

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ACCESIONES DE OCA**  
**(*Oxalis tuberosa* Mol.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA.**

**ESTEYSI CALLE HUANCA**

**LA PAZ -BOLIVIA**

**2022**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ACCESIONES DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA.**

*Tesis de Grado presentado como  
Requisito parcial para optar el  
Título de Ingeniero Agrónomo*

**ESTEYSI CALLE HUANCA**

**ASESOR**

Ing. M. Sc. Fanny Bertha Arragan Tancara .....

Ing. Joel Moisés Mamani Huanca .....

**TRIBUNAL**

Ing. M. Sc. Carlos López Blanco .....

Ing. Milton Indalicio Macías Villalobos .....

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera .....

**APROBADA**

**Presidente Tribunal Examinador:** .....

## DEDICATORIA

A Dios por la vida, salud y su infinita misericordia.

A mis padres: Venancio Calle y Yolanda Huanca por su constante apoyo, comprensión y por su cariño, quienes estuvieron dándome fuerza para seguir adelante.

A mis hermanos: Heber y Willams por todo el apoyo y cariño incondicional que me brindaron.



Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente. No temas ni desmayes; porque yo, el señor tu Dios, estaré contigo donde quiera que vayas (Josué 1:9).

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a todas las personas que me colaboraron de una u otra manera, expreso mi profunda gratitud a los que me colaboraron en la realización de mi tesis.

Primeramente agradezco a mis padres: Venancio Calle y Yolanda Huanca a mis Hermanos: Heber y Willams, a mi cuñada Mariela y sus hijas Emilce y Génesis. Por su apoyo incondicional y comprensión durante mi formación personal y profesional.

A mis asesores Ing. M.Sc. Fanny Bertha Arragan Tancara y el Ing. Joel Moisés Mamani Huanca por el asesoramiento, paciencia, sugerencias y consejos vertidos durante la elaboración de mi tesis y su apoyo durante todo el proceso.

A los miembros del tribunal revisor: ing. M. Sc. Carlos López Blanco, Ing. Milton Indalicio Macías Villalobos y el Ing. Freddy Carlos Mena Herrera quienes contribuyeron con sugerencias y recomendaciones para obtener el documento final.

Finalmente a mi segunda casa de estudios la Facultad de Ingeniería Agronómica U.M.S.A. ,a la Estación Experimental Choquenaira por el espacio de investigación brindado para la realización del presente trabajo de tesis, los docentes y a todos los amigos (as) que conocí en esta casa de estudios.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iii
ÍNDICE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRAC.....	vii

## INDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Objetivos.....	2
1.1.1	Objetivo general.....	2
1.1.2	Objetivos específicos .....	2
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1	Cultivo de la oca .....	3
2.1.1	Origen.....	3
2.1.2	Taxonomía.....	3
2.1.3	Descripción morfológica.....	4
2.1.3.1	Morfología vegetativa.....	4
2.1.3.1.1	Raíz .....	4
2.1.3.1.2	Tallo.....	5
2.1.3.1.3	Hojas.....	6
2.1.3.2	Morfología floral .....	7
2.1.3.3	Morfología del fruto y semilla botánica .....	9

2.1.3.3.1	Fruto .....	9
2.1.3.3.2	Semilla botánica.....	10
2.1.3.4	Morfología del tubérculo.....	10
2.1.4	Variedades de oca.....	11
2.1.5	Fenología del cultivo .....	11
2.2	Caracterización del germoplasma .....	13
2.2.1	Accesión.....	13
2.2.2	Descriptores.....	14
2.2.3	Calcificación jerárquica de los descriptores.....	14
2.2.4	Calidad del descriptor .....	14
2.2.4.1	Heredabilidad.....	15
2.2.4.2	Valor taxonómico del descriptor.....	15
2.2.4.3	Valor de uso.....	15
2.2.4.4	Facilidad de registro.....	15
2.2.4.5	Tamaño de la muestra.....	16
2.2.5	Aplicación de los marcadores .....	16
2.2.6	Marcadores morfológicos vegetales.....	17
2.3	Clasificación intra-específica .....	17
2.4	Descriptor morfológico de la oca .....	17
2.4.1	Datos vegetativos .....	18
2.4.2	Datos Inflorescencia .....	18
2.4.3	Datos del tubérculo .....	18
3	MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
3.1	Localización .....	19
3.1.1	Ubicación geográfica .....	19

3.2	Materiales .....	20
3.2.1	Material vegetal .....	20
3.2.2	Material decampo .....	20
3.2.3	Material de gabinete .....	20
3.3	Métodos .....	20
3.3.1	Manejo del cultivo .....	21
3.3.1.1	Colecta de accesiones .....	21
3.3.1.2	Preparación de la terraza .....	21
3.3.1.3	Siembra y abonamiento .....	22
3.3.1.4	Aporque y deshierbe .....	22
3.3.1.5	Riego .....	22
3.3.1.6	Aplicación de Biol .....	22
3.3.1.7	Cosecha .....	23
3.3.2	Metodología experimental .....	24
3.3.2.1	Caracterización morfológica .....	24
3.3.2.1.1	Caracteres morfológicos evaluados en las accesiones de oca...	24
3.3.2.2	Croquis experimental .....	26
3.3.3	Análisis experimental .....	26
3.3.4	Determinacion de la variabilidad morfologica .....	27
3.3.4.1	Análisis de frecuencias de caracteres morfológicos .....	27
3.3.4.2	Taxonomía numérica .....	28
3.3.4.3	Construcción de la matriz básica de datos (M.B.D.) .....	28
3.3.4.4	Coeficiente de asociación (C.A.) .....	28
3.3.4.5	Coeficiente de Distancia (C.D.) .....	29
3.3.4.6	Calculo de valores tendencia central y dispersión .....	30

3.3.5	Caracterización de accesiones mediante descriptor morfológico .....	30
3.3.5.1	Metodología orden taxonómico .....	30
3.3.5.1.1	Análisis de conglomerados .....	30
3.3.6	Identificación de caracteres eficientes que discriminen las accesiones .....	31
3.3.6.1	Análisis de correlación caracteres morfológicos .....	31
3.3.6.2	Análisis de Componentes principales (A.C.P.) .....	32
4	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	33
4.1	Análisis de la determinación de la variabilidad morfológica .....	33
4.1.1	Análisis de frecuencias de caracteres .....	33
4.1.1.1	Caracteres Vegetativos .....	33
4.1.1.2	Caracteres de la flor .....	35
4.1.1.3	Caracteres del Tubérculo .....	36
4.1.2	Taxonomía numérica .....	40
4.1.2.1	Determinación del coeficiente de asociación .....	40
4.1.2.2	Determinar el coeficiente de distancia entre accesiones .....	41
4.1.3	Medidas de tendencia central .....	41
4.2	Análisis de Caracterización mediante descriptores morfológicos .....	43
4.2.1	Orden taxonómico.....	43
4.2.2	Análisis de conglomerados .....	43
4.3	Identificación de caracteres eficientes discriminantes morfológicamente .....	45
4.3.1	Determinar el coeficiente de correlación de Pearson .....	45
4.3.2	Análisis de componentes principales .....	47
5	CONCLUSIONES.....	51
6	RECOMENDACIONES .....	52
7	BIBLIOGRAFIA .....	53

8	ANEXOS .....	61
---	--------------	----

### ÍNDICE CUADROS

<b>Tabla 1.</b>	Características morfológicas evaluadas en accesiones de oca.....	25
<b>Tabla 2.</b>	Valores de tendencia central morfológica de accesiones de oca. ....	42
<b>Tabla 3.</b>	Primer Componente principal.....	48
<b>Tabla 4.</b>	Segundo Componente principal. ....	49
<b>Tabla 5.</b>	Tercer componente principal.....	49

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Planta y tubérculo de la oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> Mol.).....	4
<b>Figura 2.</b>	Raíz adventicia fasciculada de la oca.....	5
<b>Figura 3.</b>	Tallo de la oca. ....	6
<b>Figura 4.</b>	Hojas trifoliadas de la oca. ....	7
<b>Figura 5.</b>	Flor de la oca. ....	7
<b>Figura 6.</b>	Forma de la corola: 1 rotada, 2 semistrellada, 3 pentagonal. ....	8
<b>Figura 7.</b>	heterostilia de las flores: 1 brevistilia,2 mesostilia, 3 longistilia,4 semi-homostilia,5 fuertemente longistilia. ....	9
<b>Figura 8.</b>	Tubérculo de la oca.....	10
<b>Figura 9</b>	Forma de los tubérculos: 1 ovoide, 2 clavisiforme, 3 alargado, 4 cilíndrico. ....	11

<b>Figura 10.</b> Fases fenológicas de la oca. ....	13
<b>Figura 11.</b> Localización del predio, Estación Experimental de Choquenaira. ....	19
<b>Figura 12.</b> Preparación el terreno. ....	21
<b>Figura 13.</b> Cosecha y colecta de la accesiones de oca. ....	23
<b>Figura 14.</b> caracterización morfológica de la oca “caracteres vegetativos” ....	24
<b>Figura 15.</b> Croquis de la parcela de oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> Mol.) ....	26
<b>Figura 16.</b> Flujograma del proceso metodologico experimental. ....	27
<b>Figura 17.</b> Estado del carácter color de tallos aéreos. ....	33
<b>Figura 18.</b> Estados del carácter inflorescencia y fruto. ....	35
<b>Figura 19.</b> Estados del carácter de tubérculo. ....	37
<b>Figura 20.</b> Agrupación del Fonograma de conglomerados de las accesiones. ....	44
<b>Figura 21.</b> Colorímetro de datos, Coeficiente de Pearson de variables cualitativas y cuantitativas ....	46
<b>Figura 22.</b> Coeficiente de Pearson de variables cualitativas y cuantitativas. ....	47
<b>Figura 23.</b> Componentes principales de caracteres de la oca. ....	48

## RESUMEN

El cultivo de la oca (*Oxalis tuberosa*), es el segundo tubérculo nativo más consumido de la zona andina de Bolivia, dentro de las zonas productoras, importante para los pueblos indígenas es uno de los componentes de la base de su alimentación. La producción de los cultivos depende de su potencial genético y de la interacción con el ambiente en que se desarrollan. Tal motivo se planteó la siguiente investigación titulada: caracterización morfológica de accesiones de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) en la Estación Experimental de Choquenaira. Con los siguientes objetivos: Determinar la variabilidad morfológica de las accesiones del cultivo de oca. Caracterizar mediante descriptores morfológicos las accesiones de oca. Identificar los caracteres morfológicos más eficientes que discriminen las accesiones de oca para asociarlas en variedades reconocidas. Se recolectó 75 accesiones de oca provenientes del altiplano norte y centro. El respectivo análisis de frecuencia, coeficiente de asociación y distancia demostraron variabilidad morfológica entre las 75 accesiones y las distancias entre las mismas, el coeficiente de variabilidad morfológica en promedio general de los caracteres fue de 40.89 % mostrando la variabilidad de los caracteres y sus estados al momento de la toma de datos, indica que hay una mayor variabilidad dentro de la población de accesiones observadas y el análisis de componentes principales nos permitió identificar 15 caracteres discriminantes de determinen de manera más eficiente las variedades de oca. A nivel morfológico se identificó 18 variedades (Waka liki, Quellu apilla, Sukriñu etpta, Chiyar apilla, Colorado, Lulisa, Jalko keni, Charo rosado, Sauciri, Suri wana, Wila chismi, Janqo oca, Qhiñi apilla encorvado, Sukreñu, Manzanilla, Qhiñi apilla jaques base, Imilla oca, chismi) partir de los descriptores de planta, inflorescencia y tubérculos propuestos por el IPGRI.

**Palabra clave:** *Oxalis tuberosa*, caracterización morfológica, OTUs.

## ABSTRACT

The cultivation of the oca (*Oxalis tuberosa*), is the second most consumed native tuber in the Andean zone of Bolivia, within the producing areas, important for the indigenous peoples is one of the components of the base of their diet. The production of crops depends on their genetic potential and the interaction with the environment in which they grow. For this reason, the following research entitled: morphological characterization of accessions of goose (*Oxalis tuberosa* Mol.) at the Choquenaira Experimental Station was raised. With the following objectives: To determine the morphological variability of the accessions of the oca crop. Characterize the goose accessions by means of morphological descriptors. Identify the most efficient morphological characters that discriminate the accessions of goose to associate them in recognized varieties. 75 goose accessions were collected from the northern and central highlands. The respective analysis of frequency, association coefficient and distance showed morphological variability among the 75 accessions and the distances between them, the coefficient of morphological variability in general average of the characters was 40.89% showing the variability of the characters and their states at the time of data collection, indicates that there is greater variability within the population of accessions observed and the analysis of principal components allowed us to identify 15 discriminating characters that more efficiently determine the varieties of goose. At the morphological level, 18 varieties were identified (Waka liki, Quellu apilla, Sukriñu etpta, Chiyar apilla, Colorado, Lulisa, Jalko keni, Charo rosa, Sauciri, Suri wana, Wila chismi, Janqo oca, Qhiñi apilla encorvado, Sukreñu, Manzanilla, Qhiñi apilla jaques base, Imilla oca, chismi) from the descriptors of plant, inflorescence and tubers proposed by IPGRI.

**Keywords:** *Oxalis tuberosa*, morphology characterization, OTUs.

## 1 INTRODUCCIÓN

El género *Oxalis* está distribuido en América y África en su mayoría, aunque los *Oxalis* africanos tienen su origen en América del Sur, por lo que *Oxalis* es más diverso en esa región, particularmente en la zona sur. La alianza *Oxalis tuberosa* es un grupo de especies morfológicamente similares a la oca que parece haber difundido a lo largo de los Andes (Stevens, 2001).

El cultivo de la oca (*Oxalis tuberosa*), es el segundo tubérculo nativo más consumido de la zona andina de Bolivia, sin embargo, su importancia dentro de las zonas productoras, es muy importante, para los pueblos indígenas es uno de los componentes de la base de su alimentación, la oca en sus distintas formas de consumo, con una baja información de conocimientos y saberes. (García, 2018).

Bolivia se encuentra en la Región Andina, uno de los grandes centros de origen y de domesticación de los tubérculos de oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*), las razones para promover la producción, conservación y uso de estos tubérculos se basa en fundamentos nutricionales, ecológicos y económicos, que a través de los años continuamente han contribuido a la seguridad alimentaria de las diferentes zonas productoras (Gonzales, Terrazas, Almanza, & Condori, 2003).

La producción de los cultivos depende de su potencial genético y de la interacción con el ambiente en que se desarrollan. Entre los factores ambientales, la disponibilidad de nutrientes en el suelo juega un papel determinante (Valdivia, Devaux, Gonzáles, Herbas, & Hijmans, citado por la revista latino americana de la papa 2016).

La clasificación de las variedades de oca se hace de acuerdo a la forma, apariencia externa, color y posterior uso de los tubérculos. Estas son nombradas en base a la percepción del agricultor (Ramírez, 2002).

Una reducción del número de variedades de oca ha sido observada entre 1980 y 1990, esto ha sido atribuido a la producción de un pequeño número de variedades comerciales y a la reducción de la producción (en TM) de este cultivo en algunas regiones en la última década (Pissard, Ghislain, & Bertin, 2006).

A pesar de la importancia socio-económica-cultural de este cultivo, la información disponible sobre producción, variedades, características morfológicas sobresalientes, en zonas productoras del altiplano, así como el conocimiento e identificación de regiones potenciales productoras, son escasos y deficientes.

La caracterización morfológica e identificación de variedades del cultivo de oca, nos permite una mejor comprensión de la diversidad de esta especie, que dará inicio al desarrollo de programas de conservación de la misma. Debido a todo esto, en esta investigación se tuvo como objeto principal la caracterización morfológica de accesiones en la Estación Experimental de Choquenaira.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

Realizar la caracterización morfológica de accesiones de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) en la Estación Experimental de Choquenaira.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar la variabilidad morfológica de las accesiones del cultivo de oca.
- Caracterizar mediante descriptores morfológicos las accesiones de oca.
- Identificar los caracteres morfológicos más eficientes que discriminen las accesiones de oca para asociarlas en variedades reconocidas.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultivo de la oca

#### 2.1.1 Origen

La oca es una especie nativa de los Andes, que como muchas otras que se cultivaron en el Ecuador prehispánico, se ha visto relegada en los últimos tiempos a pequeñas parcelas, donde aún se cultiva y consume; sin embargo es importante señalar, que la Oca, es uno de los cultivos nativos más antiguos de los Andes, estimándose que tiene alrededor de 8 000 años de antigüedad (Valdivieso, s.f.).

La Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) es una planta oxalidácea, el origen se presume que los predecesores silvestres aparecieron en las zonas altas del Perú y fueron extendidos hacia el Norte y Sur, según la variación actual la región altiplánica Perú-Bolivia, sería el centro de origen de *Oxalis* (Tapia M. , 1990).

En los Altos Andes sólo el cultivo de la papa es más importante que el cultivo de la oca, su agradable sabor y diversos colores brillantes resultan interesantes para impulsar su producción a gran escala con fines de exportación (Valdivieso, s.f.).

#### 2.1.2 Taxonomía

La oca tiene la siguiente caracterización taxonómica, según el sistema APG IV (2016).

**Clase:** *Eudicotiledoneas*

**Orden:** *Oxalidales*

**Familia:** *Oxalidaceas*

**Género:** *Oxalis*

**Nombre común:** Oca

**Nombres comunes en la región:** Quechua: Oqa, Ok'a; Aymara: Apilla; castellano: Oca (Perú, Ecuador), Oca, Ibia (Colombia), Ruba, Timbo,

Quiba (Venezuela), Papa roja, Papa colorada, Papa extranjera (México)  
Fuente: (APG, 2016).

### 2.1.3 Descripción morfológica.

La oca es una especie dicotiledónea de hábito vegetativo herbáceo anual, presenta una reproducción asexual por medio de tubérculos (Orbegoso A. , 1957).

#### 2.1.3.1 Morfología vegetativa.

La "Oca" es una planta de desarrollo compacto, herbácea anual, con hábito de crecimiento erecto en las primeras etapas, para ser decumbente o postrada en la madurez (Maza, 2007).



Fuente: Blanco y Blasco (1992).

**Figura 1** Planta y tubérculo de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

#### 2.1.3.1.1 Raíz

El sistema radicular a nivel de brote del tubérculo es adventicio, fasciculado y muy ramificado, lo que le permite resistir a sequías (Orbegoso G, citado por Cruz,w. 2018).

La raíz fasciculada, también llamada raíz atípica o fibrosa. En este tipo de raíces no existe una raíz principal, por lo que todas las ramificaciones son igual de importantes y pueden alcanzar tamaños parecidos. (Acosta, 2020).



**Fuente:** Fotografía propia, (2021).

**Figura 2.** Raíz adventicia fasciculada de la oca.

#### **2.1.3.1.2 Tallo**

Es erguido, cilíndrico y succulento; de forma cónica o semiesférica. (Cárdenas M. , 1969), reportan la presencia de tallos planos, con estrías longitudinales; con entrenudos cortos y delgados en la parte inferior. En estado adulto es frecuente encontrar a los tallos con una disposición hacia fuera (León, 1964).

El color del tallo varía, según el clon, de verde a gránate oscuro. Las hojas son alternas, trifoliadas con pecíolos acanalados de 2 a 9 cm de longitud. Los folíolos son obcordiformes de 1 a 4 cm de largo, tienen la cara superior lisa y de color verde oscuro, la cara inferior es densamente pubescente de color púrpura o verde (Robles, 1981).

Existe una variación en la pigmentación del tallo (de verde a vino oscuro), debido a la presencia de antocianinas, Desde el punto de vista morfológico, el tallo, se encuentra formado por tejidos corticales, con un parénquima lleno de agua y un cilindro central poco desarrollado; los haces vasculares se encuentran aislados y la médula se encuentra formada por parénquima (Cárdenas M. , 1969).

Esta especie desarrolla estolones, los cuales brotan a nivel de los nudos subterráneos del tallo y alcanzan varios centímetros de longitud, en la región terminal del estolón, ocurre un engrosamiento formando tubérculos que presentan yemas u ojos. Orbegoso (1960).

La epidermis es densamente pubescente. Ésta pubescencia se encuentra distribuida uniformemente por toda la planta, aunque aparentemente parece más densa en el ápice por los entre nudos cortos (Orbegoso, 1957; Cárdenas, 1989).



Fuente: Fotografía propia, (2021).

**Figura 3.**Tallo de la oca.

### **2.1.3.1.3 Hojas**

Las hojas son trifolioladas, alternas y pinnaticompuestas. Presentan pubescencia en la cara superior y el color varía entre verde a púrpura, la parte superior es glabra (Robles, 1981).

Son largos y acanalados, en estos se distinguen claramente dos partes separados por una superficie de abscisión y cuando las hojas caen las bases de los pecíolos permanecen adheridas al tallo, Los folíolos son cordiformes de 1-4 cm de largo, verde oscuro y lisos en la cara superior, púrpura o verde y densamente pubescente en la inferior (Montaldo, 1972).



