos que existen en la actualidad. Ver figura 4.

La oca es un cultivo conocido desde épocas muy antiguas, su presencia es observada en restos arqueológicos pre-incas en los tinajones o vasos ceremoniales de la cultura Tiawanaco que muestran dibujos de tuberosas nativas entre ellos la oca, perfectamente

identificables (Yacovleff, 1934) citado por (Del Río Cotrina, 1990). Del mismo modo se puede constatar que la oca fue un tubérculo importante en la época inca por el testimonio escrito y gráfico de cronistas como Garcilaso de la Vega, Bernabé Cobo (crónica “Historia del Nuevo Mundo”), Vicente Valverde (quien dentro de sus escritos de la época colonial, refiere a un producto de la oca llamado “cavi” o “caui”: “...es una raíz que pasada es como higos desas partes...” y Guamán poma de Ayala escribe entre 1615 y 1620 “El Primer Nueva Crónica y Buen Gobierno” en el que señala la permanencia de la oca debido a que los españoles la destinaron para alimentación exclusiva de los “indios” (Tapia, 1981; Yacovleff, 1934 citado por Del Río Cotrina, 1990).

2.8.3. Distribución geográfica del cultivo de oca

La oca (*Oxalis tuberosa* Molina) se encuentra distribuida a lo largo de todos los Andes de América del Sur (desde Venezuela hasta Chile y Argentina), en un rango altitudinal que va desde los 2 800 a 4 000 msnm. Actualmente, se cultiva también en otros países como, por ejemplo, Nueva Zelanda. Es una planta cultivada desde épocas prehispánicas en la región andina. También, se han encontrado restos en numerosas tumbas de la costa. Se desconocen la forma silvestre de la oca, pero existen parientes silvestres en los Andes (Brack, 1999).

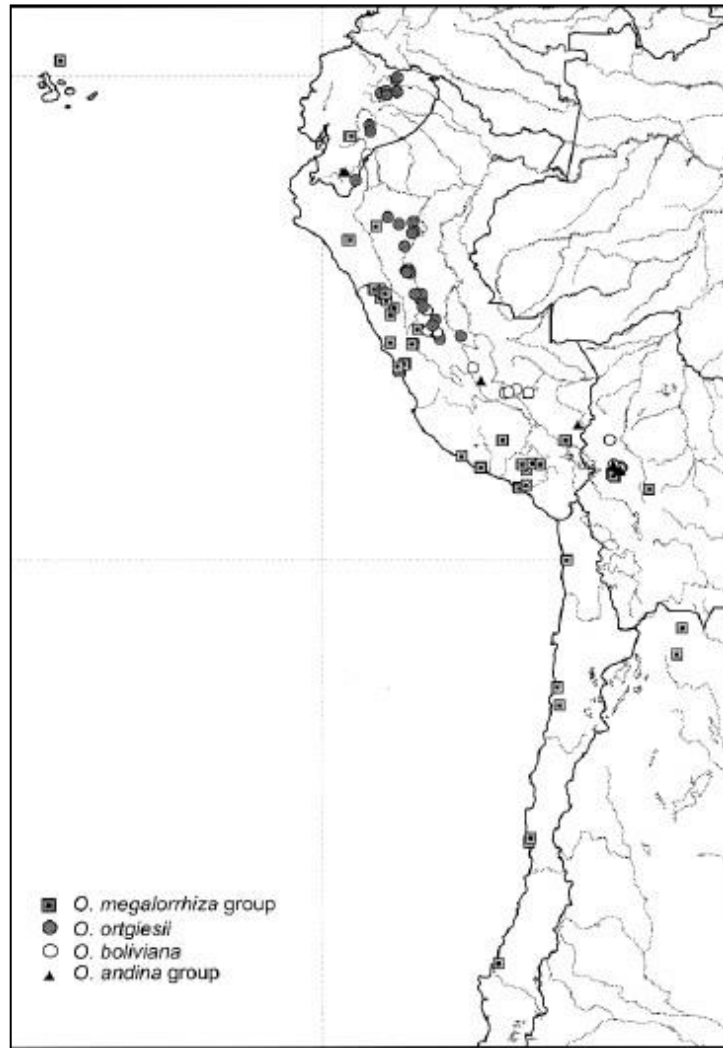


Figura 5: Distribución biogeográfica de “Oxalis tuberosa Alliance” que indica el origen y distribución de la oca en el altiplano peruano-boliviano y su extensión, basado en los parientes silvestres.

FUENTE: Emswiller (2001).

2.8.4. Citología y ploidia de la oca

Existen diversos registros sobre la ploidia de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) que van en orden cronológico desde $2n=63, 68$ y 70 (Kostoff, 1935); $2n=66$ (Cárdenas y Hawkes, 1948; Marks, 1956), lo que indica una alta poliploidia, teniendo como número básico $x=7$ (Robles, 1981); sin embargo, Darlington y Wylie (1945) en Marks (1956) y citados por Del Río Cotrina en 1990, refieren que los números básicos serían $x=5,6,7,9$ y 11 . Gibss (1978) indica que el número varía entre $2n=58$ a 66 ; Azcue y col. (1990) reporta $2n=8x=64$ para 10 diferentes cultivares de *O. tuberosa* “oca” colectados en Perú y no encontró

variación en el número cromosómico del material evaluado. Asimismo, Cárdenas (1969) refiere a la oca (*O. tuberosa*) como uno de los poliploides más altos en su género. Sin embargo, en la actualidad los estudios realizados por Pissard (2008) y Emshwiller & Doyle (2002) reafirman lo establecido por Azcue (1990) que *O. tuberosa* es un octoploide con un origen poliploide (aloploide) y de varios progenitores morfológicamente similares de oxalis encontradas en los Andes denominados “*Oxalis tuberosa* Alliance” y que dentro de este grupo es el único octoploide conocido con un número cromosómico raro de $2n=8x=64$.

2.8.5. Importancia y usos de la oca

La Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) es el segundo tubérculo que más se cultiva y cosecha, después en importancia que la papa, en los Andes. Su condición de rusticidad, rendimiento y sabor agradable le confieren importancia como uno de los alimentos más apreciados de las poblaciones andinas. El soleado de 2 a 3 semanas de las ocas hace que se acentúe el azúcar dándole un sabor agradable para la preparación de los tubérculos desde sancochados para acompañar los desayunos y almuerzos (juntamente con papa) hasta la preparación de mazamorras mezcladas con leche (como los famosos “*Apis*” en Puno) y la preparación de khaya que sería el equivalente al tokosh (o papa podrida), es común la preparación de sopas, saltados con oca, lo que le concierne un potencial más para incrementar su difusión. En la actualidad, se ha experimentado la preparación de néctares, harina y licores a base de oca.

2.8.6. La domesticación y parientes silvestres de la oca

La domesticación es un proceso de evolución orgánica que resulta de la interacción de plantas y animales con el hombre, quien realizó la selección en base a ciertos requerimientos; como la selección artificial que a largo plazo produce cambios morfo-fisiológicos y de comportamiento natural en las especies seleccionadas, produciéndose una estrecha dependencia del hombre para la total supervivencia de dichas especies domesticadas (Casas y Valiente, 1995; en Torres y Parra, 2009:7).

Los parientes silvestres, según Torres y Parra (2009) constituyen un eslabón fundamental en el proceso de intercambio genético que garantiza la continuidad de la variabilidad de los cultivos nativos andinos, además de suma importancia para la seguridad alimentaria no sólo de Perú, sino de la humanidad.

La importancia de los parientes silvestres y su rol en la conservación de la agrobiodiversidad se debe al que es frecuente el flujo de genes entre poblaciones silvestres y plantas domesticadas en las áreas donde coexisten, y que tal flujo enriquece la variedad de plantas cultivadas (como en el caso de la oca). En las regiones consideradas centros de origen de la domesticación, como son las regiones andina y mesoamericana, existen poblaciones de parientes silvestres en interacción con las plantas domesticadas y resulta urgente identificar tales parientes, evaluar su estado actual, para diseñar acciones en miras a su conservación (Casas y Parra, 2007; en Torres y Parra, 2009:31).

En el caso particular del cultivo de oca, Tapia & Arbizu (1992) señalan que la domesticación de este cultivo oca sucedió en la región central del Perú y en la región norte de Bolivia, donde se encuentra la mayor diversidad de formas cultivadas y silvestres.

Respaldando esto, Torres y Parra (2009:62) refieren el registro entre 2001 al 2005, de 30 parientes silvestres potenciales para el cultivo de oca², distribuidos en los departamentos de Huancavelica, Huánuco, Cajamarca y Piura. Destacando que el 66.67 por ciento del total de registros se ubicaron en los departamentos de sierra central Huánuco y Huancavelica (ver Tabla 2).

² El registro de los 30 parientes silvestres de la oca, es parte del inventario de parientes silvestres de los cultivos asociados y con clasificación campesina realizado dentro del Proyecto In situ, durante los años 2001 al 2005, en los ámbitos de acción de la Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes-CCTA. Los demás registros de otros parientes silvestres de otros cultivos, pueden verse en la publicación Los Sachas de Torres y Parra (2009), disponible en versión digital en http://www.ccta.org.pe/uploads/X1cyj7_intranet_proyectos/sachas.pdf

Tabla 2: Parientes silvestres potenciales para el cultivo de oca

Cultivos	Piura	Cajamarca	Huánuco	Huancavelica	Total
Oca	5	5	7	13	30
Porcentaje	16.67	16.67	23.33	43.33	100
Porcentaje sierra central (Huánuco y Huancavelica)				66.67	

FUENTE: Elaboración propia en base a Torres y Parra (2009:63).

Otras investigaciones, identificaron dos taxas de tubérculos silvestres que son posibles progenitores: *Oxalis picchensis* R. Knuth (sur peruano) y el otro taxón aún sin denominación procedente de Bolivia (Emshwiller & Doyle, 2002). Sin embargo, estudios más recientes, sugieren que el taxón silvestre sin denominación y *O. chichigastensis* encontrado en noroeste argentino, son en realidad, los mejores candidatos como donadores de genoma para la poliploidia de *O. tuberosa*, por lo tanto, podrían considerarse progenitores de la oca, con mayor soporte (ver figura 6).

Específicamente en la parte alta de la cuenca Mito, distrito Kichki en Huánuco, zona de estudio de la presente investigación, se registró en el 2002³, una especie de pariente silvestre de la oca, conocida como “Chullo” posteriormente determinada como *Oxalis san-miguelli* Knuth por la Dra. Graciela Vilcapoma. Además de haberse descrito para Huánuco a *Oxalis huanuquense*, como sufrútice endémico de la zona, siendo posible que algunas de las especies observadas en la cuenca Mito, puedan corresponder a esta especie (Torres y Parra, 2009).

³ El registro de los parientes silvestres en la cuenca Mito en Huánuco, se realizó, en el marco del proyecto In situ, entre los meses de abril a noviembre del 2002, en las localidades del Fundo Chilcapata (3600 msnm) y Huanca (3 900 msnm a 4 050 msnm) en la comunidad Huayllacayán. Nótese que esta comunidad también es considerada dentro de la presente investigación, y aunque no se registraron parientes silvestres, ambas investigaciones aportan al conocimiento e importancia de la variabilidad de ocas en la cuenca Mito.

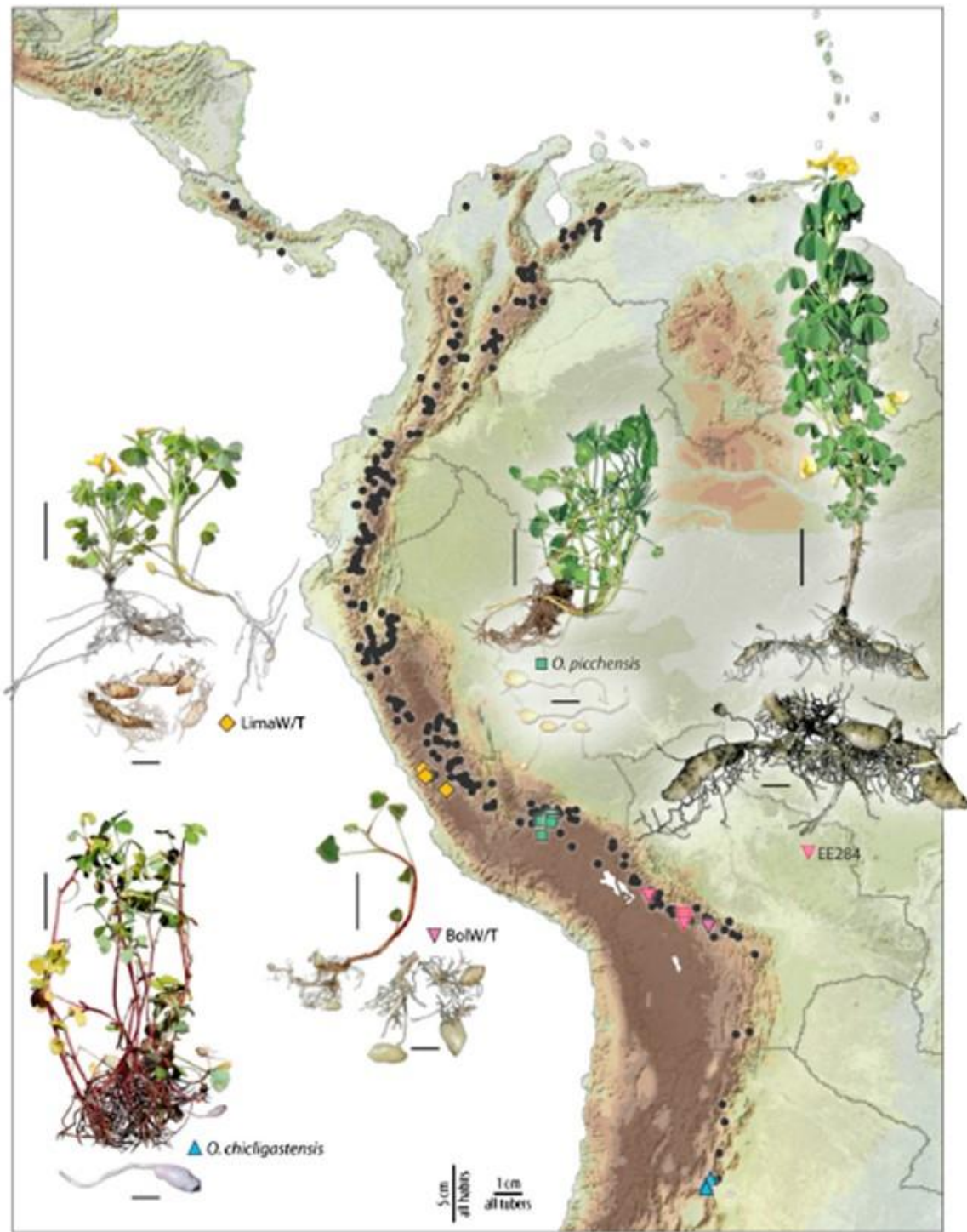


Figura 6: Mapa de distribución de los cuatro tazones silvestres conocidos de oca, incluyendo el rango de distribución de la Alianza Oxalis tuberosa (figura anterior).

FUENTE: Emshwiller (2001).

2.8.7. Los sistemas de clasificación campesina de la oca

Durante el Seminario Taller “Experiencias institucionales del Proyecto in situ en la caracterización de los cultivos nativos⁴”, realizado en mayo 2004, se presentaron algunos alcances y reflexiones en relación a la caracterización de la oca en campo, dentro de los sistemas de clasificación campesina. Entre las principales reflexiones tenemos:

- La clasificación y caracterización campesina de las ocas, reconoce principalmente (al igual que en el cultivo de papa) la forma de la planta, la forma de las hojas, el hábito de crecimiento, el color de la flor, la forma del tubérculo, el color del tubérculo, el tamaño del tubérculo y finalmente, las pigmentaciones en la piel (ARARIWA, en memorias del taller).
- La clasificación campesina además, reconoce otras características como las zonas de producción y la adaptación de los cultivos a zonas agroecológicas.
- La productividad y la calidad de los tubérculos expresado en sabor y contenido de materia seca (CESA y ARARIWA, en memorias del taller).
- El periodo vegetativo.
- El comportamiento frente a factores ambientales.

2.8.8. La erosión genética del cultivo de oca

La erosión genética está definida según el IPGRI (1996) como la pérdida de diversidad genética entre y dentro de poblaciones a través del tiempo o la reducción de la base genética de una especie. Sevilla y Hole (2004) en Figueroa (2006) denominan así a la pérdida gradual de la diversidad genética, teniendo estos dos componentes principales: cantidad y frecuencia de las especies y diversidad dentro de las especies.

En los años 50 surgió la preocupación por la disminución y/o desaparición de la variación genética de plantas cultivadas en sus mismos centros de origen, proceso al cual se denominó erosión genética (Frankel, 1973) influenciada en su mayoría por la

⁴ Se trató de un taller realizado dentro de las actividades del Proyecto de Conservación in situ de cultivos nativos y sus parientes silvestres PER/98/G33, con el objetivo de definir una metodología estándar para caracterizar los cultivos nativos que se siembran en chacra de los agricultores a nivel del proyecto.

desaparición de los clones silvestres debido al éxito del mejoramiento genético que eliminaba aquellas variedades de menor rendimiento, productividad y calidad sumado a la extensión de las prácticas de agricultura occidentales que propiciaron la intervención en zonas naturales donde se hallaban los parientes silvestres de las especies, afectando la relación especie cultivada – especie silvestre.

Particularmente, Holle (1984) reporta que el cultivo de oca, al igual que otros cultivos en el mundo se encuentra en peligro de erosión genética, que puede llevarla a la pérdida irreversible de su diversidad, como consecuencia de: a) reemplazo del cultivo de oca por otros cultivos con mayor rendimiento y más comerciales y b) abandono de su consumo por parte de la población de los Andes. Adicionalmente, Tapia (1981) menciona que existen otros factores que ocasionan la erosión genética de tuberosas nativas: c) la introducción de nuevas costumbres alimentarias (lo que genera nuevas necesidades de productos) y d) la introducción de técnicas agrícolas externas (uso de pesticidas, de arado con bueyes, etc.).

Finalmente, Velásquez-Milla (2011) refiere que a pesar de la importancia de las tuberosas nativas para la cultura de los campesinos andinos de tierras altas, se han documentado signos de erosión genética en ambos niveles de especies e intra-específico, en varias zonas de los Andes; y que este proceso parece haber sido especialmente drástico durante las últimas tres décadas. Los riesgos asociados a la pérdida de variedades identificados son:

- Cambios no favorables en los contextos ecológicos y socio culturales en el uso y manejo de las tuberosas.
- Una marcada asimetría en la riqueza de variedades manejadas por los agricultores en sus predios.
- Un alto número de variedades únicas manejadas por uno o pocos agricultores.

2.8.9. La estructura de la variabilidad de la oca

Entre las primeras dificultades para poder conocer la variabilidad de la oca en nuestro territorio, ha estado la falta de un método único y adecuado para la identificación de accesiones (colectas) diferentes. La clasificación del material dentro de bancos de

germoplasma se ha venido realizando mediante la evaluación de caracteres morfológicos como el color y la forma de los tubérculos y el tamaño de la planta y el color del follaje y tallos, que si bien es cierto son características fáciles de evaluar, pueden estar influenciados y modificados por acción del ambiente y la subjetividad de quien caracteriza. También la falta de criterios estandarizados uniformes al momento de colecta y codificación de tubérculos de oca ha creado momentos de desinformación.

