

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

**“CARACTERIZACION AGROBOTANICA Y FENOLOGICA DE 40
ACCESIONES DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H.
Robinson) EN CONDICIONES DE K’AYRA, SAN JERONIMO, CUSCO”.**

PRESENTADO POR:

Br. ROIR RUDY APAZA LAUCATA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ASESORA:

Dra. CATALINA JIMÉNEZ AGUILAR

CUSCO – PERU
2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Dra. CATALINA SIMÉNES AGUIAR.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "CARACTERIZACIÓN AGROBOTÁNICA
Y FENOLOGICA DE 40 ACCESIONES DE YACÓN (Smallanthus
sonchifolius Poepp & Endl. H. Robinson) EN CONDICIONES
DE K'AYRA, SAN JERÓNIMO, CUSCO"

Presentado por: ROIR RUDY APAZA LAUCATA..... DNI N° 60318001.....
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRÓNOMO.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 22 de Junio..... de 2026.....

Catalina Jiménez Aguilar
Firma

Post firma Catalina Jiménez Aguilar

Nro. de DNI 23936715

ORCID del Asesor 0000-0002-1813-7756

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:602003674

ROIR RUDY APAZA LAUCATA

“CARACTERIZACIÓN AGROBOTÁNICA Y FENOLÓGICA DE 40 ACCESIONES DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poep & En...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:602003674

Fecha de entrega

22 jun 2026, 5:54 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

22 jun 2026, 5:56 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS ROIR RUDY APAZA LAUCATA.pdf

Tamaño del archivo

6.2 MB

158 páginas

26.540 palabras

148.335 caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- Fuentes de Internet

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, por todo.

A mis queridos padres Edgar Apaza Qqeccaño y Julia Laucata Gamarra, con toda la sinceridad, gratitud e inmenso cariño por darme la oportunidad de estudiar y ser una persona de bien y recompensa a su abnegado sacrificio, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional en cada momento.

A mis hermanos Calip Yeferson, Adelit Julissa y Lorensa, quienes han sido un apoyo fundamental a lo largo de mi formación académica y profesional.

Con mucho cariño a mis tíos y primos por su apoyo moral y alegrías

R.RUDY APAZA.L.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por la formación académica brindada durante el desarrollo de mis estudios, la cual ha sido fundamental para mi crecimiento profesional.

a los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Agronomía y zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, quienes contribuyeron en mi formación personal y profesional.

A mi asesora, Dra. CATALINA JIMÉNEZ AGUILAR, por su valioso apoyo, orientación y acompañamiento durante el desarrollo de la presente investigación.

A mis amigas y amigos de la facultad con quienes compartí muchos momentos durante el transcurso de mi vida de estudiante en las aulas universitarias.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron para la realización de este trabajo.

R.RUDY APAZA.L.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1. Objetivos	4
2.1.1. Objetivo general	4
2.1.2. Objetivos específicos.	4
2.2. Justificación	5
III. HIPÓTESIS	6
3.1. Hipótesis general	6
3.2. Hipótesis específicas	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes	7
4.1.1. Antecedentes Internacionales	7
4.1.2. Antecedentes Nacionales	7
4.1.3. Antecedentes Locales	8
4.2. Bases teóricas	9
4.2.1. Origen	9
4.3. Taxonomía	10
4.4. Distribución geográfica del cultivo yacón	11
4.5. Generalidades de yacón	11
4.6. Descripción botánica	12
4.6.1. Tallo	14
4.6.2. Hojas	14
4.6.3. Inflorescencia	14
4.6.4. Fruto	16
4.6.5. Biología reproductiva	16
4.6.6. Cepa o corona	17

4.6.7. Raíces reservantes	18
4.7. Fenología	18
4.7.1. Fase fenológica.....	18
4.7.2. Etapa fenológica	19
4.8. Fases fenológicas del cultivo de yacón.....	19
4.8.1. Emergencia.....	19
4.8.2. Crecimiento vegetativo.....	20
4.8.3. Aparición del botón floral.....	20
4.8.4. Floración	21
4.8.5. Final de floración.....	21
4.8.6. Fotoperiodo.....	21
4.8.7. Madurez fisiológica	22
4.8.8. Cosecha.....	22
4.9. Manejo del cultivo de yacón.....	23
4.9.1. Preparación del terreno.....	23
4.9.2. Propagación.....	23
4.9.3. Plantación	25
4.10. Labores culturales.....	26
4.10.1. Aporque y deshierbo	26
4.10.2. Riego.....	26
4.10.3. Fertilización	27
4.10.4. Cosecha	27
4.10.5. Rendimiento	28
4.11. Plagas y enfermedades	29
4.11.1. Plagas	29
4.11.2. Enfermedades.....	30
4.11.3. Control fitosanitario	30
4.12. Requerimientos edafoclimáticos	31
4.12.1. Suelo.....	31
4.12.2. Temperatura.....	31
4.12.3. Horas luz solar	32
4.12.4. Precipitación.....	32
4.12.5. Humedad.....	33
4.12.6. Altitud	33

4.13.	Usos e importancia	33
4.13.1.	Composición química de yacón	35
4.14.	Importancia de la diversidad genética	35
4.14.1.	Recursos genéticos	36
4.14.2.	Conservación de los recursos fitogenéticos	36
4.14.3.	Erosión genética.....	37
4.15.	Germoplasma	37
4.15.1.	Banco de germoplasma	38
4.15.2.	Sistema de conservación de germoplasma.....	38
4.15.3.	Actividades principales del banco de germoplasma.....	39
4.15.4.	Centros de germoplasma	40
4.15.5.	Conservación in situ	41
4.15.6.	Conservación ex situ	41
4.15.7.	Entrada o accesión.....	42
4.16.	Caracterización y evaluación	42
4.16.1.	Caracterización	42
4.16.2.	Evaluación.....	43
4.16.3.	Descriptor.....	43
4.16.4.	Características botánicas	43
4.16.5.	Características agronómicas	44
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
5.1.	Tipo de investigación	47
5.2.	Ubicación espacial de la investigación.....	45
5.2.1.	Ubicación política.....	45
5.2.2.	Ubicación geográfica.....	45
5.2.3.	Ubicación hidrográfica.....	45
5.2.4.	Ubicación satelital del campo.....	46
5.3.	Ubicación temporal	47
5.4.	Historial del campo experimental	47
5.5.	Material y métodos.....	48
5.5.1.	Material biológico	48
5.5.2.	Material de campo.....	49
5.6.	Análisis físico-químico del suelo	50
5.7.	Metodología	50

5.8.	Características del campo experimental	51
5.8.1.	Dimensiones del campo experimental	53
5.9.	Conducción del campo experimental	53
5.9.1.	Preparación del terreno.....	53
5.9.2.	Preparación del material genético.....	54
5.9.3.	Marcado y trazo del campo experimental	54
5.9.4.	Instalación del cultivo	55
5.9.5.	Riego.....	55
5.9.6.	Deshierbo.....	55
5.9.7.	Aporque	56
5.9.8.	Plagas y enfermedades	56
5.9.9.	Corte de las partes aéreas.....	57
5.9.10.	Cosecha	57
5.10.	Métodos de evaluación	58
5.10.1.	Características botánicas	59
5.10.2.	Características agronómicas	65
5.10.3.	Evaluación del comportamiento fenológico	65
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
VII.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	129
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	132
ANEXO		136

RESUMEN

El yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl. H. Robinson) es un cultivo andino de importancia agronómica, nutricional y socioeconómica debido a su adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas y a la variabilidad que presenta. La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar agrobotánica y fenológicamente 40 accesiones de yacón conservadas por el Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA). El estudio se desarrolló en el Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo, Cusco, durante la campaña agrícola 2023–2024, utilizando los descriptores de Hernán (1998).