Fuente: Fotografía propia, (2021).

**Figura 4.** Hojas trifoliadas de la oca.

### 2.1.3.2 Morfología floral

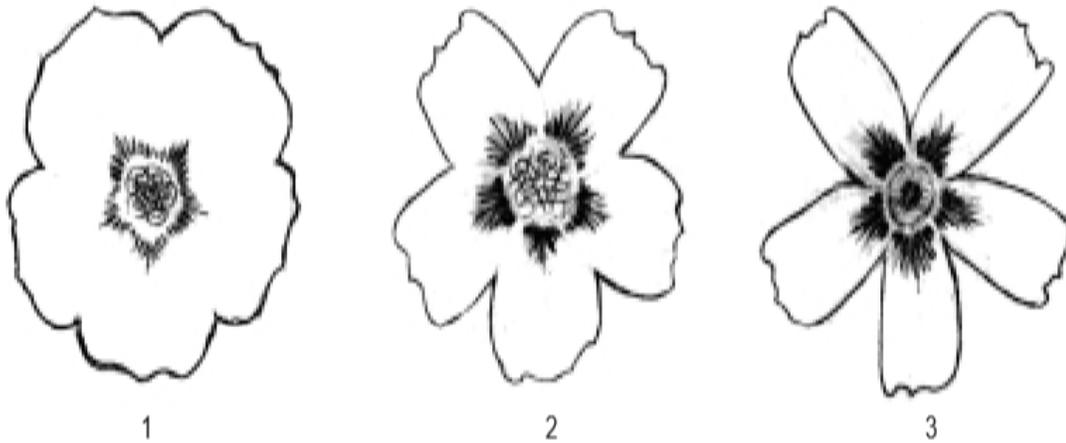
El tipo de inflorescencia es muy variable. En algunos casos es umbeliforme y en otros se presentan cimbras irregulares. Cada inflorescencia lleva de 5 a 12 flores pedunculadas (Orbegoso, 1957).



Fuente: Fotografía propia, (2021).

**Figura 5.** Flor de la oca.

En la oca las flores se disponen en dos cimas es decir la inflorescencia es axilar, se dispone en dos cimas de 4 a 5 flores. Los pedúnculos tienen de 10 a 15 cm de longitud y los pedicelos de 1 a 3 cm. El cáliz tiene en promedio 1 cm de longitud y está formado por cinco sépalos agudos y verdes. La corola está formada por 5 pétalos flabeliformes de 10 x 6 mm de borde trilobado (Robles, 1981).



**Fuente:** IPGRI, (2021).

**Figura 6** Forma de la corola: 1 rotada, 2 semistrellada, 3 pentagonal.

El ovario es sincárpico, súpero, pentacarpelar, con 4 óvulos anátropos bitegumentados, con 5 estilos libres y estigmas bífidos, laminares y de color amarillo – verdoso (Cárdenas, 1969; Carrión et al., 1995).

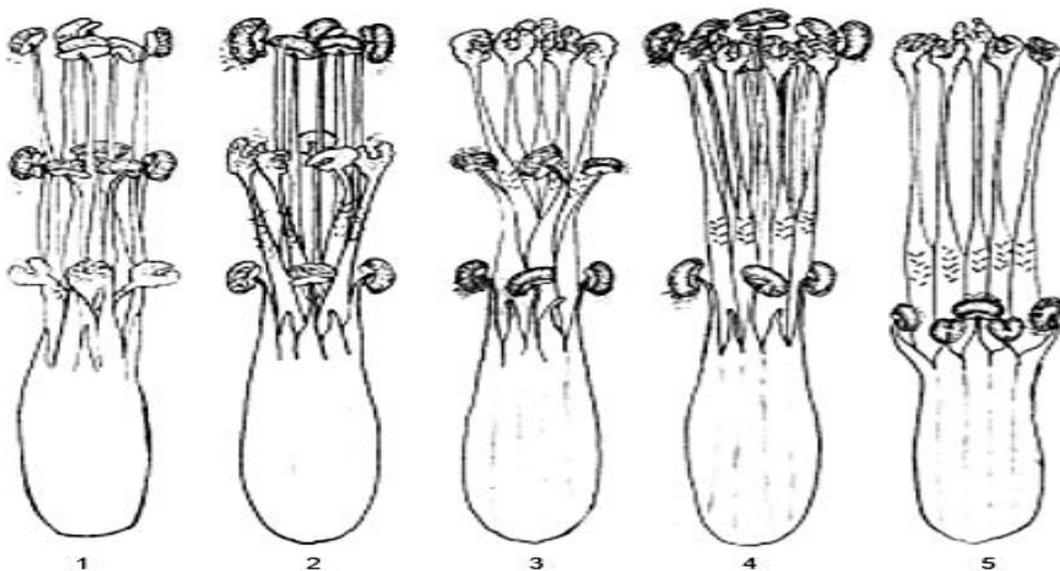
Los estambres se encuentran en número de 10, y son del tipo monadelfo. En la madurez presentan una dehiscencia longitudinal. El gineceo está constituido de un pistilo compuesto de 5 carpelos (pentaloculado) soldado axilarmente. Tiene ovario súpero que aloja en su interior de 20 a más óvulos anátropos sujetos a la placenta central (Orbegoso, 1957).

La Biología floral de la oca, clasificando las flores de acuerdo a la longitud de sus estambres como cortos, medianos y largos, a lo que posteriormente se denominó Heterostilia (de acuerdo a la posición de los estambres con respecto al estilo), lo cual son de tres tipos: (Blanco J. , 1951).

- **Brevistilia**, los estambres se ubican por debajo del nivel del estilo.
- **Longistilia**, los estambres se ubican por encima del nivel del estilo.
- **Mesostilia**, los estambres y los estilos se encuentran al mismo nivel.

Este carácter ha sido utilizado como un descriptor de la especie (IPGRI, 2001).

Así mismo existe una variación morfológica de las ocas a nivel de estambres y está favorece a la alogamia. El patrón floral de oca es especial, en donde los verticilos (dos anteras y una de estigma) se encuentra intercalado indistintamente en las flores (Carrión, 1995).



. Fuente: IPGRI, (2001).

**Figura 7.** heterostilia de las flores: 1 brevistilia, 2 mesostilia, 3 longistilia, 4 semi-homostilia, 5 fuertemente longistilia.

### 2.1.3.3 Morfología del fruto y semilla botánica

#### 2.1.3.3.1 Fruto

El fruto es una cápsula de 5 lóculos, de pared membranosa y encerrada en el cáliz persistente. Las semillas se forman en número de 1 a 3 o más en cada lóculo; Son elipsoides de más o menos 1 mm de longitud, de superficie granulosa y de color pardo claro u oscuro. La dehiscencia de las cápsulas de *Oxalis*, en general, es

explosiva al extremo de ser difícil el encontrar semillas en frutos maduros (Cardenas, 1989).

#### **2.1.3.3.2 Semilla botánica**

La semilla requiere de por lo menos 3 semanas para su emergencia. Sin embargo, no se ha detectado su uso por los agricultores. (Cortes, 1977).

La obtención de semillas es casi nula debido a que la abscisión de la flor ocurre antes de que estas maduren. Esto sucede en la gran mayoría de las flores de oca. Sin embargo, se han encontrado algunas flores fecundadas que no sufrieron la abscisión y cuyas semillas eran normales (Orbegoso, 1957).

#### **2.1.3.4 Morfología del tubérculo**

Los tubérculos alcanzan longitudes de 5 a 15 cm de forma muy variada: cilíndrica a ovoides, y de color llamativo: blanco, morados a casi negro, rosados o amarillos, a menudo con áreas enteras de distinto color, uniformes o punteado, las yemas tienen tamaño y profundidad diferentes, según el clon y a menudo son de distinto color (Leon, 1987).

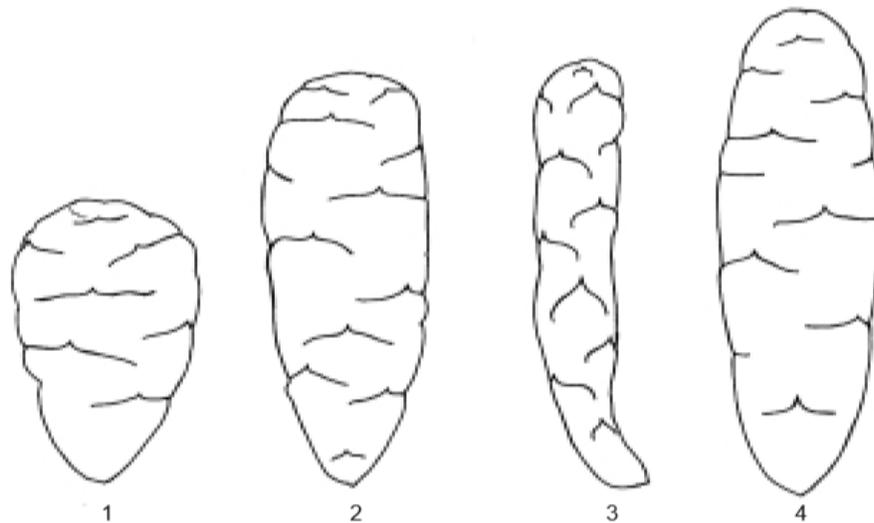


**Fuente:** Fotografía propia, (2021).

**Figura 8.** Tubérculo de la oca.

Las yemas tienen tamaño y profundidad diferentes, según el clon y a menudo son de distinto color (León, 1987).

Los tubérculos tienen formas elipsoidales, claviformes y cilíndricas, con yemas en toda la superficie y de colores variados, amarillo, blanco, rojo y morado (Maza et al., 2007).



Fuente: IPGRI, (2021).

**Figura 9** Forma de los tubérculos: 1 ovoide, 2 claviforme, 3 alargado, 4 cilíndrico.

#### **2.1.4 Variedades de oca**

Entre las variedades de oca tenemos: la Kellasunta, keni, Janko Luque, Q'ello ojo rojo, Chearaluke, Sabacire rojo y Waca Like y, las variedades menos frecuentes son Macura amarilla, Kusillo, Solterito Herrera, siendo la variedad Keni la de mayor importancia económica; la precedencia del nombre de esta especie se debió a que Juan Ignacio de Molina descubrió por primera vez la planta de Oca en 1782 (Condori, 2016).

#### **2.1.5 Fenología del cultivo**

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral las diferentes fases fenológicas. En este caso del cultivo de la oca tiene 6 fases fenológicas que serán descritas a continuación: (Yzarra & Lopez, s.f.).

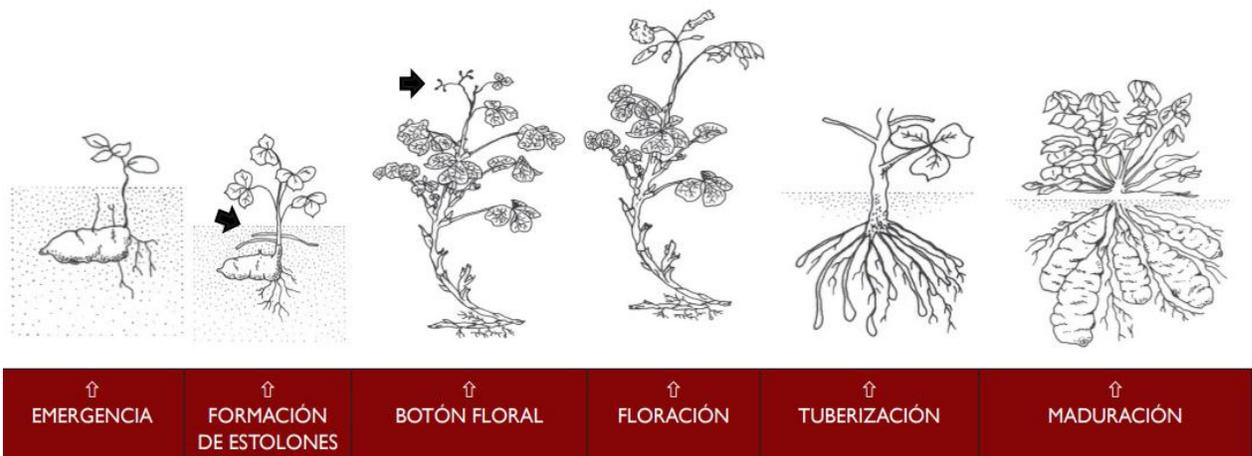
- **Emergencia:** Cuando las plantas han emergido a la superficie del suelo, lo que ocurre aproximadamente a los 35 días de siembra.
- **Formación de estolones:** Cuando los primeros estolones tienen entre uno y dos centímetros de longitud, lo cual ocurre aproximadamente a los 75 días de la siembra.
- **Formación del botón floral:** Cuando en las plantas se observa a simple vista la formación de botones florales, lo que ocurre aproximadamente a los 90 días de la siembra.
- **Inicio de la floración:** Cuando las plantas presentan las primeras flores abiertas. La ocurrencia de esta fase es aproximadamente a los 110 días de la siembra.
- **Inicio de la tuberización:** Cuando los estolones muestran en su ápice un engrosamiento observable a simple vista, en la parte externa de la planta la intensidad de la floración es mayor que en la fase anterior. La tuberización ocurre aproximadamente a los 115 días de la siembra, asimismo se observa que los primeros frutos empiezan a desarrollar.

La tuberización de la oca se inicia a los 105 días aproximadamente después de la germinación y se concluye a los 200 días. (Alarcom, 1968)

- **Madurez fisiológica:** Esta fase se caracteriza porque los tubérculos tienen la máxima velocidad de tuberización, completan el llenado de tubérculos, adquieren la intensidad del color del tubérculo de acuerdo a la variedad (Lescano, 1994).

El mismo autor menciona que en la parte aérea, el fructificación muestra semillas botánicas maduras en explosión. Se inicia el amurallamiento en las hojas.

La finalización de la tuberización ocurre aproximadamente a los 190 días de la siembra, a partir de este momento empiezan a perder peso.



Fuente: Manual de observaciones meteorológicas.

**Figura 10** Fases fenológicas de la oca.

## 2.2 Caracterización del germoplasma

La caracterización morfológica de recursos Fitogenéticos es la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar taxonómicamente a las plantas. (Hernández, 2013).

Mediante la identificación de características claves como colores, formas, olores y texturas le fue posible inferir sobre los usos potenciales de especies en particular., acumulando una gran cantidad de variantes genéticas en cada especie, las cuales es posible diferenciar en forma visual por sus características fenotípicas(Franco & Hidalgo, 2003).

Caracterizar es separar, diferenciar la variabilidad genética (Iniea, 2006).

### 2.2.1 Accesión

Es una muestra distinta, singularmente identificable de semillas que representa un cultivar, una línea de cría o una población de una especie que se mantiene almacenada para su conservación y uso (Fao, 1993).

Es el término utilizado para una muestra vegetal recolectado para un procesamiento eventual almacenamiento y evaluación (Equimas, 1981).

Por otro lado, es una unidad de conservación que comprende semillas o plantas, identificable con un código alfanumérico que lo distingue de otra en un banco de germoplasma que se conserva en diferentes colecciones, son utilizadas por el banco de germoplasma de diferentes maneras. Existen tres tipos de colecciones fundamentales: base, activa y de trabajo (Sevilla & Holle, 2004).

### **2.2.2 Descriptores**

Los descriptores describen y califican las accesiones con un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo., que se denomina “estado” del descriptor a cada una de las variables del descriptor cualitativo, los descriptores pueden ser de doble estado o multifacético: (Sevilla & Holle, 2004).

Las listas de descriptores son una muy buena herramienta para el estudio de la agrobiodiversidad. Ahora están introduciendo los descriptores para el conocimiento de agricultor (Gotor, Alercia, Rao, Watts, & Caraciolo, 2008).

### **2.2.3 Calcificación jerárquica de los descriptores**

Sevilla & Holle, (2004). Recomienda tres niveles en la clasificación:

- **Tipo de dato:** define la función del descriptor.
- **Sub-tipo de dato:** número del colector, instituto del colector, fecha de colección de las muestras originales, país de colección, etc.
- **Nombre común del descriptor.** Depende del tipo de proceso puede ser dinámico y abierto.

### **2.2.4 Calidad del descriptor**

El descriptor, identifica cada uno de los rasgos a describir para la caracterización morfológica de una determinada especie, Los criterios que deben ser considerados para definir los descriptores son: heredabilidad, valor taxonómico, valor de uso y facilidad de registro (Gonzalez, 2009).

#### **2.2.4.1 Heredabilidad**

Es el valor o calificativo correspondiente a una accesión que aparece en un catálogo o registro de descriptores, debería de reproducirse cada vez que se siembre la accesión en cualquier ambiente, ello depende de la heredabilidad, solo si la heredabilidad es alta se puede asegurar la estabilidad de la expresión fenotípica de la característica a través de años, zonas agroecológicas, sitios, tecnología del cultivo, etc. (Sevilla & Holle, 2004).

La heredabilidad también es un parámetro estadístico poblacional que nos indica en qué medida las diferencias fenotípicas que presentan los individuos pueden ser explicadas por sus diferencias genéticas, La expresión fenotípica de una característica varía con el ambiente y la interacción genotipo no afectan a la característica, la heredabilidad es alta. (Magallanes, 2011).

#### **2.2.4.2 Valor taxonómico del descriptor.**

En general los órganos reproductivos tienen mayor valor taxonómico que los caracteres vegetativos. Las características de las flores definen familias y géneros; la cruzabilidad que definen las especies está gobernada por modificaciones apareamientos o no de los estambres (Sevilla & Holle, 2004).

#### **2.2.4.3 Valor de uso.**

Los caracteres agronómicos como el rendimiento, la morfología de las partes vegetativas de las plantas, la resistencia a patógenos, la tolerancia a factores adversos de clima y suelo, la calidad, la forma, color de los frutos y muchos caracteres de utilidad incierta son generalmente de baja heredabilidad. Por esa razón no son caracterización; sin embargo son descriptores importantes que no deben faltar en registros y catálogos de germoplasma (Sevilla & Holle, 2004).

#### **2.2.4.4 Facilidad de registro.**

Es un criterio importante, hay caracteres de muy alta heredabilidad que está completamente libre de los efectos ambientales, pero que son difíciles de registrar

aun teniendo el equipo y el personal disponible, la precisión puede ser afectada por una serie de factores (Sevilla & Holle, 2004).

En el momento de registrar la caracterización se recomienda consultar con el descriptor del cultivo con el que se trabajara en el campo, la forma adecuada de registrar, analizar los datos, y la interpretación de los resultados. Para el análisis de datos de caracterización, especialmente los multivariados (IPGRI, 2003).

#### **2.2.4.5 Tamaño de la muestra**

La caracterización del germoplasma se hace sobre una muestra de la accesión, a veces muy pequeña, las estadísticas calculadas sobre la muestra se usan para toda la población. Si la población es una accesión, unas cuantas plantas desarrolladas en una sola localidad representan la muestra con la que se caracteriza la accesión para saber si es apropiada esa metodología de estimación (Sevilla & Holle, 2004).

Luego de definir los datos para caracterizar los genotipos mediante descriptores, el siguiente paso consiste en estimar el tamaño óptimo de la muestra o número de observaciones para que el parámetro represente la muestra del cultivar en estudio. Para obtener estos datos, el investigador debe hacer estudios previos en los que se presente la mayor variabilidad posible de la especie; de esta manera se garantiza que la muestra no cambie sensiblemente de una población a otra (Enríquez, 1991).

Si el estudio se basa en una población homogénea se corre el riesgo de subestimar el tamaño de la muestra, razón por la cual es necesario garantizar la mayor variabilidad posible (Enriquez, 1991).

#### **2.2.5 Aplicación de los marcadores**

Los marcadores tratan de solucionar los defectos que tienen la observación fenotípica en poblaciones segregantes que es el método que usaba la genética clásica para definir la herencia de los caracteres los tipos de marcadores que hay son: Marcadores químicos, marcadores moleculares (Sevilla & Holle, 2004).

La decisión del tipo de marcador a utilizar en cada uno de las actividades relacionadas a la conservación manejo y utilización de los recursos genéticos vegetales es fundamental para ampliar las posibilidades de uso, facilitar la aplicación y usarlos apropiadamente, reducir costos, compatibilizar el uso con las posibilidades técnicas y relacionarlos con otras determinaciones genéticas, todos tiene ventajas y desventajas que son necesarias antes de elegirlos (Sevilla & Holle, 2004).

### **2.2.6 Marcadores morfológicos vegetales**

Son los caracteres de un individuo que se expresan en un ambiente específico y que el hombre identifica con un objetivo determinado, Este tipo de marcadores son muy utilizados para estimar la variación morfológica existente en una población. (Torres, 2017).

### **2.3 Clasificación intra-específica**

La clasificación intra-específica se basa en el parecido fenotípico relacionados por un antecesor común. Los individuos parecidos son asignados a un mismo grupo en un proceso empírico. Posteriormente se pueden hacer especulaciones filogenéticas pero no antes, porque la clasificación debe ser lo más objetiva posible y libre de influencias que puedan distorsionar la asignación de los individuos a los grupos de supuesta relaciones de parentesco (Sevilla & Holle, 2004).