El estudio de isoenzimas es una alternativa y técnica que ha demostrado ser de gran utilidad en muchos cultivos, que se basa en la detección de isoenzimas mediante electroforesis (Tanksley y Col., 1983 citado en Del Río Cotrina, 1990) por ser éstas de diferentes formas moleculares y con las mismas propiedades catalíticas que a su vez son codificadas por pocos genes que muestran genotipos diferentes por cada variante genética, lo que permite diferenciar la variabilidad intraespecífica. En el campo genético las técnicas han ido también evolucionando y en la actualidad se están utilizando marcadores AFLPS para los análisis de variabilidad y para establecer los progenitores del cultivo de oca; a la vanguardia de estos estudios se encuentra la Dra. Emswiler quien recolecta muestras de oca de toda la región andina.

Sin embargo, los estudios genéticos aún siguen teniendo un costo elevado y es de limitado acceso para la mayoría de jóvenes investigadores, por lo que el desarrollo de técnicas de evaluación morfológica es otro componente importante para los estudios de cualquier cultivo. En el caso de la oca, se comenzaron a desarrollar un tiempo después de las evaluaciones de papa, los descriptores morfológicos y es el IPGRI (2001) que logra estandarizar un método de caracterización morfológica compuesta de 18 caracteres en las dos etapas del ciclo de la oca (11 descriptores para los caracteres de planta y 7 descriptores para los caracteres de tubérculo).

2.9. LA CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN PERÚ

Los trabajos de mejoramiento genético de plantas en general han sido posibles por la gran variabilidad encontrada dentro de las especies, que son aportadores de caracteres deseados y se las ha definido como recursos genéticos, incluyendo los genes de especies

cultivadas y especies silvestres (Krarup, 1984; Holle, 1984).

Figuroa (2006) refiere que la conservación de los recursos genéticos, es el proceso que retiene activamente la diversidad del conjunto genético para su uso actual o futuro, existiendo dos tipos de conservación: ex situ e in situ (consideradas como estrategias).

Sin embargo, cabe resaltar que una visión más amplia y ecológica de los recursos genéticos cultivados y su conservación incluye pues, no sólo alelos y genotipos de diversas poblaciones de cultivos, sino también a los parientes silvestres, a los depredadores, las enfermedades y a los sistemas de conocimientos agrícolas y prácticas asociadas con la diversidad genética (Altieri y Merrick, 1978, mencionados por Brush, 2000; en Torres y Parra, 2009).

2.9.1. Conservación ex situ de la oca

Tapia (1999) en Figuroa (2006), manifiesta que la conservación ex situ surge por la necesidad de conservar la diversidad genética, pero fuera de los campos de cultivos, a través de la recolección, la descripción y la conservación bajo condiciones naturales de ésta en los bancos filogenéticos de trabajo o en almacenes especiales refrigerados, llamados bancos de germoplasma. En 1974, se estableció el Consejo Internacional para los Recursos Filogenéticos “IBPGR” (IPGRI, en la actualidad)⁵. Además, Velasco en Knudsen (2000) refiere que en Perú, desde la década del 70, las actividades de recolección, conservación, caracterización, evaluación y documentación de recursos fitogenéticos han sido ejecutadas por diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales; entre ellas el INIA, que es el organismo oficial encargado de coordinar estas actividades a través del Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología (PRONARGE), creado en 1986. También refiere (2000) que en Perú se mantiene 56 336 accesiones de 104 especies domesticadas, de las cuales el INIA conserva, bajo condiciones ex situ, alrededor de 18 500 accesiones de 100 especies, una de ellas, la oca.

⁵ Estas acciones respondían a la necesidad urgente de salvar los recursos genéticos de plantas cultivadas, especialmente de los denominados “Centros Vavilov de biodiversidad”, uno de ellos la región andina.

En cuanto a la conservación ex situ de la oca, Knudsen (2000) reportó un total de 4680 accesiones de ocas (4677 variedades cultivadas y 3 parientes silvestres) almacenadas en un total de 10 instituciones (centros de investigación, universidades) a nivel nacional (ver tabla 2). Cabe destacar que, la institución con la mayor cantidad de accesiones de ocas es el INIA, a través de sus Estaciones Experimentales en departamentos andinos, que contenían el 70.19% (3285) de todas las accesiones a nivel nacional. En el año 2000 se reportaron un total de 1075 accesiones almacenadas en la Estación Experimental Agraria Andenes del INIA en Cusco (22.97% del total de accesiones reportadas); y que esta colección nacional, es la que se toma como referencia para la comparación de variabilidad en la presente investigación. Sin embargo, para la campaña agrícola 2007-2008, esta colección contaba con 1621 accesiones procedentes de varios ámbitos andinos del país, y que es la principal referencia comparativa para todos los análisis realizados en esta investigación.

Tabla 3: Total de registros de accesiones de oca en Perú en el año 2000

Centro de investigación	Ubicación	Especie cultivada (<i>Oxalis tuberosa</i>)
El Centro Internacional de la Papa – CIP	Lima	238 variedades tradicionales de Argentina (41), Bolivia (74), Chile (7), Perú (116). 3 especies silvestres de Perú (3)
Estación Experimental Agropecuaria La Molina, INIA, PRONARGEB	Lima	1483 de Perú
Estación Experimental Andenes, INIA	Zurite, Cusco	1075 variedades tradicionales de Perú
Estación Experimental Baños del Inca, INIA	Cajamarca	707 variedades tradicionales de Perú (700), Bolivia (7)
Estación Experimental Canaan-Huamanga, INIA	Ayacucho	85 variedades tradicionales / variedades mejoradas de Perú
Estación Experimental Illpa-Puno, INIA	Puno	246 variedades tradicionales de Argentina (3), Bolivia (7), Perú (236)
Estación Experimental Santa Ana, INIA	Huancayo, Junín	396 variedades tradicionales de Perú
Instituto de Desarrollo del Medio Ambiente	Huánuco	12 variedades tradicionales de Perú
Universidad Nacional del Altiplano (UNAP)	Puno	145 accesiones
Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC/CICA)	Cusco	920 especies silvestres / variedades tradicionales / variedades mejoradas de: Bolivia (10), Perú (912)
Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias	Ayacucho	80 variedades tradicionales
Total accesiones al año 2000		4680

FUENTE: elaboración propia en base a Knudsen (2000).

El Centro Internacional de la Papa – CIP, considera a los cultivos de oca (*Oxalis tuberosa* Molina), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas), como los más importantes asociados al cultivo de papa, para la seguridad alimentaria en los Andes (información del portal web institucional). Sin embargo, la oca no es un cultivo priorizado y las investigaciones que se han realizado han sido principalmente dentro de la temática de nutrición (aportes y contenidos).

El Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, cuenta con una red de 13 Estaciones Experimentales ubicadas en las regiones andina, costera y amazónica del país. Además posee 24 Bancos Nacionales de Germoplasma con una colección de 148 especies de cultivos y 11 530 accesiones. El INIA ha caracterizado la mayoría de dichas colecciones, lo que constituye un enorme aporte de información al integrarse con las accesiones de conservación in situ que realiza en 45 comunidades campesinas. Además El INIA cuenta con un Programa Nacional de Investigación de Recursos Genéticos y Biotecnología. Cabe resaltar que el año 1985 se crea el INIA Cusco cuyo primer director fue el Ing. Hernán Cucho, iniciando sus trabajos, oficialmente con la denominación INIA Cusco en 1993.

La Estación Experimental Agraria Andenes de INIA en Cusco, en sus inicios y hasta 1975, funcionó como la Sub Dirección de Investigación Agraria del Ministerio de Agricultura, cuyo campo experimental estuvo Instalado en el distrito de Taray con una extensión de 17 ha, donde se conducía experimentos preferentemente de cereales. A partir de 1979, se crea el Centro Regional de Investigación Agraria Cusco, (CRIA IV - Cusco), dependiente del CRIA Regional Arequipa y se le asignan los anexos de Andenes en el distrito de Zurite (Anta) con 50 ha y el anexo de Pilcopata con 80 ha.

La Estación Experimental Agraria Andenes está ubicada en el departamento Cusco, en la provincia Anta, distrito Zurite. Sus coordenadas geográficas son: latitud 13° 25', longitud 72° 18', y su altitud es de 3 391 m.s.n.m. La Estación Experimental limita con el Fundo Chinchaypuqyo (Norte), con la comunidad de Huarcoondo (Este), con el Fundo Ancachuro (Sur Este), con el Fundo Huaylla y la Comunidad de Zurite (Sur) y con la comunidad de Zurite (Oeste). Las temperaturas reportadas para la Estación, son la máxima promedio anual de 12.5°C y la mínima promedio anual de 8.5°C, además 88 mm de precipitación promedio anual.

La Estación Experimental Agraria Andenes en Zurite, Cusco, reportó un total de 1621 accesiones de ocas para la campaña agrícola 2007 – 2008, además de estar caracterizadas morfológicamente al 100% esta colección es considerada como la colección nacional de tuberosas andinas más importante del país.

2.9.2. Conservación in situ de la oca

Este tipo de conservación considera la manutención del germoplasma de cultivos en su mismo ambiente o lugar donde se adoptó, luego de largos periodos de selección por parte de los campesinos y bajo los rigores de la naturaleza (Blanco, 1993; en Figueroa, 2006). De acuerdo al Convenio de Diversidad Biológica (Naciones Unidas, 1993), se entiende como la conservación de los ecosistemas y sus hábitats naturales, así como el mantenimiento y recuperación de poblaciones de especies en sus medios naturales. Para el caso de las especies cultivadas, ésta se realiza en los hábitats donde las especies cultivadas han desarrollado sus propiedades distintivas. Adicionalmente, a la conservación in situ también le concierne, aparte de las relaciones ecológicas, los conocimientos y prácticas culturales, elementos que son difíciles de cuantificar y que suelen variar con el tiempo (Brush, S., 2000, en Torres y Parra, 2009).

Una de las experiencias más importantes en conservación in situ, fue el Proyecto de Conservación in situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres, el cual se implementó del 2000 al 2005, y que fue una iniciativa interinstitucional entre el Fondo Mundial para el Medio Ambiente, la coordinación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la participación de instituciones nacionales, como el INIA, la Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes (CCTA), el Proyecto Andino de Tecnologías Andinas (PRATEC), el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), el CESA y la Asociación Arariwa. Este proyecto tuvo como objetivo general la conservación de las variedades de cultivos nativos y sus parientes silvestres dentro de agroecosistemas productivos; priorizando un total de 11 cultivos, así como los cultivos asociados de los mismos, entre ellos la oca (asociado a la papa).

Otra experiencia importante, es el Programa para la Innovación y Competitividad del Agro Peruano PIEA-INCAGRO, que un programa de inversión pública del Gobierno Peruano, que forma parte del Pliego Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA y del Sector Ministerio de Agricultura. El Programa se puso en marcha en el año 2001 y fue diseñado para ser ejecutado en un período de 12 años. Este programa tiene como objetivo, el de contribuir al establecimiento de un sistema moderno de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo del sector agrario, descentralizado, plural, orientado por la demanda y liderado por el sector privado, con el propósito de incrementar la rentabilidad y mejorar la competitividad del sector, mediante la generación y adopción de tecnologías sostenibles y ambientales seguras. La presente investigación se enmarcó dentro de este programa.

En el marco del Proyecto in situ y del Programa INCAGRO, Velásquez-Milla (2011) documenta, que durante cuatro ciclos (campañas agrícolas) del 2001 al 2005, se registraron un total de 240 variedades diferentes del cultivo de oca en la cuenca Mito, Huánuco.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. La cuenca de mito

La cuenca Mito (o la “cuenca de barro” por la traducción de la palabra quechua “mito” al castellano) tiene un área de 4 266 has, con altitudes que van desde los 3 100 hasta los 4 300 m.s.n.m., está compuesta por tres subcuencas: Ragra cancha, Ingenio y Guellaymayo. La cuenca de Mito se encuentra entre 09°52’00” latitud S y 76°26’00” longitud W (IDMA, 2001). Ver tabla 4 y figura 7.

La presente investigación del cultivo de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) se llevó a cabo en 5 comunidades altoandinas: Callancas, Huayllacayán, Rodeo de Margos, Santa Rosa de Monte Azul y San Juan de Tingo, ubicadas dentro de la cuenca Mito, en el distrito Kichki, provincia y región Huánuco. Ver tabla 5 y figura 8.

Tabla 4: Rango altitudinal de la cuenca de Mito y subdivisión

Cuenca	Subdivisión	Extensión (ha)	Rango altitudinal (msnm)
Mito	Subcuenca Ragra cancha	2 134	3 300 – 4 300
	Subcuenca Ingenio	1 066	3 200 – 4 300
	Subcuencas Guellaymayo	1 066	3 100 – 4 300
	Total	4 266	3 100 – 4 300

FUENTE: Velásquez (2009).

Tabla 5: Comunidades altoandinas tradicionales y su ubicación dentro de la cuenca Mito, región Huánuco

Nombre de la comunidad	Ubicación
Callancas	Microcuencas Ragra cancha
Huayllacayán	Microcuenca Ragra cancha
Rodeo de Margos	Microcuenca Ragra cancha
San Juan de Tingo	Microcuenca Ragra cancha
Santa Rosa de Monte Azul	Microcuencas Ingenio y Guellaymayo

FUENTE: CCTA (2007).

3.1.2. Características físico biológicas de la cuenca mito

La cuenca Mito posee la más alta extensión de zonas de cultivos de la región Huánuco, debido a la relativa cercanía con la capital departamental, la ciudad de Huánuco y la influencia de una ruta de acceso (carretera en su mayoría no asfaltada, solamente el tramo inicial hasta el centro arqueológico de Kotosh) que cuenta con un número permanente de vehículos en circulación que atraviesa toda su extensión (Gallardo & Felipe, 2001). La circulación de vehículos presentó (durante el tiempo de la investigación) un ligero incremento, debido a las exploraciones mineras que se comenzaron a desarrollar camino a Tantacota, atravesando la misma ruta que lleva a la cuenca (observación directa).

3.1.3. La cobertura vegetal

En cuanto a la cobertura vegetal, la cuenca Mito presenta los siguientes tipos de cobertura: zonas de cultivos (5 145.1 ha) que representa el 30% del área total, pastizales (1 596.0 ha), matorrales (6 028.7 ha), bosques (1 947.1 Ha), además existen lagunas (16.5 ha) dentro de la extensión de la cuenca (Gallardo y Felipe, 2001), ver figura 9.

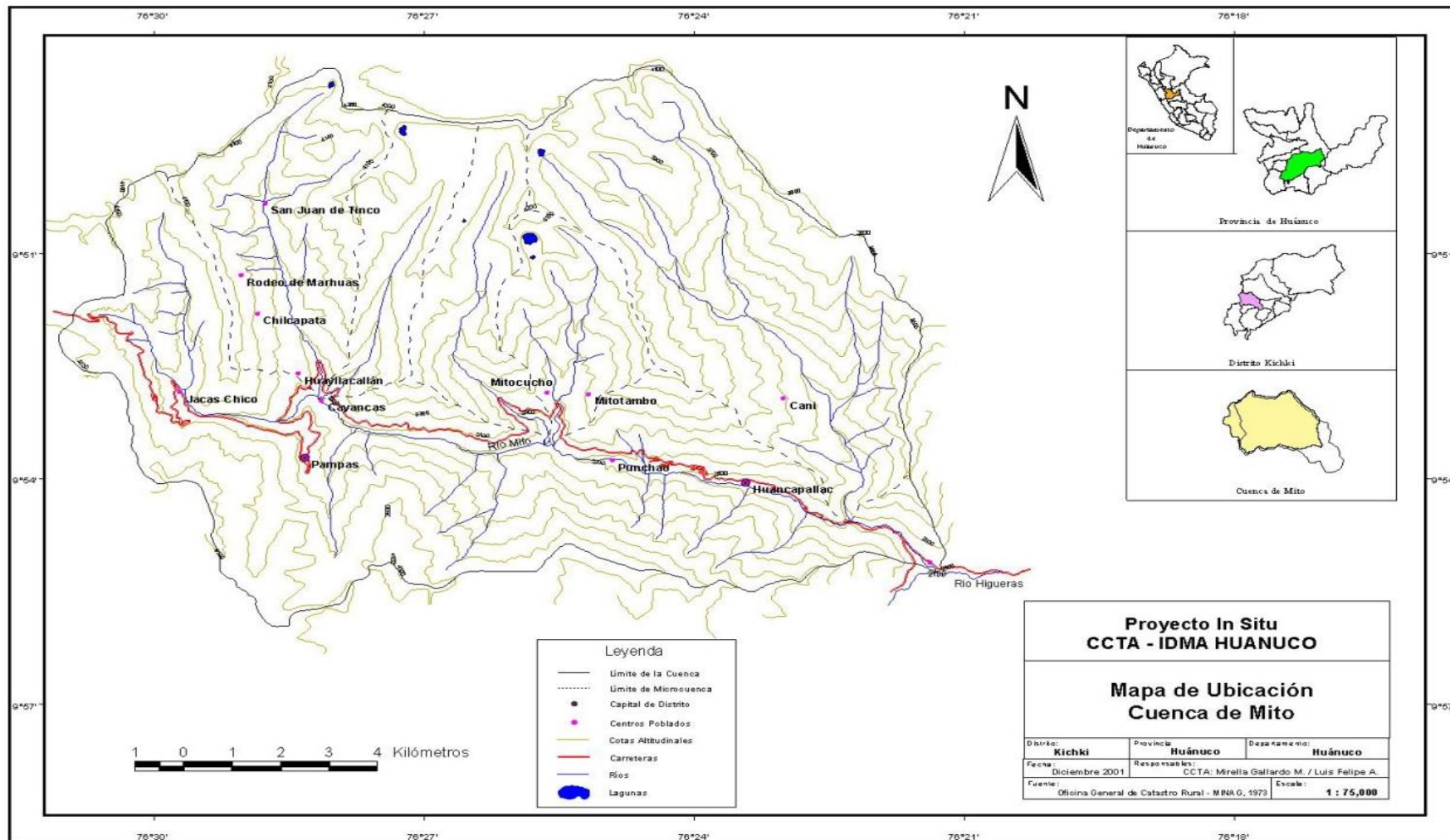


Figura 7: Mapa de ubicación geográfica de la cuenca Mito.

FUENTE: CCTA-INCAGRO.