En la caracterización botánica, 22 accesiones presentaron hábito de crecimiento erecto, 30 fueron robustas, 24 mostraron ramificación basal enramada y 33 alcanzaron porte alto, con alturas entre 1.30 y 2.35 m. Asimismo, predominó la forma deltoide de las hojas, el color verde en el haz y abundante pubescencia. En la caracterización agronómica se evidenció amplia variabilidad entre las accesiones, registrándose rendimientos entre 0.43 y 8.71 kg por planta, peso de corona entre 0.50 y 5.72 kg, y de 5 a 47 raíces reservantes por planta. En la caracterización fenológica, la emergencia ocurrió entre los 22 y 44 días después de la siembra; la formación de botones florales se registró a los 150 días, la floración a los 185 días, el final de floración a los 220 días y la cosecha a los 279 días después de la siembra, registrándose diferencias en el comportamiento fenológico de las accesiones evaluadas.

Palabras clave: Accesiones, Caracterización, Fenología, Yacón.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, titulado “Caracterización agrobotánica y fenológica de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en el Centro Agronómico K’ayra, San Jerónimo, Cusco”, será de suma importancia para futuros trabajos de investigación relacionados con el cultivo de yacón.

El yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) es una planta originaria de la zona andina, domesticada y cultivada desde la época preincaica. Es un cultivo que puede desarrollarse hasta los 3 500 m de altitud, con temperaturas de 18 a 25 °C; además, no es exigente en fertilizantes, pesticidas ni mayores cuidados durante su producción. Generalmente, hasta hace algunos años, era cultivado por los agricultores dentro de los huertos familiares o como planta de borde en la chacra. Sin embargo, actualmente existen parcelas comerciales en diversas partes del país, debido a que se trata de una raíz andina valorada por sus propiedades nutricionales y medicinales, lo cual ha despertado interés en su uso para el tratamiento de pacientes con diabetes. Además, la raíz del yacón es considerada un alimento prebiótico e hipocalórico, lo cual resulta beneficioso debido a su contenido de fructooligosacáridos (FOS), compuestos que no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas de los seres humanos.

El presente trabajo considera importante el estudio de las múltiples características agrobotánicas y fenológicas del yacón, ya que estas raíces andinas siguen siendo utilizadas por los pobladores rurales andinos en su alimentación, formando parte de su cultura y siendo importantes para su subsistencia.

El autor

I. PROBLEMA OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación.

El yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) constituye un recurso fitogenético de importancia para la región andina debido a su valor alimenticio, medicinal y agronómico. En el Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco se conservan 40 accesiones de yacón que representan una importante fuente de variabilidad genética.

Sin embargo, estas accesiones no cuentan con una caracterización agrobotánica y fenológica actualizada bajo las condiciones agroecológicas de K'ayra, San Jerónimo, Cusco. Esta situación limita el conocimiento de las diferencias existentes entre los materiales conservados, así como la identificación de accesiones con características sobresalientes relacionadas con el crecimiento, desarrollo, rendimiento y comportamiento fenológico.

La ausencia de información detallada sobre las características botánicas, agronómicas y fenológicas de estas accesiones dificulta su adecuada utilización en programas de conservación, selección y mejoramiento genético. Asimismo, restringe la disponibilidad de información técnica para futuras investigaciones orientadas al aprovechamiento sostenible de este recurso fitogenético.

En ese contexto, surge la necesidad de caracterizar agrobotánica y fenológicamente las 40 accesiones de yacón conservadas en el CRIBA, con el propósito de generar información que permita conocer su variabilidad y comportamiento en las condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las características agrobotánicas y fenológicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles serán las características botánicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo - Cusco?
- b) ¿Cuáles serán las características agronómicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo - Cusco?
- c) ¿Como será el comportamiento fenológico de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco?

II.OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Caracterizar agrobotánica y fenológicamente a 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos.

- a) Sistematizar las características botánicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco.
- b) Describir las características agronómicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco.
- c) Establecer la fenología de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco.

2.2. Justificación

La presente investigación permite ampliar el conocimiento agrobotánico y fenológico de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) conservadas en el Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA), bajo las condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco. La información generada contribuye al conocimiento de la variabilidad existente en este recurso fitogenético y constituye una base científica para futuras investigaciones relacionadas con su conservación, evaluación y aprovechamiento.

Asimismo, los resultados obtenidos proporcionan información técnica para la identificación de accesiones con potencial agronómico, favoreciendo su utilización en programas de investigación y producción. Del mismo modo, contribuyen a la valoración y conservación de la diversidad genética del yacón, promoviendo el aprovechamiento sostenible de este importante cultivo andino.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Las características agrobotánicas y fenológicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson), descritas en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco, serán diferentes.

3.2. Hipótesis específicas

- A. Las características botánicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) descritas en K'ayra, San Jerónimo, Cusco, serán similares.
- B. Las características agronómicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) descritas en K'ayra, San Jerónimo, Cusco, serán diferentes.
- C. La duración de las fases fenológicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) evaluadas en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco, serán homólogos.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Antecedentes Internacionales

Callisaya (2016), en su trabajo de investigación intitulado “Caracterización agro-morfológica de los ecotipos del cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en comunidades productoras del municipio de Moco Moco, La Paz - Bolivia”, ubicadas entre 3463 y 3591 m s. n. m. Los resultados indicaron que la floración se presentó entre los 180 y 190 días calendario, mostrando un retraso de 20 a 30 días respecto a comunidades de menor altitud. Asimismo, la formación de semilla ocurrió entre los 270 y 280 días. Estos datos permiten comparar la duración del ciclo fenológico del yacón bajo condiciones altoandinas.

Polanco (2011), en su trabajo de investigación intitulado “*Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (Smallanthus sonchifolius Poep. & Endl) colectados en la eco region eje cafetero de Colombia. Palmira – Colombia*”, empleó 18 descriptores cuantitativos y ocho cualitativos, además de la técnica RAMs con seis cebadores. Los resultados registraron promedios de 1.37 m de altura de planta, 3.76 cm de diámetro de tallo, 19.62 ramas por planta, 16.96 hojas por tallo, 23.75 cm de ancho de hoja y 20.35 cm de largo de hoja.