### **2.4 Descriptor morfológico de la oca**

Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos. (Hidalgo & Franco, 2003).

Son características morfológicas que se expresan más o menos estables bajo la influencia de diferentes condiciones de medio ambiente, permiten identificar a los individuos. Las entradas a ser caracterizadas deben mantenerse en el mismo

ambiente, recibir el mismo manejo agronómico/conservación, sembrados a la misma densidad y en la época más apropiada para su crecimiento y desarrollo IPGRI, (2001).

En diferentes tubérculos andinos ,que muestran a los descriptores cualitativos permiten una mejor diferenciación de los materiales son el color de los tallos aéreos, pigmentación de las axilas, color del follaje, color de la flor, color del pedúnculo y pedicelo, color predominante en la superficie de los tubérculos, color de la pulpa, color y forma de los tubérculos, lo cual ha permitido la selección y la identificación de las variedades por parte de los agricultores, quienes usan como criterio único de selección características morfológicas asociadas principalmente al tubérculo (Cadima, 2006).

Los caracteres de planta deben registrarse en plena floración (130-180 días después de la siembra). Los caracteres de tubérculo por otro lado, deben registrarse inmediatamente después de la cosecha. Con excepción de la heterostilia que es registrada por la observación de una flor tomada al azar, los otros caracteres, tanto de planta como de tubérculos son registrados considerando la población de ellos para cada una de las entradas (IPGRI, 2001).

#### **2.4.1 Datos vegetativos**

Los caracteres descriptivos que tomaremos acuerdo al carácter y el estado que son: color de tallos aéreos, pigmentación de axilas, color de follaje, color del envés en los foliolos, color del peciolo (IPGRI, 2001).

#### **2.4.2 Datos Inflorescencia**

Para la caracterización de la inflorescencia se desarrollara de acuerdo al carácter y el estado que son: habito de la floración, color de la flor, heterostilia de las flores, forma de la corola, color de los sépalos, color del pedúnculo y del peciolo (IPGRI, 2001).

#### **2.4.3 Datos del tubérculo**

Se describirán los tubérculos de acuerdo a los carácter y estado que son: el color predominante de la superficie y color secundario, distribución de color secundario de

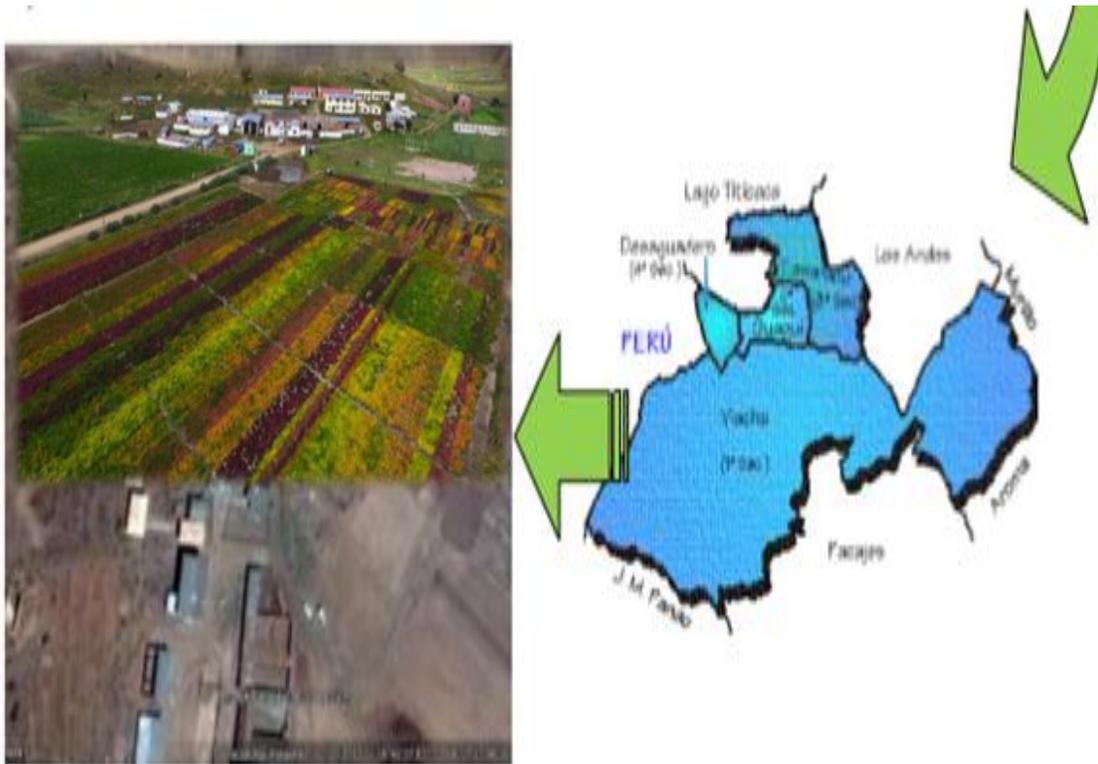
la superficie de los tubérculos, color predominante de la pulpa de los tubérculos, color secundario de la pulpa de los tubérculos, distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos (IPGRI, 2001).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización

##### 3.1.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía-UMSA, está ubicada en la comunidad de Choquenaira, a 8 km de la población de Viacha, Provincia Ingavi y a 38 km de la ciudad de La Paz; situada a una altitud de 3870 m.s.n.m., geográficamente se halla a 16°41'39,25" latitud Sur y a 65°17'14,31" longitud Oeste (Mamani & Cespedes, 2012).



Fuente: (Céspedes, 2012).

**Figura 11.** Localización del predio, Estación Experimental de Choquenaira.

La investigación de caracterización morfológica de la oca se realizó en una de las terrazas de la estación experimental de Choquenaira, del área de mejoramiento de plantas.

## **3.2 Materiales**

### **3.2.1 Material vegetal**

Se emplearon 75 Accesiones de oca colectadas del altiplano norte y centro estas colectadas en la gestión anterior a la investigación.

### **3.2.2 Material decampo**

Se utilizaron las siguientes herramientas:

- Herramientas menores.
- 8 Estacas.
- 1 lupa.
- 1 flexo.
- 1 descriptor (IPGRI, 2001) y planillas.
- 1 tablero.
- 1 regla.
- 1 cámara.
- Etiquetas codificadas.

### **3.2.3 Material de gabinete**

Se utilizó: material de oficina y colorímetros.

## **3.3 Métodos**

La investigación se enmarco en descriptivo cualitativo, bajo el procedimiento de colección de datos cualitativos de observación, en la metodología de investigación observacional en estudio de coherente (Zita, 2021).

El enfoque cualitativo busca principalmente la “dispersión o expansión” de los datos e información, se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo,

en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos (Sampieri, Hernandez, & Batista, 2014).

### **3.3.1 Manejo del cultivo**

#### **3.3.1.1 Colecta de accesiones**

Para la siembra de la oca lo primero que se realizó fue la recolección de tubérculos de oca del altiplano de norte y centro, hasta coleccionar una cantidad de semilla adecuada, al no contar con información y registro sobre las variedades recolectadas se las identificó como accesiones solo se contó con nombres locales o étnicos.

Se seleccionó tubérculos con los siguientes criterios: que tengan un peso aproximado de 30 a 40 gramos cada uno para que los brotes salgan vigorosos y que no tengan ningún daño o enfermedad para asegurar su prendimiento.

#### **3.3.1.2 Preparación de la terraza**

Se realizó las siguientes actividades: remoción del suelo, mullido y rastreado de la parcela, lo que permitió la apertura de 14 surcos en toda la superficie experimental.



**Fuente:** fotografía propia, (2021).

**Figura 12.** Preparación el terreno.

### **3.3.1.3 Siembra y abonamiento**

Los surcos se realizaron de manera manual con una separación de 25 cm entre plantas y 25 cm surcos de tal manera que al caer la lluvia o hacer el riego, el agua se deslice lentamente, para evitar la erosión del suelo y conseguir una humedad uniforme.

La siembra se realizó a principios del mes de diciembre, en la parcela preparada se colocó tubérculos en distribución aleatoria al mismo tiempo se procedió con el abonado con estiércol de ganado bovino donde se proporcionó de manera individual un puño de abono a cada tubérculo, en total sembró en 14 suecos y 6 accesiones de oca por surco. Las prácticas culturales más comunes en el cultivo de la oca, son los deshierbes y los aporques.

### **3.3.1.4 Aporque y deshierbe**

La superficie experimental se mantuvo constantemente libre de malezas para lo cual se procedió con el aporque durante sus fases fenológicas (formación de los estolones, formación del botón floral, inicio de la floración y en el inicio de la tuberización); esto ayudo a una mayor producción de tubérculos. El deshierbe del cultivo, se realizó a partir de la aparición de las primeras malezas indeseadas.

### **3.3.1.5 Riego**

Se rego desde la aparición de las primeras hojas del cultivo, un riego por semana y luego que la planta alcanzo los 30 cm solo dos veces por semana, respondiendo al estado del tiempo y al requerimiento del cultivo, el riego se realizó cada 15 días hasta la floración, esto dado que el cultivo requiere de mayor humedad para la formación de los tubérculos, y con el fin de que el cultivo no sufra de estrés hídrico.

### **3.3.1.6 Aplicación de Biol**

El biol es un mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica, y crea un micro clima adecuado para las plantas. Debido a su contenido de Fito reguladores promueve actividades fisiológicas y estimula el

desarrollo de las plantas, favorece su enraizamiento, alarga la fase de crecimiento de hojas (quienes serán las encargadas de la fotosíntesis), mejora la floración y resistencia a las heladas (Sistema de Biobolsa, 2011).

Con el apoyo del área de Bio-insumos se obtuvo los volúmenes de Biol para las aplicaciones requeridas según el ciclo y estado del tiempo, se aplicó Biol, en temporadas de descensos térmicos una vez por semana para reforzar la fertilización y el impacto térmico observable en el área foliar, la resistencia a las heladas para que el cultivo pueda completar todo su ciclo.

### 3.3.1.7 Cosecha

La cosecha se realizó 7 meses después de la siembra, para procurar no lesionar los tubérculos se empleó la chuntilla. Los tubérculos fueron recogidos y limpiados respetando la individualidad de cada accesión como se muestra en la figura 13, posteriormente se codifico y embolso con la respectiva codificación se llevó al laboratorio de mejoramiento de plantas.



Fuente: Fotografía propia, (2021).

**Figura 13.** Cosecha y colecta de la accesiones de oca.

### 3.3.2 Metodología experimental

#### 3.3.2.1 Caracterización morfológica

Para la caracterización morfológica de las accesiones de oca se empleó los descriptores validados por el IPGRI (2001), con sus respectivos estados morfológicos de la oca (planta, inflorescencia y tubérculo) respecto a las fases fenológicas del cultivo de acuerdo a los caracteres morfológicos tabla 1.

. Los estados fueron evaluados desde el momento en que la planta llega a una altura adecuada se evaluó los caracteres vegetativos, a los 5 meses, una vez que empezaron a salir los botones de la flor de manera consecutiva y llegar a su desarrollo floral. Se procedió a evaluar los caracteres florales, la caracterización de los tubérculos fue al llegar a la fase de madures fenológica del cultivo que se realizó de manera individual.



Fuente: Fotografía propia, (2021).

**Figura 14.**caracterización morfológica de la oca “caracteres vegetativos”.

##### 3.3.2.1.1 Caracteres morfológicos evaluados en las accesiones de oca

En cada uno de las accesiones se evaluaron 25 caracteres morfológicos, de las cuales para efectos de análisis se consideraron 18 cualitativos (cinco de planta, seis de flor y siete de tubérculo, 7 cuantitativos (siete en tubérculo) descritos en la Tabla 1. Para la medición de las variables estudiadas se utilizó el descriptor morfológico para *Oxalis tuberosa*.

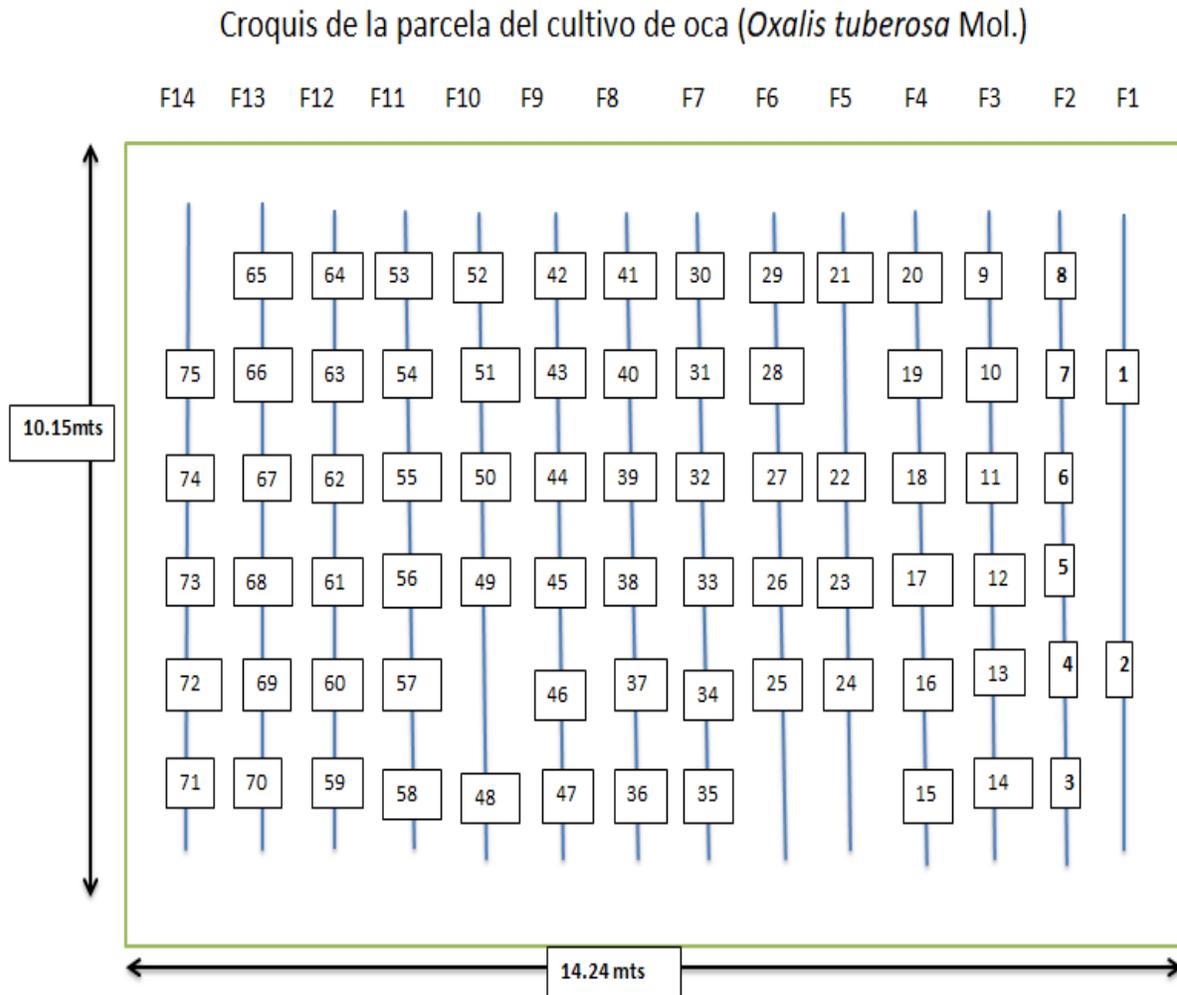
**Tabla 1.** Características morfológicas evaluadas en accesiones de oca.

	<b>Características</b>	<b>Clave</b>	<b>Escala de Medición</b>
<b>Datos vegetativos</b>	Color de los tallos	CT	Ordinal: verde amarillento (145B) =1, verde grisáceo predominante (194A) con grisáceo (178C,D)=2, rojo grisáceo (178C,D)=3, púrpura rojizo (59 A.B)=4, púrpura grisáceo (187A)=5.
	Pigmentación de las axilas	PA	Ordinal: Ausente= 0, Presente=1.
	Color del follaje	CF	Ordinal: verde amarillento (145A) =1, verde amarillento oscuro (146C) =2, verde amarillento oscuro (146C) con púrpura grisáceo (186B)=3, Púrpura grisáceo (187A) con verde amarillento oscuro (146C).
	Color del envés de los folíolos	CEF	Ordinal: Verde amarillento (145C)=1, Verde amarillento (145C) con nervadura rojo grisáceo (178A)=2, Verde amarillento (145C) con púrpura grisáceo irregularmente distribuido (186B, A)=3, Púrpura rojizo (59A) con verde amarillento irregularmente distribuido (146D)=4.
	Color del peciolo	CP	Ordinal: Verde con estípulas blancas (155A)=1, Verde con estípulas púrpura grisáceo claro (186D)=2, Verde con estípulas púrpura grisáceo (186A-D)=3, Púrpura grisáceo (187B) con estípulas púrpura grisáceo oscuro (187A)=4, Púrpura grisáceo (187B) con estípulas púrpura grisáceo oscuro (187A)=5.
	Habito de floración	HF	Ordinal: ninguno=0, escasa=3, moderada=5, abundante=7.
	Color de la flor	CF	Ordinal: amarillo (13A), naranja amarillento (14A; 15A).
	Heterotalia de las flores	HF	Ordinal: Brevistilia=1, meosotilia =2, longistilia=3, semi homostilia=4, fuertemente longistilia =5.
	Forma de la corola	FC	Ordinal: Rotada ( $\geq 75\%$ de pétalos superpuestos)=1, Semistrellada ( $>50\%$ de pétalos superpuestos)=2, Pentagonal (25 a 30% de pétalos superpuestos)=3.
	Color de sépalos	CS	Ordinal: Verde (145C; 137A, B)=1, Verde (145C; 137A, B) predominante con púrpura grisáceo (187B)=2, Púrpura grisáceo (183D, 187B)=3.
<b>Datos Inflorescencia</b>	Color del pedicelo y pedúnculo	CPyP	Ordinal: Pedúnculo y pedicelo verde amarillento (145B,C)=1, Pedúnculo verde amarillento (145B) y pedicelo púrpura grisáceo (183C, 187B)=2, Pedúnculo y pedicelo púrpura grisáceo (187B)=3, Pedúnculo púrpura grisáceo (187B) y pedicelo verde amarillento (145B) = 4.
	Color predominante de la superficie de los tubérculos	CPST	Ordinal: Blanco (155D)=1, Blanco amarillento (158B)=2, Amarillo (10C, 13C)=3, Naranja amarillento (22B; 23B)=4, Rojo naranja (34C; 30D,C)=5, Rojo naranja oscuro (34A)=6, Rojo claro (rosado) (38A)=7, Rojo pálido (39B, 51B)=8, Rojo (52A-D; 53A-D) =9, Púrpura rojizo (71A)=10, Púrpura grisáceo claro (187D)=11, Púrpura grisáceo oscuro (187A)=12.
	Color secundario de la superficie de los tubérculos	CSST	Ordinal: Ausente =0, Blanco (155D)=1, Blanco amarillento (158B)=2, Amarillo (13C)=3, Naranja amarillento (23B)=4, Rojo naranja (34C; 30D,C)=5, Rojo claro (rosado) (38A) =6, Rojo pálido (39B, 51B)=7, Rojo (53A-D)=8, Rojo grisáceo (178C,D)=9, Púrpura rojizo (59A-C; 71A)=10, Púrpura grisáceo (185A; 187A)=11.
	Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos	DCSST	Ordinal: Ausente=0, Ojos=1, Alrededor de ojos=2, Sobre tuberizaciones=3, Ojos e irregularmente distribuidos=4, Irregularmente distribuido=5, Veteaduras sobre tuberizaciones principalmente=6.
	Color predominante de la pulpa de los tubérculos	CPPT	Ordinal: Blanco (155B-D)=1, Blanco amarillento (158B)=2, Amarillo (10C, 12C, 13C)=3, Naranja amarillento (22B, 23C)=4, Rojo naranja (30C,D; 34C) =5, Rojo (53A-D) =6, Rojo grisáceo (178C, D; 182A) =7, Púrpura rojizo (59A, B)=8, Púrpura grisáceo (187A, B) =9.
	Color secundario de la pulpa de los tubérculos	CSPT	Ordinal: Ausente=0, Blanco (155D)=1, Blanco amarillento (158B)=2, Amarillo (12C)=3, Naranja amarillento (23C)=4, Rojo naranja (30C,D; 34C) =5, Rojo claro (rosado) (38A)=6, Rojo pálido (39B, 51B) =7, Rojo (53A-D)=8, Rojo grisáceo (182A)=9, Púrpura rojizo (59B)=10, Púrpura grisáceo (185 A-D; 186B; 187B)=11.
	Distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos	DCSPT	Ordinal: ausente=0, corteza=1, anillo vascular =2, medula=3, anillo vascular y corteza=4, medula y corteza=5.
	Forma de los tubérculos	FT	Ordinal: ovoide=1, clavidiforme=2, alargado=3, cilíndrico=4.
	Numero de tubérculos por planta	NTP	Conteo (enteros).
	Peso promedio de tubérculos	PPTs	Gramos (gr).
<b>Datos del tubérculo</b>	Peso promedio de un tubérculo	PPT	Gramos (gr).
	Longitud promedio tubérculo	LPT	Centímetros (cm).
	Diámetro del tubérculo	DT	Milímetros (mm).
	Numero de ojos de un tubérculo	NOT	Conteo (enteros).
Longitud promedio de ojos	LPO	Milímetros (mm).	