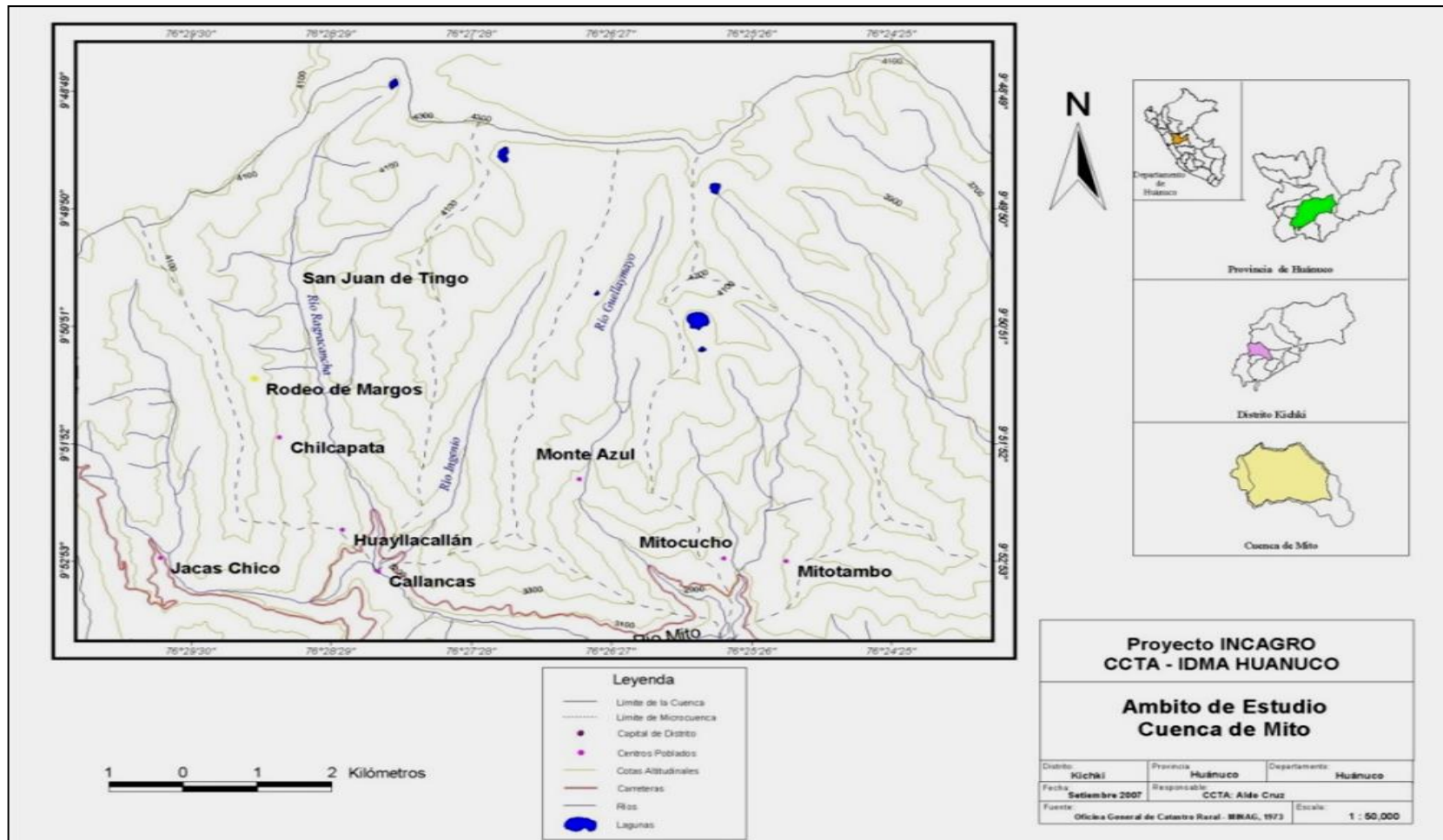


Figura 8: Mapa de ubicación de las comunidades dentro de la cuenca Mito visitadas para la investigación realizada.

FUENTE: CCTA-INCAGRO.

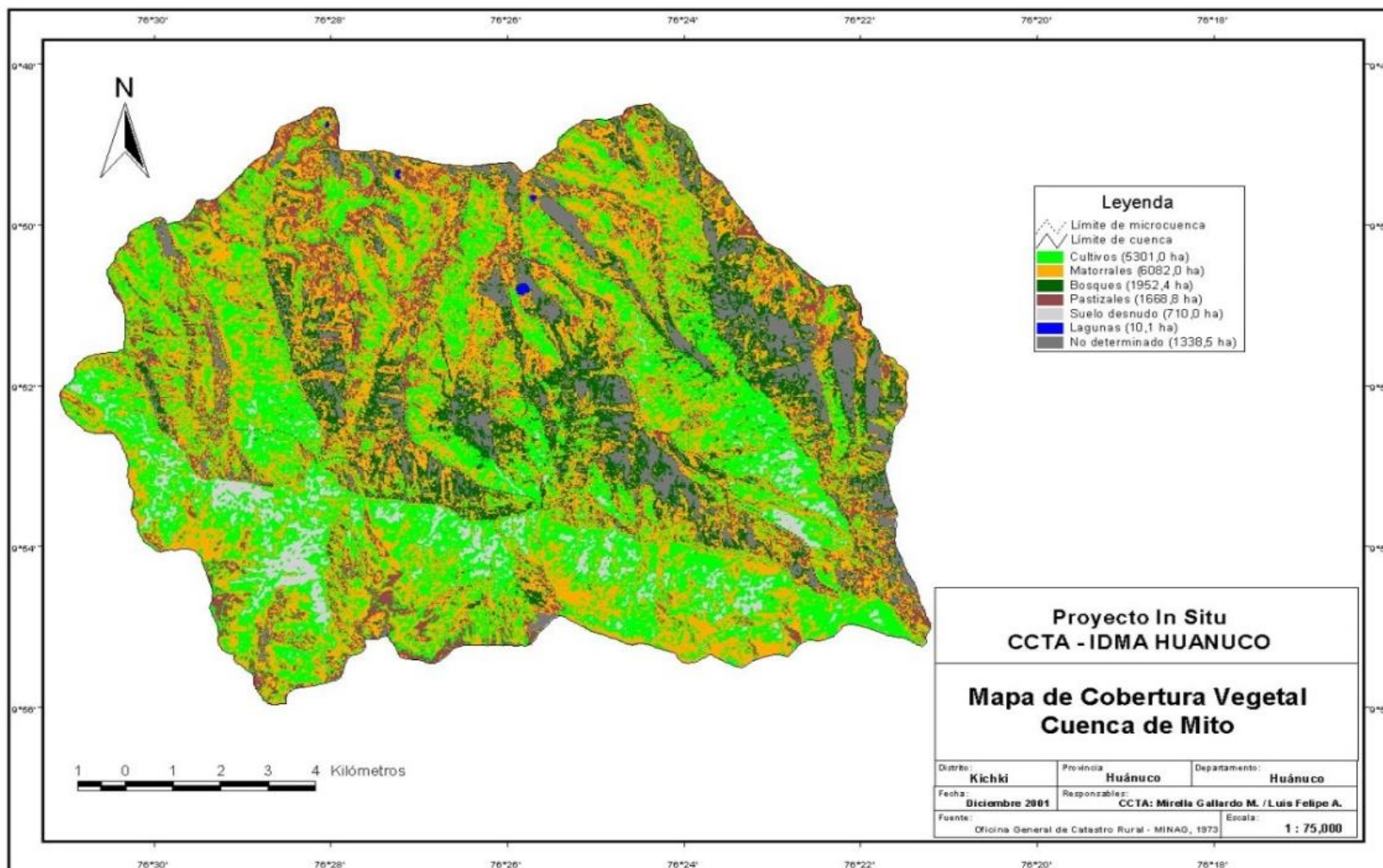


Figura 9: Mapa de cobertura vegetal de la cuenca Mito.

FUENTE: CCTA-INCAGRO.

3.1.4. Flora de la cuenca mito y en torno al cultivo de oca

La flora representativa de la cuenca Mito y en torno al cultivo de oca, se caracteriza por presentar las siguientes formaciones vegetales:

- Pajonal: ichu (*Festuca* sp.), cebolla del cóndor (*Werneria nubigena* H.B.K.)
- Pastizal: *Calamagrostis* sp, *Gaultheria* sp.
- Matorral: Aliso (*Alnus* sp.), tiri (*Miconia* sp.), chilca (*Baccharis* sp.) (Vila, M., 1997)
- Bosque: eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), aliso (*Alnus acuminata*), quinual o queñual (*Polylepis* spp.), quishuar (*Buddleja* spp.) (IDMA, 1999 en Cruz, G. 2001).

Tomando como base la flora identificada para la comunidad Huayllacayán, ubicada en la subcuenca Ragra cancha, dentro de la cuenca Mito.

3.1.5. Fauna de la cuenca mito y en torno al cultivo de oca

La fauna descrita para la cuenca Mito incluye las siguientes especies: lique lique (*Vallenus resplendens*), pato silvestre (*Anas versicolor*), sicalis (*Sicalis uropigidium*), catamenia (*Catamenia* sp.), venado gris (*Odocoileus virginianus*), vizcacha (*Lagidium peruvianum*), cuy silvestre (*Cavia tschadu*), perdiz (*Nothoprocta* sp.), rata silvestre, picaflor (*Metallura* spp), huachua (*Chloephaga melanoptera*), tunqui, jilguerilto, huichpo, zorzal (*Turdus chiguanco*), sapo (*Buffo* sp), trucha (*Salvelinus andecola*), cernícalo americano (*Falco aprverius*), gaviota andina (*Larus serranus*), gorrión americano (*Zonotrichia capensis*), jilguero (*Carduelis magellanicus*) (UNALM – IDMA, 1999 en Cruz, G. 2001).

3.2. CONCEPTOS UTILIZADOS

a. Agricultor conservacionista o campesino conservador

Es aquel poblador originario de los Andes que tiene como actividad principal y de sustento, la agricultura, a través de tecnologías adecuadas a las condiciones de montaña (relieve accidentado) y amables con el entorno natural, a través del uso ancestral de herramientas tales como la chaquitacla (entre otras) y sin utilizar fertilizantes o aditivos artificiales para mejorar las cosechas. Un campesino conservacionista es aquel, que mantiene, a través de las campañas agrícolas y de acuerdo a su cosmovisión, la diversidad de semillas de los diferentes cultivos, destacándose: el maíz, la papa y las demás tuberosas andinas (definición propia).

b. Morfología

Estudio e interpretación de las formas y colores de los tejidos, órganos y estructuras (expresiones) y el desarrollo durante el ciclo vital de las plantas (Zárate, 2006).

c. Descriptores, codificadores o marcadores

Según Zárate (2006), los descriptores son características que se expresan más o menos estables bajo la influencia de diferentes condiciones de medio ambiente, y que permiten identificar los individuos.

d. Caracterización

Se define la caracterización, como el proceso mediante el cual se sistematiza, separa y diferencia la variabilidad genética. Toda caracterización tiene como objetivo, el conocer cuántas variedades o clones (en el caso de cultivos, como el de oca) existen (Holle, 2006).

e. Morfotipo

El término morfotipo se utiliza para diferenciar poblaciones e individuos. Un morfotipo se define por medio de características principalmente morfológicas y lo

conforman plantas que muestran el mismo fenotipo pero no necesariamente el mismo genotipo (Revilla, 2006).

f. Cultivar nativo

Se define como la variedad recolectada (derivado del concepto de variedad nativa) en regiones donde el cultivo se originó o diversificó, que utilizan los agricultores tradicionalmente y que no han pasado por ningún proceso de mejoramiento sistemático o científicamente controlado y que su semilla es producida por el mismo agricultor (Revilla, 2006).

g. Caracterización de Oca (*Oxalis tuberosa* Molina)

La caracterización de Oca (*Oxalis tuberosa* Molina), tuvo en un primer momento como instrumentos básicos: la descripción del color del tubérculo y el uso del cultivo, sin embargo, existía muchos problemas con la denominación de las variedades, por efecto de los errores ortográficos, lo que dificulta el consenso de nombres. Recientemente, se ha incorporado la caracterización de oca (así como de otras tuberosas andinas) por medio de marcadores moleculares, el análisis de los caracteres morfológicos mediante dendogramas, que han ayudado a mejorar la caracterización y así obtener mayores conocimientos de la verdadera variabilidad de este cultivo. Además, se debe precisar que el saber campesino es el eje central de toda caracterización.

3.3. EL CULTIVO ESTUDIADO: OCA (*Oxalis tuberosa* Molina)

Etimológicamente el género oxalis proviene del griego “oxys”, que significa ácido debido a la presencia de ácido oxálico en los tubérculos. Se reportan para el mundo alrededor de 800 especies dentro del género Oxalis que pertenece a la familia Oxalidaceae y dentro de esta familia y género, *O. tuberosa* es la única cultivada con tubérculos comestibles (Mathew, 1985; Malice M. & Baudoin J.P., 2009). Para el Perú, dentro de este género se conocen 500 especies de las cuales se han descrito 82 (Soukup, 1988). Después de la papa, la oca es el segundo cultivo más común en la región andina, con un área cultivada que no excede los 10,000 ha (Tapia Vargas, 1994 en Malice & Baudoin, 2009).

3.3.1. Taxonomía y nombres comunes

Antes de la denominación actual de *Oxalis tuberosa*, la oca recibió otros nombres botánicos como el de *Oxalis crassicaulis* Zucc., juntamente con el nombre local aymara de “apija” que se encuentra en la publicación “Beitrag zur Flora von Bolivia” escrita por J. Perkins y editada por Leipzig en 1912; sin embargo, la primera descripción botánica de la oca, fue hecha por el jesuita Giovanni Ignacio Molina (Robles, 1981), de ahí su actual denominación. La oca (*Oxalis tuberosa* Molina). Pertenece a la familia de las Oxalidáceas, siendo Knuth (1930) quien clasificó a la oca dentro de esta familia, dentro del género *Oxalis*, sección Tuberosae, especie *Oxalis tuberosa*. Existen más de 80 otras especies de *Oxalis* en los Andes, particularmente en Perú (Macbride 1949; Ferreyra 1986; Pool 1993, en Arbizu et.al., 1997⁶), pero sólo *O. tuberosa* es cultivada. La clasificación taxonómica de la oca, según Ferreyra⁷. se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6: Clasificación taxonómica de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina)

Clase	Dicotiledonea
Orden	Geraniales
Familia	Oxalidáceas
Género	<i>Oxalis</i>
Especie	<i>Oxalis tuberosa</i> Molina

Entre los nombres comunes de la oca tenemos: oca (nombre usado en Perú, Bolivia, Ecuador, Chile y Argentina), macachín o miquichin (Argentina); occa, o’qa y okka (en quechua); apiña, apilla, apija y kaki (aimara); ibia (Colombia); quiba, ciuba, ciuva (Venezuela), bueno grillo, hierba de la perdiz (Soukup, 1970), también se le conoce como “yam” en Nueva Zelandia y como papa extranjera, papa roja o papa ratona en México.

⁶ C. Arbizu, Z. Huamán and A. Golmirzaie. Chapter 4. Other Andean Roots and Tubers.

⁷ En Pomar Vela, Gerardo Manuel. 2012. Tuberización in vitro de *Oxalis tuberosa* Mol. “oca” como alternativa para la producción de tubérculo semilla. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.3.2. Descripción

La primera descripción botánica de la oca con el nombre conocido actualmente *Oxalis tuberosa* fue hecha por el abate jesuita Giovanni Ignacio Molina, en la segunda edición del libro “Saggio Sulla Storia Naturale del Chile” publicado en Bologna.

Es una planta herbácea que se desarrolla en macollas bajas, de 20 a 30 cm de alto, compactas, con tallos succulentos y hojas trifoliadas; inflorescencias presentes en las axilas superiores de los tallos, flores amarillas con cinco pétalos; raras veces con semillas; tubérculos de 5 a 15 cm de longitud, de formas y colores muy variados, con yemas profundas o superficiales (ver figura 10). En la tabla 7, se reportan las características de algunas formas cultivadas.

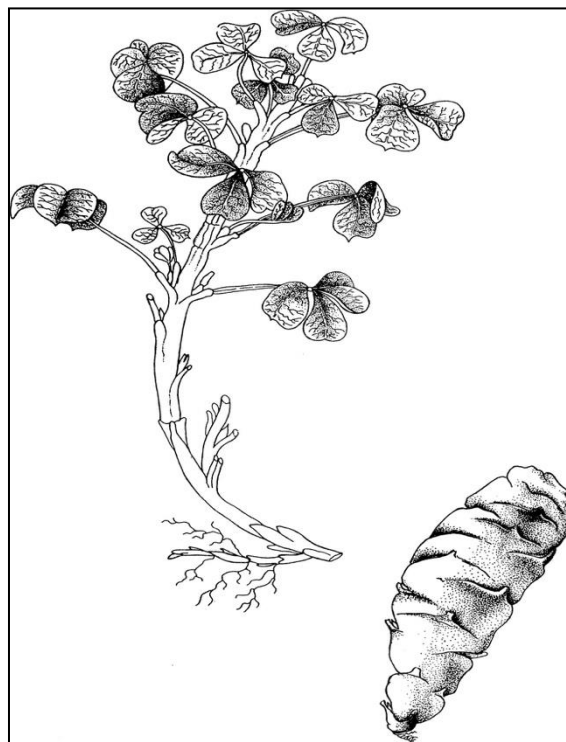


Figura 10: Figura esquemática descriptiva de una planta y un tubérculo de oca (*Oxalis tuberosa* Molina).

FUENTE: Blanco y Blanco (1992).

Tabla 7: Formas cultivadas de oca (*Oxalis tuberosa*) y algunas características

Nombre de la forma cultivada	Color de tubérculos	Sabor de tubérculos	Otras características
Sapallo oca	Amarillo		
Chacharea occa	Gris	Dulce	
Paucar occa	Rojo	Dulce	
Mestiza occa	Rojo		
Nigro occa	Negrusco		
Lluchcho occa	Blanco	Amargo	Se usa para la elaboración del chuño de oca denominado “Cjaya”
Huari chucho	Rojo		Su nombre significa pezón de vicuña. Es de forma muy alargada
Khella sunti	Blanca descolorida		Su nombre significa revolcada en ceniza
Chair achacana	Amarillo con franjas negras		Su nombre significa puente negro
Lluchu gorra	Ligeramente rosada	Sabor muy agradable	
Kheni harinosa	Amarillo intenso, casi anaranjado		
Uma huaculla (cántaro de agua)	Rojo con los ojos negros		Alcanza gran tamaño
Huila zapallo	Roja con coloración amarilla intensa de la pulpa	Sabor parecido al del zapallo	Posee alto contenido de almidón
Janco izano	Blanco		Su nombre significa helada blanca. Tubérculos de gran tamaño

FUENTE: Herrera, citado por Soukup (1970).

3.3.3. Plagas

Las plagas referenciadas para el cultivo de la oca, están representadas por la presencia de un coleóptero que en estado adulto ataca el follaje y en estado de larva, los estolones y tubérculos; los gusanos de tierra (*Copitarsia turbata*) que causan daño a los órganos subterráneos; los pulgones (*Macrosiphum euphorbiae*) que atacan a los órganos aéreos; también se encuentran trips (*Frankiniella tuberosi*) y epitrix (*Epitrix subcrinita*). Se han encontrado algunos clones tolerantes a la Globodera o Nematode dorado (Cortés, 1985).

En la cuenca Mito, los agricultores asocian a la oca, las mismas plagas que para el cultivo de papa, principalmente agrupadas dentro de las especies conocidas como el “Gorgojo de los Andes” (*Premnotrypes sp.*).

