

I. Título

Caracterización morfológica de 27 accesiones de "izaño" *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón procedentes del banco de germoplasma de Camacani en la UNA-PUNO.

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El estudio de investigación "Caracterización morfológica de 27 accesiones de "izaño" *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón" del Banco de Germoplasma del Centro de Experimental Camacani, se instalará en los campos del Banco de Germoplasma de la misma estación, durante la campaña agrícola 2022-2023, el estudio constará de una fase de campo de siete meses y una fase de gabinete con sus evaluaciones de cinco meses comprendidos entre octubre a setiembre 2023, se busca dar una alternativa de solución al siguiente problema: ¿Será posible encontrar diversidad en las accesiones de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) conservadas en el banco de germoplasma de Camacani luego de realizar la caracterización morfológica?. En la actualidad es importante recuperar el material genético que aún se conserva, de ahí la importancia de organizar un registro de accesiones, observar sus características morfológicas y agronómicas de tal modo determinar su clasificación, agrupamiento y registro para futuros programas de mejora genética del cultivo. El objetivo general de la presente investigación es: Evaluar la diversidad genética de 27 accesiones de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) conservadas en el banco de germoplasma del CE de Camacani mediante la caracterización morfológica, para lo cual se han considerado dos objetivos específicos: a) Caracterizar morfológicamente 27 accesiones de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) conservadas en el banco de germoplasma del CE de Camacani mediante el uso de descriptores morfológicos, b) Determinar los caracteres morfológicos discriminantes entre las accesiones de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) conservadas en el banco de germoplasma del CE de Camacani. Con esta investigación se espera obtener una clasificación de las accesiones de "izaño" en función a las características genéticas para establecer su variabilidad. Los resultados de la investigación aportarán al conocimiento de la variabilidad existente del cultivo de "izaño" en el Banco de Germoplasma de Camacani, su manejo y determinación parental; también generará información desde el punto de vista botánico aportando conocimientos útiles para investigadores, fitomejoradores y agricultores dedicados a este cultivo.

III. Palabras claves (Keywords)

Caracterización morfológica, Análisis multivariado, diversidad, izaño.

IV. Planteamiento de Problema

El "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) es un tubérculo cuyo centro de origen es la región andina central y es considerado como el cuarto en importancia, después de la papa, oca y olluco, siendo cultivado en los andes de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Gibbs et al., 1978). Desde el punto de vista agronómico es un cultivo muy rústico debido a que en la zona andina se cultiva en suelos pobres, sin uso de fertilizantes ni pesticidas, y aun en estas condiciones, sus rendimientos superan a los del cultivo de papa, el cual puede ser debido a que es tolerante a las heladas, también tiene capacidad fungicida, nematocida e insecticida, principalmente por la presencia de

glucosinolatos (Ortega et al., 2006) presentes en toda la planta. Varias de las cualidades agronómicas del "izaño" puede deberse a que ha evolucionado en las zonas más agrestes para la agricultura como son los andes de América del Sur sobre todo en los países de Perú y Bolivia. Nutricionalmente se considera un cultivo importante, por el alto contenido de vitamina C y proteínas, el cual supera al de la leche materna (Espinoza et al., 1999). Existen muchos reportes de investigaciones de las propiedades medicinales del "izaño" sobre todo de la presencia de glucosinolatos y sus derivados (Johns et al., 1982), y de Bencilisotiocianato, siendo este último un agente anticancerígeno, que actúa eficazmente contra una amplia gama de células tumorales (Hasegawa et al., 1992; Pintao et al., 1995). También se puede resaltar que el "izaño" comparado con la papa, el olluco, y la oca presenta una mayor capacidad antioxidante, con alto contenido de antocianinas y carotenoides (Campos et al., 2006). Todos estos atributos hacen del "izaño" un cultivo con un gran potencial, y que podrían ser utilizados en la mejora para la resistencia a plagas, la industria farmacéutica y en la nutrición. Sin embargo, por su bajo consumo en las comunidades campesinas por el poblador andino se estaría afrontando posibles problemas de pérdida de variabilidad, pues no hay registros suficientes de estudios morfológicos y sobre todo de caracterización que permitan clasificar los ecotipos y genotipos, lo mismo ocurre en el banco de germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA-Puno) de la región de Puno, que tiene accesiones de "izaño" donde a la fecha no se ha realizado un estudio de caracterización agromorfológica, fenológica y genotípica del germoplasma de "izaño" que permitan al investigador desarrollar sistemas eficientes de conservación, mejoramiento genético y de producción que puedan representar alternativas de cultivo en las comunidades campesinas por parte de los agricultores. La caracterización de la diversidad de "izaño" tiene varias limitaciones entre las que destacan la escasa cantidad y baja calidad del tubérculo de izaño, limitada documentación de las colecciones y baja disponibilidad de recursos económicos para la realización de trabajos que resuelvan esta problemática. En consecuencia en este trabajo se evaluará la variabilidad agromorfológica, fenológica y genotípica de las accesiones de "izaño" del banco de germoplasma de la UNA-Puno, en condiciones del CE Camacani, por lo que se plantea la siguiente interrogante general:

¿En qué medida las características morfológicas de las accesiones de izaño determinan la diversidad de las accesiones conservadas en el Banco de Germoplasma de Camacani de la UNA-Puno?

Y las siguientes interrogantes específicas:

¿En qué medida se puede determinar la variabilidad entre las 27 accesiones de "izaño" con la caracterización morfológica?

¿Existirá agrupamientos o conglomerados entre las accesiones conservadas que permitan diferenciarlos entre ellos en el banco de germoplasma?

V. Justificación del proyecto

La región Andina es zona de origen de un gran número de cultivos alimenticios, que fueron domesticados por pueblos autóctonos hace miles de años, los cultivos que destacan particularmente entre otros, la "oca" (*Oxalis tuberosa* Molina) el "olluco" (*Ullucus tuberosus* Cal.) y la "izaño" o "mashua" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) (Gonzales

et al., 2003).

En el Perú existen numerosos morfotipos o accesiones de “izaño” que los agricultores reconocen para ser cultivados y consumidos por las propiedades alimenticias y nutraceuticas que tiene. La finalidad de estudiar la diversidad de accesiones de “izaño” realizando la caracterización morfológica y las evaluaciones preliminares es para determinar grupos morfológicos muy diferenciados y mostrar la duplicidad de los clones (Laura et al., 2014). Mediante la caracterización y evaluación del germoplasma de “izaño” se establecerá analogías y diferencias entre accesiones, permitiendo identificar el material promisorio que será de gran utilidad al momento de definir estrategias de manejo para este cultivo y estrategias de mejoramiento genético, como base de la solución de su elevado número de problemas agronómicos relacionados con producción y adaptabilidad.

Por otra parte, se ha visto la necesidad de realizar una descripción morfológica de este material con la finalidad de generar información que permita documentar el patrimonio genético y protegerlo de la erosión genética. La descripción morfológica consiste en describir sistemáticamente variedades, accesiones o morfotipos de una especie a partir de características cualitativas y cuantitativas como hábito de crecimiento, altura de la planta, color de flores y otras características que son de alta heredabilidad y no varían con el medio ambiente (Rojas, 2019).

Además, se generará información científica desde el punto de vista botánico aportando conocimientos útiles a investigadores de fitomejoramiento que beneficiarán a agricultores conservacionistas que permitan el óptimo aprovechamiento y conservación del cultivo.

Esta investigación hará uso del registro estandarizado de descriptores para “izaño” o “mashua” que propone IPGRI (International Genetic Resources Institute) recolectando datos sobre dos categorías la de caracterización y evaluación proporcionando de esta manera un lenguaje comprensible y estandarizado de los datos sobre los recursos fitogenéticos (IPGRI y CIP, 2002). También contribuirán a formalizar la recolección de datos de caracterización de “izaño” adoptando el formato internacional propuesto por IPGRI, así como encontrar los clústers o agrupamientos de accesiones de “izaño”, al mismo tiempo constituye un importante aporte al conocimiento de este cultivo, su manejo y determinación parental.

VI. Antecedentes del proyecto

Los antecedentes sobre estudios de caracterización morfológica son escasos considerando investigaciones fuera del país, sin embargo es imprescindible tomar en cuenta las siguientes investigaciones:

En la región Cusco se caracterizó y determinó la variabilidad morfológica de 89 accesiones recolectadas en 9 distritos de la Región Cusco. Los caracteres utilizados en la caracterización morfológica fueron evaluados para su uso mediante el coeficiente de variabilidad, análisis de correlación y de componentes principales, determinándose que los caracteres de la flor y de tubérculo son los que mejor evalúan la variabilidad del germoplasma utilizado. Los caracteres morfológicos cualitativos de la flor y los del color principal y secundario de tubérculo fueron los que más contribuyeron a la variación, por lo tanto, podrían ser considerados dentro de una futura lista de descriptores para la caracterización morfológica del año (Quispe et al., 2015).