**Fuente:** Basado en descriptor morfológico de *Oxalis tuberosa* (IPGRI, 2001).

### 3.3.2.2 Croquis experimental

Se encuentra ubicado geográficamente a 19 k 0576037, UTM 8154062 y una altura de 3872 msnm.

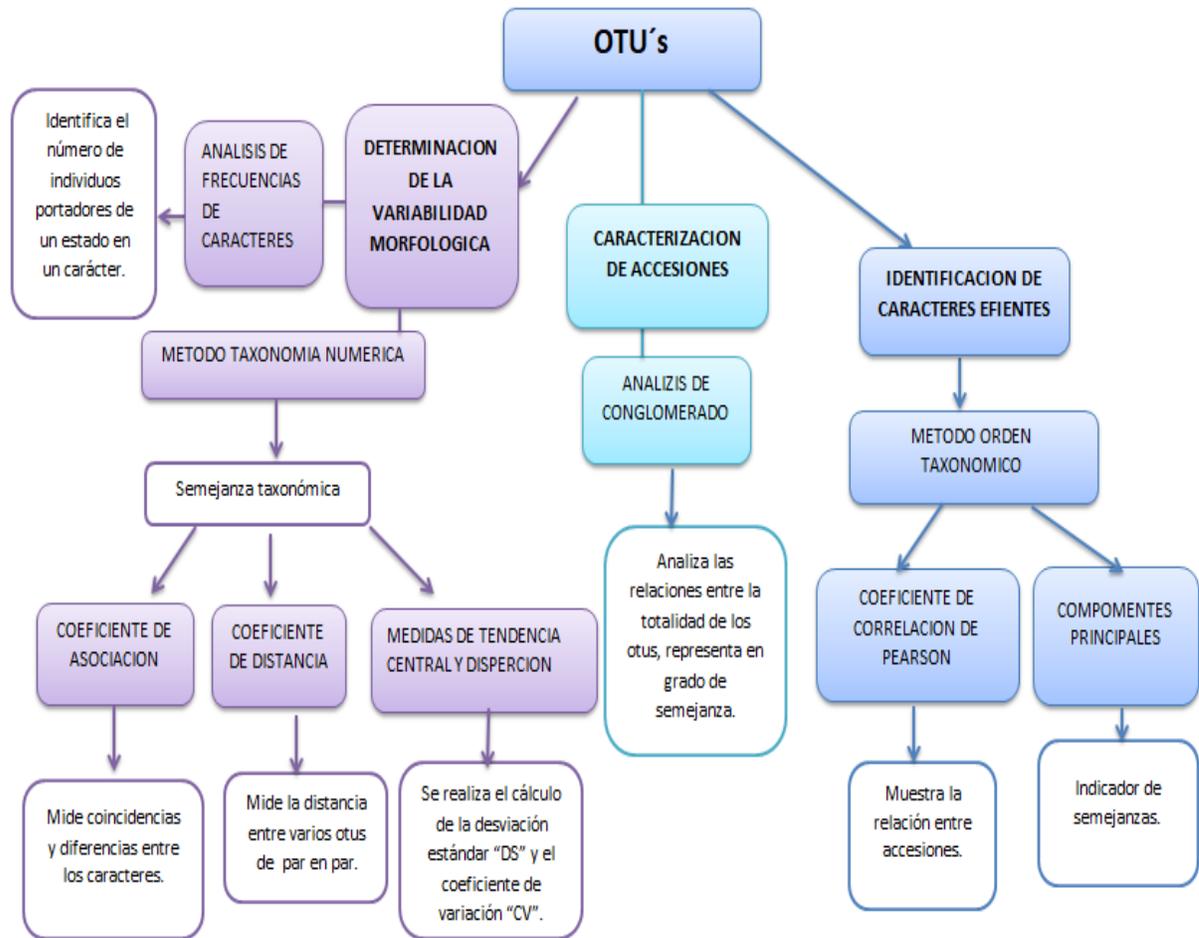


Fuente: Propio, (2021).

**Figura 15.** Croquis de la parcela de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

### 3.3.3 Análisis experimental

Los datos fueron evaluados de acuerdo a la conformación de los OTUs (Unidades Taxonómicas Operacionales) mediante metodologías descritas a continuación en el flujograma, se menciona el recorrido de los análisis experimentales.



Fuente: Propio, (2021).

Figura 16. Flujograma del proceso metodológico experimental.

### 3.3.4 Determinación de la variabilidad morfológica

#### 3.3.4.1 Análisis de frecuencias de caracteres morfológicos

Una Población o Universo de datos es un conjunto muy grande de números. Estos números pueden estar en un gran listado o puede ser un conjunto hipotético, es decir, podemos imaginar los números, pero no los tenemos realmente. Una gran tabla de números ordenados al azar prácticamente no nos muestra información acerca de la población de datos (Franco, 2014).

En el presente análisis se evaluó 75 accesiones, tanto en frecuencia nominal como en frecuencia porcentual conforme a sus características comunes y/o estados de los 18 caracteres cualitativos, según las características morfológicas del cultivo.

El análisis de frecuencia de caracteres y estados registrados a través de gráficos de distribución de frecuencias, describió cada carácter indicando cuan frecuente o reiterativo es el estado presente en las accesiones de los caracteres morfológicos en la población.

#### **3.3.4.2 Taxonomía numérica**

La taxonomía numérica utiliza procedimientos estadísticos para:

1. Clasificar o asignar individuos de manera objetiva.
2. Cuantificar semejanzas o diferencias entre grupos.
3. Ordenar grupos en niveles jerárquicos mientras que la semejanza taxonómica.

Se realizó lo anteriormente mencionado con el fin de cuantificar el grado de diferencias y similitudes en los caracteres de dos o más OTUs mediante el coeficiente de asociación, el coeficiente de distancia (Sevilla & Holle, 2004).

#### **3.3.4.3 Construcción de la matriz básica de datos (M.B.D.)**

La construcción de la M.B.D. es fundamental porque constituye el punto de partida o materia prima para la aplicación de las herramientas estadísticas (Franco e Hidalgo, 2003).

Los datos obtenidos se presentan en forma de cuadro (MBD), se construye a partir de la información que se obtuvo en la caracterización y evaluación de las accesiones de oca, que consiste en un arreglo en forma de cuadrícula con tantas filas como accesiones existentes (75) y una columna para cada carácter o variable (18) observables en el Anexo 1.

#### **3.3.4.4 Coeficiente de asociación (C.A.)**

Para cuantificar la semejanza y diferencia taxonómica se calcularon los coeficientes de asociación, estos solo usan dos estados para cada característica. Es más aplicable cuando los dos estados son, presencia (codificado con 1) o ausencia

(codificado con 0) para los valores cualitativos se codifican en dos estados caracterizarles, el Coeficiente varía entre 0 y 1, teniendo en cuenta que el valor de 1 expresa la semejanza máxima entre dos individuos, a continuación se describe la fórmula de determinación del coeficiente de asociación (Sevilla & Holle, 2004).

$$CA_{ij} = \frac{V.S.}{T.V.}$$

**Dónde:**

$CA_{ij}$  = Coeficiente de asociación

V.S. = Valores similares

T.V. = Total de valores

Dado la metodología de Sevilla y Holle (2004) se calculó los diferentes coeficientes asociación para las 75 accesiones que se han propuesto, cuantificando las similitudes entre dos OTU's, comparando datos en doble estado de cada carácter en una tabla de valores , mediante el emparejamiento de los OTUs, las combinaciones se hicieron en el siguiente orden: accesión 1 con las 75 accesiones, 2 con 75; 3 con 75 ,4 con 75, hasta llegar 74 con 75 son combinaciones que se realizaron de manera que se van agrupando.

### 3.3.4.5 Coeficiente de Distancia (C.D.)

Mide la distancia entre varios OTUs, se mide con la siguiente ecuación conocida como distancia ecuatorial, se muestra la fórmula (Sevilla & Holle, 2004).

$$CD_{jk} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{jk})^2}{n}}$$

**Dónde:**

$CD_{jk}$  = Coeficiente de distancia

$n$  = Numero de características

$x_{ij}$  = Valor del Caracter  $i$  y del OTU  $j$

$x_{jk}$  = Valor del Caracter  $i$  y del OTU  $k$

Compara las semejanzas tomando en cuenta las variación de OTUs a través de la magnitud de sus C.D. (coeficiente de distancia), el Coeficiente C.D. varía desde 0 a infinito, Siendo el CD 0 (cero) expresa la semejanza máxima entre dos OTUs (Sevilla & Holle, 2004).

Para medir la distancia se aplicó la formula, en una matriz cuadro 2, donde se aplicó la comparación de las semejanzas tomando en cuenta las variación de OTUs de las 75 accesiones a través de la magnitud de sus C.D.

#### **3.3.4.6 Calculo de valores tendencia central y dispersión**

El análisis descriptivo para estimar las medidas de tendencia central como, la media, la desviación estándar, los valores mínimo y máximo, y el coeficiente de variación de cada variable, para que éstos resumieran la variabilidad de cada característica evaluada en todos las accesiones (Perez & Castañon, 2012).

#### **3.3.5 Caracterización de accesiones mediante descriptor morfológico**

Se evaluaron de los estados de los caracteres de planta, flor y tubérculo del cultivo de la oca en campo.

##### **3.3.5.1 Metodología orden taxonómico**

Se describen tres metodologías básicas para la descripción de orden taxonómico: Análisis de Conglomerados (Cluster o Dendograma), análisis de correlación de Pearson y Determinación de componentes principales.

###### **3.3.5.1.1 Análisis de conglomerados**

El análisis de cluster (Conglomerados) es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados de un análisis de clusters pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir

poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación, etc. (Hidalgo, 2013).

El análisis de conglomerados se utilizó para análisis de las relaciones entre la totalidad de los OTUs. Esta es una técnica para formar grupos de OTUs cuantitativas, que se asocian por su grado de semejanza al hacer una matriz de semejanzas, con estas van formando núcleos, formados por dos OTUs y grupos formados por varios OTUs, Se identifica el núcleo con el mayor valor de semejanza, luego se busca otro valor de máxima semejanza y así sucesiva mente hasta incorporar todos los OTUs y por último se grafica el “dendograma” que representa la relación de los grupos (Sevilla & Holle, 2004).

Se midió la similitud entre las diferentes accesiones para el presente estudio, se utilizó la distancia Euclidiana al cuadrado y para la formación de conglomerados se empleó un procedimiento jerárquico, en la unión secuencial de las variedades.

El análisis de agrupamiento jerárquico del parecido de los caracteres cualitativos y cuantitativos de las 75 accesiones de oca, se realizó con el software RStudio, donde se obtuvo finalmente como resultado un conglomerado de variables cualitativas como cuantitativas respecto a las 75 accesiones de oca.

### **3.3.6 Identificación de caracteres eficientes que discriminen las accesiones**

#### **3.3.6.1 Análisis de correlación caracteres morfológicos**

En este caso se asociaran la variedad con respecto a los caracteres OTUs, identificando las similitudes entre las accesiones Los resultados obtenidos de la aplicación del análisis de frecuencias nos ayudaran para agrupar a las acciones y ver su similitud (Sevilla & Holle, 2004).

El calculó los coeficientes de correlación multiple (Pearson) entre cada par de variables lo que permitió conocer el grado de asociación entre cada par de variables cuantitativas. El valor oscila entre +1 y -1, valores próximos a 1 muestran una correlación positiva y próximos a -1 es lo contrario y si el valor es próximo a 0 debe

ser interpretado con reserva ya que puede indicar independencia entre variables o una relación no lineal (Hidalgo, 2003).

El análisis de correlación de los 18 caracteres registrados en las accesiones, donde se observaron a través de índices de correlación entre las variables (caracteres morfológicos), tablas de caracterización, los datos de cada carácter, para determinar los grados de correlaciones positivas y negativas entre los distintos caracteres, con el fin de descartar las de alta correlación, esto se realizó con el paquete estadístico R studio.

### **3.3.6.2 Análisis de Componentes principales (A.C.P.)**

El número de variables que intervienen en el análisis es elevado, el objetivo es transformar un conjunto de variables, en un nuevo conjunto de variables independientes (Sevilla & Holle, 2004).

El análisis de componentes principales permite reducir la dimensionalidad de los datos, transformando el conjunto de  $x$  variables originales en otro conjunto de  $y$  variables correlacionadas ( $y \leq x$ ) llamadas componentes principales. Las  $x$  variables son medidas sobre cada uno de los  $n$  individuos, obteniéndose una matriz de datos de orden  $n \times x$  ( $x < n$ ), Varela (1998).

Desde el punto analítico, este método se basa en la transformación de un conjunto de variables cuantitativas o cualitativas en otro conjunto de variables independientes no correlacionadas, llamadas componentes principales. Los componentes deben ser interpretados independientemente unos de otros, ya que contienen una parte de la varianza que no está expresada en otro componente principal (Hidalgo & Franco, 2003)

Una vez obtenido los coeficientes de correlación de Pearson, obtuvieron de forma continua la relación de componentes nuevos grupos de componentes principales que serán los caracteres discriminantes para hallar variedades específicas, teniendo como propósito la reducción de los caracteres morfológicos de 25 a una cantidad menor para el cultivo de la oca de la estación experimental de Choquenaira.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

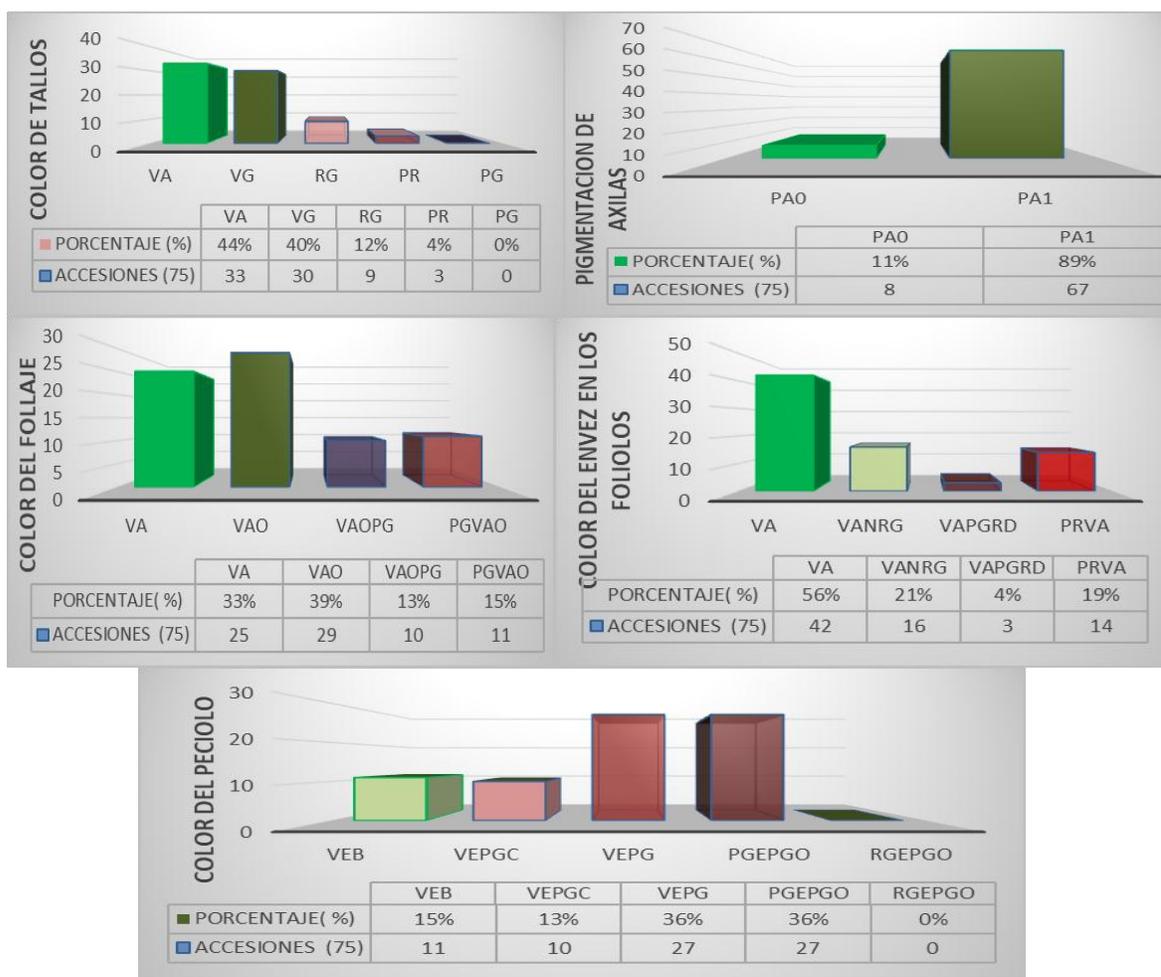
Se describen los resultados de acuerdo a las metodologías ya mencionado en la Figura 16. Flujograma del proceso metodológico experimental, a continuación:

### 4.1 Análisis de la determinación de la variabilidad morfológica

#### 4.1.1 Análisis de frecuencias de caracteres

##### 4.1.1.1 Caracteres Vegetativos

Se describe la reiteración de cada estado en los caracteres morfológicos de las accesiones en estudio dando lugar a la figura 17, describiendo 5 caracteres del tallo.



Fuente: propio, (2022).

Figura 17. Estado del carácter color de tallos aéreos.

**Dónde:**

Del color del tallo: **VA=** verde amarillento, **VG=** verde grisáceo, **RG=** rojo grisáceo, **PR=**purpura rojizo, **PG=**purpura grisáceo. De la pigmentación de axilas: **PAA=**pigmentación de axilas ausente, **PAP=** pigmentación de axilas presente. Del color del follaje: **VA=** verde amarillento, **VAO=** verde amarillento oscuro, **VAOPG=** verde amarillento oscuro con purpura grisáceo, **PGVAO=**purpura grisáceo con verde amarillento oscuro. Del color del envés de los foliolos: **VA=** verde amarillento, **VANRG=**verde amarillento con nervadura purpura grisáceo, **VAPGRID=** verde amarillento con purpura grisáceo irregularmente distribuido, **PRVA=** purpura rojizo con verde amarillento. Del color del peciolo: **VEB=** verde con estipulas blancas, **VEPG=**verde con estipulas purpura purpura grisáceo, **PGEPGO=** purpura grisáceo con estipulas purpura grisáceo oscuro, **RGEPGO=**rojo grisáceo con estipulas purpura grisáceo oscuro.

El color de tallos, indico que el 44% de las accesiones presentan una coloración verde amarillento, el 40% presentan una coloración verde grisáceo, 12 % rojo grisáceo, y 4% purpura rojizo además se puede observar que, de las 75 accesiones, ninguna presenta en el color de tallo con la coloración purpura grisáceo.

En la pigmentación de las axilas, nos indicó que el 11% de las accesiones de oca no presenta pigmentación en las axilas y el restante 89% presenta pigmentación en las axilas.