3.4. SECUENCIA METODOLÓGICA

Durante la presente investigación se utilizaron diversas metodologías y diversas herramientas, de acuerdo a cada una de las etapas de la investigación y también en relación a cada uno de los objetivos de la misma. Cabe señalar, que esta investigación parte de un muestreo dirigido (no al azar) para la identificación de los agricultores conservacionistas. Sin embargo, la investigación tuvo seis momentos secuenciales y una revisión bibliográfica constante a lo largo de toda la investigación, como se puede ver en la figura 11.

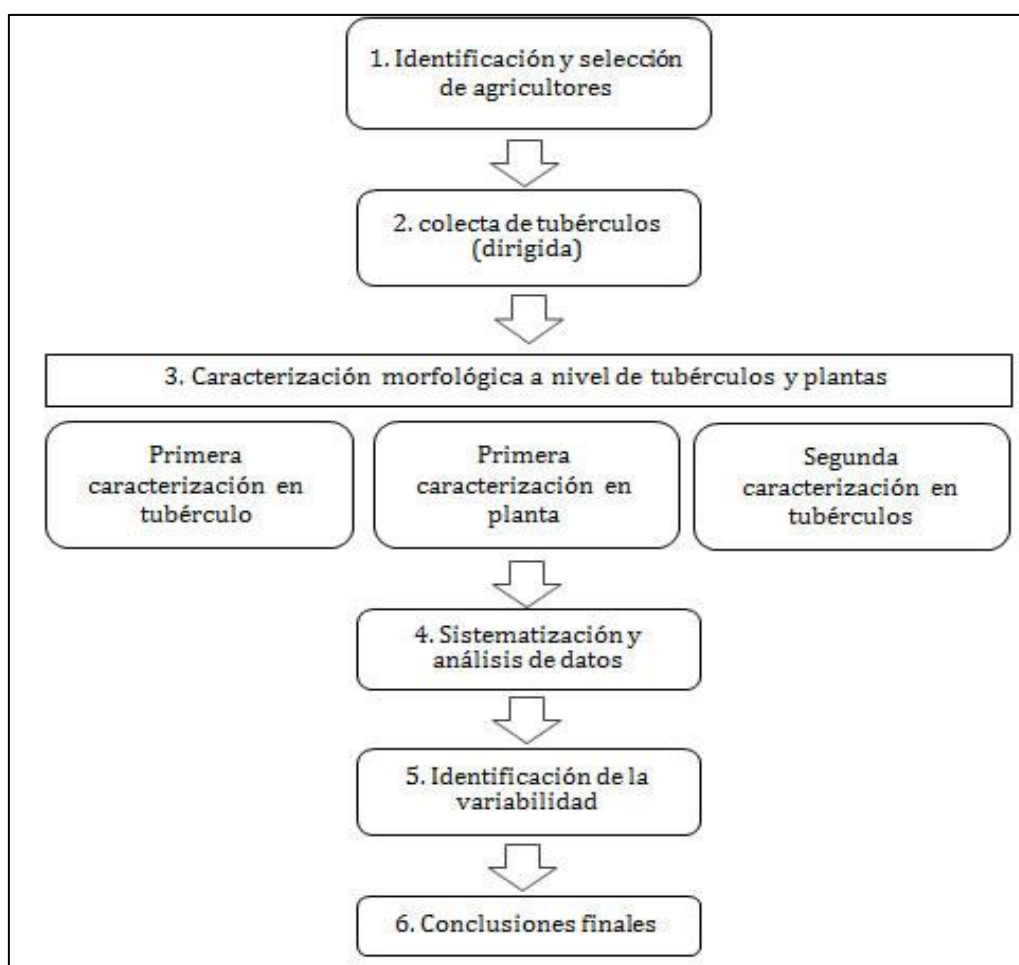


Figura 11: Momentos clave de la investigación.

FUENTE: Elaboración propia.

3.4.1. El registro de nombres locales de ocas

a. La Identificación y selección de agricultores conservacionistas

La identificación de los nueve agricultores conservacionistas, de la cuenca Mito, en los que se basó esta investigación, se realizó en dos etapas: 1) En base a un taller realizado en el local del Instituto de Desarrollo del Medio Ambiente (IDMA) los días 25 y 26 de junio 2007, taller desarrollado en el marco del Proyecto “Alternativas de desarrollo sostenible de la agrobiodiversidad vegetal nativa en comunidades tradicionales altoandinas de Cajamarca y Huánuco” financiado por el Programa INCAGRO del Ministerio de Agricultura y ejecutado por La Coordinadora de Ciencia y Tecnología (CCTA), como parte del Componente 1 y 2 del referido proyecto, y con el objetivo de homologación de nombres de los cultivos nativos. Se contó con la participación de 12 agricultores provenientes de 4 comunidades de la cuenca Mito, se identificaron a 5 agricultores conservacionistas: Gerardo Sánchez, Victoriano Fernández, Juan Sánchez, Moisés Nolasco y Feliciano Antonio.

El segundo momento de selección, de los otros 4 agricultores conservacionistas que formaron parte de la investigación, se realizó de forma participativa y voluntaria durante el Taller de presentación del proyecto antes mencionado, realizado en la Municipalidad de Huancapallac el 14 de julio del 2007; es en este taller que también se define la ruta de la posterior colecta de tubérculos (muestra) realizada para efectos de la presente investigación.

b. Los nombres locales y la colecta de tubérculos

Se realizaron dos colectas de tubérculos de oca en dos salidas de campo realizadas en los meses de junio y julio de 2007. Para las colectas se utilizaron bolsas de papel kraft tamaño siete con capacidad de 1 kilo. Se visitaron los predios y almacenes de los nueve agricultores seleccionados, se registró el nombre local de la variedad nativa en quechua, el color, la forma, el tamaño del tubérculo, algunas características e información adicional sobre los usos (alimenticio, medicinal y otros).

Se colectaron pocas unidades por cada una de las muestras, debido a dos razones a) la referencia campesina de mala campaña para la oca de ese año (2007) y b) la desconfianza de entregar tubérculos que son considerados semillas para los agricultores, por experiencias previas en las que se ha colectado semillas con el compromiso de devolución y no se ha cumplido (referencia oral de los agricultores).

3.4.2. La erosión genética del cultivo de oca

Para conocer el estado de conservación del cultivo de oca y su variabilidad en la cuenca Mito, se realizaron preguntas abiertas durante cada una de las visitas a los agricultores (predios y chacras), como parte del diálogo con ellos. Estas preguntas estuvieron orientadas a conocer si existía o no un proceso de pérdida o reducción de la agrobiodiversidad de ocas. Se utilizaron los siguientes criterios:

- La pérdida de cultivares (por factores como desuso, cambios de hábitos alimenticios y/o afectaciones por eventos climáticos extremos).
- El olvido de nombres de los cultivares nativos.

3.4.3. La estructura de la variabilidad de la oca: caracterización morfológica y homologación

Para determinar la estructura de la variabilidad de las ocas colectadas en la cuenca Mito, se combinaron: a) la caracterización morfológica de las 127 accesiones a través de 18 descriptores en planta y tubérculo del IPGRI (2001), (ver tabla 9) con el objetivo de homologarlas con las ocas de la Colección Nacional conservada en la Estación Experimental Agraria Andenes del INIA-Cusco, y b) el método multivariado de análisis de conglomerados (cluster analysis) con el objetivo de conocer el número de morfotipos diferentes presentes dentro de las 127 accesiones de oca colectadas en la cuenca Mito.

Tabla 8: Descriptores para la caracterización de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina)

Característica	Valor	Significado
Datos vegetativos		
Color de los tallos aéreos	1	Verde amarillento
	2	Verde grisáceo predominante con rojo grisáceo
	3	Rojo grisáceo
	4	Púrpura rojizo
	5	Púrpura grisáceo
Pigmentación de las axilas	0	Ausente
	1	Presente
Color del follaje	1	Verde amarillento
	2	Verde amarillento oscuro
	3	Verde amarillento oscuro con púrpura grisáceo
	4	Púrpura grisáceo con verde amarillento oscuro
Color del envés de los foliolos	1	Verde amarillento
	2	Verde amarillento con nervadura rojo grisáceo
	3	Verde amarillento con púrpura grisáceo irregularmente distribuido
	4	Púrpura rojizo con verde amarillento irregularmente distribuido
	99	Otro (especificar en el descriptor)
Color del peciolo	1	Verde con estípulas blancas
	2	Verde con estípulas púrpura grisáceo claro
	3	Verde con estípulas púrpura grisáceo
	4	Púrpura grisáceo con estípulas púrpura grisáceo oscuro
	5	Rojo grisáceo con estípulas púrpura grisáceo oscuro
Inflorescencia y fruto		
Hábito de floración	0	Ninguna
	3	Escasa
	5	Moderada
	7	Abundante
Color de la flor	1	Amarillo
	2	Naranja amarillento
Heterostilia de las flores	1	Brevistilia
	2	Mesostilia
	3	Longistilia
	4	Semi homostilia
	5	Fuertemente longistilia
Forma de la corola	1	Rotada ($\geq 75\%$ de pétalos superpuestos)
	2	Semiastrellada ($\geq 50\%$ de pétalos superpuestos)
	3	Pentagonal (25 a 30% de pétalos superpuestos)
Color de los sépalos	1	Verde
	2	Verde predominante con púrpura grisáceo
	3	Púrpura grisáceo
	99	Otro (especificar en el descriptor)
Color del pedúnculo y pedicelo	1	Pedúnculo y pedicelo verde amarillento
	2	Pedúnculo verde amarillento y pedicelo púrpura grisáceo

Continuación...

	3	Pedúnculo y pedicelo púrpura grisáceo
	4	Pedúnculo púrpura grisáceo y pedicelo verde amarillento
Datos del tubérculo		
Color predominante de la superficie de los tubérculos	1	Blanco
	2	Blanco amarillento
	3	Amarillo
	4	Naranja amarillento
	5	Rojo naranja
	6	Rojo naranja oscuro
	7	Rojo claro (rosado)
	8	Rojo pálido
	9	Rojo
	10	Púrpura grisáceo claro
	11	Púrpura grisáceo claro
	12	Púrpura grisáceo oscuro
Color secundario de la superficie de los tubérculos	0	Ausente
	1	Blanco
	2	Blanco amarillento
	3	Amarillo
	4	Naranja amarillento
	5	Rojo naranja
	6	Rojo claro (rosado)
	7	Rojo pálido
	8	Rojo
	9	Rojo grisáceo
	10	Púrpura rojizo
	11	Púrpura grisáceo
Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos	0	Ausente
	1	Ojos
	2	Alrededor de ojos
	3	Sobre tuberizaciones
	4	Ojos e irregularmente distribuidos
	5	Irregularmente distribuido
	6	Veteaduras sobre tuberizaciones principalmente
Color predominante de la pulpa de los tubérculos	1	Blanco
	2	Blanco amarillento
	3	Amarillo
	4	Naranja amarillento
	5	Rojo naranja
	6	Rojo
	7	Rojo grisáceo
	8	Púrpura rojizo
	9	Púrpura grisáceo
Color secundario de la pupa de los tubérculos	0	Ausente
	1	Blanco
	2	Blanco amarillento
	3	Amarillo

Continuación...

	4	Naranja amarillento
	5	Rojo naranja
	6	Rojo claro
	7	Rojo pálido
	8	Rojo
	9	Rojo grisáceo
Distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos	0	Ausente
	1	Corteza
	2	Anillo vascular
	3	Médula
	4	Anillo vascular y corteza
	5	Médula y corteza
Forma de los tubérculos	1	Ovoide
	2	Claviforme
	3	Alargado
	4	Cilíndrico

FUENTE: IPGRI (2001).

a. Caracterización morfológica de las ocas de la cuenca Mito

• **Caracterización a nivel de tubérculos**

La primera etapa consistió en el ordenamiento o acomodo de las accesiones colectadas en la cuenca Mito, en mesas de trabajo largas con superficie de color gris donde se encontraban todas las accesiones de ocas de la colección nacional del INIA; y que se encuentran dentro de un invernadero en la Estación, bajo la supervisión del Programa de Recursos Genéticos del instituto. Este proceso se llama agrupamiento y la principal característica a tomar en cuenta es el color predominante de la superficie de los tubérculos; ordenándose las accesiones desde las que presentan colores blancos, cremas hasta las más oscuras (ver figura 12).



Figura 12: Agrupamiento de las accesiones de ocas en la E.E.A. Andenes, 2007.

La segunda etapa fue el trabajo de caracterización morfológica utilizando los descriptores y la tabla de colores del Royal Botanic Garden. Etapa para la cual, se realizó dos cortes: uno transversal y otro longitudinal, para la caracterización de la pulpa (color secundario), lo cual permite afinar al agrupamiento anterior para la mejor definición de los grupos, ver figura 13.



Figura 13: Cortes realizados a los tubérculos de ocas para la caracterización morfológica.

La tercera etapa fue el levantamiento de datos de caracterización y el listado de grupos. Es en esta etapa se incorporaron y agruparon las accesiones colectadas de la cuenca Mito, las mismas que también se caracterizaron morfológicamente (cortes descritos anteriormente para la caracterización de la pulpa), y finalmente se procedió a la verificación del ordenamiento o agrupación de las accesiones incorporadas para el posterior levantamiento de información (ver figura 14).

La última etapa fue el ingreso de los datos de caracterización en las matrices de trabajo. Cabe resaltar que se hicieron dos caracterizaciones morfológicas a nivel de tubérculos, porque en la primera etapa de caracterización no se pudieron cortar las muestras de oca por tener muy poco número, en algunos casos sólo un tubérculo por accesión. Se conservó el material ingresado la primera vez, que fue derivado a campo definitivo (en el caso de las accesiones que sí contaron con un número de tubérculos mayor a 4) y algunos a invernadero para ser multiplicados y caracterizados en la segunda etapa.



Figura 14: Agrupamiento de las accesiones de ambas colecciones (cuenca Mito y Colección Nacional del INIA).

- **Caracterización morfológica a nivel de plantas**

La caracterización morfológica en planta del cultivo oca, tuvo como primer paso la siembra en campo definitivo de las accesiones que contaban con más de 4 tubérculos y en invernadero de aquellas accesiones con menos de 3 tubérculos (proceso de multiplicación). La siembra definitiva -en ambos casos- se hizo el 19 de setiembre del año 2007. La caracterización a nivel de planta se realizó la tercera y cuarta semana de febrero, cuando se observó el 70% de floración total de las accesiones. Se caracterizaron las accesiones tomando en cuenta los 11 descriptores morfológicos de planta estandarizados del IPGRI; ver figura 15.



Figura 15: Plantas de ocas cultivadas para la respectiva caracterización morfológica en la E.E.A. Andenes, 2008.

- b. Análisis de conglomerados de las ocas de la cuenca Mito**

Para el análisis de conglomerados, se construyó una matriz básica en base a los 18 descriptores morfológicos y las 127 accesiones de ocas colectadas en la cuenca Mito. Esta matriz se estandarizó usando como factor de sustracción la media aritmética y como divisor a la desviación estándar. Con el subprograma “Similarity” se obtuvo la matriz de distancias, respecto a cada par posible de accesiones homólogas entre sí, mediante el coeficiente de distancia. Con esa

matriz de coeficientes de distancia taxonómica, se construyó un fenograma mediante la técnica de ligamiento media aritmética no ponderada (UPGMA, “unweighted pair-group method using arithmetic averages”).

3.4.4. Comparación de la variabilidad ocas colectadas en la cuenca mito en relación con las ocas de la colección nacional

Para realizar la comparación de la variabilidad entre las ocas colectadas en la cuenca Mito y la Colección Nacional de ocas almacenadas en la E.E.A. Andenes del INIA-Cusco (ver figura 16), se utilizaron métodos multivariados como son: a) el análisis de conglomerados (cluster analysis) y b) el análisis de componentes principales (PCA) utilizando el NTSYS-pc (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, versión 2.2 Exeter Software) (Rohlf, 2000).



Figura 16: Los lugares de comparación de la variabilidad del cultivo de oca.

a. Análisis de conglomerados de la comparación de las ocas de la cuenca Mito con las de la Colección Nacional INIA-Cusco

Para el análisis de conglomerados, se construyó una matriz básica sobre la base de los 18 descriptores morfológicos y las 1748 accesiones de ocas que incluyen las ocas colectadas en la cuenca Mito (127) y las ocas de la colección nacional de la Estación Experimental Agraria Andenes del INIA-Cusco (1621). Esta matriz se estandarizó usando como factor de sustracción la media aritmética y como divisor a la desviación estándar. Con el subprograma “Similarity” se obtuvo la matriz de distancias, respecto a cada par posible de accesiones homólogas entre sí, mediante

el coeficiente de distancia. Con esa matriz de coeficientes de distancia taxonómica se construyó un fenograma mediante la técnica de ligamiento media aritmética no ponderada (UPGMA, “unweighted pair-group method using arithmetic averages”).

b. Análisis de Componentes Principales (PCA) de la comparación de las ocas de la cuenca Mito y las de la Colección Nacional del INIA-Cusco

Para el análisis de Componentes Principales (PCA) y con el objetivo de conocer algún patrón de relación y afinidades de la totalidad de accesiones (ocas de Mito y de la Colección Nacional) se utilizó el programa NTSYS-pc (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, versión 2.2 Exeter Software), y a partir de una matriz de similitud usando el coeficiente Varianza-Covarianza y el análisis Eigen, se construyó la representación gráfica en los dos primeros componentes de las afinidades entre las colectas; análisis que también permite ubicar las colectas de la cuenca Mito en el universo de la colección nacional de ocas del INIA-Cusco.

3.4.5. Devolución de las ocas colectadas a los agricultores de la cuenca mito

Las ocas colectadas en la cuenca Mito en 2007 fueron homologadas con las ocas de la colección nacional almacenada en la E. E. A. Andenes y cultivadas en uno de los andenes de la misma estación para la caracterización morfológica a nivel de planta. Las ocas procedentes de la cuenca Mito estuvieron por durante una campaña agrícola en Cusco, y luego retornaron a su lugar de origen, donde se devolvieron a cada agricultor al término de la presente investigación (ver figura 17).



Figura 17: Devolución de las ocas a los agricultores de la cuenca Mito en Huánuco.

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS

3.5.1. Materiales

- Fichas de registro.
- Bolsas plásticas y de papel kraft N° 7.
- Libreta de campo.
- Lápices, plumones indelebles, masking tape, pavilo.
- Mallas plásticas.
- Papel periódico.
- Cajas de cartón, cinta de embalaje, plumón indeleble, plumones gruesos.
- Costales.
- Descriptores del IPGRI 2001.
- Tabla de colores del Royal Botanic Garden.
- Tableros.

3.5.2. Equipos

- Cámara fotográfica digital.
- G.P.S.
- Grabadora de mano.
- Software R-project versión 2.6.1 para análisis de datos.
- Software Infogen para análisis de datos.
- Computadora.
- Altímetro.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EN RELACIÓN A LA CLASIFICACIÓN CAMPESINA Y LOCAL DE LAS OCAS

4.1.1. Características socio-culturales de los agricultores

Los agricultores conservacionistas identificados y seleccionados para esta investigación, presentaron un rango de edad de 26 a 53 años, el promedio de edad fue de 41 años, siendo los varones los de mayores edades (44 y 38 años, promedio de varones y mujeres, respectivamente). El grado de instrucción es, en su mayoría, de solamente primaria completa y sólo un caso reporta secundaria completa. No se reportaron agricultores que hayan cursado estudios superiores o técnicos. La totalidad de campesinos tienen al quechua como lengua materna, pero con el uso diario del idioma castellano (ver Tabla 7 y Figura 18).