se realizó la caracterización morfológica y fenología de seis variedades de “mashua”. Las variedades fueron recolectadas en los cantones Ambato, Saquisilí y Guamate (Cevallos, Ecuador). La caracterización morfológica se

realizó tomando en cuenta caracteres cualitativos y cuantitativos y sujeta a Análisis de Conglomerados (AC) y Análisis de Componentes Principales (ACP). Se observó que en las variables cualitativas las características referentes a la coloración de flores y de tubérculos son útiles para caracterizar las variedades, mientras que en las variables cuantitativas¹⁰ presentaron diferencias estadísticas significativas del material evaluado. En las fases fenológicas se encontró que la variedad más precoz fue la Amarilla, en tanto que la más tardía fue la Poza Rondador (Pomboza y Valle., 2017).

La caracterización morfológica se realizó en 271 accesiones de mashua, mediante 45 descriptores previamente establecidos. La identificación de descriptores más discriminantes e informativos se realizó mediante el análisis de correspondencia múltiple secuencial (ACMs) y los análisis de agrupamiento e identificación de los morfotipos se realizaron con la nueva lista de descriptores. Se seleccionaron 19 descriptores morfológicos para mashua, con los que se identificaron 257 morfotipos (237 de Cusco y 20 de Cajamarca) a un coeficiente de distancia de 0. (Pacheco, 2015).

La "Evaluación de la similaridad morfológica y citogenética de 37 morfotipos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en el agro ecosistema de la provincia de Acobamba – Huancavelica", se realizó en "Común era". Se usó la metodología de Cahuana (2014) y IPGRI/CIP (2002) para la caracterización morfológica; se construyó una matriz de correlación de 37 morfotipos por sus caracteres morfológicos: datos vegetativos, datos en inflorescencia, datos en cosecha - pos cosecha y número cromosómico (ploidía), el análisis fue realizado con el programa de NTSYS pc 2.20. El clúster de agrupamiento morfológico de mashua, muestra: 4 accesiones duplicadas, 10 morfotipos y 23 accesiones únicas; se encontró 24 diploides, 7 triploides y 6 tetraploides; el análisis estadístico "X²" de la ploidía al 0.05 de error, indica que hay una probabilidad del 95% que hay diferencia significativa entre diploide, triploides y tetraploide. La caracterización morfológica y el número de ploidía, nos permite afirmar la abundancia de variabilidad genética en el cultivo de mashua (Soto y Taype., 2017).

VII. Hipótesis del trabajo

Hipótesis general

- Existirá variabilidad genética entre las 27 accesiones de "izaño" del banco de germoplasma del CE Camacani.

Hipótesis específicas

- Los descriptores morfológicos empleados permitirán identificar y diferenciar las accesiones en estudio.

- Con la utilización del análisis de agrupamientos se establecerán grupos de accesiones de "izaño" para ser considerados en futuros programas de mejora genética.

VIII. Objetivo general

Evaluar la diversidad genética de 27 accesiones de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) conservadas en el banco de germoplasma del CE de Camacani mediante la caracterización morfológica.

IX. Objetivos específicos

- Caracterizar morfológicamente 27 accesiones de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) conservadas en el banco de germoplasma del CE de Camacani mediante el uso de descriptores morfológicos.
- Determinar los caracteres morfológicos discriminantes entre las accesiones de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) conservadas en el banco de germoplasma del CE de Camacani.

X. Metodología de investigación

10.1. Población y muestra

La población de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) conservadas en el banco de germoplasma del CE de Camacani está constituida por 27 accesiones; donde se realizará un muestreo no probabilístico lo que significa que se utilizarán como muestra el 100% por tratarse de un estudio de caracterización morfológica.

Las accesiones fueron homogenizadas mediante una siembra previa la cual permitirá tener accesiones homogenizadas los diferentes morfotipos para su caracterización (UPOV, 2002).

10.1.1. Características de las unidades experimentales.

- Largo de parcela: 3 m.
- Ancho de parcela: 1.5m.
- Área de parcela: 4.5 m²
- Área total: 21.5 m²

En cada unidad experimental se instalará una accesión que va desde la accesión: 03-20-01 hasta la accesión: 03-20-27.