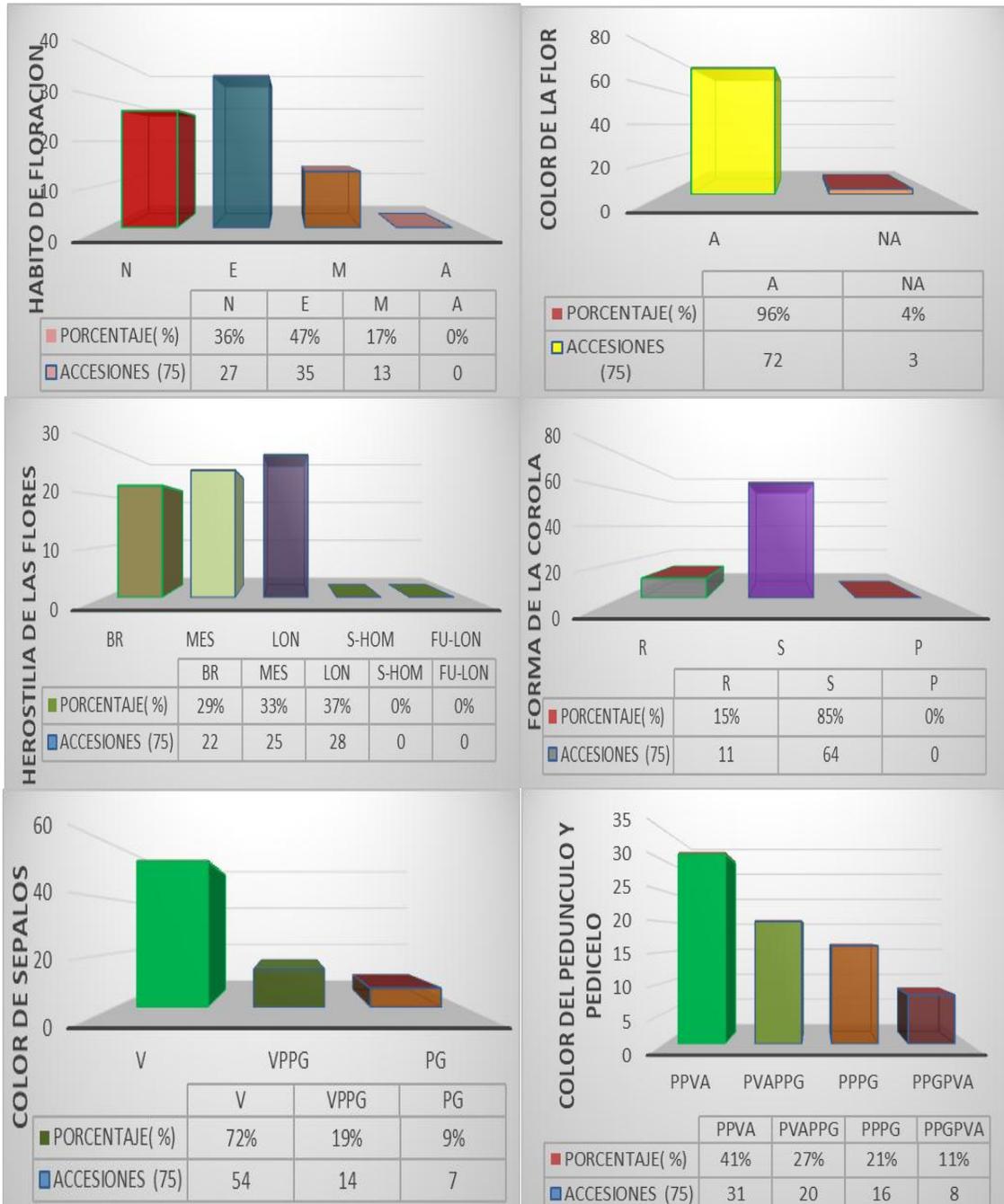
El color de la flor, muestra que el 33% de las accesiones de oca poseen el color verde amarillento, el 39% tiene un color verde amarillo oscuro, el 13% un color verde amarillo oscuro con purpura grisáceo y un 15% es de color purpura grisáceo con verde amarillento oscuro.

El color del envés en los foliolos, mostro que la mayor parte de las accesiones 56% poseen un color verde amarillento en el envés de los folios, el 21% un color verde amarillento con nervadura rojo grisáceo, 4% purpura rojizo con verde amarillento irregularmente distribuido, 19% purpura grisáceo con verde amarillento.

El color del peciolo, demuestra que el 15% presentan la coloración verde con estipulas blancas, el 13% posee un color verde con estipulas purpura grisáceo claro, el 36% un color verde con estipulas purpura grisáceo y el 36% un color purpura grisáceo con estipulas purpura grisáceo oscuro, no se presentó el color rojo grisáceo con estipulas purpura grisáceo oscuro.

#### 4.1.1.2 Caracteres de la flor

Se describe la reincidencia de cada estado en los caracteres morfológicos de las accesiones en estudio dando a lugar a la figura 18, donde se describe 6 estados del carácter de la flor.



Fuente: propio, (2022).

Figura 18. Estados del carácter inflorescencia y fruto.

**Dónde:**

Del habito de la floración: **N**= ninguno, **E**= escasa, **M**= moderada, **A**= abundante. Del color de la flor: **A**=amarillo, **NA**= naranja amarillento. De la heterostilia de las flores: **BR**= Brevistilia, **MES**= Mesostilia, **LON**=Longistilia, **S-HOM**= Semi-homostilia, **FU-LON**=Fuertemente longistilia. De la forma de la corola: **R**=rotada mayor a 75% de pétalos superpuestos, **S**= semi-estrellada mayor a 50% de pétalos superpuestos, **P**= pentagonal 25% a 30% de pétalos superpuestos. Del color de sépalos: **V**= verde, **VPPG**= verde predominante con purpura grisáceo, **PG**= purpura grisáceo. Del color del peciolo y pedicelo: **PPVA**= pedúnculo y pedicelo verde amarillento, **PVAPPG**=pedúnculo verde amarillento y pedicelo purpura grisáceo, **PPP**=pedúnculo y pedicelo purpura grisáceo, **PPGPVA**=pedúnculo purpura grisáceo y pedicelo verde amarillento.

El habito de la floración, indico que de la 75 accesiones de oca, el 36% de las accesiones no presenta ningún habito de floración, 47% presentan una floración escasa, 17% una floración moderada y no se presentó una floración abundante.

El color de la flor, mostro que el 96% poseen el color de flor amarillo y el restante 4% poseen una coloración naranja amarillento en las flores de la oca.

La heterostilia de las flores, mostraron el 29% presentan la brevestilia, 33% mesofili, 37% longistilia, no se presentaron las restantes como: la longistilia, semi-homostilia y fuertemente la longistilistilia en las 75 accesiones de oca caracterizadas.

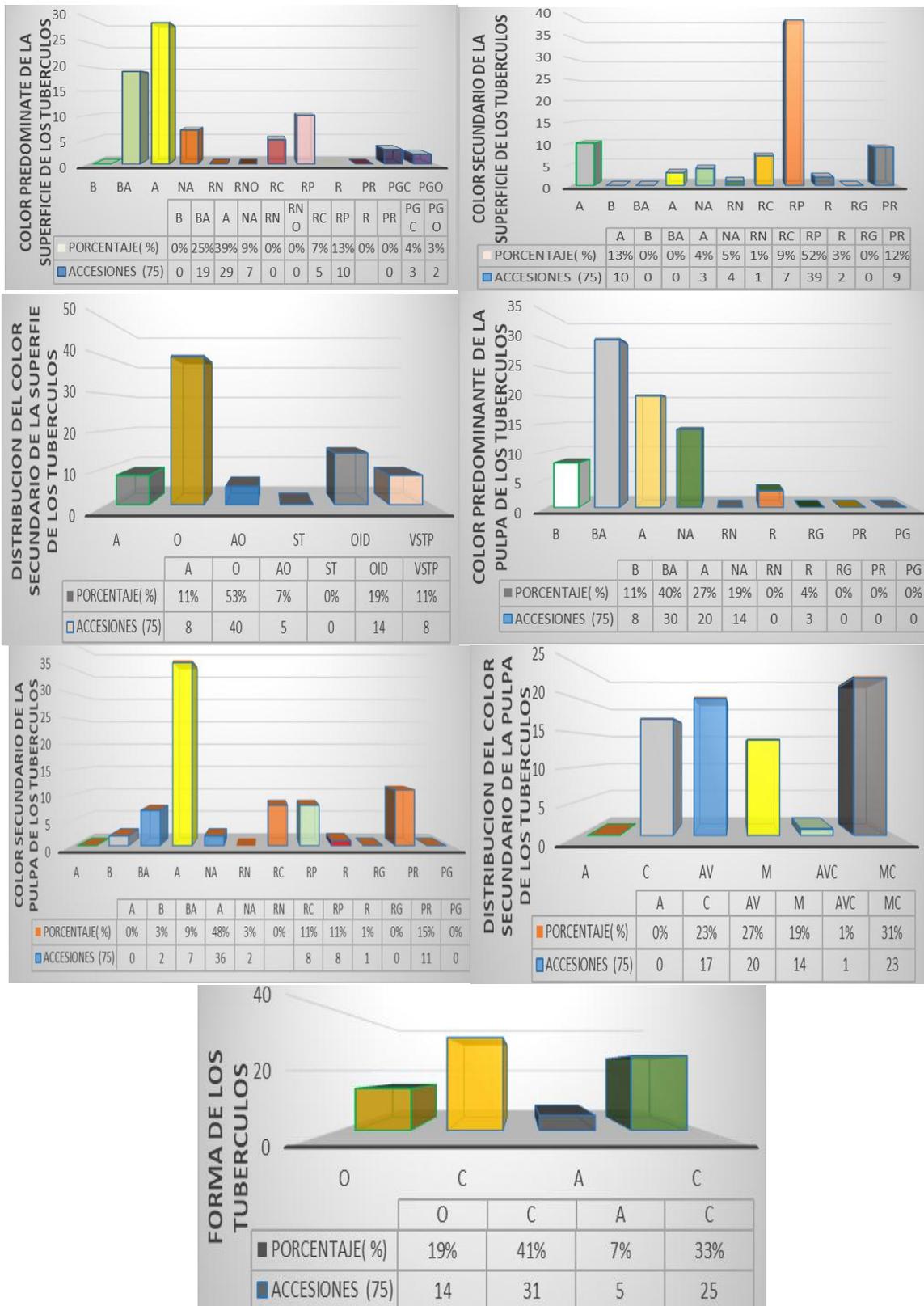
La forma de la corola, muestra que el 15% posee forma rotada y 85% semi-estrellada, no se presentó la forma pentagonal.

El color de sépalos, resulto que el 72% posee los sépalos de color verde, 19% es de color verde predominante con purpura grisáceo y 9% color purpura grisáceo en sépalos.

El color del pedúnculo y pedicelo, presenta una coloración del 41% verde amarillento en el pedúnculo y pedicelo, 27% posee el pedúnculo verde amarillento y el pedicelo purpura grisáceo, 21% un pedúnculo purpura grisáceo, el restante 11% un pedúnculo purpura grisáceo y pedicelo verde amarillento.

#### **4.1.1.3 Caracteres del Tubérculo**

Se describe la reiteración de cada estado en los caracteres morfológicos de las accesiones en estudio dando a lugar a la figura 19, donde se describen 7 estados del carácter de tubérculo.



Fuente: propio, (2022).

Figura 19, Estados del carácter de tubérculo.

**Dónde:**

Del Color predominante de la superficie de los tubérculos: **B**=blanco, **BA**= blanco amarillento, **A**=amarillo, **NA**=naranja amarillento, **RN**=rojo naranja, **RNO**= rojo naranja oscuro, **RC**= rojo claro, **RP**=rojo pálido, **R**=rojo, **PR**=purpura rojizo, **PGC**=purpura grisáceo claro, **PGO**=purpura grisáceo oscuro. Del Color secundario de la superficie de los tubérculos: **A**=ausente, **B**= blanco, **BA**= blanco amarillento, **A**=amarillo, **NA**=naranja amarillento, **RN**=rojo naranja, **RC**=rojo claro, **RP**=rojo pálido, **R**=rojo, **RG**=rojo grisáceo, **PR**=Purpura rojizo. De la Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos: **A**= ausente, **O**=ojos, **AO**=alrededor de los ojos, **ST**=sobre tuberizaciones, **OID**=ojos e irregularmente distribuidos, **VSTP**=venteaduras sobre tuberizaciones. Del Color predominante de la pulpa de los tubérculos: **B**=blanco, **BA**=blanco amarillento, **A**=amarillo, **NA**=naranja amarillento, **RN**=rojo naranja, **R**=rojo, **RG**=rojo grisáceo, **PR**=purpura rojizo, **PG**=purpura grisáceo. Del color secundario de la pulpa de los tubérculos: **A**= ausente, **B**=blanco, **BA**=blanco amarillento, **A**=amarillo, **NA**=naranja amarillento, **RN**=rojo naranja, **RC**=rojo claro, **RP**=rojo pálido, **R**=rojo, **RG**=rojo grisáceo, **PR**=purpura rojizo, **PG**=purpura grisáceo. De la distribución de color secundario de la pulpa de los tubérculos: **A**=ausente, **C**=corteza, **AV**= anillo vascular, **M**=medula, **AVC**= anillo vascular de la corteza, **MC**=medula corteza. De la forma de los tubérculos: **O**=ovoide, **C**= claviforme, **A**=alargado, **C**=cilindro.

El color predominante de la superficie de los tubérculos presenta: el 25% de color blanco amarillento, 39% el color amarillo, 9% naranja amarillento, 7% rojo claro, 13% purpura rojizo, 4% purpura grisáceo claro y 3% purpura grisáceo oscuro, no se presentó los colores blanco, rojo naranja, rojo, rojo naranja oscuro, purpura grisáceo, purpura grisáceo oscuro en la superficie de los tubérculos.

Color secundario de la superficie de los tubérculos, nos indicó que de las 75 accesiones: 13% de las accesiones tienen ausencia del color secundario de la superficie de los tubérculos, 4% tienen el color amarillo, 5% naranja amarillento, 1% rojo naranja, 9% rojo claro, 52% rojo purpura, 3% rojo, 12% purpura grisáceo claro.

La distribución del color secundario, Indica que el 11% no poseen ausencia de un color secundario, 53% presentan un color secundario en los ojos del tubérculo, 7% presenta coloración alrededor de los ojos, 19% en ojos e irregular mente distribuidos y 11% venteaduras sobre saturaciones principalmente, no se presentó la sobre saturación.

El color predominante de la pulpa de los tubérculos, mostro que el 11 % poseen el blanco como color predominante de la pulpa del tubérculo, 40% blanco amarillento, 27% amarillo, 19% naranja amarillento, 4% rojo, no se prestaron los colores de rojo naranja, rojo grisáceo, purpura rojizo, purpura grisáceo.

El color secundario de la pulpa, resulto que el 3% son de color blanco, 9% blanco amarillento, 48% amarillo, 3% naranja amarillento, 11% rojo claro, 1% rojo y 15% de purpura rojizo, no se presentaron los colores rojo naranjado, rojo grisáceo ,purpura grisáceo.

En la distribución de color secundario de la pulpa, muestra que el 23% tiene el color secundario de la pulpa de los tubérculos en la corteza, 27% en el anillo vascular, 19% en la medula, 1% en el anillo vascular de la corteza.

Finalmente la forma de los tubérculos, mostraron que la población en estudio el 19% tienen forma ovoide, 41% forma claviforme, 7% forma alargado y el 33% de forma cilíndrico.

Los descrito anteriormente tiene comparación con el “Catalogo de accesiones de oca (*Oxalis tuberosum* Molina) e Isañu (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav)” del banco nacional de germoplasma de Bolivia del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal del 2021.

Dado la ocurrencia de las accesiones (%) agrupadas de acuerdo al descriptor cualitativo el color primario de la superficie del tubérculo se observa una reiteración del color amarillo (10 c, 13 c) (3) en una proporción total poblacional de 32.72%. El color secundario de la superficie del tubérculo se observa una mayor reiteración de datos del color rojo pálido (7), en una proporción total poblacional de 16.87% (Guzman, Iquize, Mamani, & Hilari, 2021).

El descriptor cualitativo distribución al color secundario de la superficie del tubérculo se observa un mayor % en distribución irregular (5) en una proporción total poblacional de 45.68 %, Dado la ocurrencia las accesiones (%) agrupadas de acuerdo al descriptor cualitativo de oca color primario de la pulpa del tubérculo se observa una reiteración del color blanco (1), en una proporción total poblacional de 35.60%. Se presenta ausencia (0) en el color secundario de la pulpa del tubérculo en una proporción del total de la poblacional de 49.38 % (Guzman & Hilari, 2021).

La ocurrencia las accesiones (%) agrupadas de acuerdo al descriptor cualitativo catalogó de accesiones de oca del INIAF, Se observa ausencia (0) en la distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo del total poblacional de 49.38 %. presento un mayor % en la forma de tubérculo claviforme (2), en una proporción total poblacional de 50.67% (Guzman, Iquize, Mamani, & Hilari, 2021).

#### 4.1.2 Taxonomía numérica

La taxonomía numérica, además de hacer más objetiva la asignación de individuos en grupos, tiene la finalidad de evaluar cuantitativamente las semejanzas o diferencias entre grupos y presentar el ordenamiento de estos grupos en niveles jerárquicos (Sevilla y Hollé, 2004).

##### 4.1.2.1 Determinación del coeficiente de asociación

De acuerdo a la matriz básica de datos (Anexo 1), da como resultado las siguientes agrupaciones de accesiones, representadas por la gráfica (Anexo 2) que muestra los coeficientes de similitud o asociación, mediante el emparejamiento de los OTUs.

El coeficiente asociación observado tras el cálculo de emparejamiento de las combinaciones de 1 al 75, mostro a las accesiones mayores a un coeficiente de 0.90, que sería un 90% de similitud entre un grupo de las accesiones, como se observa en el cuadro siguiente.

**Cuadro 1.** Accesiones agrupadas de acuerdo al coeficiente de asociación.

ACCESION	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18
A1	0.79	0.77	0.73	0.75	0.75	0.82	0.75	0.81	0.80	0.88	0.85	0.69	0.83	0.90	0.79	0.79	0.77
A2	0.77	0.79	0.85	0.79	0.80	0.83	0.79	0.82	0.79	0.79	0.77	0.79	0.80	0.81	0.88	0.83	
A3	0.72	0.84	0.75	0.74	0.73	0.77	0.74	0.75	0.85	0.75	0.76	0.76	0.85	0.81	0.75		
A4	0.77	0.79	0.72	0.73	0.79	0.76	0.76	0.71	0.75	0.79	0.72	0.77	0.80	0.75			
A5	0.79	0.76	0.75	0.77	0.78	0.75	0.81	0.77	0.79	0.73	0.88	0.86					
A6	0.74	0.71	0.74	0.76	0.73	0.71	0.79	0.75	0.71	0.90	0.84	0.83					
A7	0.84	0.80	0.81	0.80	0.76	0.72	0.82	0.80	0.76	0.80	0.80						
A8	0.77	0.81	0.73	0.77	0.71	0.75	0.79	0.77	0.75	0.77							
A9	0.80	0.83	0.77	0.75	0.79	0.79	0.81	0.77	0.77								
A10	0.82	0.76	0.76	0.75	0.80	0.80	0.76	0.75									
A11	0.85	0.73	0.83	0.79	0.79	0.77	0.75										
A12	0.77	0.77	0.85	0.85	0.79	0.79											
A13	0.79	0.77	0.77	0.79	0.81												
A14	0.75	0.77	0.85	0.79													
A15	0.79	0.79	0.75														
A16	0.81	0.75															
A17	0.85																

Fuente: propio, (2022).

El coeficiente de similitud con la menor semejanza, que se encuentra en la combinación de accesiones de 1 al 75, con un coeficiente de 0.69 que sería el 69% de similitud entre un grupo de accesiones del cual se tiene una mayor diferencia.

#### 4.1.2.2 Determinar el coeficiente de distancia entre accesiones

La tabla mostro la cercanía y lejanía de las 75 accesiones entre ellas siendo el más cercano a cero el que alcanza la máxima semejanza, agrupando las accesiones en grupos mostrándose los más cercamos las accesiones 58, 56,57, 37, 32, 25,31 y las accesiones más lejanas 17, 16, 1,12, 63, 35 y 50 observando sé que estas accesiones tienen características distintas es decir no son semejantes.

Debido a la cantidad de OTUs se sintetiza las agrupaciones entre las diferentes accesiones en 18 grupos, comparadas entre ellas en el siguiente cuadro

**Cuadro 2**, coeficientes de distancia.

	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16	c17	c18
c1	2.39	2.11	2.17	1.67	2.38	2.42	2.70	2.40	1.49	1.81	1.39	2.71	2.20	0.97	2.44	2.17	2.71
c2		2.27	1.60	2.30	2.27	2.85	3.32	1.31	3.27	1.76	2.38	1.65	2.67	2.36	1.33	2.24	2.86
c3			2.07	2.67	2.13	2.12	2.22	1.91	2.91	1.55	1.55	2.26	1.99	2.17	2.22	1.72	2.05
c4				2.39	1.93	2.67	3.14	1.65	3.10	1.63	2.16	1.65	1.91	2.08	1.45	2.05	2.64
c5					2.87	3.29	3.82	2.43	2.24	2.07	1.55	2.33	3.12	1.75	2.25	2.84	3.45
c6						1.62	2.95	2.21	3.62	1.81	2.53	2.13	1.72	2.53	2.15	1.31	1.45
c7							2.08	2.57	3.42	2.29	2.65	3.05	2.03	2.43	2.89	1.11	1.39
c8								2.99	3.05	2.98	2.85	3.78	2.47	2.58	3.68	2.19	2.37
c9									3.25	1.43	2.07	1.73	2.48	2.32	1.27	2.20	2.62
c10										2.90	2.09	3.67	3.22	1.55	3.47	3.24	3.71
c11											1.49	1.68	1.94	2.05	1.29	1.97	2.48
c12												2.17	2.26	1.49	2.13	2.19	2.74
c13													2.37	2.66	1.27	2.32	2.85
c14														2.45	2.43	1.67	1.87
c15															2.49	2.08	2.84
c16																2.38	2.97
c17																	1.18

Fuente: Propio, (2022).

Entre las OTUs la más distante es entre los grupos de accesiones 8 y 5 además del 10 y 7, con valor de respectivamente de 3.82 y 3.42. Los grupos más cercanos son 17 y 7 además del 18 y 17 con valores de 1.11 y 1.18.