Tabla 9: Características sociales y rangos de edad de los agricultores entrevistados

Nombres y apellidos	Estado	Parent	Edad	Sexo	Instrucc	Idioma
1. Victoriano Fernández	2	1	50	1	4	3
Amparo Ramos Tuya	2	2	45	2	4	3
2. Gerardo Sánchez Salvador	2	1	39	1	5	3
Predesbinda Borja	2	2	26	2	4	3
3. Florentino Ventura Jara	2	1	53	1	3	3
Julia Huerta Huallané	2	2	48	2	1	3
4. Feliciano Antonio Hilario	2	1	29	1	2	3
Serila Daza Crisol	2	2	26	2	1	3
5. Valentín Hilario Jara	2	1	48	1	3	3
Antonia Castillo Daza	2	2	48	2	1	3
6. Alberto Hilario Jara	2	1	51	1	2	3
Esposa de Alberto Hilario	2	2		2		
7. Rosas Jara Espinoza	2	1	34	1	3	3
Rita Victoria Gabino Hilario	2	2	31	2	3	3

Continuación...

8. Moisés Nolasco Pérez	2	1	44	1	3	3
Sonia Ponce Martel	2	2	40	2	1	3
9. Juan Sánchez Cayetano	---	---	---	---	---	---
10. Marino Ticlavilca ⁸	---	---	---	---	---	---

ESTADO = estado civil, donde 1, refiere al estado civil soltero, 2 es casado/conviviente. PARENT = parentesco, donde 1 refiere a jefe de familia, 2 a la esposa, 3 a los hijos(as) y 4 a algún otro grado de parentesco (abuelo/a, hijo/a, primo/a, etc.). SEXO = 1 refiere al sexo masculino y 2 al femenino. INSTRUCC = grado de instrucción, donde 1 refiere a ninguno, 2 a primaria incompleta, 3 a primaria completa, 4 a secundaria incompleta y 5 a secundaria completa. IDIOMA, donde 1 refiera al quechua, 2 al castellano y 3, a que utilizan ambas lenguas quechua y castellano.



Figura 18: Vistas de algunos de los agricultores de la cuenca Mito.

⁸ El agricultor Marino Ticlavilca, vive fuera del ámbito de la cuenca Mito, en la cuenca Warmiragra (distrito Tomayquichua, Huánuco). Sin embargo, se incluye como parte de esta investigación, como un caso particular, debido a la petición del agricultor en proporcionar sus variedades de oca (7 variedades) y de ser parte de la presente investigación. Es importante resaltar que Don Marino, es un agricultor reconocido por el Proyecto *In situ*, como uno de los mayores conservadores de la agrobiodiversidad de papas en Huánuco. En el caso de sus variedades de ocas, cedió de manera voluntaria 7 variedades nativas, todas con nombres locales.

4.1.2. Nombres locales del cultivo oca (*Oxalis tuberosa molina*)

Se colectó y registró un total de 127 variedades locales, de las cuales 78 poseen “nombres locales” diferentes y 14 variedades se identificaron como NN (ver tabla 8) porque no se reportó su nombre al momento de la colecta y registro, por dos razones: a) olvido del nombre que antes sí sabían (manifestación de los campesinos) y b) desconocimiento del nombre de la variedad (aunque sí la conservan, luego de haberla incorporado dentro del total de variedades que conservan). En ambos casos, los agricultores manifestaron que, son las personas mayores las que tienen mayores conocimientos de los nombres de las ocas.

Tabla 10: Listado de variedades de oca colectadas y nombres locales en la cuenca Mito

Código	Nombre local
CCTA038	Achupachupan
CCTA116A	Anay watu
CCTA112B	Anujipa senga
CCTA048	Cabra oga
CCTA045	Cabra oga
CCTA068	Cabra oga
CCTA058	Cabrera
CCTA016	Cascabel
CCTA035	Cascabel
CCTA041	Cascabel oga
CCTA090	Cashpish
CCTA056	Cashpish blanco
CCTA081	Cashpish rosado
CCTA074	Cashpish yanañahui
CCTA091	Caspish café con leche
CCTA006	Caya oga
CCTA011	Caya oga
CCTA023	Caya oga
CCTA087	Chiliana
CCTA017	Chumpag
CCTA015	Chunchita
CCTA050	Chuspi magash
CCTA085	Cuchi isman
CCTA010	Garhuaricra

Continuación...

CCTA108	Garhuash cashpish
CCTA065	Garhuash chiliana
CCTA109	Garhuash chiliana
CCTA095	Garhuash papa oga
CCTA009	Garhuash pillau
CCTA113	Garhuash piña oga
CCTA117	Garwaricra
CCTA002	Garwaricra
CCTA020	Garwash chiliana
CCTA031	Grocella oga
CCTA049	Huarapo amarillo
CCTA060	Huarapo rojo (Puka huarapo)
CCTA098	Huayro oga
CCTA103	Huayta oga
CCTA053	Huayta oga
CCTA110	Huayta papa oga
CCTA097	Jacasina
CCTA106	Jampi oga
CCTA043	Jatun nawi
CCTA105	Kamtsa shagapa
CCTA107	Leche con café
CCTA070	Llamapa chupan
CCTA014	Mariacina
CCTA019	Misha oga
CCTA018	Misha oga
CCTA022	Misha oga
CCTA028	Mishipa maquin
CCTA057	Morado mariasina
CCTA051	Morado papa oga
CCTA024	Naranjado oga
CCTA064	NN1
CCTA121	NN10
CCTA122	NN11
CCTA123	NN12
CCTA124	NN13
CCTA125	NN14
CCTA083	NN2
CCTA092	NN3
CCTA094	NN4
CCTA104	NN5

Continuación...

CCTA114	NN6
CCTA115B	NN7
CCTA119	NN8
CCTA120	NN9
CCTA080	Papa oga
CCTA111	Papa oga
CCTA079	Papa oga
CCTA084	Papa oga
CCTA036	Papa oga
CCTA082	Papa oga
CCTA027	Papa oga
CCTA077	Papa oga mediana
CCTA072	Papa oga pestaña rosada
CCTA033	Papa oga tarmeña
CCTA039	Papa oga tarmeña
CCTA037	Pillahuina
CCTA078	Pillau
CCTA069	Piña oga
CCTA093	Piña oga
CCTA067	Puca nawi cashpish
CCTA005	Puca papa oga
CCTA012	Puka chumpag
CCTA034	Puka nawi
CCTA059	Puka nawi zapallo oga
CCTA032	Puka oga
CCTA025	Puka uma
CCTA063	Pulpan
CCTA013	Pulpan
CCTA118	Raco cashpish
CCTA116B	Rosado
CCTA089	Rosado cashpish
CCTA054	Rosado nawi
CCTA001	Rosado oga
CCTA029	Rosado palido
CCTA066	Ruiro papa oga
CCTA112A	Santa rosapa caran
CCTA047	Santupa gaglan
CCTA075A	Santupa gaglan
CCTA101	Shacana oga
CCTA026	Uchu uchu

Continuación...

CCTA042	Warapo
CCTA099	Yana nawi puca
CCTA052	Yana pillau
CCTA096	Yanapillau
CCTA100	Yorag cashpish
CCTA061	Yorag cashpish
CCTA055	Yorag papa oga
CCTA071	Yorag papa oga
CCTA021	Yorag papa oga
CCTA102	Yorag papa oga
CCTA088	Yorag pillau
CCTA075B	Yorag shaluca
CCTA076	Yorag shaluca
CCTA003	Yoraj cashpish
CCTA044	Yoraj cashpish
CCTA007	Yoraj cashpish
CCTA030	Yoraj oga
CCTA046	Yurag oga
CCTA008	Yuraj cashpish
CCTA040	Yuraj papa oga
CCTA073	Zanahoria
CCTA086	Zapallo oga
CCTA062	Zapallo oga

La gran mayoría de variedades de oca poseen nombre local (61.42%). Estos “nombres locales” reconocen algunas de las características morfológicas de las ocas, principalmente refieren el color predominante y la forma de los tubérculos. Esta cantidad de nombres - considerando el número de agricultores- es posible, por el conocimiento del cultivo de oca en la cuenca Mito. En colectas anteriores (como las realizadas durante el Proyecto In situ), se evidenció una gran diversidad de ocas presentes en la cuenca. Sin embargo, la no identificación de los nombres de 14 variedades podría deberse, como fue manifestado por los propios agricultores, a un proceso de olvido paulatino de los mismos, que son de mayor conocimiento por los agricultores con mayor edad.

4.2. EN RELACIÓN A LA EROSIÓN GENÉTICA: PERSPECTIVA POR PARTE DE LOS AGRICULTORES

Se registraron las percepciones de los agricultores de la cuenca Mito en relación al estado de conservación del cultivo de oca, identificándose (cualitativamente) indicios de una probable erosión genética, manifestada a través de la disminución y/o pérdida de variedades locales, por varios factores, entre los que destacan:

- Los efectos e impactos de eventos climáticos extremos (la ocurrencia de heladas es la de mayor prioridad⁹).
- El aumento de las plagas y enfermedades que afectan al cultivo en sus diferentes etapas vegetativas (ver figura 19).
- Los cambios en las dinámicas productivas y sociales de los agricultores. Principalmente referidos a la introducción de variedades mejoradas de papa, lo que desplaza al cultivo de oca, y la incorporación de productos e insumos alimenticios externos (arroz, fideos y atún).

Esta probable erosión genética se relaciona a una erosión cultural, manifestada en los agricultores y respaldada por los factores anteriormente señalados. Además, por las siguientes evidencias:

- El olvido de los nombres locales de las variedades de oca y la preocupación por este olvido.
- El mayor conocimiento (por referencias) que poseen las personas mayores en relación a los nombres locales de las variedades de oca.
- La preferencia actual por los cultivos con variedades mejoradas, como en el caso de la papa, que ocasiona un desinterés en la conservación de las ocas (sobre todo en agricultores jóvenes).

Adicionalmente, en relación a la erosión cultural, los factores relacionados e identificados en la sección 4.1.2 (variedades no identificadas por olvido de los nombres locales) podrían

⁹ Es importante resaltar el impacto de este factor en la pérdida de la variabilidad de ocas en la cuenca Mito, sobre todo porque representó una limitante condicional para la realización de la presente investigación, debido a que las colectas de tubérculos fueron mínimas, lo que limitó la posterior caracterización morfológica. Los agricultores señalaron esa campaña agrícola (2007) como mala, por la ocurrencia de eventos climáticos extremos, sobre todo de heladas que afectaron a la totalidad de ocas cultivadas, a lo largo de todo el territorio de la cuenca.

respaldan la probabilidad de una erosión cultural en los agricultores de la cuenca Mito, expresada en una pérdida de variedades de ocas, y la consecuente erosión genética del cultivo. Cabe señalar, que las percepciones registradas en este resultado, fueron compartidas por ambos jefes de familias (padre y madre) y se manifestaron de manera similar en todas las familias visitadas durante la investigación.



Figura 19: Daños a tubérculos por presencia de plagas (gusano blanco).

A pesar de tenerse indicios de una posible erosión genética, esta se caracteriza a través de indicadores cualitativos, relacionados al olvido de nombres y disminución de la siembra de variedades locales; por lo que, es necesario profundizar la investigación a, respecto, que brinde consistencia cuantitativa a esta afirmación.

4.3. EN RELACIÓN A LA ESTRUCTURA DE LA VARIABILIDAD DE LA OCA EN LA CUENCA MITO

Para conocer cómo se estructura la variabilidad de ocas en la cuenca Mito, se analizó las 127 accesiones y se identificaron los grupos (clusters o conglomerados) que se forman a diferentes distancias. La formación de grupos a distancias “cero” permite identificar si dentro de las 127 accesiones existen o no accesiones con caracteres similares. Mientras que, la formación de grupos a otras distancias, permite conocer el arreglo de las accesiones, en relación a aquellos caracteres que son discriminantes para la formación de grupos.

4.3.1. Conglomerados a distancia “cero”: identificación de morfotipos diferentes

Para determinar el parecido en forma cuantitativa de las 127 accesiones de oca colectadas en la cuenca Mito e identificar la similitud y diferencia entre estas; se construyó una matriz de datos. Se consideró los 18 descriptores morfológicos del IPGRI y como unidad de análisis, las 127 accesiones. Se analizó usando el método multivariado de análisis de agrupamiento (cluster analysis) utilizando el programa NTSYS-pc (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 2.2. Exeter Software) (Rohlf, 2000). De acuerdo a las figuras 20 y 21, podemos establecer que a “distancia cero” sólo se registran 2 accesiones similares CCTA 030 (Yoraj oga) y CCTA 055 (Yorag papa oga), ver detalle figura 20. El resto de accesiones son más diferentes entre sí. Lo que indica, una gran diversidad de las accesiones de ocas colectadas en la cuenca Mito.

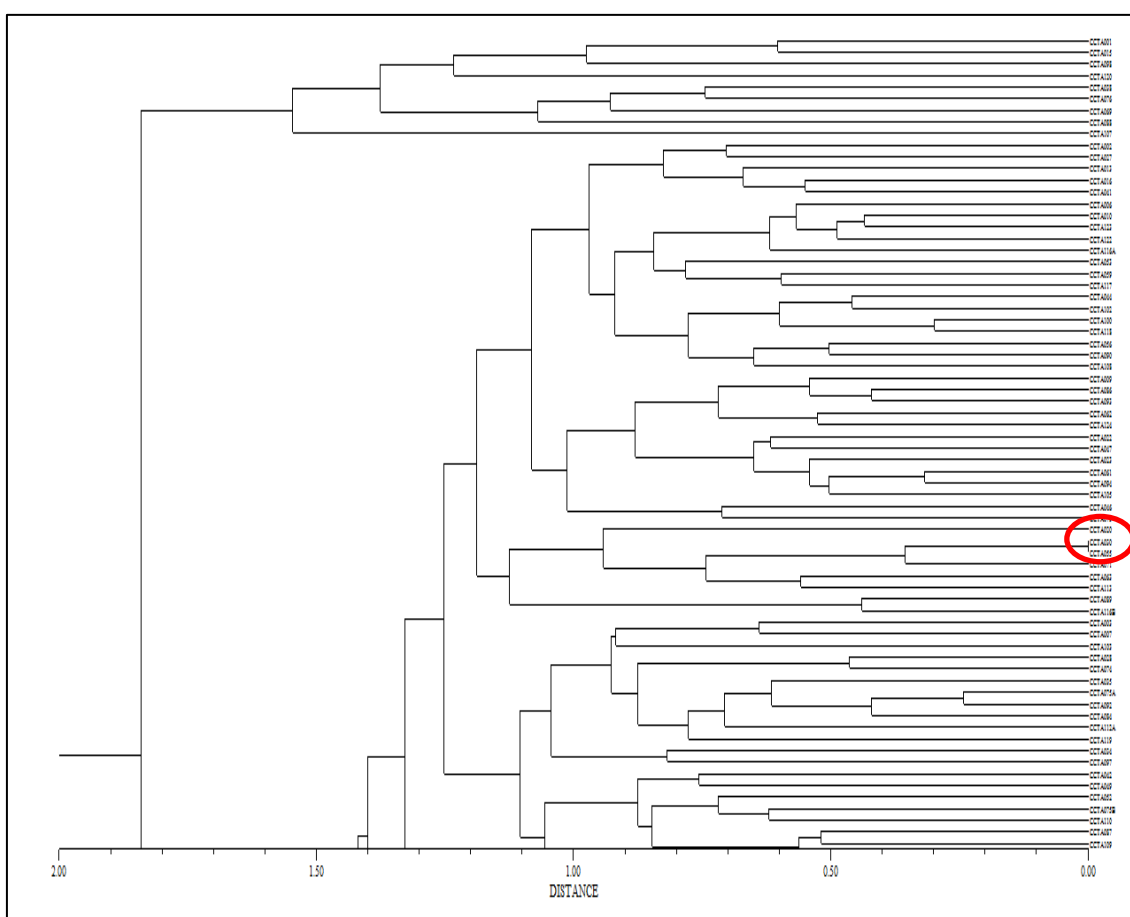


Figura 20: Fenograma de conglomerados de las accesiones de la cuenca Mito, a “distancia cero” parte 1.

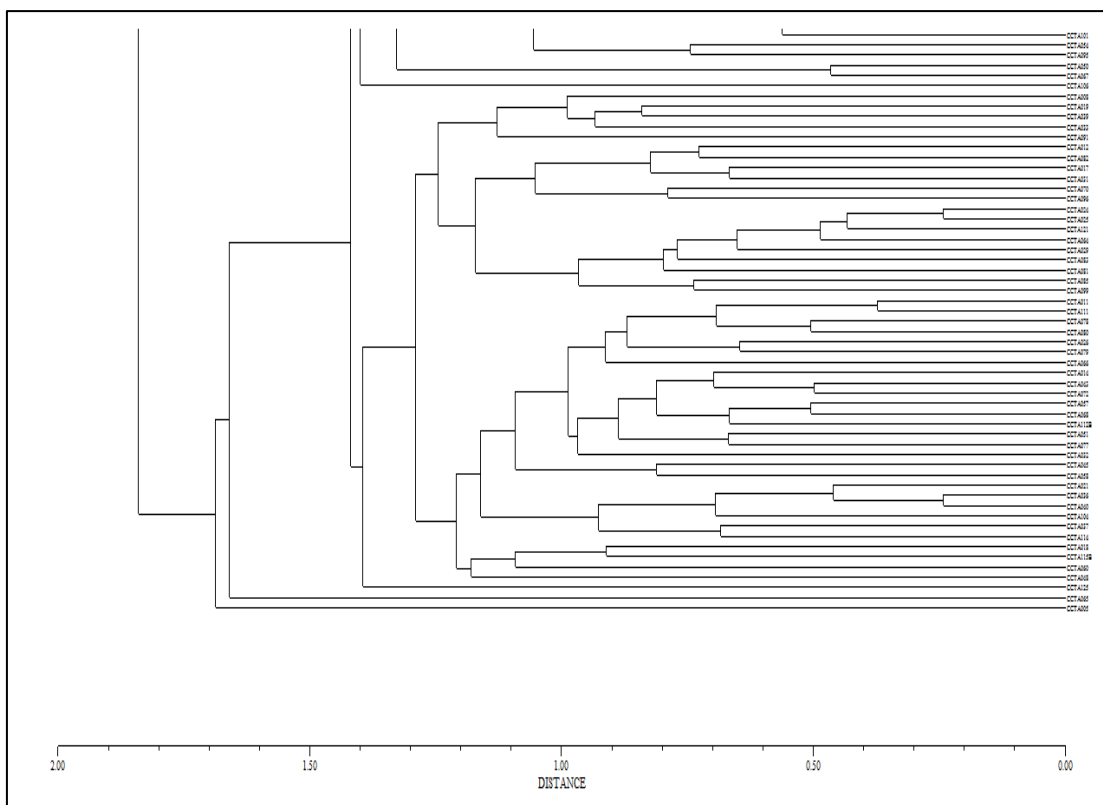


Figura 21: Fenograma de conglomerados de las accesiones de la cuenca de Mito a “distancia cero” parte 2.