10.2. Variables en estudio.

10.2.1. Variables dependientes.

- Y1 = Caracteres morfológicos
- Y2 = Agrupamiento de accesiones o morfotipos
- Y3 = Periodo vegetativo

10.3.2. Variables independientes.

- X1 = 27 accesiones o morfotipos de "izaño"

10.3. Descripción de métodos por objetivos específicos

Para la presente investigación se hará uso de las técnicas de análisis estadístico multivariado, utilizando para ello el análisis de componentes principales, determinación de coeficiente de distancia taxonómica, análisis de conglomerados y construcción de dendrograma.

10.3.1. Para el primer objetivo

Para la caracterización morfológica de 27 accesiones de "izaño" (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) se elaborará un formulario de registro para realizar la caracterización morfológica de acuerdo al formato sugerido por (IPGRI y CIP, 2002). Se realizará la siembra de tubérculos de "izaño" teniendo una distribución de las cuales se puedan distinguir una de la otra para darle las condiciones adecuadas hasta que cumpla su ciclo de vida. El proceso de toma de datos para la caracterización morfológica se iniciará apenas se dé la emergencia de los tubérculos. El proceso de caracterización morfológica y evaluación se desarrollará durante todo el periodo vegetativo hasta la cosecha y postcosecha.

a) Frecuencia temporal requerida para la toma de datos

Iniciada la instalación (plantación de tubérculos) de las accesiones de "izaño", se dará inicio a la caracterización morfológica con el uso de los descriptores de evaluación, seguida de los descriptores de caracterización, estos datos se registrarán progresivamente según el desarrollo de las plantas de "izaño", por la diversidad que presenta este cultivo. IPGRI y CIP (2002), utilizan los siguientes descriptores en la documentación de los recursos fitogenéticos:

b) Descriptores de Caracterización

Descriptores de planta

Morfología general

Tipo de planta

Capacidad de enroscamiento

Cobertura del suelo

Altura de planta

Color de tallo

Color predominante del tallo

Tendencia de fasciación

Color del follaje (hojas)

Color de follaje (resto)

Características de la hoja

Color borde de la lamina

Color de la nervadura de haz de hoja

Color de la nervadura del haz

Color predominante del envés

Color de nervadura de la nervadura del envés

Número de lóbulos por hoja

Forma de hojas

Pigmentación axilar

Color de estipula (en tallos)

Características de la flor

Color primario de la corola

Color 2º de la corola (interno-externo)

Color de la corola superior externa

Color de la corola inferior externa

Color del espolón

Color de cáliz

Color del pedúnculo floral

Pigmentación de los estilos

321 Pigmentación de los estigmas
 322 Pigmentación de los filamentos estaminales
 323 Grado de floración
 324 Numero de espolones
 325 Numero de estambres por flor
 326 Presencia de fruto o semilla
 327 Forma del fruto
 328 Numero de frutos por planta
 329 Número de carpelos
 330 Número de estigmas por flor
 331 Número de pétalos orbiculares
 332 Numero de pétalos espatulados
 333 Color de peciolo color de carpelo
 334 Superficie de carpelo
 335
 336 **Datos del tubérculo**
 337 Longitud de los tubérculos
 338 Numero de tubérculos por planta
 339 Peso de tubérculo por planta
 340 Tamaño de tubérculos
 341 Uniformidad de tamaño del tubérculo
 342 Color predominante de la piel
 343 Distribución de color secundario de la piel del tubérculo
 344 Formas de coloración secundaria de la piel de tubérculos
 345 Tipo de superficie de la piel del tubérculo
 346 Formas de tubérculo
 347 Numero de ojos por tubérculo
 348 Distribución de ojos en el tubérculo
 349 Profundidad de los ojos
 350 Raicillas filamentos en los ojos
 351 Color predominante de la pulpa
 352 Color secundario de la pulpa
 353 Distribución de color secundario de la pulpa del tubérculo
 354
 355

356 **c) Descriptores de Evaluación**

357 **Descriptores de la planta**

358 Emergencia de plantas en el campo (Brotación) en días.
 359 Días a la floración en días.
 360 Duración de la floración en días.
 361 Altura de la planta (cm).
 362 Longitud de hoja (cm).
 363 Ancho de la hoja (cm).
 364 Longitud del peciolo (cm).
 365 Peso de tubérculos por planta (kg).
 366
 367

368 **10.4.2. Para el segundo objetivo**

369
 370 Luego de terminar el registro de datos de caracterización morfológica se
 371 emplearán los siguientes pasos:

372
 373 Se realizará la elección de los caracteres morfológicos que describan las

unidades taxonómicas operativas y el registro del estado de los caracteres presentes en ellas.