4.1.2. Antecedentes Nacionales

Aguilar (2017), en su trabajo de investigación intitulado “Análisis estadístico de la productividad del germoplasma de yacón [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Rob.], de la UNC. Cajamarca – Perú”, el estudio comprendió 98 entradas agrupadas en ocho morfotipos, evaluadas en las cosechas de 2005, 2010, 2014, 2015 y 2016. Se

consideraron variables como altura de planta, número de tallos, peso total de raíces, número y peso de raíces comerciales, peso de corona e índice de cosecha. La mayor productividad correspondió al morfotipo IV, con 2.15 kg/planta, equivalente a 59.77 t/ha; mientras que la menor fue registrada en el morfotipo VII, con 0.80 kg/planta, equivalente a 22.12 t/ha.

4.1.3. Antecedentes Locales

Perlacio (2011), en su trabajo de investigación intitulado “Caracterización agrobotánica de treinta y seis entradas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la comunidad de Chankamayo Quebrada. Cusco – Perú”, a 1200 m s. n. m. En las características botánicas, reportó 12 entradas con hábito erecto, 24 semierectas, 28 robustas y predominio de hojas sagitadas en 22 entradas. En la evaluación agronómica obtuvo un rendimiento promedio de 5.247 kg/planta, 13.361 raíces por planta, 1.757 kg de peso de corona y 24.053 cm de longitud de raíz reservante. Asimismo, el periodo vegetativo promedio fue de 248 días, con entradas precoces de 204 días y tardías de 254 días.

Hernán (1998), en su trabajo de investigación intitulado “*Caracterización agrobotánica de cuarenta y cinco genotipos de llacón (Smallanthus sonchifolius Robinson) bajo condiciones de campo. K'ayra. Cusco – Perú*”, a 3219 m s. n. m. En la parte botánica, reportó 31 genotipos con hábito erecto, 14 semierectos, 31 con hojas sagitadas y 14 con hojas deltoides. En la evaluación agronómica obtuvo 1.586 kg/planta de rendimiento promedio, 9.086 raíces por planta, 1.372 kg de peso de corona y 2.306 cm de diámetro de tallo. Asimismo, el periodo vegetativo promedio fue de 255 días, con genotipos precoces de 214 días y tardíos de 280 días.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Origen

Manrique (2013), el yacón es una planta milenaria originaria de los Andes, consumida desde la época prehispánica por las poblaciones indígenas. El primer registro escrito sobre el yacón data del año 1615, cuando el cronista mestizo Huamán Poma de Ayala lo incorporó en una lista de cultivos andinos. Posteriormente, en 1653, el sacerdote y cronista español Bernabé Cobo lo mencionó como una fruta deliciosa que se consume fresca y que puede exponerse al sol durante varios días después de la cosecha, con la finalidad de incrementar su sabor dulce. Asimismo, esta especie se desarrolla en valles cálidos y templados desde Ecuador hasta el noroeste de Argentina, aunque el mayor número de variedades y usos se registra en el Perú.

Callisaya (2016), el origen exacto del yacón no está completamente definido, debido a que existen antecedentes de su presencia en países andinos como Colombia, Ecuador y Perú. Esta raíz se encuentra comúnmente en altitudes medias de Sudamérica; además, se han reportado restos de yacón en tumbas precolombinas del Perú, lo que evidencia su uso desde tiempos antiguos.

Callisaya (2016), el yacón se cultiva en los Andes en un rango altitudinal aproximado de 880 a 3500 m s. n. m. Su distribución se extiende desde Venezuela hasta el noroeste de Argentina, y en la mayoría de los casos ha sido cultivado para consumo familiar. En el Perú, su cultivo se encuentra presente en diversos departamentos, destacando Amazonas, Cajamarca, Huánuco y Puno como zonas con mayor área sembrada. Asimismo, se estima que, para el año 2002, el área de siembra con fines comerciales en el Perú fue de aproximadamente 600 ha.

4.3. Taxonomía

Cronquist (1993), clasificación taxonómica del yacón

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

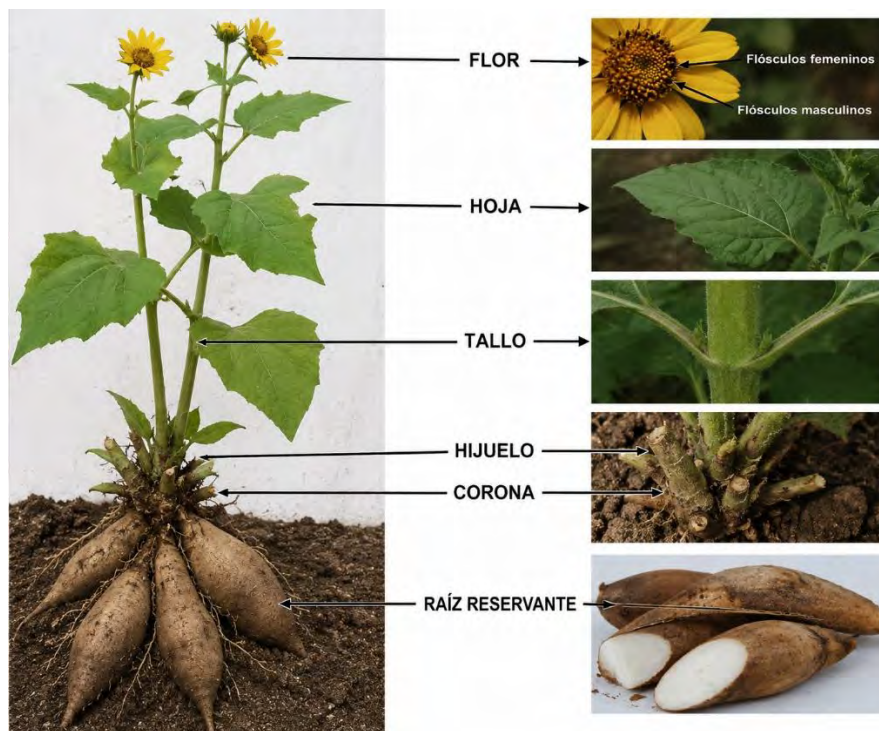
Subfamilia: Asteroideae

Tribu: Millerieae

Género: *Smallanthus*

Especie: (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson)

Figura N°1. Morfología general del yacón



Fuente: Seminario et al. (2003)

4.4. Distribución geográfica del cultivo yacón

Seminario et al. (2003), el yacón se distribuye principalmente en la región andina de Sudamérica. Se encuentra en estado cultivado y silvestre desde Venezuela y Colombia hasta el norte de Argentina, especialmente en zonas andinas de Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina. En el Perú, su cultivo se ha registrado en gran parte del territorio altoandino, destacando departamentos como Cajamarca, Amazonas, Áncash, Huánuco, Junín, Pasco, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Cusco y Puno, entre otros. Esta amplia distribución demuestra la capacidad de adaptación del cultivo a diferentes condiciones agroecológicas, principalmente en valles interandinos y zonas de altitud media.