4.3.2. Conglomerados a diferentes distancias: identificación de grupos

En la figura 22 y estableciendo una línea arbitraria de corte a la distancia 1.75¹⁰, se observa la formación de dos grandes grupos: uno de ellos está formado por pocas accesiones:

Accesión	Nombre local	Agricultor
CCTA001	Rosado oga	Victoriano Fernández
CCTA015	Chunchita	Victoriano Fernández
CCTA038	Achupachupan	Marino Ticlavlca
CCTA069	Piña oga	Rosas Jara
CCTA076	Yorag shaluca	Rosas Jara
CCTA088	Yorag pillau	Valentín Hilario
CCTA098	Huayro oga	Feliciano Antonio

¹⁰ Esta distancia se estableció de manera arbitraria, pues a ese valor, se identifica con mayor facilidad la formación de dos grandes de las 127 accesiones. Las distancias se pueden establecer a diferentes valores, para luego analizar la formación de grupos a tales valores y las características morfológicas que las agrupan o separan.

Continuación...

CCTA107	Leche con café	Valentín Hilario
CCTA120	NN9	Florentino Ventura

Este grupo tiene como características comunes: la ausencia de pigmentación en las axilas de los tallos y hojas, y la ausencia de floración que impidió caracterizar 6 descriptores al respecto (a nivel de la caracterización morfológica a nivel de planta). El resto de los descriptores posee valores variados.

Estableciendo otra línea arbitraria de corte a la distancia 1.50, se observa la formación de 3 grupos, dos de ellos formados por una sola accesión (grupos unitarios) y un gran grupo de accesiones. Los grupos unitarios corresponden a las accesiones: CCTA 005 y CCTA 065.

Accesión	Nombre local	Agricultor
CCTA005	Puca papa oga	Feliciano Antonio
CCTA065	Garhuash chiliana	Feliciano Antonio

Estas accesiones tienen 3 características morfológicas en planta comunes: i) el color del peciolo (rojo grisáceo con estípula púrpura grisáceo oscuro), ii) el hábito de floración (moderada) y iii) el color del pedúnculo y pedicelo (púrpura grisáceo). Considerando a las accesiones más cercanas que pertenecen al otro grande grupo observado (CCTA 125 y CCTA 048), la característica morfológica que podría marcar la diferenciación es la coloración del peciolo (verde con estípulas blancas).

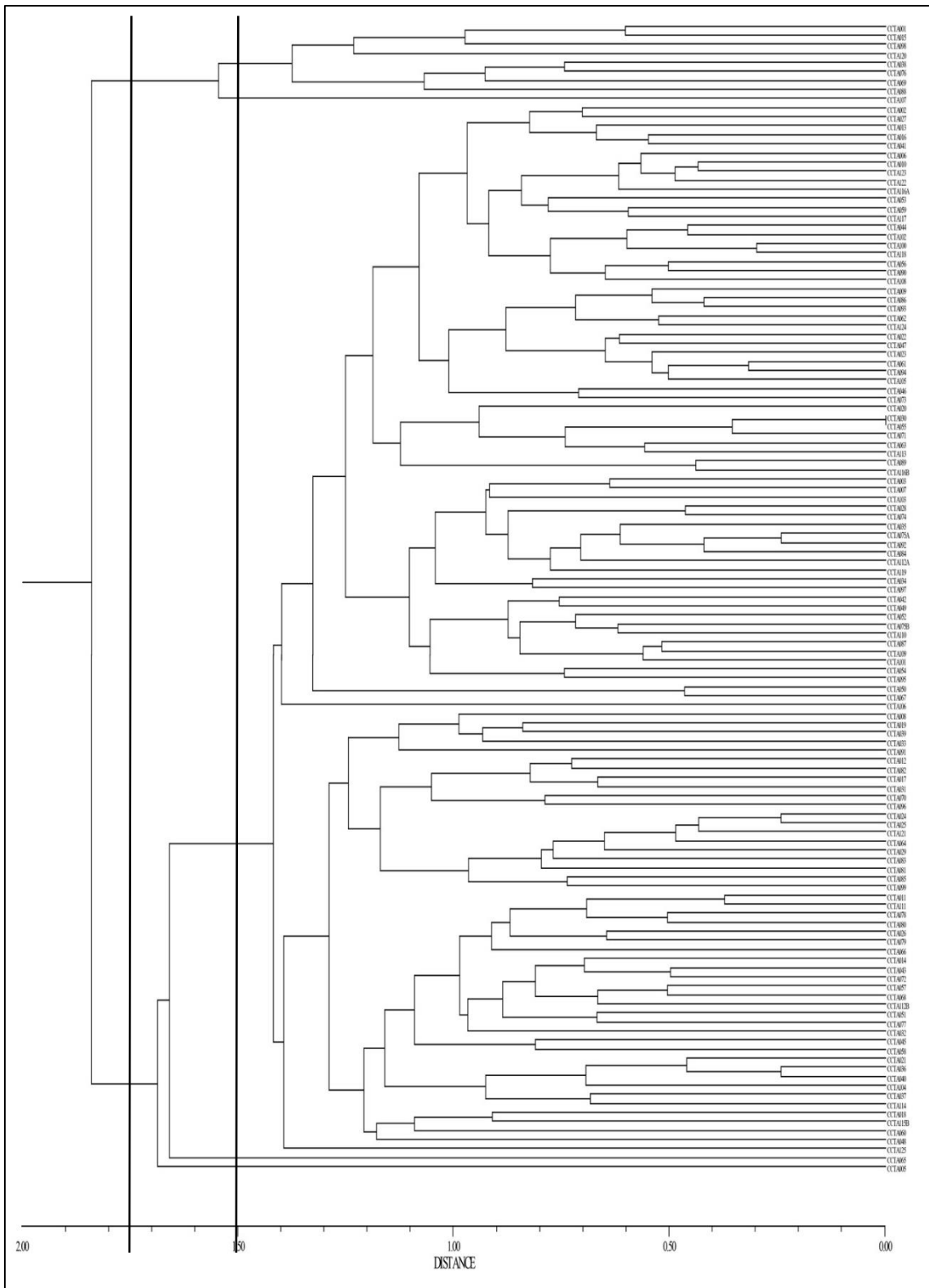


Figura 22: Fenograma de conglomerados de las accesiones colectadas en la cuenca Mito.

4.3.3. Análisis adicionales

a. Análisis de conglomerados (clusters): identificación de grupos

En base a 127 accesiones de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y utilizando el Paquete estadístico R-Project 2.15.1, la base de datos “agricolae”, una matriz de distancias heurística y el método de relación de conglomerados “average”, se forman 3 grupos (clusters o conglomerados, ver figura 23).

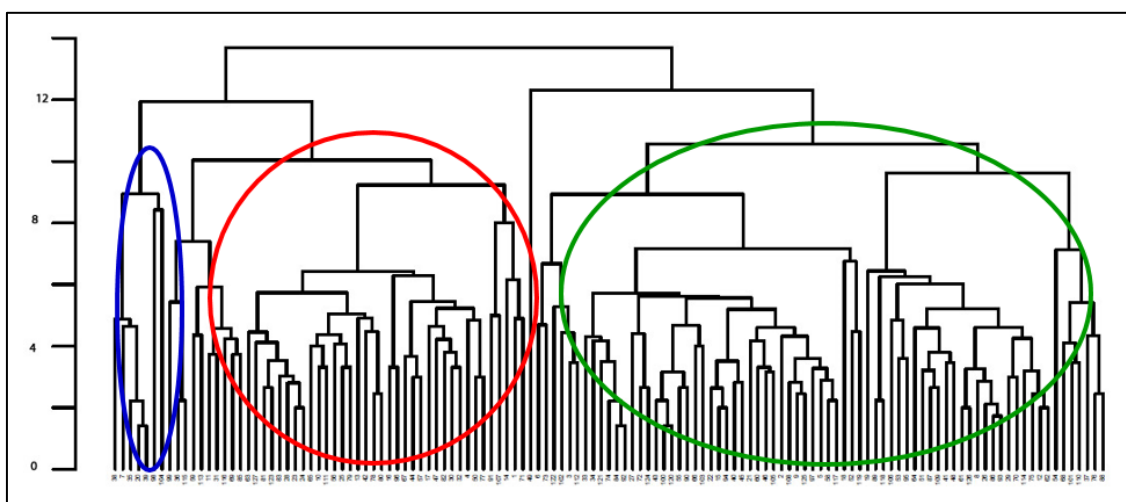


Figura 23: Conglomerados formados por las accesiones de oca.

El grupo 1 está formado por 7 accesiones, posee un porcentaje de conglomeración de 57.48% y 3 caracteres morfológicos comunes que las agrupan:

- La forma ovoide del tubérculo.
- La distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos en anillo vascular.
- El color secundario de la pulpa de los tubérculos que es rojo (ver figura 24).

Las accesiones que forman parte de este grupo, se detallan en la tabla 11:

Tabla 11: Grupo 1 formado por las accesiones de oca

Nº	Código	Nombre local	Col-sec-pul	Dis-col-sec	For-tub
7	CCTA008	Yuraj cashpish	6	2	1
20	CCTA021	Yorag papa oga	8	2	1
35	CCTA036	Papa oga	8	2	1
38	CCTA039	Papa oga tarmeña	8	2	1

Continuación...

39	CCTA040	Yuraj papa oga	8	2	1
98	CCTA098	Huayro oga	8	2	1
104	CCTA104	NN5	8	2	1

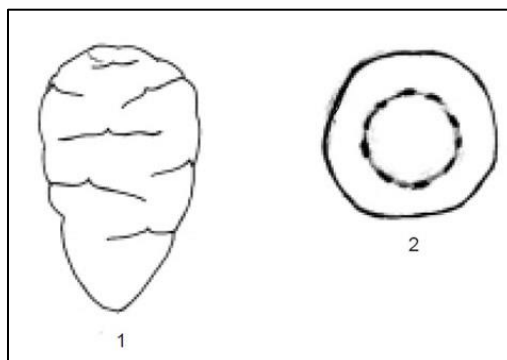


Figura 24: Forma ovoide y distribución secundaria en anillo vascular de tubérculos.

El grupo 2 está formado por 46 accesiones, con un porcentaje de conglomeración de 36.22 por ciento, y 4 caracteres morfológicos comunes que los agrupan son:

- El color secundario de la pulpa de los tubérculos, que son rojo y púrpura grisáceo.
- El color predominante de la pulpa de los tubérculos, que son blanco amarillento y amarillo.
- El color amarillo de la flor
- La ausencia de pigmentación en las axilas.
- Las accesiones que forman parte de este grupo, se detallan en la tabla 10:

Tabla 12: El grupo 8 y las accesiones de oca que lo conforman

N°	CLAVE	Nombre local	Pig-axi	Col-flor	Col-pul	Col-sec-pul
1	CCTA001	Rosado oga	0	0	2	8
4	CCTA005	Puca papa oga	0	1	2	8
10	CCTA011	Caya oga	0	1	3	8
11	CCTA012	Puka chumpag	1	1	2	11
13	CCTA014	Mariacina	0	1	3	8
14	CCTA015	Chunchita	0	0	2	11
16	CCTA017	Chumpag	1	1	3	11
17	CCTA018	Misha oga	0	1	3	8
23	CCTA024	Naranjado oga	0	1	3	6
24	CCTA025	Puka uma	0	1	3	6
25	CCTA026	Uchu uchu	0	1	3	6
28	CCTA029	Rosado palido	0	1	3	6
30	CCTA031	Grocella oga	1	1	3	8

Continuación...

31	CCTA032	Puka oga	0	1	3	11
32	CCTA033	Papa oga tarmeña	1	1	3	8
36	CCTA037	Pillahuina	0	1	3	8
42	CCTA043	Jatun nawi	0	1	2	8
44	CCTA045	Cabra oga	0	1	2	8
47	CCTA048	Cabra oga	0	1	2	8
50	CCTA051	Morado papa oga	0	1	3	8
56	CCTA057	Morado mariasina	0	1	2	6
57	CCTA058	Cabrera	0	1	2	8
59	CCTA060	Huarapo rojo (Puka huarapo)	0	1	2	11
63	CCTA064	NN1	0	1	3	8
65	CCTA066	Ruiro papa oga	0	1	3	8
67	CCTA068	Cabra oga	0	1	2	8
69	CCTA070	Llamapa chupan	1	1	2	11
71	CCTA072	Papa oga pestaña rosada	0	-1	2	11
77	CCTA077	Papa oga mediana	0	1	3	8
78	CCTA078	Pillau	0	1	3	8
79	CCTA079	Papa oga	0	1	3	8
80	CCTA080	Papa oga	0	1	3	8
81	CCTA081	Cashpish rosado	0	1	3	8
82	CCTA082	Papa oga	1	1	2	8
83	CCTA083	NN2	1	1	3	6
85	CCTA085	Cuchi isman	0	1	3	11
91	CCTA091	Caspish café con leche	1	1	3	8
96	CCTA096	Yanapillau	1	1	3	11
99	CCTA099	Yana nawi puca	0	1	3	8
107	CCTA107	Leche con café	1	0	3	8
111	CCTA111	Papa oga	0	1	3	8
113	CCTA112B	Anujipa senga	0	1	2	11
115	CCTA114	NN6	0	1	3	8
116	CCTA115B	NN7	0	1	3	11
123	CCTA121	NN10	0	1	3	8
127	CCTA125	NN14	0	2	2	6

El grupo 3, está formado por 73 accesiones¹¹ (el más numeroso) con un porcentaje de conglomeración de 5.51%, y comparten 2 caracteres comunes que son:

- La ausencia de color secundario de la pulpa de tubérculos, por ende
- La ausencia de distribución del color secundario de la pulpa.

Las accesiones que forman parte de este grupo, se detallan en la tabla 13:

¹¹ Existe una accesión de oca, codificada con el código CCTA50 que no se agrupó en ninguna de los 3 grupos, porque carecía de los datos morfológicos en planta (11 de los 18 caracteres), y que representa el 0.79% de la conglomeración. Esto se debió al mal estado de las muestras de tubérculos de esta accesión, que no permitieron la correspondiente caracterización y homologación.

Tabla 13: Contribución de las variables en los tres primeros componentes

Nº	CLAVE	Nombre local	Col_sec_pul	Dis_col_sec-pul
2	CCTA002	Garwaricra	0	0
3	CCTA003	Yoraj cashpish	0	0
5	CCTA006	Caya oga	0	0
6	CCTA007	Yoraj cashpish	0	0
8	CCTA009	Garhuash pillau	0	0
9	CCTA010	Garhuaricra	0	0
12	CCTA013	Pulpan	0	0
15	CCTA016	Cascabel	0	0
18	CCTA019	Misha oga	4	2
19	CCTA020	Garwash chiliana	3	3
21	CCTA022	Misha oga	0	0
22	CCTA023	Caya oga	0	0
26	CCTA027	Papa oga	0	0
27	CCTA028	Mishipa maquin	0	0
29	CCTA030	Yoraj oga	0	0
33	CCTA034	Puka nawi	0	0
34	CCTA035	Cascabel	0	0
37	CCTA038	Achupachupan	0	0
40	CCTA041	Cascabel oga	0	0
41	CCTA042	Warapo	0	0
43	CCTA044	Yoraj cashpish	0	0
45	CCTA046	Yurag oga	0	0
46	CCTA047	Santupa gaglan	0	0
48	CCTA049	Huarapo amarillo	0	0
51	CCTA052	Yana pillau	0	0
52	CCTA053	Huayta oga	0	0
53	CCTA054	Rosado nawi	0	0
54	CCTA055	Yorag papa oga	0	0
55	CCTA056	Cashpish blanco	0	0
58	CCTA059	Puka nawi zapallo oga	0	0
60	CCTA061	Yorag cashpish	0	0
61	CCTA062	Zapallo oga	0	0
62	CCTA063	Pulpan	0	0
64	CCTA065	Garhuash chiliana	0	0
66	CCTA067	Puca nawi cashpish	0	0
68	CCTA069	Piña oga	0	0
70	CCTA071	Yorag papa oga	0	0
72	CCTA073	Zanahoria	0	0
73	CCTA074	Cashpish yanañahui	0	0
74	CCTA075A	Santupa gaglan	0	0
75	CCTA075B	Yorag shaluca	0	0
76	CCTA076	Yorag shaluca	0	0
84	CCTA084	Papa oga	0	0
86	CCTA086	Zapallo oga	0	0
87	CCTA087	Chiliana	0	0
88	CCTA088	Yorag pillau	0	0
89	CCTA089	Rosado cashpish	0	0
90	CCTA090	Cashpish	0	0

Continuación...

92	CCTA092	NN3	0	0
93	CCTA093	Piña oga	0	0
94	CCTA094	NN4	0	0
95	CCTA095	Garhuash papa oga	0	0
97	CCTA097	Jacasina	0	0
100	CCTA100	Yorag cashpish	0	0
101	CCTA101	Shacana oga	0	0
102	CCTA102	Yorag papa oga	0	0
103	CCTA103	Huayta oga	0	0
105	CCTA105	Kamtsa shagapa	0	0
106	CCTA106	Jampi oga	0	0
108	CCTA108	Garhuash cashpish	0	0
109	CCTA109	Garhuash chiliana	0	0
110	CCTA110	Huayta papa oga	0	0
112	CCTA112A	Santa rosapa caran	0	0
114	CCTA113	Garhuash piña oga	0	0
117	CCTA116A	Anay watu	0	0
118	CCTA116B	Rosado	0	0
119	CCTA117	Garwaricra	0	0
120	CCTA118	Raco cashpish	0	0
121	CCTA119	NN8	0	0
122	CCTA120	NN9	0	0
124	CCTA122	NN11	0	0
125	CCTA123	NN12	0	0
126	CCTA124	NN13	0	0

4.4. EN RELACIÓN A LA COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD ENTRE LAS OCAS DE LA CUENCA MITO Y LAS OCAS DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE LA E. E. A. ANDENES EN CUSCO

Se construyó una matriz básica de datos de 18 variables (descriptores morfológicos) y 1748 unidades taxonómicas operativas (OTUs), que son el conjunto total de las accesiones colectadas en la cuenca Mito (127) y las de la Colección Nacional INIA (1621). Esta matriz se estandarizó usando como factor de sustracción la media aritmética y como divisor, a la desviación estándar. Con el subprograma “Similarity” se obtuvo la matriz de distancias, respecto a cada par posible de entradas u OTUs, mediante el coeficiente de distancia. Con esta matriz de coeficiente de distancia taxonómica, se construyó un fenograma (figura 25) mediante la técnica de ligamiento media aritmética no ponderada (UPGMA, “unweighted pair-group method using arithmetic averages”). Finalmente se obtuvo el índice de correlación cofenética $r = 0.85$, mediante el programa

estadístico R versión 3.0 que indica una buena robustez de nuestro modelo de representación gráfica.