Las diferencias que se muestran indican que las OTUs más cercanos, expresan la mayor semejanza y las OTUs mayores, expresan la menor semejanza dentro de la población. (Sevilla & Holle, 2004).

#### 4.1.3 Medidas de tendencia central

Se determinó la varianza morfológica a partir de los parámetros. En la Tabla 1, se dan los valores de tendencia central de las variables medidas en las accesiones

evaluadas en la investigación. Obsérvese que todas las variables evaluadas presentaron Tabla 2, amplio rango en el valor de su coeficiente de variación (CV). Lo anterior es posible debido a que durante la prueba de estas colectas se encontraron accesiones con diferencias marcadas en cuanto a los caracteres morfológicos.

**Tabla 2.** Valores de tendencia central morfológica de accesiones de oca.

<b>Variable</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Med.</b>	<b>D.E.</b>	<b>Var.</b>	<b>C.V.</b>
Color de los tallos	1.00	4.00	1.76	0.81	0.66	46.24
Pigmentación de las axilas	0.00	1.00	0.89	0.31	0.10	34.55
Color del follaje	1.00	4.00	2.09	1.02	1.04	48.82
Color del envés de los foliolos	1.00	4.00	2.03	1.23	1.52	60.82
Color del peciolo	1.00	4.00	2.93	1.04	1.08	35.36
Habito de floración	3.00	7.00	4.63	1.41	1.99	30.52
Color de la flor	1.00	2.00	1.04	0.20	0.04	18.84
Heterostilia de las flores	1.00	3.00	2.08	0.81	0.66	39.07
Forma de la corola	2.00	3.00	2.85	0.35	0.13	12.40
Color de sépalos	1.00	3.00	1.37	0.65	0.42	47.22
Color del pedicelo y pedúnculo	1.00	4.00	2.01	1.03	1.05	50.97
Color predominante de la superficie de los tubérculos	2.00	12.00	4.53	3.03	9.18	66.84
Color secundario de la superficie de los tubérculos	0.00	10.00	6.25	2.47	6.11	39.53
Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos	0.00	5.00	2.53	1.80	3.24	71.00
Color predominante de la pulpa de los tubérculos	1.00	3.00	2.27	0.87	0.76	38.35
Color secundario de la pulpa de los tubérculos	0.00	11.00	5.47	3.49	12.17	63.81
Distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos	0.00	5.00	2.20	1.72	2.96	78.20
Forma de los tubérculos	1.00	4.00	2.60	1.13	1.28	43.51
Numero de tubérculos por planta	12.00	86.00	43.41	17.76	315.58	40.92
Peso promedio de tubérculos	65.40	980.00	445.23	208.39	43426.40	46.80
Peso promedio de un tubérculo	5.60	47.00	24.24	9.53	90.89	39.34
Longitud promedio tubérculo	3.20	9.80	6.01	1.51	2.28	25.10
Diámetro del tubérculo	2.00	3.60	2.56	0.31	0.10	12.19
Numero de ojos de un tubérculo	10.00	25.00	16.12	3.44	11.81	21.32
Longitud promedio de ojos	1.90	3.10	2.27	0.24	0.06	10.38
Promedio general						40.89

**Fuente:** propio, (2022).

**Dónde:**

D.E. = Desviación Estándar, VAR = Variabilidad, C.V. = Coeficiente de Variación.

Los coeficientes de variación menores corresponden a los caracteres de color de la flor 18.84 %, forma de la corola 12.40 %, diámetro del tubérculo 12.19 % y longitud promedio de ojos 10.38 % ordenadas en orden de órgano. El resto de variables mostraron coeficientes de variación de mayor magnitud, los valores de los coeficientes de variación más altos fueron para los caracteres: distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos y Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos con 78.20 % y 71 % respectivamente.

El coeficiente de variación es un indicador que permite establecer comparaciones entre distintos casos o poblaciones y establecer una relación entre el tamaño de la media aritmética y la variabilidad de una misma característica en dos o más grupos de accesiones (Franco & Hidalgo, 2003).

## **4.2 Análisis de Caracterización mediante descriptores morfológicos**

Se consideró los 18 descriptores morfológicos del IPGRI y características como: número de tubérculos por planta, peso, longitud, diámetro del tubérculo, longitud de ojos de los tubérculos y como unidad de análisis, las 75 accesiones. Se analizó usando el método multivariado de análisis de agrupamiento (software RStudio).

### **4.2.1 Orden taxonómico**

### **4.2.2 Análisis de conglomerados**

De acuerdo a la figura 20, podemos establecer que se han formado 18 grupos de accesiones de acuerdo a las características cualitativas y cuantitativas similares que se presentaron en la caracterización.

(Franco & Hidalgo, 2003) Afirman que es posible asumir que dos accesiones son idénticas morfológicamente si la distancia entre ellas es igual a 0.

En este caso no se observan duplicados ya que todos los grupos de accesiones están en mayor o menor grado distanciadas unas de otras.

ACCE-OCA

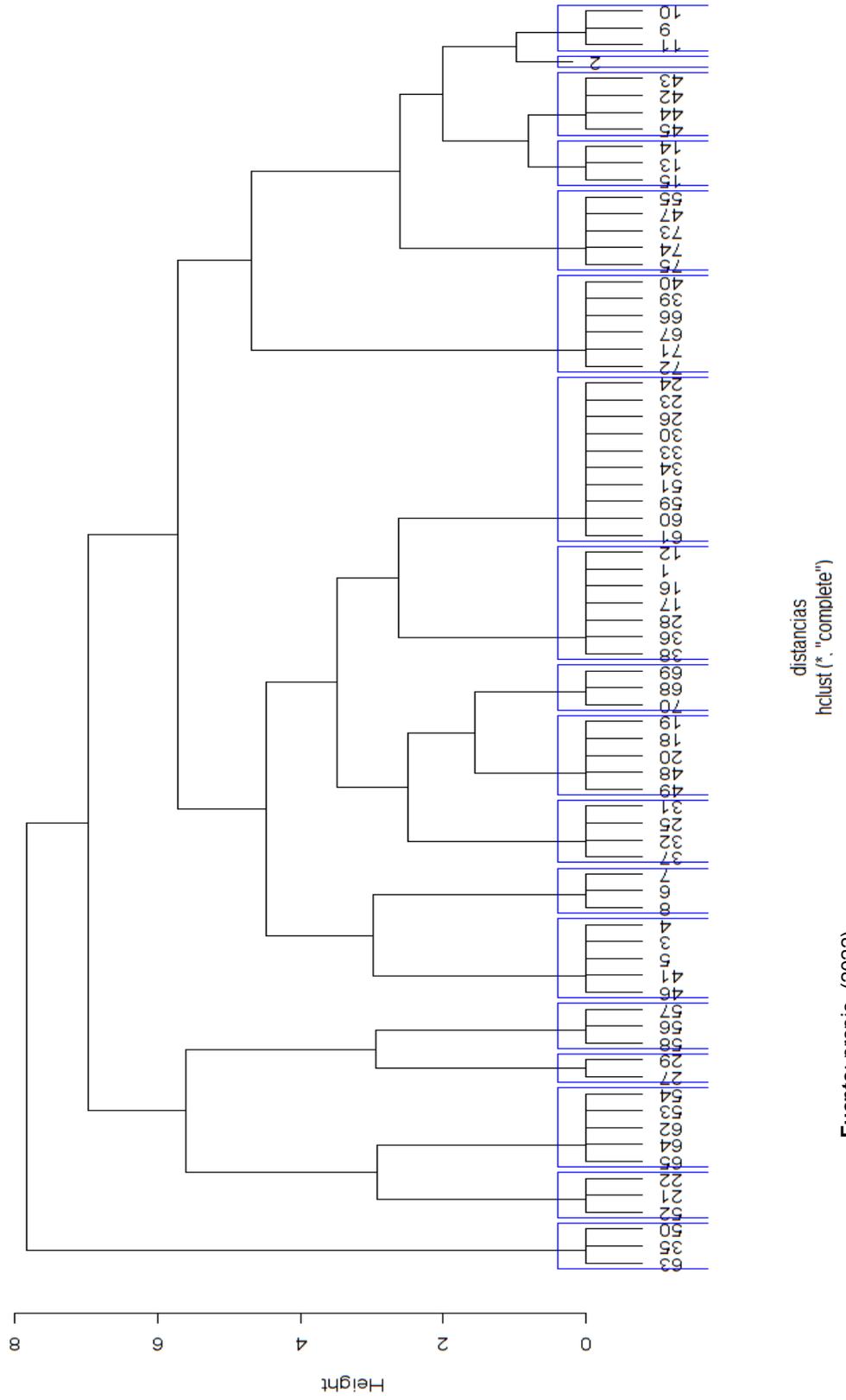


Figura 20. Agrupación del Fonograma de conglomerados de las accesiones.

El cuadro 3, muestra agrupamientos de accesiones con diferencias y similitudes entre sí. Lo que indica, una gran diversidad de variedades identificadas.

**Cuadro 3.** Grupos de accesiones.

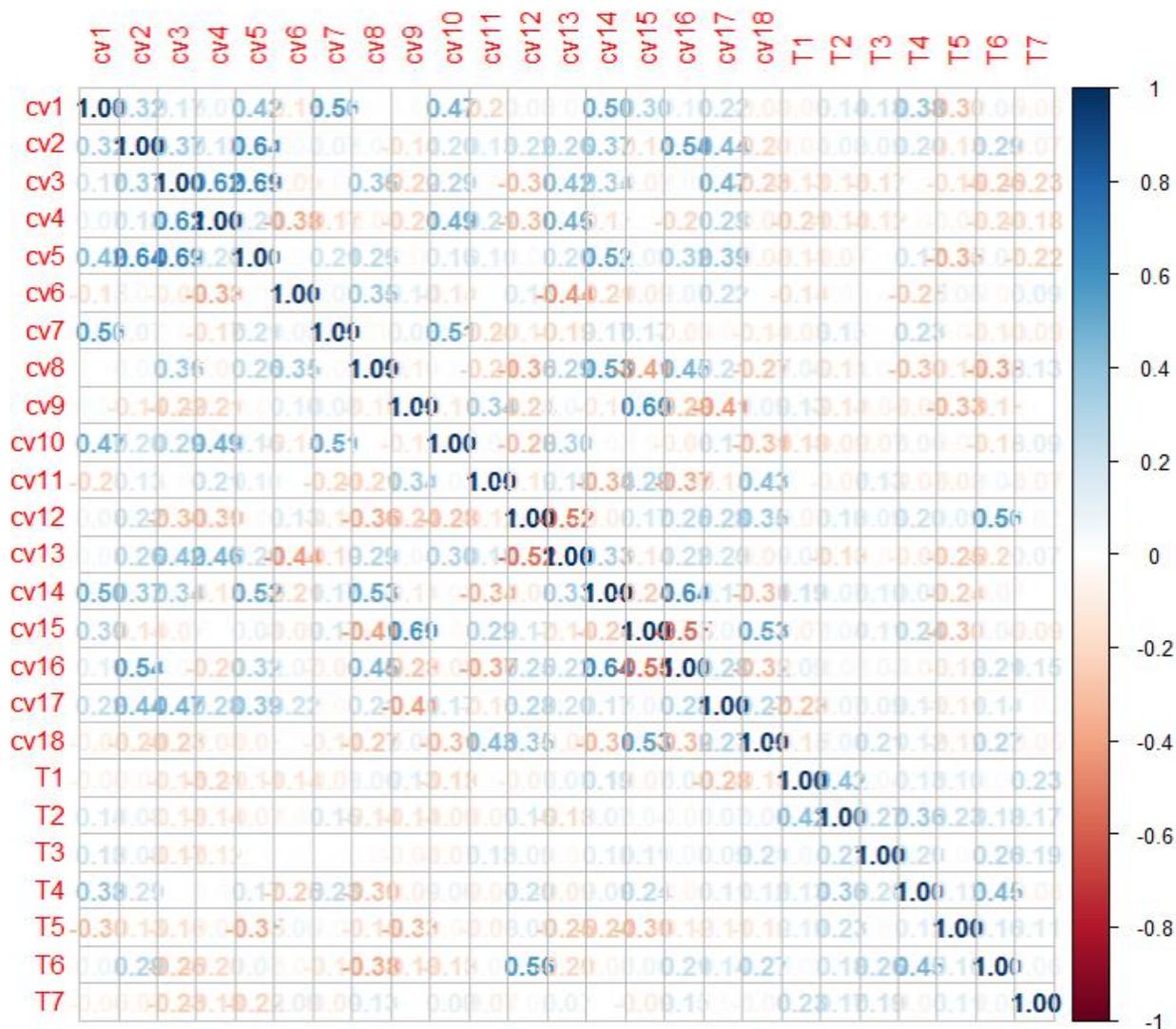
GRUPOS	ACCESIONES	VARIEDADES
18	63,35,50	Waka liki
12	52,21,22	Quellu apilla
14	65,64,62,53,54	Sukriñu etpta
4	27,29	Chiyar apilla
1	58,56,57	Colorado
8	46,41,5,3,4	Lulisa
6	8,6,7	Jalko keni
2	37,32,25,31	Charo rosado
13	49,48,20,18,19	Sauciri
16	70,68,69	Suri wana
17	38,36,28,17,16,1,12	Wila chismi
7	61,60,59,51,34,33,30,26,23,24	Janqo oca
10	72,71,67,66,39,40	Qhiñi apilla encorvado
15	75,74,73,47,55	Sukreñu
9	15,13,14	Manzanilla
11	45,44,42,43	Qhiñi apilla jaques base
5	2	Imilla oca
3	11,9,10	chismi

Fuente: propio, (2022).

### 4.3 Identificación de caracteres eficientes discriminantes morfológicamente

#### 4.3.1 Determinar el coeficiente de correlación de Pearson

La correlación determina el grado de asociación que existe entre dos variables o caracteres. La correlación se mide mediante el coeficiente  $r$  y el valor está entre 0 y  $\pm 1$ , entre más cercano a  $\pm 1$  la relación es mayor (Hidalgo, 2013).



Fuente: propio, (2022).

**Figura 21.** Colorímetro de datos, Coeficiente de Pearson de variables cualitativas y cuantitativas

En La figura 21, se encontró un mayor grado de correlación en caracteres positivos y caracteres negativos de similitud en número de tubérculos, peso, número de tubérculos promedio por planta, longitud, diámetro, número de ojos, longitud de los ojos del tubérculo. Los caracteres morfológicos de la oca, nos indican el grado de influencia entre las variables cualitativas y cuantitativas de los caracteres, si es positivo aporta, y si es negativo no aporta.

	cv2	cv3	cv4	cv5	CF1	CF2	CF3	CF4	CF5	CF6	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CV1	DC3	DC4	DC5	DC6	DC7
cv2	1.00																						
cv3	0.37	1.00																					
cv4	0.19	0.62	1.00																				
cv5	0.64	0.69	0.20	1.00																			
CF1	0.03	-0.09	-0.38	0.02	1.00																		
CF2	0.07	-0.02	-0.17	0.21	0.05	1.00																	
CF3	0.03	0.36	-0.06	0.26	0.35	-0.02	1.00																
CF4	-0.14	-0.22	-0.21	-0.03	0.10	0.08	-0.10	1.00															
CF5	0.20	0.29	0.49	0.16	-0.14	0.51	-0.01	-0.11	1.00														
CF6	0.13	-0.01	0.21	0.10	-0.003	-0.20	-0.21	0.34	0.03	1.00													
CT1	0.22	-0.30	-0.30	-0.02	0.13	-0.10	-0.36	-0.24	-0.28	-0.12	1.00												
CT2	0.26	0.42	0.46	0.20	-0.44	-0.19	0.29	0.04	0.30	0.18	-0.52	1.00											
CT3	0.37	0.34	-0.13	0.54	-0.21	0.17	0.53	-0.11	0.02	-0.34	-0.08	0.33	1.00										
CT4	-0.14	-0.07	0.01	0.08	-0.09	0.17	-0.41	0.60	-0.01	0.29	0.17	-0.14	-0.24	1.00									
CT5	0.54	0.03	-0.20	0.32	0.07	-0.09	0.45	-0.28	-0.08	-0.37	0.25	0.22	0.64	-0.55	1.00								
CT6	0.44	0.47	0.28	0.39	0.22	-0.02	0.21	-0.41	0.17	-0.13	0.28	0.20	0.17	0.05	0.28	1.00							
CT7	-0.20	-0.23	-0.08	-0.08	0.01	-0.11	-0.27	0.09	-0.31	0.43	0.35	-0.09	-0.31	0.53	-0.32	0.27	1.00						
CV1	0.32	0.17	0.07	0.42	-0.15	0.56	0.01	0.02	0.47	-0.20	0.05	0.03	0.50	0.30	0.10	0.22	-0.08	1.00					
DC3	0.16	-0.16	-0.09	-0.04	-0.08	0.09	-0.34	-0.28	-0.04	0.08	0.33	-0.18	-0.15	0.05	-0.05	0.14	0.24	0.05	1.00				
DC4	0.19	-0.04	-0.04	0.15	-0.23	0.24	-0.31	-0.05	0.04	-0.06	0.21	-0.11	0.07	0.27	-0.07	0.09	0.12	0.37	0.52	1.00			
DC5	-0.14	-0.22	-0.11	-0.38	0.09	-0.02	-0.19	-0.24	-0.07	-0.05	0.10	-0.28	-0.29	-0.24	-0.15	-0.16	-0.10	-0.30	0.27	0.13	1.00		
DC6	0.29	-0.25	-0.19	0.07	-0.04	-0.11	-0.37	-0.19	-0.17	0.03	0.56	-0.19	-0.04	0.05	0.22	0.16	0.27	0.05	0.52	0.44	0.13	1.00	
DC7	-0.07	-0.24	-0.19	-0.22	0.10	-0.09	0.13	0.02	0.08	-0.06	0.03	0.07	-0.01	-0.09	0.15	0.01	-0.05	-0.06	0.27	-0.06	0.10	0.06	1.00

Fuente: propio, (2022).

**Figura 22.** Coeficiente de Pearson de variables cualitativas y cuantitativas.

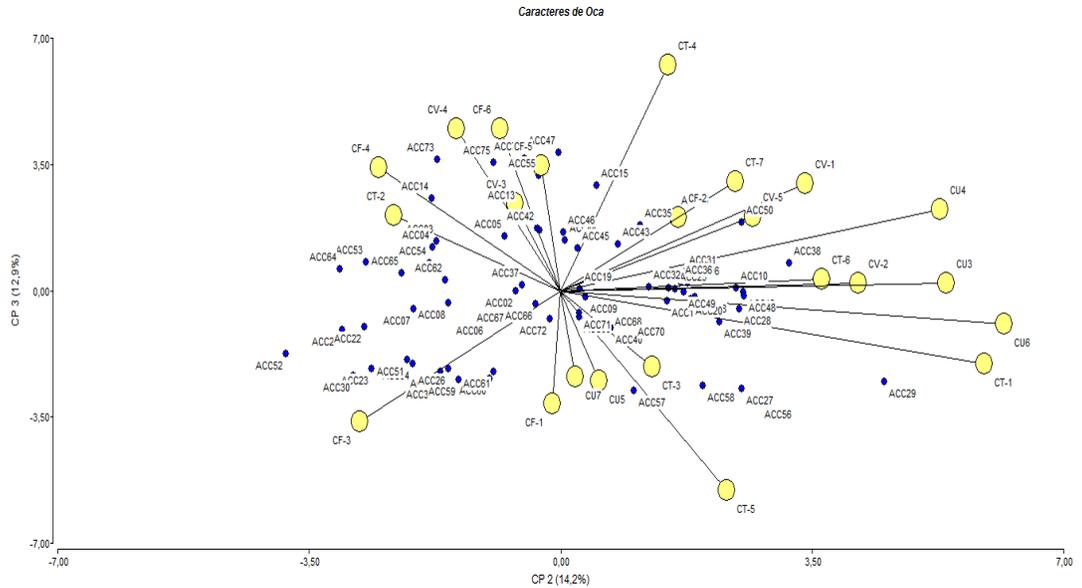
En la figura 22, el color del peciolo tiene un coeficiente de 0.02 positivo con respecto a hábito de la floración, nos indica que son caracteres independientes que el color del peciolo no influye en el hábito de floración.

Además, Color predominante de superficie del tubérculo con un coeficiente de 0.56 positivo con respecto a número de ojos del tubérculo son dependiente lo que quiere decir el color predominante de la superficie del tubérculo influye en el número de ojos que tienen los tubérculos.

Color predominante de la pulpa del tubérculo con un coeficiente de -0.55 negativo con respecto al color secundario de la pulpa del tubérculo son dependientes, indicando que el color predominante de la pulpa influye en el color secundario de la pulpa del tubérculo en forma negativa es decir que, con respecto a Color predominante de la pulpa, el color secundario de la pulpa disminuye en intensidad del color.

#### 4.3.2 Análisis de componentes principales

En la Figura 23, donde se observa el análisis de correlación múltiple se obtuvo los componentes principales y su grado de influencia de similitud morfológica de la oca.