Seminario et al. (2003), en el Perú, los principales nichos de producción se ubican en Amazonas, Áncash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Pasco, Cusco, Huánuco, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Piura y Puno. Entre estas zonas, destacan Cajamarca, Puno, Oxapampa, Huánuco, Áncash y Junín por su tradición productiva y mayor presencia del cultivo. En el caso de Cusco, se reporta producción en provincias como Urubamba, Cusco, Calca, Paucartambo y La Convención, lo cual evidencia la importancia regional del yacón dentro de los cultivos andinos.

4.5. Generalidades de yacón

Seminario et al. (2003), el yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) es una especie herbácea perenne perteneciente a la familia Asteraceae, cultivada principalmente por sus raíces reservantes, las cuales presentan sabor dulce, textura jugosa y consumo generalmente en estado fresco.

Desde el punto de vista agronómico, el yacón se caracteriza por su capacidad de adaptación a diferentes condiciones agroecológicas de la región andina. Puede desarrollarse en zonas de altitud media, con temperaturas templadas y suelos bien drenados; sin embargo, su rendimiento puede variar según el material genético, las condiciones ambientales y las prácticas de manejo del cultivo.

Tabla N°1. Nombres comunes de yacón

IDIOMA	NOMBRE COMUN	PAIS
Quechua	Llaqon, Llacuma Yacumpi	Perú y Bolivia
Aymara	Aricoma, Aricona	Perú y Bolivia
Español	yacón, Llacón, Llacjon, Jicama	Perú, Bolivia, Argentina, Venezuela y Colombia
Francés	Poir de terre cochet (pera de tierra)	Francia
Inglés	Llacon strawberry	Estados Unidos
Alemán	Erbirne	Alemania
Italiano	Polimnia	Italia

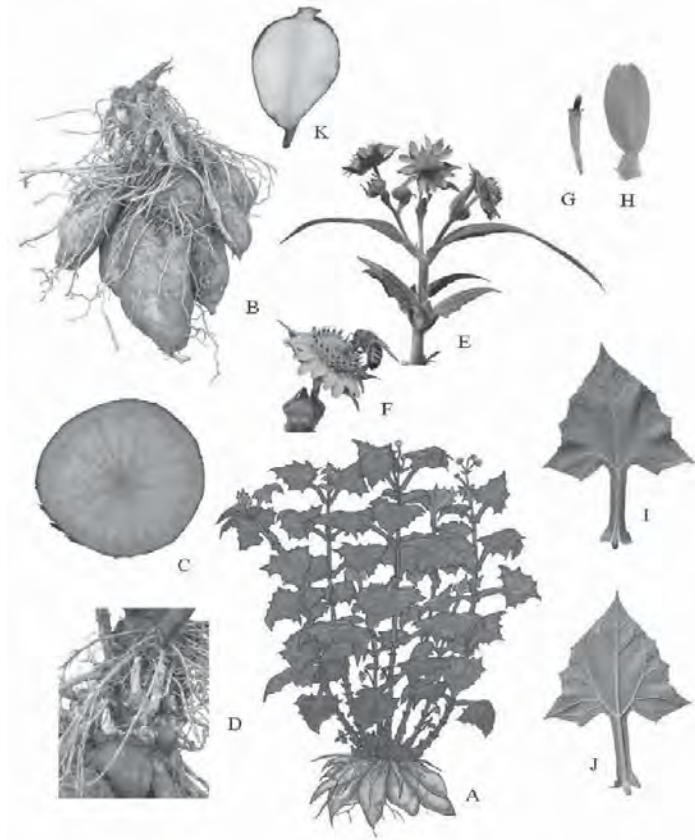
Fuente: (Hernán, 1998).

4.6. Descripción botánica

Muñoz (2010), el yacón es una planta perenne que presenta ejes aéreos con hojas, yemas vegetativas y flores, además de un sistema subterráneo conformado por raíces reservantes. Estas raíces pueden alcanzar pesos de 100 a 500 g; excepcionalmente, algunas pueden pesar más de un kilogramo. Los frutos son pequeños aquenios de color negro, de aproximadamente 2 mm. La planta puede alcanzar hasta 3 m de altura y posee raíces reservantes que pueden medir entre 10 y 25 cm de longitud. Cuando proviene de semilla vegetativa o propágulos, desarrolla varios tallos, los cuales son cilíndricos, pilosos y huecos, con coloración que varía de verde a púrpura; además, en la madurez presentan mayor pubescencia en la parte superior.

Seminario et al. (2003), en el caso del yacón, la descripción botánica permite reconocer las principales estructuras de la planta, como tallo, hojas, inflorescencia, flores, fruto, cepa o corona y raíces reservantes, las cuales son importantes para la caracterización y diferenciación de accesiones.

Figura N°2. Morfología del yacón



Fuente: Asociado Fernández EC, (2007).

A: Planta de yacón; B: Raíces reservantes; C-K: Sección transversal y longitudinal de la raíz reservante; D: Rizoma; E: Ramas floridas; F: Inflorescencia; G: Flor estaminada en forma de disco; H: Flor pistilada en forma de rayo; I-J: Hojas (caras adaxial y abaxial de las hojas).

4.6.1. Tallo

Seminario et al. (2003), tallo del yacón mide de 1 a 2.5 m de altura. Cuando la planta proviene de semilla botánica, generalmente presenta un solo tallo principal, el cual puede ramificarse desde la base o desarrollar pequeñas ramas en la parte superior. En cambio, cuando la planta proviene de semilla vegetativa o propágulo, suele presentar varios tallos. Estos tallos son cilíndricos, pilosos y huecos, con una coloración que varía de verde a púrpura.

Callisaya (2016), a medida que el tallo crece, deja visibles las yemas, a partir de las cuales se forman las hojas en disposición opuesta. Las prolongaciones foliares son delgadas y presentan formaciones lobuladas en los bordes; además, forman una línea recta delante y al lado del pecíolo.

4.6.2. Hojas

Polanco (2011), el yacón presenta hojas grandes, pubescentes tanto en el haz como en el envés, de forma ovalo-hastada y auriculada en la parte basal y media; mientras que las hojas superiores son ovalo-lanceoladas. Estas se distribuyen de manera opuesta y alterna a lo largo del tallo. Hasta la etapa de floración, la planta produce entre 13 y 16 pares de hojas grandes; después de esta etapa, solo produce hojas pequeñas. La parte superior de la hoja es triangular y hastada, con dimensiones aproximadas de 33 cm de largo por 22 cm de ancho; la parte inferior presenta raquis alado y auriculado en la base.

4.6.3. Inflorescencia

Polanco (2011), la rama floral es terminal, de ramificación dicásica, compuesta por inflorescencias llamadas capítulos. Cada rama puede presentar más de 40 capítulos,

y una planta puede producir más de 80 capítulos, los cuales son de colores brillantes, amarillos o anaranjados, y presentan pedúnculos sumamente pilosos. Cada capítulo posee flores femeninas y masculinas. Las flores femeninas se ubican hacia el exterior del capítulo; su parte más vistosa y coloreada de amarillo es la lígula. Estas presentan pistilo y estambres normales; sin embargo, genéticamente están incapacitadas para producir semilla viable y, si la producen, dan lugar a plantas débiles.