Se realizará la construcción de la matriz básica de datos de las unidades taxonómicas correspondientes de tal modo realizar el análisis estadístico de **componentes principales** como técnica de selección de variables más eficientes para la discriminación entre variables y el uso del método de clasificación numérica en base al algoritmo de Wad; en base a la matriz de datos se obtendrá un coeficiente de correlación de Pearson, se determinará el coeficiente de distancia taxonómica y se procederá a calcular la similitud para cada par posible de unidades taxonómicas operativas (OTU) (Franco & Hidalgo, 2003) , para lo cual se utilizará el software estadístico Infostat.

Formula del coeficiente de correlación de Pearson:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}}$$

Coeficiente de distancia taxonómica:

$$\left[\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{ik})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

También se realizara el análisis Cluster, un análisis discriminante que nos permita decidir a qué grupo pertenece una accesión, a partir de la información disponible sobre él cifrada en términos de los valores que toman ciertas variables consideradas.

XI. Referencias

Espinoza E., Monteghirfo S. & Mario G. 1999. Determinación de la composición de aminoácidos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) mediante cromatografía líquida de alta perfonmance (HPLC). Boletin de la Sociedad Quimica del Perú; Vol. LXV; Diciembre 1999.

Gibbs P.E., Marshall D. & Brunton D. 1978. Studies on the cytology of *Oxalis tuberosa* and *Tropaeolum tuberosum*. Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh 37(1):215-220.

Hasegawa T., Nishino H. & Iwashima A. 1992. Isotiocyronates inhibit cell cycle progression of HeLa cell at G sub (2)/M phase. Anti-Cancer-Drug 4:273-279.

IPGRI / CIP 2002. Descriptores de Isaño (*Tropaeolum tuberosum*). Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos, Roma Italia; Centro Internacional de papa, Lima Perú.

Johns T., Kitts W.D., Newsome F. & Towers G. H. N. 1982. Anti-reproductive

and other medicinal effects of *Tropaeolum tuberosum*. Journal of Ethnopharmacology 5:149–161.

Ortega O., Kliebenstein D., Arbizu C., Ortega O. & Quiroz C. 2006. Glucosinolate Survey of Cultivades and Feral Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) in the Cuzco Region of Peru. Economic Botany 60(2):00

Pacheco, E. (2015). Caracterización morfológica y molecular de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) de los departamentos de Cusco y Cajamarca [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2095>.

Pintao A.M., Pais M.S.S., Coley H., Kelland L.R. & Judson I.R. 1995. In vitro an invitro anti-tumor activity of bencylisoithiocyanate: Anatural product from Tropeolum majus. Pnat Med. 61:233-236.
Gonzales et al., 2003.

Pomboza P., Valle M. 2017. Caracterización morfológica y fenología en variedades de *Tropaeolum tuberosum* (Mashua) de interés medicinal. Tesis Ingeniería Agronómica. Universidad Tecnica de Ambato. Ecuador.

Quispe, Cinthia, Mansilla, Roberto, Chacón, Américo, & Blas, Raúl. (2015). Análisis de la variabilidad morfológica del "Añu" *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón procedente de nueve distritos de la región Cusco. Ecología Aplicada, 14(2), 211-222.

XII. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

La caracterización morfológica de las accesiones de “izaño” permitirá documentar las características de la colección del banco de germoplasma, así como clasificarlas en grupos que nos den información del parentesco o distancias genéticas entre las mismas.

Los resultados del presente estudio permitirán contar con un dendograma que permitirá a los investigadores clasificar y recolectar nuevas accesiones para incrementar la diversidad genética de los genotipos cultivados en la región.

El presente estudio será el punto de partida para la documentación y realización del catálogo de las variedades de “izaño” cultivadas en la región.

XIII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Documentar la colección de accesiones de “izaño” del banco de germoplasma de Camacani y proveer una fuente de consulta de información y clasificación de morfotipos de la colección, para la conservación de los recursos fitogenéticos, teniendo una línea de base de accesiones de “izaño” que conserva el banco de germoplasma de Camacani.

ii. Impactos económicos

Determinar las accesiones con mejor comportamiento agronómico para

recomendar su cultivo y producción masiva para el mercado regional incrementando el ingreso económico de los productores dedicados a este cultivo.