Fuente: Propio, (2022).

**Figura 23.**Componentes principales de caracteres de la oca.

Los valores cercanos a 1 presentan una correlación positiva, los valores cercanos a 0 presentan baja correlación y valores cercanos a -1 presentan una correlación negativa o inversa.

(Rojas, 1998) Considera como asociaciones lineales que representan a patrones naturales de variación a los coeficientes superiores a  $r=0.40$  por tanto las variables que presentaron un alto coeficiente de correlación se especifican a continuación.

**Tabla 3.** Primer Componente principal.

CP 1	
Pigmentación De Axilas (0.58)	PA
Color Del Follaje (0.74)	CF
Color Del Envés En Los Foliolos (0.40)	CEF
Color Del Pecíolo (0.70)	CP
Heterostilia De Las Flores (0.57)	HF
Color De Sépalos (0.43)	CS
Color Secundario De La Superficie De Los Tubérculos (0.57)	CSDT
Distribución Del Color Secundario De La Superficie De Los Tubérculos (0.72)	DCSST
Color Secundario De La Pulpa De Los Tubérculos (0.54)	CSPT
Distribución Del Color Secundario De La Pulpa De Los Tubérculos (0.45)	DCSPT
Forma Del Tubérculo (-0.44)	FT
Color De Tallos Aéreos (0.44)	CTA

Fuente: Propio, (2022).

En la tabla 3, los componentes principales permiten señalar cuales características morfológicas fueron las más relevantes o distintivas, resultado del análisis de correlación demostró que el primer componente principal de mayor similitud son: PA, CF, CEF, HF, CS, CSST, CSPT, DCSPT, FT, CTA, DCSST, siendo la distribución del color secundario de la superficie del tubérculo que posee una mayor semejanza de (0.72), al resto de los componentes principales.

**Tabla 4.** Segundo Componente principal.

<b>CP 2</b>	
pigmentación de axilas (0.50)	PA
color predominante de la superficie de los tubérculos (0.70)	CPST
distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos (0.44)	DCSST
color de tallos aéreos (0.42)	CTA
peso promedio de un tubérculo (0.66)	PPT

Fuente: Propio,(2022).

Mientras que en el CP2 de la tabla 4 se observa 5 componentes principales de los cuales, el de mayor semejanza son: PA, CPST, DCSST, CTA, PPT, siendo color predominante de la superficie del tubérculo tiene una mayor semejanza de (0.70) al resto de los componentes principales.

**Tabla 5.** Tercer componente principal

<b>CP 3</b>	
color del envés de los folíolos (0.52)	CEF
heterotalia de las flores (-0.42)	HF
forma de la corola (0.40)	FC
color de sépalos (0.40)	CS
color del pedúnculo (0.52)	CP
color predominante de la pulpa de los tubérculos (0.73)	CPPT
color secundario de la pulpa de los tubérculos (-0.64)	CSPT

Fuente: Propio,(2022).

El CP3 se muestran 7 estados con similitudes que son: CEF, HF, FC, CS, CP, CPPT, CSPT, siendo el estado color predominante de la pulpa de los tubérculos tiene una mayor semejanza de (0.73).

Los componentes principales más reiterativos son: Heterotalia de las flores (0.57), Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos (0.72), Color secundario de la pulpa de los tubérculos , Color de sépalos, pigmentación de axilas, Color de tallos aéreos y los componentes principales con mayor coeficiente: distribución del color secundario de la superficie del tubérculo que posee una mayor semejanza de (0.72), color predominante de la superficie del tubérculo (0.70) y color predominante de la pulpa de los tubérculos (0.73).

## 5 CONCLUSIONES

- Se determinó la variabilidad morfológica de las accesiones del cultivo de oca, realizando el respectivo análisis de frecuencia, los caracteres de variables reiterativos fueron : color de tallos, follaje, peciolo, pedúnculo y el pedicelo, color predominante de la superficie de los tubérculos, color secundario de superficie, distribución del color secundario de la pulpa y forma de los tubérculos, además la relación de coeficientes de asociación demostraron una variabilidad morfológica entre las 75 accesiones y las distancias entre las mismas, el coeficiente de variabilidad morfológica en promedio general de los caracteres fue de 40.89 % mostrando la variabilidad de los caracteres y sus estados al momento de la toma de datos, indica que hay una mayor variabilidad dentro de la población de accesiones observadas.
- La caracterización se hizo mediante descriptores morfológicos de oca del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) lo que nos permitió identificar 18 variedades de oca las cuales son: Waka liki , Quellu apilla, Sukriñu etpta,Chiyar apilla, Colorado, Lulisa, Jalko keni, Charo rosado, Sauciri, Suriwana, Wila chismi, Janqo oca, Qhiñi apilla encorvado, Sukreñu, Manzanilla, Qhiñi apilla jaques base, Imilla oca, Chismi.
- Se identificó los caracteres morfológicos más eficientes que discriminaron las accesiones de oca. El análisis de componentes principales nos permitió identificar 15 caracteres más discriminantes, las cuales son: Pigmentación de axilas (0.58),Color de la flor(0.74),Color peciolo(0.70), Heterostilia de las flores(0.57),Color de sépalos (0.45), Color secundario de la superficie del tubérculos (0.57),Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos (0.72),Color secundario de pulpa del tubérculo(0.45),Forma del tubérculo(0.44),Color de talos aéreos (0.44),Color predominante de la superficie de los tubérculos (0.72),Color del envés en los foliolos (0.52),Forma de la corola(0.40),Color predominante de la pulpa de los tubérculos (0.73) y Peso promedio del tubérculo (0.66) que estuvieron relacionadas con las características cuantitativas obtenidas en la cosecha de los tubérculos.

## 6 RECOMENDACIONES

Se presentan las siguientes recomendaciones:

- Para mejoramiento del cultivo se recomienda continuar con la investigación de comportamiento agronómico. introduciendo nuevos genotipos, ampliando la variabilidad genética dentro del banco de germoplasma.
- Realizar estudios del comportamiento del cultivo de oca con las variedades Chiyar apilla, colorada, Manzanilla, Wila chismi y Sauciri donde se pueda observar más a detalle su respuesta fenológica y morfológica a la estación del año.
- Realizar investigaciones con la variedad Quellu Apilla donde identifique hasta cuanto puede toleran los factores bióticos y abióticos, ya que esta variedad resulto sensible a bajas temperaturas.

## 7 BIBLIOGRAFIA

Sistema de Biobolsa. (2011). Recuperado el 23 de septiembre de 2021, de Manual de Biol:  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf)

Acosta, M. B. (26 de marzo de 2020). Ecología verde. Recuperado el 16 de septiembre de 2021, de [ecologiaverde.com](http://ecologiaverde.com) 2021

Alarcom, M. (1968). Ritmo de tuberización en cinco clones seleccionados de oca, Tesis . UNSAAC. Cusco- Peru .

APG. (2016). Órdenes, Familias, Subfamilias y Géneros representados en la flora ornamental española, según el sistema APG IV. APG IV, 1.

Blanco, J. (1951). Notas de Biología de oca he isanu. Estados Unidos de América: Universidad de Harvard.

Blanco, W. Q. (2007). Comportamiento Agronómico de dos ecotipos de oca (*Oxalis tuberosa* Mol. ) bajo diferentes sustratos hidropónicos para la producción de semilla básica en invernadero . La Paz - Bolivia: Tesis de grado .

Cadima, X. (. (2006). Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés. , 369p.

Cárdenas, M. (1969). Manual de Plantas Económicas de Bolivia. Cochabamba, Bolivia. : Ichtus.

Carpio, S. J. (2001). Recuperación y conservación in Vitro de ecotipos de oca. En Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía (pág. 106). . La Paz, Bolivia.

Carrión, S. H. (1995). Biología Reproductiva de la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.). Lima.

- Chura, C. J. (2018). Diseños Experimentales. Lima- Peru.
- Condori, N. R. (2016). "Efecto en el tiempo ". puno-peru: optar por el titulo de ingeniero industrial.
- Cortes, H. (1977). Avances en la investigación de la oca En: Anales, I Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Perú. : Universidad de Ayacucho,.
- Cruz, W. E. (2018). analisis de la diversidad morfologiac a y estructura morfologica de la oca cultivada (oxalis tuberosa mol.) En nueve departamentos del peru. lima – peru.
- Enriquez. (1991). Tamaño de la muestra. En Descriptores Boletin #8 (págs. 16-17).
- Equimas, A. (1981). los recursos filogeneticos una inversion segura para el futuro ,consejo nacional de recuersos filogeneticos. Madrid,España.
- Fao, O. d. (1993). La diversidad de la naturaleza un patrimonio valioso.
- Franco, T., & Hidalgo, R. (s.f.). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali,Colombia.
- Franco, Y. (07 de 2014). Tesis de investigacion. Recuperado el 2022 de 03 de 28, de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2014/07/como-se-debe-citar-un-blog-como.html>
- Garcia, A. P. (2018). Evaluación del comportamiento agronómico de tres Ecotipos de oca (Oxalis tuberosa) y revalorización de las prácticas alimenticias ancestrales de la comunidad Huatapampa del municipio de Tito Yupanqui . Carrera ingenieria agronomica UMSA, 1.
- Gonzales, S., Terrazas, F., Almanza, J., & Condori, P. (2003). Produccion de oca (Oxalis tuberosa), papalisa (Ullucus tuberosus) e isañu (Tropaeolum tuberosum): Importancia, zonas productoras, manejo y limitantes.

Cochabamba: Fundación proinpa Programa Colaborativo de Manejo, Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (PBRTA) Proyecto papa andina.

Gonzalez, F. (2009). caracterizacion de recursos geneticos. Recuperado el 28 de septiembre de 2021, de [http://fernando.gonzalez.unileon.es/web\\_mex12/presentaciones\\_teoría/introduccion.pdf](http://fernando.gonzalez.unileon.es/web_mex12/presentaciones_teoría/introduccion.pdf)

Gotor, E., Alercia, A., Rao, V., Watts, J., & Caraciolo, F. (2008). agrobiodiversidad en accion. Recuperado el 16 de septiembre de 2021, de valor de los descriptores: <http://www.agrobiodiversidad.org/blog/?p=453>

Guzman, R., Iquize, E., Mamani, W., & Hilari, I. (2021). Catalogo de oca (oxalis tuberosa molina ) e isañu ( tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav.) del banco general de germoplasma de Bolivia. instituto nacional de Innovacion Agropecuaria y Forestal Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Estado plurinacional de Bolivia.

Hernández, A. V. (2013). Caracterizacion morfologica de recursos. revista Bio ciencias, 6.

Hidalgo. (2013). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Análisis multivariado en estudios de variabilidad genética. Colombia: Franco T. L. y Hidalgo R. Boletín técnico no. 8., Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali.

Hidalgo, T., & Franco, L. &. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Roma - italia.

Inia. (2008). Produccion y uso del Biol. Lima.

Iniea, I. N. (2006). Manual para caracterizacion in situ de cultivos nativos conceptos y procedimientos. Lima - Perú.

- IPGRI. (2001). Descriptores de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.). Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos, . , Lima-Perú.
- IPGRI, E. I. (2003). Recomendaciones practicas para caracterizacion. En IPGRI, Analisis Estadistico de Datos para Caracterizacion Morfologica de Recursos Fitogenéticos (pág. 8). colombia.
- León, J. (1964). Plantas Alimenticias Andinas. . Lima, Perú. : Instituto interamericano de ciencias Agrícolas IIC.
- Leon, J. (1987). Botánica de los Cultivos Tropicales. Instituto Interamericano de cooperacion para la agricultura. En pp. 445. . San José - Costa Rica.
- Lescano, R. (1994). Genética y Mejoramiento de Cultivos Alto andinos INADE/PELT - COTESU. La Paz, Bolivia.
- Linares, E. N. (2015). “Análisis de la variabilidad genética de las ocas cultivadas (*oxalis tuberosa* mol.) de la región cajamarca. Lima-Peru: Tesis para optar el título profesional de: biologo.
- Magallanes, C. (04 de octubre de 2011). La heredabilidad en las ciencias del deporte: entendidos y malentendidos. Recuperado el 28 de septiembre de 2021, de Revista universitaria de la educacion fisica y el deporte.: file:///C:/Users/Steysi/Downloads/Dialnet-LaHeredabilidadEnLasCienciasDelDeporte-5826395.pdf
- Mamani, F., & Cespedes, R. (2012). Estacion experiemntal de Choquenaira. revista de imagenes, (D.L.:C-F-G-608): 32 p.
- Maza, B. (2007). Diveridad de tuberculos Andinos en el Ecuador. Recuperado el 23 de septiembre de 2021, de Herbario “Reinaldo Espinosa” Loja -. Quito, Ecuador.: <http://www.funbotanica.org/10tubers.html>
- Montaldo, A. (1972). Cultivo de Raíces y tubérculos Tropicales. Lima. Perú. : IICA.

- Orbegoso, A. (1957). Estudio sobre la estructura y variabilidad de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina.). Instituto Interoamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica.
- Orbegoso, G. (2018). Estudio sobre la Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) con especial referencia a su estructura y variabilidad. Agronomía.
- Ostendorf, R. S. (2004). Clasificación Intra Específica. En Recursos Genéticos Vegetales (pág. 314:315). Perú.
- Ostendorf, R. S. (2004). recursos genéticos vegetales. La Molina, Lima, Perú.
- Palate, J. (2013). Estudio de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*oxalis tuberosa*) durante su maduración. tesis de grado en ingeniería de alimentos . Ecuador: Universidad técnica de Ambato.
- Peláez, I. M. (2012). Comparación de medias. revista seden, 20.
- Perez, J., & Castañón, G. (2012). Estudio de la variabilidad morfológica entre chiles (*Capsicum* spp) silvestres, semi silvestre y cultivados, colectados en el estado de Tabasco , México. Kuxulkab, 6-9./
- Pissard, A., Ghislain, M., & Bertin, P. (2006). Diversidad genética de los andes especie tuberosa, oca (*Oxalis tuberosa* Molina.), investigada por inter repeticiones de secuencias simples.
- Ramirez, M. (2002). conservación en finca de tubérculos menores en el Perú la dinámica del manejo de la tierra de oca "*oxalis tuberosa* " en la comunidad campesina. En Boletín de Recursos fitogenéticos (págs. 1-9). Italia.
- Robles, E. (1981). Origen y Evolución de la oca, olluco y mashua. UNALM. En Centro de Informática para la Investigación Agrícola (pág. pp. 26.). Lima - Perú.

- Rodriguez, M. (1991). fisiologia vegetal. Cochabamba, BO. p. 343 – 361.: los amigos del libro.
- Rojas, F. (1998). Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.) de Bolivia, mediante métodos multivariados. Tesis de Magíster en Ciencias Vegetales. Chile: Mención Mejoramiento Vegetal. Escuela de Graduados. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Sampieri, R., Hernandez, C., & Batista, P. (2014). Tipos de enfoque. En R. H. Sampieri, Metodología de la Investigación (págs. 10-11). Sampieri, R., Hernandez, C., & Batista, P. (24 de febrero de 2018). coeficiente de correlacion de pearsum. En Metodología de la Investigación. (pág. 304). México: Mc Graw Hill: sexta edición.
- Sesma, B. m. (1997). El analisis de conglomerados en los estudios del mercado . Revista Ciencia Administrativa, 560.
- Sevilla, R., & Holle, M. (2004). Caracterizacion del germoplasma. en recursos geneticos vegetales (pág. 285). lima-peru.
- Sevilla, R., & Holle, M. (2004). Recursos geneticos vegetales. Lima-Peru: luis leon y asociados S.R.L.
- Sevilla, R., & Holle, M. (2006). Manual para caracterizacion insitu de cultivos nativos. Lima-Peru.
- Stevens, P. F. (14 de july de 2001). sitio web de filogenia de angiospermas. Recuperado el 23 de septiembre de 2021, de <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- Tapia, C. A. (s.f.). la agricultura andina. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú, 1.

Tapia, M. (1990). Los cultivos andinos subexplotados y su aporte en la alimentación Lima-Peru. Recuperado el 23 de septiembre de 2021, de [www.ric.fao.org/.../contrnido /libro09/cap3\\_3htm](http://www.ric.fao.org/.../contrnido /libro09/cap3_3htm).

Torres, L. Y. (Enero de 2017). Revista de Dibuación científica de la Universidad de la Veracruz. Obtenido de La ciencia y El hombre: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol18num1/articulos/moleculares/index.htm#:~:text=Se%20consideran%20marcadores%20morfol%C3%B3gicos%20a,identifica%20con%20un%20objetivo%20determinado.&text=Este%20tipo%20de%20marcadores%20son,morfol%C3%B3gica%20exi>

Valdivia, G., Devaux, A., Gonzáles, S., Herbas, J., & Hijmans, R. J. (2016). Desarrollo y Producción de Oca (*Oxalis tuberosa*) e Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) Bajo Dos Niveles de Fertilización. *Revista latinoamericana de la papa*, 121.

Valdivieso, M. B. (s.f.). Producción orgánica de cultivos andinos.

Yzarra, w., & Lopez, F. (s.f.). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología " Manual de observaciones fenológicas". peru.

Zita, A. (08 de 02 de 2021). Métodos de Investigación. Obtenido de A toda Materia: <https://www.todamateria.com/metodos-de-investigacion/>

# ANEXOS



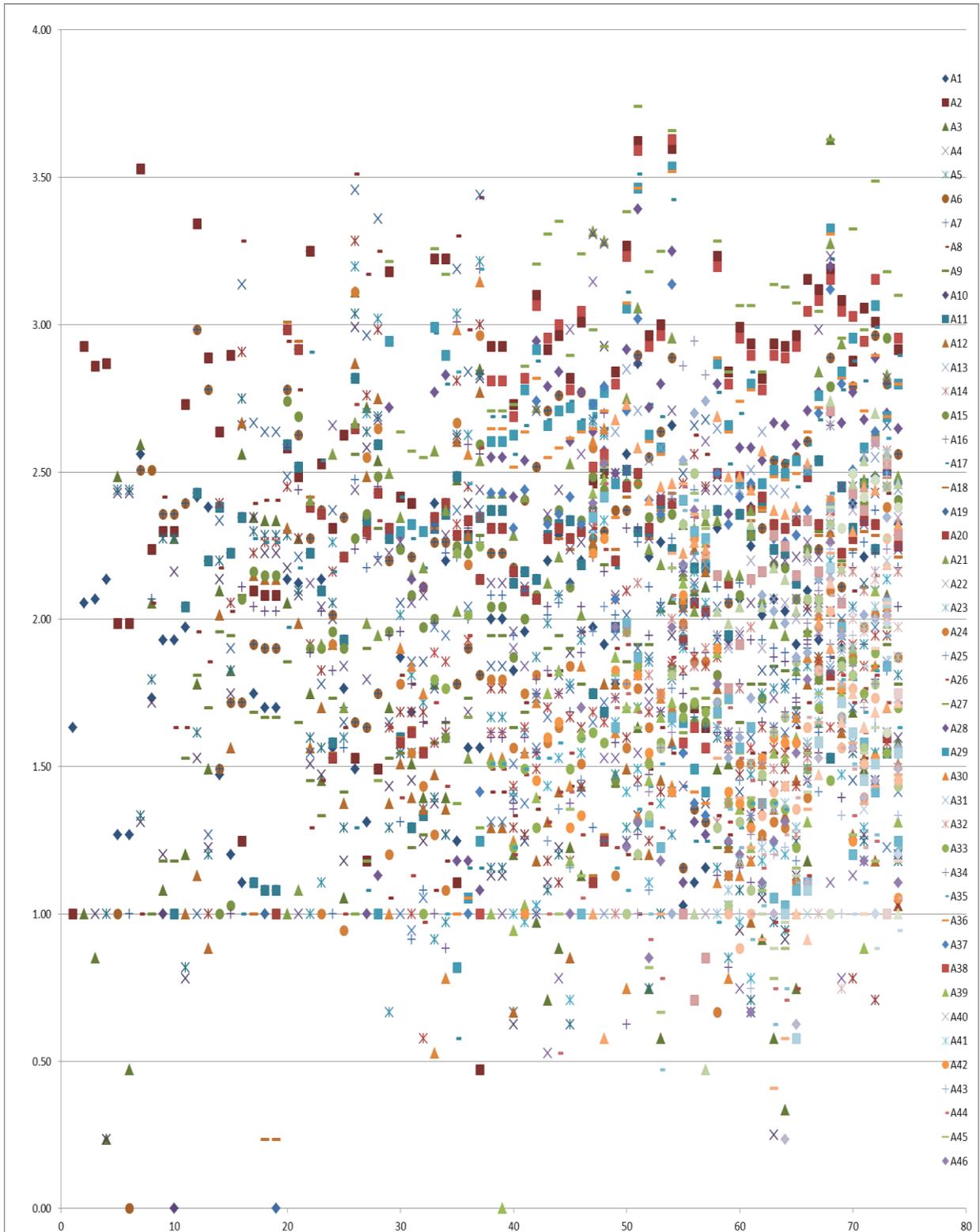
Datos de caracteres vegetativos.