Callisaya (2016), las flores del yacón son muy visitadas por insectos, particularmente por abejas y escarabajos. Sin embargo, la producción de semillas es pobre o nula, debido a una elevada esterilidad del polen.

❖ **La flor femenina**

Seminario et al. (2003), la corola de la flor femenina está conformada por la fusión de cinco pétalos. Tres de estos pétalos forman la lígula, que es ensanchada en la parte media y bi o tridentada en el ápice, a veces con dientes apenas visibles. Los otros dos pétalos están reducidos y forman un pequeño tubo en la parte basal de la lígula. Rodeando la rama estigmática, en su parte externa y por encima del ovario, se inserta el vilano, constituido por brácteas modificadas en pequeños pelos de color blanquecino. La lígula mide de 11 a 14 mm, y el ovario es fusiforme a troncocónico, de color púrpura.

❖ **La flor masculina**

Seminario et al. (2003), la flor masculina posee gineceo no funcional y una corola formada por cinco pétalos soldados, los cuales constituyen un tubo pentadentado o quinquelobulado, con densa pilosidad en la cara externa. Presenta cinco estambres de filamentos libres y anteras connadas a la parte apical del estilo o estigma. Las anteras son de color negro, con finas líneas amarillentas en la zona de connación. El grano de

polen es esférico, espinoso y, a veces, tripolado, de color amarillo brillante y de consistencia pegajosa.

4.6.4. Fruto

Seminario et al. (2003), el fruto del yacón es un aquenio que procede de un ovario ínfero, con más de un carpelo. El pericarpio es delgado y seco a la madurez; externamente, presenta estrías longitudinales que forman surcos paralelos. La semilla se encuentra unida al pericarpio solo por el funículo. El aquenio es piramidal, con ángulos no muy bien definidos y redondeados, de ápice truncado y base ensanchada. En promedio, mide aproximadamente 3.7 mm de largo y 2.2 mm de ancho. Cien semillas pesan entre 0.6 y 1.2 g; finalmente, la semilla es exalbuminosa y está cubierta por una testa de capa simple.

4.6.5. Biología reproductiva

Seminario et al. (2003), el funcionamiento de las flores y la producción de semillas en el yacón son aspectos que aún no se conocen plenamente. Una característica importante de esta especie es la protoginia, es decir, la apertura y receptividad de las flores femeninas antes de que las flores masculinas liberen el polen. Esta condición implica que el yacón probablemente presenta polinización cruzada y requiere la intervención de agentes polinizadores.

Seminario et al. (2003), el comportamiento de polinización cruzada del yacón se relaciona con características semejantes a las observadas en el girasol y el topinambur, especies que pertenecen a la misma tribu botánica. Entre los principales argumentos que sustentan esta condición se encuentran la presencia de acúleos o espinas en la superficie del grano de polen, su viscosidad, la vistosidad de las flores femeninas y la

secreción de sustancias azucaradas, especialmente en las flores tubulares, lo que favorece que los capítulos sean visitados por diversas especies de insectos.

Callisaya (2016), en estudios realizados en Argentina, se encontró que la fertilidad del polen varió entre 0 y 30 %. Sin embargo, en Cajamarca se realizaron pruebas de viabilidad del polen en tres morfotipos mediante la técnica de tinción con acetocarmín, encontrándose promedios de 94 y 99 % de viabilidad en preantesis y antesis, respectivamente. Asimismo, en el mismo germoplasma, las pruebas de viabilidad del polen dieron rangos de 56 a 78 % en preantesis y de 55 a 85 % en antesis.

4.6.6. Cepa o corona

Polanco (2011), el aspecto más llamativo de esta especie lo constituyen sus órganos subterráneos, conformados por un tronco engrosado y ramificado denominado corona, que presenta brotes cortos conocidos como propágulos o rizomas. En estos órganos se almacenan sustancias de reserva en forma de carbohidratos simples y fructooligosacáridos, los cuales posiblemente sirven de alimento a las yemas cuando estas empiezan a brotar.

Callisaya (2016), conforme se acerca la cosecha, la planta forma, entre los tallos y las raíces, una masa irregular de tejido de reserva parenquimático, con numerosas yemas que dan lugar a nuevos brotes, a la cual se le denomina “cepa” o “corona”. De este órgano se obtiene la “semilla” tradicional, en forma de porciones de cepa o propágulos para la siembra; por ello, se considera que la propagación del yacón es predominantemente vegetativa.

4.6.7. Raíces reservantes

Seminario et al. (2003), las raíces reservantes del yacón presentan una apariencia semejante a las raíces reservantes del camote. Su forma y tamaño pueden variar por diferentes factores, como la variedad, el tipo de suelo y la localidad. El peso de estas raíces puede fluctuar entre 50 y 1000 g; sin embargo, mayormente se encuentran entre 300 y 600 g. En sistemas de producción poco tecnificados, una planta puede producir entre 2 y 4 kg de raíces reservantes; no obstante, con abonamiento y un adecuado manejo agronómico, el peso por planta puede llegar cerca de los 6 kg. Además, el yacón presenta raíces fibrosas y raíces reservantes: las raíces fibrosas cumplen funciones de fijación de la planta al suelo y absorción de agua y nutrientes, mientras que las raíces reservantes son engrosadas, fusiformes u ovadas, y pueden presentar color blanco, crema o púrpura.

4.7. Fenología

Ladrón de Guevara Rodríguez (2005), la fenología es la rama de la agrometeorología que estudia la influencia del ambiente físico sobre los seres vivos, mediante la observación de los fenómenos o manifestaciones biológicas que ocurren durante el desarrollo de las plantas. En los cultivos, permite relacionar las fases de crecimiento con las condiciones climáticas del lugar, como temperatura, humedad, precipitación y radiación, lo cual facilita la planificación agrícola y la evaluación del comportamiento de una especie en determinadas condiciones agroecológicas.

4.7.1. Fase fenológica

SENAMHI (2011), una fase fenológica es el periodo durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen determinados órganos de la planta. También puede

entenderse como el tiempo en el que ocurre una manifestación biológica visible durante el desarrollo vegetal, como la emergencia, floración o maduración.

4.7.2. Etapa fenológica

SENAMHI (2011), una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas. Dentro de algunas etapas se presentan periodos críticos, los cuales corresponden a intervalos breves en los que la planta muestra mayor sensibilidad frente a determinados eventos meteorológicos; por ello, las variaciones de temperatura, humedad o precipitación pueden reflejarse en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo. Asimismo, el inicio y final de las fases y etapas fenológicas permiten evaluar la rapidez del desarrollo de las plantas.

Tabla N°2. Fenología de tres morfotipos de yacón en Cajamarca.

Morfotipo	Días a boton floral	Días a floracion	periodo total de crecimiento (Días)
Purpura	195	228	303
Verde oscuro	202	240	320
Verde	223	258	348

Fuente: Seminario et al. (2003).