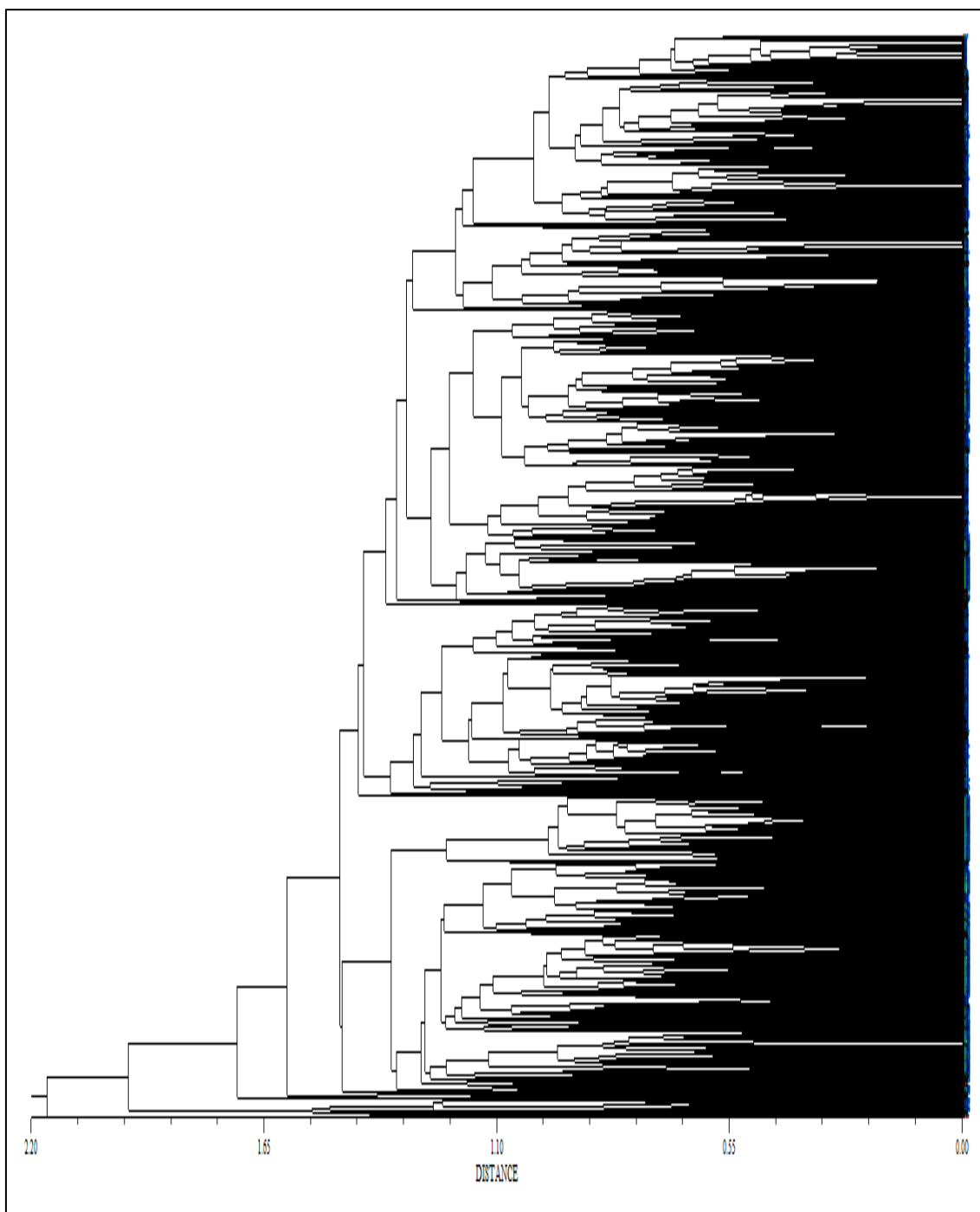


Figura 25: Fenograma de conglomerados del total de accesiones de la cuenca Mito y la Colección Nacional.

4.4.1. Análisis de conglomerados a “distancia cero”: identificación de morfotipos diferentes

De la figura 25, se identificó los grupos formados a “distancia cero”, es decir aquellas accesiones que poseen caracteres morfológicos similares. Para esto, se realizó un conteo manual de grupos formados a esta distancia, a través de la división del fenograma en 25 partes. Se identificó un total de 1510 grupos formados a “distancia cero”; es decir, 1510 accesiones con características morfológicas comunes que las permiten agruparse, y a su vez diferenciarse de las demás accesiones y grupos.

Se identifican 131 grupos de accesiones conformadas por 2 a 11 accesiones (en total 369 accesiones) y 1379 grupos de accesiones conformados por 1 sola accesión (grupos unitarios). Solamente 2 accesiones de la cuenca Mito: CCTA055 (Yorag papa oga) y CCTA1010 (Huayta papa oga) se encuentran incluidas dentro de grupos a “distancia cero”. El resto de accesiones colectadas en la cuenca Mito son accesiones con características morfológicas diferentes en comparación con las accesiones de las Colección Nacional.

4.4.2. Análisis de componentes principales (PCA)

En la figura 26, se puede observar la formación de dos grandes grupos que contienen a la totalidad de las accesiones de ocas (cuenca Mito y Colección Nacional – INIA). El primer componente (eje x) contiene lo que parecería un gradiente más que grupos definidos. Es en el segundo componente (eje y) que parece diferenciar dos grandes grupos.

Por otra parte, en tabla 12 se muestra la contribución de cada componente a la explicación del modelo general. En este caso hasta el tercer componente se ha explicado 42.7% de la variación, el resto puede deberse al azar.

Para saber cuáles variables están relacionadas con este arreglo bidimensional nos tenemos que remitir al tabla 13 o matriz de eigen-vectores. En este caso son los valores más altos

y que están marcados en negritas. Los cuales independientemente de su signo son los que explican la mayor variación en cada componente principal.

Para el primer componente (eje x), las variables que explican este arreglo en forma de gradiente son: color del tallo, color del pedicelo, color del peciolo y color del follaje. En el segundo componente (eje y) las variables que explican la formación de dos grandes grupos son: distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos, el color secundario de la pulpa de los tubérculos y el color predominante de la superficie de los tubérculos; aunque en una relación negativa (por el signo).

Para el tercer componente, que no está representado en la figura, se identificó un grupo de accesiones de la colección nacional (ninguna de la cuenca Mito) que valdría la pena explorar en futuras investigaciones, donde las variables que mayormente contribuyen a su agrupamiento son: la distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos y el color secundario de la superficie de los tubérculos.

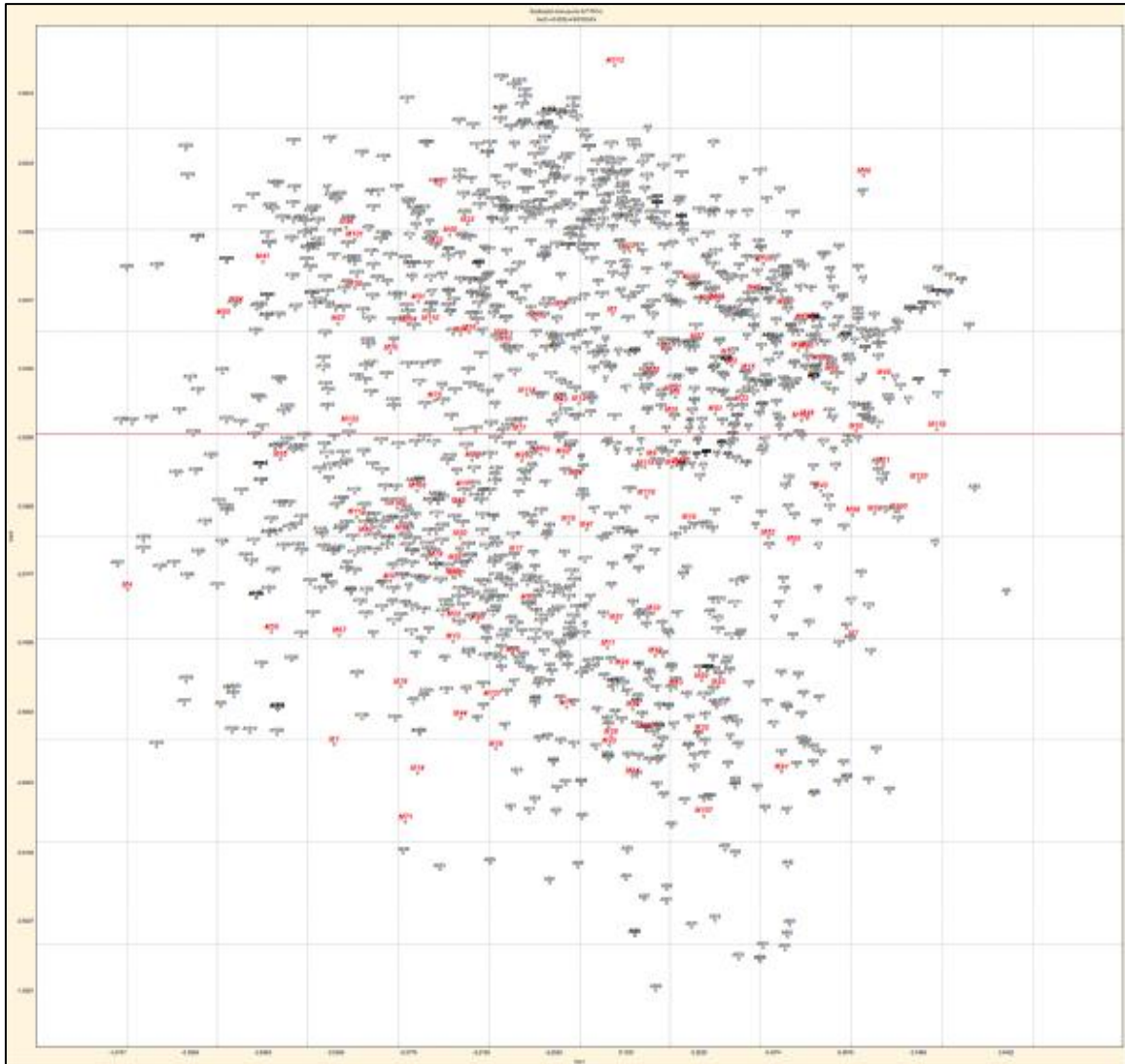


Figura 26: Representación bidimensional del parecido entre las accesiones de la Colección Nacional de ocas (INIA) y las colectas de la cuenca Mito, que son parte de la investigación.

Tabla 14: Matriz de Lambdas en las que se muestra la contribución en cada componente para explicar las afinidades entre las accesiones

	Eigenvalue	Porcentaje	Cumulative
1	3.834	21.302	21.302
2	2.181	12.115	33.417
3	1.680	9.331	42.748
4	1.396	7.757	50.505
5	1.254	6.966	57.471
6	1.076	5.979	63.450

Continuación...

7	0.982	5.455	68.905
8	0.907	5.038	73.942
9	0.828	4.602	78.545
10	0.750	4.169	82.714
11	0.670	3.725	86.438
12	0.529	2.941	89.379
13	0.454	2.520	91.899
14	0.415	2.308	94.206
15	0.349	1.936	96.143
16	0.275	1.528	97.671
17	0.221	1.227	98.898
18	0.198	1.102	> 100%

Tabla 15: Contribución de las variables morfológicas en los tres primeros componentes

Variables	CP1	CP2	CP3
ColorTallo	0.765	0.240	0.095
PigmAxila	-0.055	-0.341	0.216
ColorFollaje	0.652	0.198	-0.047
ColEnvesFollaje	0.599	0.198	-0.141
ColorPecíolo	0.715	-0.003	0.176
HabFloraci	0.005	0.054	-0.084
ColorFlor	0.530	0.327	0.057
Heterostilia	0.133	-0.144	-0.121
FormaCorola	-0.124	0.110	0.058
ColorSepalo	0.570	0.198	0.214
ColorPedicelo	0.736	0.380	0.127
ColPredTub	0.582	-0.629	0.039
ColSecTub	-0.234	0.192	0.816

Continuación...

DcolSecTub	-0.149	0.007	0.827
ColorPulpa	0.100	0.303	-0.340
ColSecPulpa	0.403	-0.701	0.043
DiscoSecPulpa	0.402	-0.763	0.068
FormaTub	0.145	-0.070	-0.091

V. CONCLUSIONES

En cuanto al registro de nombres locales de oca en la cuenca Mito, se concluye que existe conocimiento por parte de los agricultores, evidenciado y respaldado en el número diverso de variedades de ocas presentes en sus chacras, con su respectiva denominación, la misma que incluye nombres en quechua, que corresponden y reflejan las principales características morfológicas de los tubérculos (y en algunos casos caracteres morfológicos a nivel de planta).

En cuanto a la erosión genética del cultivo de oca en la cuenca Mito, se concluye que sí existe indicios de una erosión genética y pérdida de la variabilidad de la oca en la cuenca Mito, evidenciada cualitativamente en la pérdida de variedades locales por diversos factores externos (climáticos y económicos); y además ligada a una erosión cultural, que se manifiesta en los agricultores, a través de cambios en las dinámicas sociales y productivas, y en el olvido de los nombres locales de las ocas.

En cuanto a la estructura de la variabilidad de oca, se concluye que, a nivel de la caracterización completa, que incluye los tubérculos y las plantas, los principales caracteres para la formación de grupos son:

- A nivel de tubérculos: la forma de los tubérculos, la presencia de colores (predominante y secundario) en la pulpa de los tubérculos, así como la distribución de la coloración secundaria, si la hubiese.
- A nivel de planta: el color del peciolo y la presencia o no de pigmentación en las axilas de tallos.

En cuanto a la comparación de la variabilidad de ocas de la cuenca Mito y la Colección Nacional de ocas, los resultados sugieren una alta variabilidad entre estos dos grupos, sin embargo, no se pueden generalizar los resultados obtenidos, pues valen especialmente

para el año del trabajo realizado, conociendo la variabilidad anual típica de los ecosistemas de montaña.

En cuanto a la variabilidad de ocas en la cuenca Mito, se concluye que la cuenca Mito posee una alta variabilidad del cultivo de oca, representada en el número alto de accesiones con características morfológicas diferentes y que, a su vez, son también diferentes con las del Banco de Germoplasma de tuberosas andinas de la Estación Experimental Agraria Andenes del INIA Cusco.

VI. RECOMENDACIONES

En cuanto a la clasificación campesina y registro de nombres locales de la oca en la cuenca Mito, se recomienda elaborar un registro o actualizar el existente, porque los campesinos (sobre todo los más jóvenes) están dedicándose a otras actividades y relegando el cultivo tradicional de tuberosas por la presión ejercida sobre ellos de ideas occidentales y el acceso al mercado, refieren falta de sustento para sus familias (dinero para compras) y falta de acceso en caminos o carreteras para poder comercializar sus productos. También es necesario impulsar acciones que refuercen la identidad cultural para que no sigan perdiendo a los verdaderos conservadores de la diversidad, los campesinos; esto se podría hacer a través de las ferias de semillas, que ya se realizan, sin embargo, están perdiendo fuerza y es necesario reafirmarlas con el incentivo de premios que sean de utilidad para los campesinos.

En cuanto a la erosión genética del cultivo de oca en la cuenca Mito, se recomienda, que para investigaciones posteriores se profundice el alcance de la misma, incluyendo un mayor número de agricultores diferenciando los rangos sociales, así como las entrevistas y visitas a aquellos agricultores adultos mayores o de mayor edad aún presentes en la cuenca. Así como también identificar indicadores más estandarizados para evidenciar la erosión genética y la erosión cultural, respaldando estos análisis con datos cuantitativos sobre el estado de conservación del cultivo.

En cuanto a la estructura de la variabilidad de la oca en la cuenca Mito, se recomienda la replicación de datos de caracterización morfológica en más de una campaña agrícola para poder eliminar o disminuir la variación de datos por efectos del observador o de los efectos medioambientales. Así como el intercambio de información y el diálogo transversal desde ambas perspectivas, la del caracterizador, a través de descriptores estandarizados y la propia caracterización de los campesinos, para poder identificar los puntos de confluencia y los puntos diferentes.

El trabajo de caracterización morfológica no debería hacerse en una sola campaña agrícola, ya que se debería tener una consistencia durante repeticiones en tiempo y espacio porque las características propias del cultivo pueden afectarse con las condiciones del ambiente, por ejemplo, en el cambio de coloración de la superficie de los tubérculos a la exposición al sol, lo cual podría generar una toma de datos equívocos en el momento de la caracterización.

A pesar de haberse establecido con este trabajo una línea de base que representa la variabilidad genética de la oca en la cuenca de Mito, al ser ésta elaborada tomando en referencia las características morfológicas del cultivo, se debe refinar la metodología y estandarizar las condiciones de toma de datos. Así como, continuar con análisis genéticos, usando marcadores que nos puedan reforzar la gran diversidad encontrada en la cuenca Mito

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbizu, C. 2001. Descriptores para la caracterización del cultivo de Oca. INIA.
- Bandyopadhyay, J. 1992. Sobre las percepciones de las características de Montaña. en: World Mountain Network, Newsletter N°7.
- Blanco, O.; Blanco, M. 1995. Cultivos andinos y la Investigación Universitaria. Colección: Recopilación y Análisis de Bibliografía Temática Nro.7. CCTA. Lima.
- Brack, A. 1999. Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú. Cusco, CBC (Ecología y Desarrollo; 6005).
- CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. 2007. Biodiversity in Trust, Conservation and Use of Plant Genetic Resources in CGIAR Centres.
- Campos, D.; Noratto, G.; Chirinos, R.; Arbizu, C. 2006. Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum sp.*), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). Journal of the Science of Food and Agriculture
- Cárdenas, M.; Hawkes, J. 1948. Número de cromosomas de algunas plantas nativas cultivadas pro los indios de los Andes. En Revista de Agricultura, 5(4):30-32, Bolivia.
- Casas, A.; Parra, F. 2007. Agrobiodiversidad, parientes silvestres y cultura. LEISA Revista de Agroecología.
- Cortes, H. 1981. Alcances de la investigación en tubérculos andinos: oca, olluco y maswa o isaño. En: Curso sobre manejo de la producción agraria en laderas. Ministerio de Agricultura/IICA, Serie resultados y recomendaciones de eventos técnicos N° 235. Huaraz, Perú. Disponible en: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_2.htm
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA – CIP. Portal web institucional: <http://www.cipotato.org/>