Documentar con datos de caracterización morfológica la colección de “izaño” del Banco de Germoplasma de Camacani de tal manera que la información obtenida en la presente caracterización morfológica sirva para incrementar la colección de accesiones de “izaño”, clasificando las accesiones con mejor rendimiento para mejorar los índices de producción en el departamento de Puno.

iii. Impactos sociales

Revalorar el cultivo de morfotipos o accesiones de tubérculos andinos como el “izaño” y promover su conservación incrementando los niveles de producción que permitan mejorar la disponibilidad de este recurso alimenticio.

Contribuir con los agricultores proporcionando accesiones de mejores características agronómicas que hagan de este tubérculo andino un producto más atractivo para el mercado.

iv. Impactos ambientales

El presente estudio buscará documentar y promover el cultivo del “izaño” y la conservación de la diversidad genética de este tubérculo, posibilitando la inclusión de nuevas accesiones en el futuro.

Asegurar la disponibilidad de recursos fitogenéticos y hacer frente al cambio climático disponiendo de esta manera de una reserva de genes que posibiliten la realización de cruces con mejores características de resiliencia a los factores ambientales.

XIV. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

14.1 Campo de cultivo

El material que se va caracterizar se sembrará en parcelas debidamente identificadas y en condiciones de manejo uniforme estableciendo las accesiones objetivo, se observarán las características de la especie en las diversas etapas de desarrollo y se registrará la expresión a partir de un conjunto de descriptores, los datos se tomarán y se registrarán de forma sistemática, ordenada y concisa para facilitar su posterior análisis estadístico de este modo la información que se obtenga a partir de los mismos descriptores sea comparable y compatible.

14.2 Equipos

El equipamiento para el desarrollo del presente proyecto incluye además de las herramientas básicas de labranza, requiere de instrumental de gabinete para la toma de mediciones y datos, de tal forma que faciliten el procesamiento y la obtención de resultados; entre estas mencionamos herramientas de medición (flexómetro, reglas, escalas), equipo fotográfico para la documentación gráfica de las accesiones bajo estudio, computadora para el procesamiento estadístico de los datos y para técnicas de medición automatizada, una lupa con aumento 20X que permita realizar observaciones detalladas de áreas pequeñas como los caracteres de la floración así como

observaciones de pigmentación entre otras, equipo para medición de peso (Balanza digital) que permita evaluar el rendimiento de las accesiones de “izaño”.

14.3 Software Estadístico

Se utilizará software de procesamiento estadístico Infostat libre para el análisis de componentes principales y análisis de agrupamientos y sus gráficas correspondientes.

Se utilizará el software de procesamiento de imágenes Imagej (Image Processing and Analysis in JAVA) versión 1.53r con licencia GPL (Software libre) para determinar mediciones de muestras fotografiadas con escala.

14.4 Medios y recursos

La presente investigación será financiada íntegramente por el tesista, se cuenta con los medios necesarios para poder llevar a cabo la investigación, además se hará uso de las instalaciones del laboratorio del Banco de Germoplasma de Camacani.

XV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

El presente trabajo de investigación se instalará en la estación experimental de Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en la Provincia de Puno, distrito de Platería con coordenadas 15° 56' 34" latitud sur, 69° 51' 27" longitud Oeste con una altitud de 3842 m.s.n.m. en los campos de cultivo asignados al Banco de Germoplasma de la misma estación.

XVI. Cronograma de actividades

Actividad	Mes											
	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Obtención de accesiones de “izaño”	X											
Habilitación de campo de cultivo y siembra de accesiones		X										
Evaluación de caracteres morfológicos		X	X	X	X	X	X	X				
Trabajo en gabinete			X	X		X	X	X				
Procesamiento de datos y análisis estadístico			X		X		X	X	X			
Redacción de tesis y sustentación				X		X		X	X	X	X	X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Preparación del campo de cultivo	jornal	70	2	140.00
Manguera	metros	3	15	45.00
Herramientas de labranza	pieza	5	20	120.00
Agua	servicio	20	7	140.00
Labores culturales	jornal	70	10	700.00

Cosecha	jornal	70	5	350.00
Materiales escritorio	varios	400	1	400.00
Calibre	pieza	25	1	25.00
Flexómetro	pieza	15	1	15.00
Lupa	pieza	25	1	25.00
Carta de colores RHS	Alquiler	200	1	200.00
Cámara fotográfica	Alquiler	300	1	300.00
Alquiler computadora	equipo	500	1	500.00
Alquiler microscopio	equipo	200	1	200.00
Balanza	pieza	100	1	100.00
Impresión	servicio	300	1	300.00
Pasajes	unidad	6	100	600.00
Imprevistos	varios	600	1	500.00
			Total	4760.00

560