4.8. Fases fenológicas del cultivo de yacón

SENAMHI (2011), las fases fenológicas permiten identificar los principales cambios visibles que ocurren durante el desarrollo de una planta. Una fase fenológica se entiende como el periodo en el cual aparecen, se transforman o desaparecen determinados órganos vegetales; asimismo, una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas y permite evaluar la rapidez del desarrollo del cultivo.

4.8.1. Emergencia

Seminario et al. (2003), la emergencia corresponde a la aparición de los primeros brotes sobre la superficie del suelo, a partir de los propágulos o porciones de cepa

utilizados como material de siembra. Esta fase marca el inicio visible del establecimiento del cultivo en campo y puede estar influenciada por la calidad del propágulo, la humedad del suelo, la temperatura y la profundidad de siembra. En estudios fenológicos, el registro de los días a la emergencia permite comparar la rapidez inicial de desarrollo entre accesiones.

4.8.2. Crecimiento vegetativo

Seminario et al. (2003), el crecimiento vegetativo comprende el periodo en el cual la planta desarrolla principalmente tallos, hojas y ramas. Durante esta etapa se incrementa la altura de planta, la ramificación, el número de hojas y el área foliar, lo que favorece la captación de luz y la acumulación de fotoasimilados. En condiciones de Cajamarca, el crecimiento de los brotes es lento durante los primeros cuatro meses; posteriormente, se incrementa el alargamiento del tallo y la producción de hojas hasta alcanzar su máximo alrededor de los 170 días, momento en el que también se acelera la formación y engrosamiento de las raíces.

4.8.3. Aparición del botón floral

Seminario et al. (2003), la aparición del botón floral indica el inicio de la transición de la etapa vegetativa hacia la etapa reproductiva. Esta fase se reconoce por la formación de las primeras estructuras florales en los tallos o ramas florales. En Cajamarca, se reportó variación entre morfotipos de yacón, registrándose la aparición del botón floral a los 195 días en el morfotipo púrpura, 202 días en el morfotipo verde oscuro y 223 días en el morfotipo verde.

4.8.4. Floración

Seminario et al. (2003), la floración es la fase en la cual se produce la apertura de los capítulos florales. En el yacón, esta fase puede variar según el morfotipo, la altitud, el clima y las condiciones de manejo. En Cajamarca, la floración se presentó a los 228 días en el morfotipo púrpura, 240 días en el morfotipo verde oscuro y 258 días en el morfotipo verde. Asimismo, en comunidades de mayor altitud de La Paz, Bolivia, la floración del yacón ocurrió entre los 180 y 190 días calendario, con un retraso aproximado de 20 a 30 días respecto a comunidades de menor altitud.

4.8.5. Final de floración

Seminario et al. (2003), el final de floración ocurre cuando las flores culminan su ciclo, pierden vigor y empiezan a secarse. Esta fase permite reconocer el avance hacia la madurez fisiológica de la planta y es útil para determinar la duración de la etapa reproductiva. Al tratarse de una manifestación visible del desarrollo de la planta, puede considerarse dentro de las fases fenológicas que permiten registrar la aparición, transformación o desaparición de órganos vegetales.

4.8.6. Fotoperiodo

Hernán (1998), el fotoperiodo es un factor ambiental que se refiere a la duración relativa de los períodos de luz y oscuridad que experimentan los organismos durante un ciclo de 24 horas. En las plantas, el fotoperiodo desempeña un papel fundamental en la regulación de diversos procesos fisiológicos y de desarrollo, tales como la germinación, el crecimiento vegetativo, la floración, la formación de órganos de reserva y la maduración. La respuesta de las plantas al fotoperiodo, conocida como fotoperiodismo,

permite sincronizar su ciclo biológico con las condiciones ambientales más favorables, optimizando así su desarrollo y supervivencia.

4.8.7. Madurez fisiológica

Seminario et al. (2003), la madurez fisiológica es la etapa en la que la planta completa su ciclo de desarrollo y presenta cambios visibles relacionados con el envejecimiento de sus órganos vegetativos y reproductivos. En el yacón, esta condición puede reconocerse por el cese de la floración, el amarillamiento o secado progresivo de la parte aérea y el desarrollo adecuado de las raíces reservantes. Estos cambios permiten identificar el momento próximo a la cosecha, ya que las raíces han alcanzado condiciones apropiadas para su aprovechamiento. Al completar su ciclo, la parte aérea de la planta muere; sin embargo, las raíces reservantes pueden permanecer en el suelo por algún tiempo antes de ser cosechadas.

4.8.8. Cosecha

Seminario et al. (2003), la cosecha corresponde a la fase final del ciclo del cultivo, cuando la parte aérea muestra senescencia o secado y las raíces reservantes han alcanzado un desarrollo adecuado. El momento de cosecha puede variar según la localidad y las condiciones ambientales; en Cajamarca, el periodo total de crecimiento fue de 303 días para el morfotipo púrpura, 320 días para el morfotipo verde oscuro y 348 días para el morfotipo verde. En otros ambientes, como Oxapampa, la cosecha puede realizarse alrededor de los seis meses, mientras que en zonas de menor altitud y clima más templado el ciclo puede acortarse.

4.9. Manejo del cultivo de yacón

4.9.1. Preparación del terreno

Cabrera (2019), previo a la siembra, las condiciones del suelo deben ser óptimas para favorecer el crecimiento y desarrollo de la planta. En el caso del yacón, la preparación del terreno es similar a la de otros cultivos, e incluye el riego de machaco, dos pasadas de arado de disco, nivelación y trazado del terreno. Asimismo, se recomienda que los surcos presenten un distanciamiento de 80 cm y una altura de lomo de surco de 30 cm.

4.9.2. Propagación

❖ Propagación asexual

Seminario et al. (2003), la propagación del yacón con fines de producción es principalmente vegetativa o asexual. La forma tradicional de propagación se realiza mediante porciones de corona o cepa; sin embargo, este método limita la multiplicación rápida del material de siembra, por lo que se han desarrollado métodos alternativos y complementarios de propagación vegetativa. Entre estos métodos se encuentran la propagación por porciones de corona o cepa, brotes enraizados, estacas, nudos individuales, tallos enteros y propagación in vitro, los cuales han sido estudiados en la Universidad Nacional de Cajamarca y en el Centro Internacional de la Papa.

❖ Propagación por porciones de corona o cepa

Seminario et al. (2003), es la forma más común y tradicional de propagación del yacón. La cepa o corona se obtiene después de la cosecha y se divide en porciones denominadas propágulos, cada una de las cuales debe tener un peso aproximado de 60

a 80 g y un mínimo de 3 a 4 yemas vegetativas, las cuales permiten el rebrote y establecimiento de la nueva planta.