- CCTA. 1997. Revista Alerta Bibliográfica Nro. 16/17. Las Cuencas en los andes Peruanos. Perú.
- Cruz, G. 2001. “Conservación In situ de Papas nativas Cultivadas (*Solanum spp*) en la Microcuenca de Ragra cancha, Distrito de Quisqui, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco”. Tesis UNALM.
- Del Río, A. 1990. Análisis de la variación enzimática de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” y su distribución geográfica. Tesis para optar el título de licenciado en Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma.
- Dollfus, O. 1991. Territorio andino, retos y memoria. IEP ediciones. Instituto Francés de Estudios Andinos. IFEA. Lima – Perú.
- Durand, E. 2005. Caracterización morfológica de la Oca, Olluco y Añu, manejadas en chacras por los campesinos de las comunidades de Pícol, Maringa, Qqueceayoc, Poques, Ch’umpe y Sayllapaya. Tesis Ing. Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco.
- Earls, J. 1989. Planificación Agrícola andina. Ediciones COFIDE. Lima – Perú.
- Emshwiller, E. 2002. Biogeography of the *Oxalis tuberosa* Alliance. The botanical review 68(1): 128.152
- Emshwiller, E. 2002. Origins of Domestication and polyploidy in oca (*Oxalis tuberosa*: Oxalidaceae), Chloroplast expressed glutamine synthetase data. American Journal of Botany 89(7): 1042–1056.
- Emshwiller, E.; Doyle, J. 1998. Origins of domestication and polyploidy in oca (*Oxalis tuberosa*: Oxalidaceae): NrDNA its data. American Journal of Botany 85(7): 975–985.
- Emshwiller, E. 1998. Ethnobotanical study of factors affecting genetic erosion in cultivated *Oxalis tuberosa* in Peru. American Journal of Botany 85: 55-56
- Emshwiller E. Patrones de diversidad genotípica en el cultivo de oca (*Oxalis tuberosa* Molina). Datos de marcadores AFLP comparados con la Enotaxonomía.
- Emshwiller, E.; Ángeles, J.; Catacora, P.; Girón, R.; Nina, V.; Tineo, J.; Medina, T. 2008. No sólo la papa y no sólo un parque - otros tubérculos andinos también necesitan protección. Department of Botany, University of Wisconsin-Madison, INIA, Perú.
- Emshwiller, E.; Theim, T.; Grau, A.; Nina, V.; Terrazas, F. 2009. Origins of domestication and polyploidy in oca (*Oxalis tuberosa*, Oxalidaceae) AFLP data of

- oca and four wild tuber-bearing taxa. *American Journal of Botany* 96(10): 1839–1848. 2009.
- Estrada, R.; Medina, T.; Roldán, A. 2006. Manual para caracterización In situ de cultivos nativos. Conceptos y procedimientos. INIA. Proyecto “Conservación In situ de Cultivos nativos y sus Parientes silvestres” PER/98/G33.
 - FAO. Netherland Conference on Agriculture and the Environment. 1991. Social and Institutional Aspects of Sustainable Agriculture and rural development. Background document Nro 5. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the Ministry of agriculture, nature management and fisheries of the Netherlands 5 hetogenbosh, the Netherlands.
 - Figueroa, M. 2005. La Conservación In situ de la papa (*Solanum spp.*) en la microcuenca de Warmiragra (1950 – 2004), Distrito de Tomayquichua. Provincia de Ambo. Región Huanuco.
 - Gallardo, M.; Alvites, F. 2001. Informe Final Zonificación de la Agrobiodiversidad. Proyecto Conservación In situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres (IIAP/GEF/PNUD).
 - Holle, M. 2006. ¿Por qué es bueno Caracterizar? Manual para caracterización In situ de cultivos nativos. Conceptos y procedimientos. INIA. Proyecto “Conservación In situ de Cultivos nativos y sus Parientes silvestres” PER/98/G33. Capítulo I: Conceptos básicos para la caracterización.
 - IDMA (Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente). 2002. Punto de partida de la conservación in situ en la microcuenca de Warmiragra, Distrito de Tomayquichua, Departamento de Huánuco. Huanuco – Perú.
 - INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE CULTIVOS ANDINOS – IICA, 1977. Revista Curso de cultivos andinos.
 - INSTITUTO DE INOVACIÓN AGRARIA – INIA. Portal web institucional: www.inia.gob.pe
 - IPGRI/CIP. 2001. Descriptores de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Internacional de la Papa, Lima Perú.
 - Knudsen, H. 2000. Directorio de Colecciones de Germoplasma en América Latina y el Caribe. Primera edición. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma, Italia.

- Malice, M.; Baoudin, J. 2009. Genetic diversity and germoplasm conservation of three minor Andean tuber crop species. *Biotechnology Agronomic Social Environment* 13(3), 441-448.
- Medina, T. 1994. Contaje cromosómico de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) conservada in vitro. Tesis: Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Morlon, P. 1996. Comprender la Agricultura Campesinos en los Andes Centrales Perú Bolivia. Lima. Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Murra, J. 2002. El mundo andino. Población, medio ambiente y economía. – Lima, IEP/Pontificia Universidad Católica del Per. – (Historia Andina, 24).
- Piedra, A. 2002. Tesis: Caracterización morfoagronómica y molecular de la Colección Nacional de Oca del Banco de germoplasma del INIAP. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Pissard *et al.* 2006. Genetic diversity of the Andean tuber-bearing species, oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), investigated by inter-simple sequence repeats. En *Genome* 49: 8–16 (2006). Published on the NRC Research Press Web site at <http://genome.nrc.ca> on 6 January 2006.
- PRATEC. 1988. Agricultura y Cultura en el Perú. El enfoque de sistemas y agricultura andina ¿Cómo revalorar Tecnologías campesinas?. Agricultura andina y saber campesino. Cajamarca – Perú.
- Pomar, G. 2012. Tuberización in vitro de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” como una alternativa para la producción de tubérculos semilla. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- PROYECTO DE CONSERVACIÓN IN SITU DE LOS CULTIVOS NATIVOS Y SUS PARIENTES SILVESTRES (IIAP/GEF/PNUD) 2001 – 2005 Conservación In situ en raíces y tuberosas.
- Revilla, L. 2006. Sistematización sobre Organizaciones Tradicionales para la Conservación de los Cultivos Nativos. Proyecto Conservación In situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres PER/98/G33.
- Robles, E. 1981. Origen y Evolución de *Oxalis tuberosa* Molina: Oca, *Ullucus tuberosus* Loz.: Ulluco *Tropaelum tuberosum* R y P.: Mashua. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho – Perú.

- Soukup, J. 1970. Vocabulario de los Nombres vulgares de la Flora peruana. Lima, Colegio Salesiano.
- Tapia, M. 2000. Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. 2 ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Santiago de Chile.
- Torres, J.; Gallardo, M.; Acuña, T. 1998. Las Microcuencas, cómo cuidar la poca agua que tenemos. CCTA. Lima.
- Torres y Parra, 2009. Parientes silvestres de plantas nativas cultivadas andinas (Perú): Los Sachas. Lima. CCTA.
- Torres, J.; GALLARDO, M.; GÓMEZ, A. & M.J. VALDIVIA, 2011. Diagnóstico Local Integrado: variabilidad climática, vulnerabilidad y adaptación en base a ecosistemas. En Ecosistemas altoandinos. subcuenca Mollebamba. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC Perú.
- Valladolid Cavero. 1996. Niveles de ploidía de la Oca y sus parientes silvestres. Tesis UNALM.
- Vavilov, N. 1951. Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas. Es. Buenos Aires, Argentina. Acme Agency. 185p.
- Velásquez-Milla *et al.* 2001. Ecological and socio-cultural factors influencing in situ conservation of crop biodiversity by traditional households in Peru. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7:40. van todos
- Vila, M. 1997. Tesis “Estructura y Análisis de la vegetación de la microcuenca de Huarmiragra, distrito de Tomayquichua, provincia de Ambo, departamento de Huánuco. Universidad Nacional Agraria La Molina.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Descriptores estandarizados del IPGRI, 2001

Los datos de colores de planta y de tubérculos se registran utilizando la Tabla de Colores de la Real Sociedad de Horticultura (RHS Colour Chart). Los números y letras entre paréntesis corresponden a (los) color(es) correspondiente(s) a la tabla de colores del RHS. Los caracteres indicados a continuación son estables y apropiados para identificar morfotipos y/o duplicados.

Caracteres	Valor	Significado
7.1 Datos vegetativos		
7.1.1 Color de los tallos aéreos	1	Verde amarillento
	2	Verde grisáceo predominante con rojo grisáceo
	3	Rojo grisáceo
	4	Púrpura rojizo
	5	Púrpura grisáceo
7.1.2 Pigmentación de las axilas	0	Ausente
	1	Presente
7.1.3 Color del follaje	1	Verde amarillento
	2	Verde amarillento oscuro
	3	Verde amarillento oscuro con púrpura grisáceo
	4	Púrpura grisáceo con verde amarillento oscuro
7.1.4 Color del envés de los foliolos	1	Verde amarillento
	2	Verde amarillento con nervadura rojo grisáceo
	3	Verde amarillento con púrpura grisáceo irregularmente distribuido
	4	Púrpura rojizo con verde amarillento irregularmente distribuido
	99	Otro (especificar en el descriptor)
7.1.5 Color del peciolo	1	Verde con estípulas blancas
	2	Verde con estípulas púrpura grisáceo claro
	3	Verde con estípulas púrpura grisáceo
	4	Púrpura grisáceo con estípulas púrpura grisáceo oscuro
	5	Rojo grisáceo con estípulas púrpura grisáceo oscuro
7.2 Inflorescencia y fruto		

Continuación...

7.2.1 Hábito de floración	0	Ninguna
	3	Escasa
	5	Moderada
	7	Abundante
7.2.2 Color de la flor	1	Amarillo
	2	Naranja amarillento
7.2.3 Heterostilia de las flores	1	Brevistilia
	2	Mesostilia
	3	Longistilia
	4	Semi homostilia
	5	Fuertemente longistilia
7.2.4 Forma de la corola	1	Rotada ($\geq 75\%$ de pétalos superpuestos)
	2	Semiestrellada ($\geq 50\%$ de pétalos superpuestos)
	3	Pentagonal (25 a 30% de pétalos superpuestos)
7.2.5 Color de los sépalos	1	Verde
	2	Verde predominante con púrpura grisáceo
	3	Púrpura grisáceo
	99	Otro (especificar en el descriptor)
7.2.6 Color del pedúnculo y pedicelo	1	Pedúnculo y pedicelo verde amarillento
	2	Pedúnculo verde amarillento y pedicelo púrpura grisáceo
	3	Pedúnculo y pedicelo púrpura grisáceo
	4	Pedúnculo púrpura grisáceo y pedicelo verde amarillento
7.3 Datos del tubérculo		
7.3.1 Color predominante de la superficie de los tubérculos	1	Blanco
	2	Blanco amarillento
	3	Amarillo
	4	Naranja amarillento
	5	Rojo naranja
	6	Rojo naranja oscuro
	7	Rojo claro (rosado)
	8	Rojo pálido
	9	Rojo
	10	Púrpura grisáceo claro
	11	Púrpura grisáceo claro
	12	Púrpura grisáceo oscuro
7.3.2 Color secundario de la superficie de los tubérculos	0	Ausente
	1	Blanco
	2	Blanco amarillento
	3	Amarillo
	4	Naranja amarillento
	5	Rojo naranja
	6	Rojo claro (rosado)
	7	Rojo pálido
	8	Rojo
9	Rojo grisáceo	

Continuación...

	10	Púrpura rojizo
	11	Púrpura grisáceo
7.3.3 Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos	0	Ausente
	1	Ojos
	2	Alrededor de ojos
	3	Sobre tuberizaciones
	4	Ojos e irregularmente distribuidos
	5	Irregularmente distribuido
	6	Veteaduras sobre tuberizaciones principalmente
7.3.4 Color predominante de la pulpa de los tubérculos	1	Blanco
	2	Blanco amarillento
	3	Amarillo
	4	Naranja amarillento
	5	Rojo naranja
	6	Rojo
	7	Rojo grisáceo
	8	Púrpura rojizo
	9	Púrpura grisáceo
7.3.5 Color secundario de la pupa de los tubérculos	0	Ausente
	1	Blanco
	2	Blanco amarillento
	3	Amarillo
	4	Naranja amarillento
	5	Rojo naranja
	6	Rojo claro
	7	Rojo pálido
	8	Rojo
9	Rojo grisáceo	
7.3.6 Distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos	0	Ausente
	1	Corteza
	2	Anillo vascular
	3	Médula
	4	Anillo vascular y corteza
	5	Médula y corteza
7.3.7 Forma de los tubérculos	1	Ovoide
	2	Claviforme
	3	Alargado
	4	Cilíndrico

Anexo 2: Cantidad de accesiones de ocas colectadas por agricultor

Agricultor	Código	Nombre local	Cantidad
Alberto Hilario	CCTA103	Huayta oga	9
Alberto Hilario	CCTA097	Jacasina	
Alberto Hilario	CCTA123	NN12	
Alberto Hilario	CCTA080	Papa oga	
Alberto Hilario	CCTA111	Papa oga	
Alberto Hilario	CCTA077	Papa oga mediana	
Alberto Hilario	CCTA063	Pulpan	
Alberto Hilario	CCTA066	Ruiro papa oga	
Alberto Hilario	CCTA100	Yorag cashpish	
Feliciano Antonio	CCTA116A	Anay watu	31
Feliciano Antonio	CCTA048	Cabra oga	
Feliciano Antonio	CCTA058	Cabrera	
Feliciano Antonio	CCTA056	Cashpish blanco	
Feliciano Antonio	CCTA081	Cashpish rosado	
Feliciano Antonio	CCTA074	Cashpish yanañahui	
Feliciano Antonio	CCTA091	Caspish café con leche	
Feliciano Antonio	CCTA006	Caya oga	
Feliciano Antonio	CCTA050	Chuspi magash	
Feliciano Antonio	CCTA065	Garhuash chiliana	
Feliciano Antonio	CCTA113	Garhuash piña oga	
Feliciano Antonio	CCTA049	Huarapo amarillo	
Feliciano Antonio	CCTA060	Huarapo rojo (Puka huarapo)	
Feliciano Antonio	CCTA098	Huayro oga	
Feliciano Antonio	CCTA053	Huayta oga	
Feliciano Antonio	CCTA043	Jatun nawi	
Feliciano Antonio	CCTA105	Kamtsa shagapa	
Feliciano Antonio	CCTA070	Llamapa chupan	
Feliciano Antonio	CCTA014	Mariacina	
Feliciano Antonio	CCTA051	Morado papa oga	
Feliciano Antonio	CCTA083	NN2	
Feliciano Antonio	CCTA079	Papa oga	
Feliciano Antonio	CCTA072	Papa oga pestaña rosada	
Feliciano Antonio	CCTA005	Puca papa oga	
Feliciano Antonio	CCTA118	Raco cashpish	
Feliciano Antonio	CCTA089	Rosado cashpish	
Feliciano Antonio	CCTA112A	Santa rosapa caran	
Feliciano Antonio	CCTA047	Santupa gaglan	
Feliciano Antonio	CCTA101	Shacana oga	
Feliciano Antonio	CCTA055	Yorag papa oga	

Continuación...

Feliciano Antonio	CCTA075B	Yorag shaluca	
Florentino Ventura	CCTA090	Cashpish	9
Florentino Ventura	CCTA087	Chiliana	
Florentino Ventura	CCTA092	NN3	
Florentino Ventura	CCTA119	NN8	
Florentino Ventura	CCTA120	NN9	
Florentino Ventura	CCTA084	Papa oga	
Florentino Ventura	CCTA078	Pillau	
Florentino Ventura	CCTA042	Warapo	
Florentino Ventura	CCTA086	Zapallo oga	
Gerardo Sánchez	CCTA045	Cabra oga	
Gerardo Sánchez	CCTA071	Yorag papa oga	
Gerardo Sánchez	CCTA003	Yoraj cashpish	
Gerardo Sánchez	CCTA073	Zanahoria	
Juan Sánchez	CCTA041	Cascabel oga	6
Juan Sánchez	CCTA057	Morado mariasina	
Juan Sánchez	CCTA067	Puca nawi cashpish	
Juan Sánchez	CCTA052	Yana pillau	
Juan Sánchez	CCTA021	Yorag papa oga	
Juan Sánchez	CCTA040	Yuraj papa oga	
Marino Ticlavilca	CCTA038	Achupachupan	7
Marino Ticlavilca	CCTA010	Garhuaricra	
Marino Ticlavilca	CCTA009	Garhuash pillau	
Marino Ticlavilca	CCTA019	Misha oga	
Marino Ticlavilca	CCTA036	Papa oga	
Marino Ticlavilca	CCTA037	Pillahuina	
Marino Ticlavilca	CCTA116B	Rosado	
Moisés Nolasco	CCTA016	Cascabel	6
Moisés Nolasco	CCTA011	Caya oga	
Moisés Nolasco	CCTA017	Chumpag	
Moisés Nolasco	CCTA117	Garwaricra	
Moisés Nolasco	CCTA012	Puka chumpag	
Moisés Nolasco	CCTA075A	Santupa gaglan	
Rosas Jara	CCTA122	NN11	6
Rosas Jara	CCTA124	NN13	
Rosas Jara	CCTA125	NN14	
Rosas Jara	CCTA069	Piña oga	
Rosas Jara	CCTA076	Yorag shaluca	
Rosas Jara	CCTA044	Yoraj cashpish	
Valentín Hilario	CCTA112B	Anujipa senga	24
Valentín Hilario	CCTA068	Cabra oga	

Continuación...

Valentín Hilario	CCTA085	Cuchi isman
Valentín Hilario	CCTA108	Garhuash cashpish
Valentín Hilario	CCTA109	Garhuash chiliana
Valentín Hilario	CCTA095	Garhuash papa oga
Valentín Hilario	CCTA110	Huayta papa oga
Valentín Hilario	CCTA106	Jampi oga
Valentín Hilario	CCTA107	Leche con café
Valentín Hilario	CCTA064	NN1
Valentín Hilario	CCTA121	NN10
Valentín Hilario	CCTA094	NN4
Valentín Hilario	CCTA104	NN5
Valentín Hilario	CCTA114	NN6
Valentín Hilario	CCTA115B	NN7
Valentín Hilario	CCTA082	Papa oga
Valentín Hilario	CCTA093	Piña oga
Valentín Hilario	CCTA059	Puka nawi zapallo oga
Valentín Hilario	CCTA099	Yana nawi puca
Valentín Hilario	CCTA096	Yanapillau
Valentín Hilario	CCTA061	Yorag cashpish
Valentín Hilario	CCTA102	Yorag papa oga
Valentín Hilario	CCTA088	Yorag pillau
Valentín Hilario	CCTA062	Zapallo oga
Victoriano Fernández	CCTA035	Cascabel
Victoriano Fernández	CCTA023	Caya oga
Victoriano Fernández	CCTA015	Chunchita
Victoriano Fernández	CCTA002	Garwaricra
Victoriano Fernández	CCTA020	Garwash chiliana
Victoriano Fernández	CCTA031	Grocella oga
Victoriano Fernández	CCTA018	Misha oga
Victoriano Fernández	CCTA022	Misha oga
Victoriano Fernández	CCTA028	Mishipa maquin
Victoriano Fernández	CCTA024	Naranjado oga
Victoriano Fernández	CCTA027	Papa oga
Victoriano Fernández	CCTA033	Papa oga tarmeña
Victoriano Fernández	CCTA039	Papa oga tarmeña
Victoriano Fernández	CCTA034	Puka nawi
Victoriano Fernández	CCTA032	Puka oga
Victoriano Fernández	CCTA025	Puka uma
Victoriano Fernández	CCTA013	Pulpan
Victoriano Fernández	CCTA054	Rosado nawi
Victoriano Fernández	CCTA001	Rosado oga

25

Continuación...

Victoriano Fernández	CCTA029	Rosado palido	
Victoriano Fernández	CCTA026	Uchu uchu	
Victoriano Fernández	CCTA007	Yoraj cashpish	
Victoriano Fernández	CCTA030	Yoraj oga	
Victoriano Fernández	CCTA046	Yurag oga	
Victoriano Fernández	CCTA008	Yuraj cashpish	