MUESTRA	CARACTERES VEGETATIVOS																			
	1 COLOR DE TALLOS AEREOS					PIGMENTACION DE LAS AXILAS		COLOR DEL FOLLAJE				COLOR DEL ENVEZ EN FOLIOLOS				COLOR DEL PECIOLA				
	CV-1					CV-2		CV-3				CV-4				CV-5				
	VA	VG	RG	PR	PG	A	P	VA	VAO	VAO PG	PGV AO	VA	VAN RG	VAP GID	PRVA ID	VEB	VEPG C	VEPG	PGEV GO	RGEV GO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
EECH-OCA	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
EECH-OCA	2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
EECH-OCA	6	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	7	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	8	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
EECH-OCA	9	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	10	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	11	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	12	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	13	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
EECH-OCA	14	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
EECH-OCA	15	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	16	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	17	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	18	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
EECH-OCA	19	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	20	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	21	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	22	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
EECH-OCA	23	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
EECH-OCA	24	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	25	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	26	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	27	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	28	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	29	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	30	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	31	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	32	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	33	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	34	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EECH-OCA	35	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	36	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	37	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	38	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	39	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	40	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	41	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	42	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	43	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	44	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
EECH-OCA	45	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
EECH-OCA	46	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
EECH-OCA	47	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	48	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
EECH-OCA	49	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	50	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
EECH-OCA	51	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
EECH-OCA	52	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
EECH-OCA	53	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
EECH-OCA	54	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
EECH-OCA	55	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
EECH-OCA	56	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
EECH-OCA	57	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
EECH-OCA	58	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EECH-OCA	59	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
EECH-OCA	60	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
EECH-OCA	61	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
EECH-OCA	62	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EECH-OCA	63	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EECH-OCA	64	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
EECH-OCA	65	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
EECH-OCA	66	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
EECH-OCA	67	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
EECH-OCA	68	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
EECH-OCA	69	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
EECH-OCA	70	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
EECH-OCA	71	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EECH-OCA	72	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EECH-OCA	73	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EECH-OCA	74	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EECH-OCA	75	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1





**Anexo 2.** Representación gráfica de la matriz básica de datos (MBD), coeficiente de asociación.



### Anexo 3 .Corrida de datos mediante el software R Estudio, para hallar coeficientes de correlación y los componentes principales.

#### Análisis de componentes principales

Datos estandarizados

Casos leídos 75

Casos omitidos 0

#### Variables de clasificación

##### ACCESIONES

Donde:

Cv: caracteres vegetativos

Cf: caracteres de floración

Ct: caracteres del tubérculos

Cu: datos cuantitativos

#### Matriz de correlación/Coefficientes

	CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CF-1	CF-2	CF-3	CF-4	CF-5	CF-6	CT-1	CT-2	CT-3	CT-4
CT-5	CT-6	CT-7	CV-1	CU3	CU4	CU5	CU6	CU7						
CV-2	1,00													
CV-3	0,37	1,00												
CV-4	0,18	0,62	1,00											
CV-5	0,64	0,69	0,20	1,00										
CF-1	0,03	-0,09	-0,38	0,02	1,00									
CF-2	0,07	-0,02	-0,17	0,21	0,05	1,00								
CF-3	0,03	0,36	-0,06	0,26	0,35	-0,02	1,00							
CF-4	-0,14	-0,22	-0,21	-0,03	0,10	0,08	-0,10	1,00						
CF-5	0,20	0,29	0,49	0,16	-0,14	0,51	-0,01	-0,11	1,00					
CF-6	0,13	-0,01	0,21	0,10	3,4E-03	-0,20	-0,21	0,34	0,03	1,00				
CT-1	0,22	-0,30	-0,30	-0,02	0,13	-0,10	-0,36	-0,24	-0,28	-0,12	1,00			
CT-2	0,26	0,42	0,46	0,20	-0,44	-0,19	0,29	0,04	0,30	0,18	-0,52	1,00		
CT-3	0,37	0,34	-0,13	0,52	-0,21	0,17	0,53	-0,11	0,02	-0,34	-0,08	0,33	1,00	
CT-4	-0,14	-0,07	0,01	0,08	-0,09	0,17	-0,41	0,60	-0,01	0,29	0,17	-0,14	-0,24	1,00
CT-5	0,54	0,03	-0,20	0,32	0,07	-0,09	0,45	-0,28	-0,08	-0,37	0,25	0,22	0,64	-0,55
CT-6	0,44	0,47	0,28	0,39	0,22	-0,02	0,21	-0,41	0,17	-0,13	0,28	0,20	0,17	0,05
CT-7	-0,20	-0,23	-0,08	-0,08	0,01	-0,11	-0,27	0,09	-0,31	0,43	0,35	-0,09	-0,31	0,53
CV-1	0,32	0,17	0,07	0,42	-0,15	0,56	0,01	0,02	0,47	-0,20	0,05	0,03	0,50	0,30
CU3	0,16	-0,16	-0,09	-3,8E-04	-0,08	0,09	-0,34	-0,28	-0,04	0,08	0,33	-0,18	-0,15	0,05
CU4	0,19	-0,04	-0,04	0,15	-0,23	0,24	-0,31	-0,05	0,04	-0,06	0,21	-0,11	0,07	0,27
CU5	-0,14	-0,22	-0,11	-0,38	0,09	-0,02	-0,19	-0,24	-0,07	-0,05	0,10	-0,28	-0,29	-0,24
CU6	0,29	-0,25	-0,19	0,07	-0,04	-0,11	-0,37	-0,19	-0,17	0,03	0,56	-0,19	-0,04	0,05
CU7	-0,07	-0,24	-0,19	-0,22	0,10	-0,09	0,13	0,02	0,08	-0,06	0,03	0,07	-0,01	-0,09
	0,15	0,01	-0,05	-0,06	0,27	-0,06	0,10	0,06	1,00					

#### Matriz de correlación/Probabilidades

CV-2	CV-3	CV-4	CV-5	CF-1	CF-2	CF-3	CF-4	CF-5	CF-6	CT-1	
CT-2	CT-3	CT-4	CT-5	CT-6	CT-7	CV-1	CU3	CU4	CU5	CU6	CU7

CV-2  
CV-3 0,0011  
CV-4 0,1167 <0,0001  
CV-5 <0,0001 <0,0001 0,0861  
CF-1 0,7918 0,4594 0,0008 0,8686  
CF-2 0,5476 0,8739 0,1447 0,0706 0,6456  
CF-3 0,7720 0,0015 0,6370 0,0246 0,0020 0,8641  
CF-4 0,2201 0,0576 0,0776 0,8205 0,3750 0,4704 0,4013  
CF-5 0,0871 0,0118 <0,0001 0,1815 0,2343 <0,0001 0,9588 0,3474  
CF-6 0,2635 0,9058 0,0698 0,3883 0,9767 0,0829 0,0717 0,0032 0,7814  
CT-1 0,0607 0,0099 0,0089 0,8472 0,2525 0,3779 0,0013 0,0398 0,0134 0,2957  
CT-2 0,0228 0,0002 <0,0001 0,0869 0,0001 0,1099 0,0120 0,7174 0,0092 0,1279 <0,0001  
CT-3 0,0012 0,0033 0,2564 <0,0001 0,0776 0,1535 <0,0001 0,3584 0,8406 0,0026 0,4868  
0,0043  
CT-4 0,2228 0,5334 0,9606 0,5011 0,4289 0,1396 0,0003 <0,0001 0,9251 0,0102 0,1479  
0,2414 0,0345  
CT-5 <0,0001 0,8302 0,0785 0,0054 0,5630 0,4641 <0,0001 0,0152 0,4795 0,0009 0,0304  
0,0529 <0,0001 <0,0001  
CT-6 0,0001 <0,0001 0,0148 0,0006 0,0611 0,8399 0,0735 0,0002 0,1399 0,2667 0,0165  
0,0785 0,1393 0,6485 0,0150  
CT-7 0,0877 0,0443 0,5037 0,4975 0,9547 0,3552 0,0193 0,4600 0,0077 0,0001 0,0021  
0,4542 0,0072 <0,0001 0,0055 0,0174  
CV-1 0,0048 0,1420 0,5346 0,0002 0,2064 <0,0001 0,9398 0,8871 <0,0001 0,0796 0,6583  
0,7969 <0,0001 0,0095 0,4136 0,0526 0,5208  
CU3 0,1680 0,1837 0,4581 0,9974 0,5148 0,4273 0,0032 0,0166 0,7632 0,4915 0,0042  
0,1203 0,2129 0,6463 0,6888 0,2333 0,0359 0,6582  
CU4 0,1041 0,7296 0,7377 0,2054 0,0515 0,0406 0,0063 0,6787 0,7095 0,6308 0,0727  
0,3416 0,5544 0,0202 0,5735 0,4595 0,2882 0,0010 <0,0001  
CU5 0,2308 0,0564 0,3390 0,0007 0,4473 0,8779 0,1116 0,0342 0,5723 0,6938 0,3810  
0,0132 0,0127 0,0380 0,1972 0,1719 0,4056 0,0087 0,0175 0,2601  
CU6 0,0121 0,0333 0,1092 0,5319 0,7319 0,3649 0,0010 0,0956 0,1457 0,7997 <0,0001  
0,1108 0,7437 0,6869 0,0566 0,1813 0,0210 0,6504 <0,0001 0,0001 0,2651  
CU7 0,5547 0,0414 0,1114 0,0549 0,4052 0,4652 0,2809 0,8714 0,4693 0,5833 0,8252  
0,5630 0,9544 0,4673 0,2048 0,9285 0,6883 0,6248 0,0200 0,5957 0,3801 0,6316

### Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	4,41	0,19	0,19
2	3,27	0,14	0,33
3	2,96	0,13	0,46
4	2,17	0,09	0,56
5	1,98	0,09	0,64
6	1,52	0,07	0,71
7	1,28	0,06	0,76
8	1,13	0,05	0,81
9	0,92	0,04	0,85
10	0,67	0,03	0,88
11	0,54	0,02	0,91
12	0,49	0,02	0,93
13	0,38	0,02	0,94
14	0,34	0,01	0,96
15	0,24	0,01	0,97
16	0,21	0,01	0,98
17	0,16	0,01	0,99
18	0,10	4,5E-03	0,99
19	0,09	3,8E-03	0,99
20	0,08	3,6E-03	1,00
21	0,03	1,2E-03	1,00
22	0,01	6,0E-04	1,00
23	2,7E-04	1,2E-05	1,00

### Autovectores

Variables	e1	e2	e3
CV-2	0,28	0,28	0,01
CV-3	0,35	-0,04	0,16
CV-4	0,19	-0,10	0,30
CV-5	0,33	0,18	0,14

CF-1	-0,06	-0,01	-0,21
CF-2	0,08	0,11	0,14
CF-3	0,27	-0,19	-0,24
CF-4	-0,12	-0,17	0,23
CF-5	0,21	-0,02	0,23
CF-6	-0,10	-0,06	0,30
CT-1	-0,15	0,40	-0,14
CT-2	0,27	-0,16	0,14
CT-3	0,34	0,09	-0,14
CT-4	-0,16	0,10	0,42
CT-5	0,26	0,16	-0,37
CT-6	0,21	0,25	0,02
CT-7	-0,21	0,16	0,20
CV-1	0,21	0,23	0,20
CU3	-0,12	0,36	0,01
CU4	-0,03	0,36	0,15
CU5	-0,18	0,04	-0,17
CU6	-0,10	0,42	-0,06
CU7	-0,05	0,01	-0,16

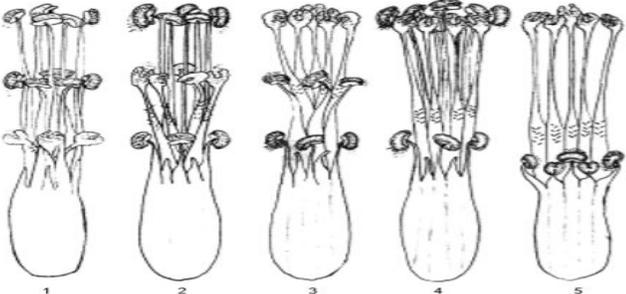
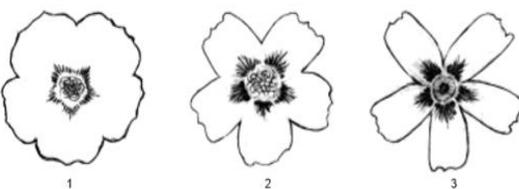
### Correlaciones con las variables originales

Variables	CP 1	CP 2	CP 3
CV-2	0,58	0,50	0,02
CV-3	0,74	-0,08	0,28
CV-4	0,40	-0,18	0,52
CV-5	0,70	0,33	0,24
CF-1	-0,12	-0,01	-0,36
CF-2	0,16	0,20	0,23
CF-3	0,57	-0,34	-0,42
CF-4	-0,25	-0,31	0,40
CF-5	0,43	-0,03	0,40
CF-6	-0,22	-0,10	0,52
CT-1	-0,31	0,72	-0,23
CT-2	0,57	-0,28	0,24
CT-3	0,72	0,16	-0,25
CT-4	-0,33	0,18	0,73
CT-5	0,54	0,28	-0,64
CT-6	0,45	0,44	0,04
CT-7	-0,44	0,30	0,35
CV-1	0,44	0,42	0,34
CU3	-0,25	0,66	0,02
CU4	-0,07	0,64	0,26
CU5	-0,38	0,06	-0,29
CU6	-0,21	0,75	-0,11
CU7	-0,10	0,02	-0,28

Correlación cofenética= 0,787

**Anexo 4.** Planillas descriptivas usadas en todo el proceso de caracterización morfológica del cultivo de oca.

<b>CARACTERES VEGETATIVOS</b>	
<b>COLOR DE TALLOS AEREOS</b>	
1 verde amarillento (145B)	<b>145B</b>
2 verde grisaseo predominante (194A) con rojo grisaceo (178C,D)	<b>194A</b>
	<b>178C</b>
	<b>178D</b>
	<b>178C</b>
3 rojo grisaceo (178C,D)	<b>178D</b>
4 purpura rojizo (59A,B)	<b>59A</b>
	<b>59B</b>
5 purpura grisaceo (187 A)	<b>187A</b>
<b>PIGMENTACION DE LAS AXILAS</b>	
0 ausente	
1 presente	
<b>COLOR DEL FOLLAJE</b>	
1 verde amarillento (145A)	<b>145A</b>
2 verde amarillento oscuro (146C)	<b>146C</b>
	<b>146C</b>
3 verde amarillento oscuro (146C) con grisaceo (186B)	<b>186B</b>
4 purpura grisaceo (187A) con verde amarillento oscuro (146C)	<b>187A</b>
	<b>146C</b>
<b>COLOR DEL ENVEZ EN FOLIOLOS</b>	
1 verde amarillento (145C)	<b>145C</b>
2 verde amarillento (145C) con nervadura rojo grisaseo (178A)	<b>145C</b>
	<b>178A</b>
	<b>145C</b>
3 verde amarillento (145C) con purpura grisaceo irregularmente distribuido (186B,A)	<b>186A</b>
	<b>186B</b>
4 purpura rojizo (59A) con verde amarillento irregularmente distribuido (146D)	<b>59A</b>
	<b>146D</b>
99 otros	
<b>COLOR DE PECIOLO</b>	
1 verde con espitulas blancas (155A)	<b>155A</b>
2 verde con espitulas purpura grisaceo claro (186D)	<b>186D</b>
	<b>186A</b>
	<b>186D</b>
3 verde con espitulas purpura grisaseo (186A-D)	<b>187B</b>
	<b>187A</b>
4 purpura grisaseo (187B) con estipulas purpura grisaseo oscuro (187A)	<b>178A</b>
	<b>187A</b>
5 rojo grisaceo (178A) con espitulas purpura grisaceo oscuro (187A)	<b>187A</b>

CARACTERES DE INFLORENCIA Y FRUTO				
HABITO DE LA FLORACION				
0 Ninguna				
3 Escasa				
5 Moderada				
7 Abundante				
COLOR DE LA FLOR				
1 Amarillo (13A)	13A			
2 Naranja amarillento (14A; 15A)	14A	15A		
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 Semistrellada ( $> 50\%$ de pétalos superpuestos)				
3 Pentagonal (25 a 30% de pétalos superpuestos)				
COLOR DE SEPALOS				
1 Verde (145C; 137A, B)	145C			
2 Verde (145C; 137A, B) predominante con púrpura grisáceo (187B).	145C	137A	137B	187B
3 Púrpura grisáceo (183D, 187B)	183D		187B	
99 Otro (especificar en el descriptor 7.4 Notas)				
COLOR DEL PEDUNCULO Y PEDICELO				
En caso de pigmentación del pedicelo, este generalmente ocurre de la articulación hacia el ápice				
1 Pedúnculo y pedicelo verde amarillento (145B,C)	145B		145C	
2 Pedúnculo verde amarillento (145B) y pedicelo púrpura grisáceo (183C, 187B)	145B	183C	187B	
3 Pedúnculo y pedicelo púrpura grisáceo (187B)	187B			
4 Pedúnculo púrpura grisáceo (187B) y pedicelo verde amarillento (145B)	187B		145B	

<b>CARACTERES DEL TUBERCULO</b>	
<b>Color predominante de la superficie de los tubérculos</b>	<b>Color secundario de la superficie de los tubérculos</b>
1 Blanco (155D)	0 Ausente
2 Blanco amarillento (158B)	1 Blanco (155D)
3 Amarillo (10C, 13C)	2 Blanco amarillento (158B)
4 Naranja amarillento (22B; 23B)	3 Amarillo (13C)
5 Rojo naranja (34C; 30D,C)	4 Naranja amarillento (23B)
6 Rojo naranja oscuro (34A)	5 Rojo naranja (34C; 30D,C)
7 Rojo claro (rosado) (38A)	6 Rojo claro (rosado) (38A)
8 Rojo pálido (39B, 51B)	7 Rojo pálido (39B, 51B)
9 Rojo (52A-D; 53A-D)	8 Rojo (53A-D)
10 Púrpura rojizo (71A)	9 Rojo grisáceo (178C,D)
11 Púrpura grisáceo claro (187D)	10 Púrpura rojizo (59A-C; 71A)
12 Púrpura grisáceo oscuro (187A)	11 Púrpura grisáceo (185A; 187A)
<b>Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos</b>	
0 Ausente	
1 Ojos	
2 Alrededor de ojos	
3 Sobre tuberizaciones	
4 Ojos e irregularmente distribuidos	
5 Irregularmente distribuido	
6 Veteaduras sobre tuberizaciones principalmente	
<b>Color predominante de la pulpa de los tubérculos</b>	<b>Color secundario de la pulpa de los tubérculos</b>
1 Blanco (155B-D)	0 Ausente
2 Blanco amarillento (158B)	1 Blanco (155D)
3 Amarillo (10C, 12C, 13C)	3 Blanco amarillento (158B)
4 Naranja amarillento (22B, 23C)	4 Amarillo (12C)
5 Rojo naranja (30C,D; 34C)	4 Naranja amarillento (23C)
6 Rojo (53A-D)	5 Rojo naranja (30C,D; 34C)
7 Rojo grisáceo (178C, D; 182A)	6 Rojo claro (rosado) (38A)
8 Púrpura rojizo (59A, B)	7 Rojo pálido (39B, 51B)
9 Púrpura grisáceo (187A, B)	8 Rojo (53A-D)
	9 Rojo grisáceo (182A)
	10 Púrpura rojizo (59B)
	11 Púrpura grisáceo (185 A-D; 186B; 187B)
<b>Distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos</b>	
0 Ausente	
1 Corteza	
2 Anillo vascular	
3 Médula	
4 Anillo vascular y corteza	
5 Médula y corteza	
<b>Forma de los tubérculos</b>	
1 Ovoide	
2 Claviforme	
3 Alargado	
4 Cilíndrico	

**Anexo 5.** Proceso de siembra y manejo del cultivo.

Área designada “Evaluación experimental”, parcela de oca.



Delimitación del área y desarrollo de cultivo de oca fase vegetativa.



Crecimiento del cultivo de oca.



**Anexo 6.** Toma de datos cualitativos de acuerdo al descriptor de oca IPGRI.



**Anexo 7 .Cosecha de tubérculos de oca, habiendo concluido la etapa de maduras.**



Accesiones colectadas individualmente.





**Anexo 8** .Almacen de la Colecta de accesiones de oca y descripcion de los caracteres del tuberculo



Cortes de acuerdo al descriptor de oca.



**Anexo 9.** Variedades identificadas.

---

**COLORADO**



**CHARO ROSADO**



**CHISMI**



**CHIYAR APILLA**



**IMILLA OCA**



**JALCO KENI**



**JANQO OCA**



**LULISA**



**MANZANILLA**



**QHIÑI APILLA  
ENCORVADO**



**QHIÑI APILLA JAQUES  
BASE**



**QUELLU APILLA**



**SAUCIRI**



**SUKRIÑU ETPTA**



**SUKREÑU**



**SURI WANA**



**WILA CHISMI**



**WAKA LIKI**