❖ **Propagación por brotes enraizados de la corona o cepa**

Seminario et al. (2003), las cepas completas de las plantas cosechadas se entierran en el suelo durante 25 a 40 días, periodo en el cual generan numerosos brotes de aproximadamente 8 a 15 cm, con sus respectivas raíces. Estos brotes son separados cuidadosamente, ya sea desgarrándolos o cortándolos, para luego ser desinfectados y plantados en campo definitivo, preferentemente en horas de la tarde y con el suelo húmedo. Para lograr un buen enraizamiento, es necesario realizar un manejo adecuado del riego, sobre todo durante los primeros días. Esta técnica permite ganar tiempo mientras se prepara el terreno para la siembra.

❖ **Propagación por porciones de tallos o estacas**

Seminario et al. (2003), la propagación por porciones de tallos o estacas es una técnica vegetativa utilizada en yacón que consiste en emplear tallos de plantas que aún no han iniciado la floración. A estos tallos se les retiran las hojas y se cortan en estacas, procurando que cada una tenga como mínimo dos nudos, los cuales permiten la formación de raíces y brotes. Las estacas se colocan en camas de enraizamiento con sustrato limpio y desinfectado; bajo condiciones adecuadas, esta técnica permite obtener propágulos en menor tiempo que la propagación tradicional por cepa, con altos porcentajes de enraizamiento y prendimiento en campo definitivo.

❖ **Propagación por nudos individuales**

Seminario et al. (2003), la propagación por nudos individuales es una técnica vegetativa que requiere mayor cuidado que la propagación por estacas. Para ello, se

utilizan tallos de plantas que aún no han iniciado la floración, de los cuales se separan los nudos dejando una pequeña porción de entrenudo a cada lado. Posteriormente, estos nudos se colocan en un sustrato de enraizamiento limpio y desinfectado. La eficiencia de esta técnica depende principalmente de la limpieza al momento de obtener los nudos y de los cuidados realizados durante el proceso de enraizamiento.

❖ **Propagación por tallos enteros**

Seminario et al. (2003), la propagación por tallos enteros es una técnica vegetativa que consiste en utilizar tallos obtenidos antes de la floración, los cuales se colocan en posición horizontal sobre un sustrato de enraizamiento. Después de 45 a 60 días, cada nudo puede generar raíces y uno o dos brotes, formando nuevas plántulas listas para ser trasplantadas al campo definitivo. Para ello, las plántulas se separan mediante cortes en los entrenudos del tallo.

❖ **Propagación In Vitro**

Seminario et al. (2003), la propagación in vitro es una técnica de multiplicación vegetativa realizada en condiciones controladas de laboratorio. En el yacón, esta técnica ha sido probada principalmente con fines de conservación de germoplasma y limpieza de virus; sin embargo, debido a la buena respuesta de la planta, también puede ser utilizada como alternativa para la propagación comercial del cultivo.

4.9.3. Plantación

Cabrera (2019), para la siembra de los propágulos obtenidos por cepa, el suelo debe encontrarse en capacidad de campo, a fin de favorecer el prendimiento y desarrollo inicial de la planta. La plantación consiste en realizar un hoyo con ayuda de una lampa, colocar el propágulo con los brotes orientados hacia arriba y cubrirlo posteriormente con

tierra. En el caso de esquejes y nudos de tallo enraizados, estos deben mantenerse en agua mientras se realiza el trasplante; luego, se abre un hoyo proporcional a la longitud de las raíces y se entierra el material hasta la base de los nuevos brotes.

4.10. Labores culturales

4.10.1. Aporque y deshierbo

Polanco (2011), en el cultivo de yacón, generalmente se realizan hasta dos deshierbos: el primero, aproximadamente a los dos meses después de la siembra, y el segundo, cuando reaparecen las arvenses o malezas. Una vez que las plantas ingresan a un crecimiento acelerado, se produce el cierre del surco, es decir, el follaje de las plantas se junta y restringe el ingreso de luz hacia los estratos inferiores, lo cual limita el desarrollo de malezas. Por ello, a partir de esta etapa, normalmente ya no es necesario realizar más deshierbos. Asimismo, el aporque se realiza con la finalidad de dar mayor firmeza a los tallos y estimular el desarrollo de la planta; sin embargo, no existe información experimental suficiente sobre el efecto del aporque en el rendimiento y en el costo de producción del cultivo.

4.10.2. Riego

Cabrera (2019), el riego en el cultivo de yacón debe ser ligero y frecuente, evitando encharcamientos y excesos de humedad, especialmente durante la etapa de llenado y maduración de las raíces reservantes. En Cochamarca, Lima, se reporta la aplicación de 12 a 19 riegos por campaña, dependiendo de las condiciones del cultivo y la disponibilidad de agua.

Seminario et al. (2003), en zonas altoandinas donde se cultiva el yacón, aproximadamente entre los 2000 y 2800 m s. n. m., se recomienda emplear un sistema

mixto, es decir, realizar la siembra entre los meses de septiembre y noviembre para aprovechar las lluvias de temporada, pero contando también con una fuente de agua que permita aplicar riegos ligeros durante los periodos de escasez hídrica. Esta necesidad se presenta generalmente al inicio y al final del ciclo del cultivo.

4.10.3. Fertilización

Cabrera (2019), en suelos pobres, se recomienda fertilizar el cultivo de yacón con 140 kg/ha de nitrógeno, 120 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha de potasio. Como fuentes de NPK pueden utilizarse nitrato de amonio al 33.5 %, superfosfato triple de calcio al 46 % y cloruro de potasio al 60 %; asimismo, se recomienda fraccionar el nitrógeno, aplicando el 50 % al momento de la siembra y el 50 % restante a los 40 días después de la siembra. Además, se puede aplicar abono orgánico, como compost, humus o gallinaza, en una dosis aproximada de 5 t/ha durante la preparación del terreno o al momento de la siembra de manera localizada, evitando el contacto directo con el propágulo para prevenir posibles daños durante el establecimiento inicial del cultivo.

4.10.4. Cosecha

Perlacio (2011), tradicionalmente, el yacón se cultiva principalmente para la cosecha de sus raíces reservantes; sin embargo, también existe interés por el aprovechamiento de sus hojas, por lo que pueden plantearse sistemas de producción orientados a raíces, hojas o ambos propósitos. En el caso de las raíces, el momento de cosecha varía según la zona geográfica y el cultivar empleado. En Cajamarca, la cosecha se realiza aproximadamente entre los 7.5 y 12 meses después de la siembra; en zonas bajas y templadas suele adelantarse, mientras que en zonas altas tiende a retrasarse. Los principales indicadores para determinar el momento de cosecha son el

amarillamiento de las hojas y el cese de la floración. La cosecha se realiza manualmente, debido a que las raíces reservantes del yacón son quebradizas y muy sensibles al daño físico. Para ello, primero se cortan los tallos de la planta y luego se remueve cuidadosamente la tierra alrededor de la corona, procurando retirar las raíces con el menor esfuerzo posible. Posteriormente, las raíces se separan de la corona con cuidado, evitando heridas en la zona de unión con la cepa, y se colocan inmediatamente en jabas para evitar golpes, quiebres, pudriciones o contaminación microbiológica.

4.10.5. Rendimiento

Seminario et al. (2003), el yacón es una planta caracterizada por su rusticidad y alto rendimiento. El rendimiento de raíces reservantes registrado en diferentes localidades y países puede variar de 10 a 100 t/ha. En el caso de Cajamarca, el rendimiento promedio evaluado durante varias campañas y en cuatro sitios de producción, como Los Eucaliptos, Universidad Nacional de Cajamarca, Baños del Inca y Huaqui, se encuentra aproximadamente entre 40 y 50 t/ha.

Perlacio (2011), asimismo, la densidad de plantación puede influir en el rendimiento y tamaño de las raíces reservantes. En un experimento donde se evaluó el efecto combinado de diferentes distanciamientos entre plantas, de 0.80 y 1.00 m, y entre surcos, de 1.00, 1.20 y 1.40 m, se encontró que el mayor rendimiento de raíces, con 65.8 t/ha, se obtuvo con la combinación de menores distanciamientos, 0.80 m entre plantas y 1.00 m entre surcos. En cambio, la combinación de mayores distanciamientos, 1.00 m entre plantas y 1.40 m entre surcos, produjo 45.3 t/ha, aunque generó raíces de mayor tamaño.

Tabla N°3. Rendimiento de raíces de Yacón, internacional, nacional y local

Ámbito	Localidad	Promedio (t/ha)	Rango (t/ha)
Internacional	Santa Catalina, Quito - Ecuador	42	30-74
Internacional	Capao Bonito, Sao Paulo - Brasil	100	-
Internacional	Botucatu, Sao Paulo - Brasil	54	44-66
Internacional	Ibaraki - Japon	49	42-52
Internacional	Japon	40	35-45
Internacional	Chonju - Corea	28	25-31
Nacional	Banos del Inca, Cajamarca - Peru	27	55
Nacional	Banos del Inca, Cajamarca - Peru	52	-
Nacional	Los Eucaliptos, Cajamarca - Peru	31	-
Nacional	Oxapampa, Pasco - Peru	48	10-107
Nacional	Hualqui, Cajamarca - Peru	51	-
Local	Ahuabamba, Cusco - Peru	28	-
Local	Calca, Cusco - Peru	50	30-80
Local	Cusco, Cusco - Peru	40	40-70

Fuente: Seminario et al. (2003)

4.11. Plagas y enfermedades

4.11.1. Plagas

Perlacio (2011), durante el desarrollo del cultivo de yacón, se puede presentar una diversidad de insectos que se alimentan de hojas, flores, tallos y raíces reservantes; sin embargo, solo algunos adquieren importancia económica, debido a que ocasionan diferentes tipos de daños, principalmente en hojas, por la presencia de insectos picadores, chupadores y masticadores. Asimismo, en el cultivo pueden presentarse larvas de lepidópteros y coleópteros que afectan las raíces, además de homópteros picadores-chupadores en las hojas.

Seminario et al. (2003), las principales plagas reportadas en el cultivo de yacón son la arañita roja (*Tetranychus urticae*), el pulgón rojo (*Myzus nicotianae*) y la mosca minadora (*Liriomyza* sp.). Las medidas de control integrado se orientan a la eliminación de hospederos y malezas, la asociación del cultivo con maíz, evitar el exceso de abonamiento nitrogenado y el uso de trampas amarillas.

4.11.2. Enfermedades

Seminario et al. (2003), el principal problema sanitario en el cultivo de yacón es la pudrición de raíces, ocasionada por *Fusarium* sp., hongo que puede causar pérdidas importantes e incluso comprometer la producción total. Como medidas preventivas, se recomienda elegir terrenos con buen drenaje, aplicar riegos ligeros, utilizar sulfato de cobre en el canal principal de riego, eliminar plantas que presenten síntomas de la enfermedad y emplear propágulos sanos, libres de daños visibles.

Perlacio (2011), asimismo, se reporta que *Verticillium* aparece con mayor frecuencia en zonas templadas y presenta mayor resistencia al frío que *Fusarium*, por lo que puede producir enfermedades en zonas de mayor latitud. Además, se ha observado la presencia de síntomas de pudrición blanca en yacón, ocasionada por hongos del género *Sclerotinia*.

4.11.3. Control fitosanitario

- **Control mecánico:** Perlacio (2011), este tipo de control consiste en aplicar prácticas físicas o manuales para reducir la presencia de plagas en el cultivo. En yacón, se reportó el control de babosas mediante el uso de trampas de papel húmedo y espolvoreos con ceniza alrededor de las parcelas.
- **Control químico:** Perlacio (2011), en yacón, se menciona el control de *Acordulecera* sp. con el producto Gusathion, el cual también permite controlar otras plagas como *Epitrix* sp. y *Diabrotica* sp.
- **Control biológico:** Perlacio (2011), el control biológico se basa en la presencia y acción de enemigos naturales que ayudan a regular las poblaciones de plagas. En el cultivo de yacón, se reporta la presencia de controladores biológicos,

particularmente predadores de la familia Coccinellidae, pertenecientes al género *Cycloneda*.

4.12. Requerimientos edafoclimáticos

4.12.1. Suelo

Polanco (2011), el yacón se adapta adecuadamente a suelos de textura franco arcillosa a franco arenosa. Asimismo, puede desarrollarse en terrenos planos, ondulados e incluso en terrenos fuertemente inclinados, siempre que estos presenten una profundidad media a profunda y un buen contenido de materia orgánica. Estas condiciones favorecen el crecimiento de la planta y el desarrollo de las raíces reservantes.

Seminario et al. (2003), El pH del suelo puede variar de ácido a levemente alcalino; sin embargo, los mejores resultados se obtienen en suelos con pH neutro a ligeramente ácido, debido a que estas condiciones favorecen una mejor disponibilidad de nutrientes y un adecuado desarrollo del cultivo.

4.12.2. Temperatura

Callisaya (2016), el yacón se desarrolla adecuadamente en la sierra y en los valles interandinos, con temperaturas medias anuales de 14 a 20 °C. Las temperaturas menores a 10 °C retardan su crecimiento y prolongan el periodo vegetativo, lo cual puede reducir el rendimiento. Asimismo, cuando la temperatura supera los 26 °C y la humedad del suelo es insuficiente, la planta puede presentar estrés y marchitez, afectando su desarrollo normal. El cultivo es susceptible a las heladas; sin embargo, esta limitación puede compensarse por su capacidad de rebrote. Aunque el yacón puede desarrollarse

en zonas de menor altitud, existen evidencias de que en dichas condiciones la tuberización no siempre es eficiente.

Perlacio (2011), en la localidad de Ahuabamba, Machupicchu, se reporta que el cultivo de yacón se desarrolla con temperaturas que oscilan entre 18 y 25 °C. Asimismo, se indica que el follaje puede ser afectado por la incidencia de bajas temperaturas, lo cual evidencia la sensibilidad del cultivo frente a condiciones térmicas extremas.

4.12.3. Horas luz solar

Seminario et al. (2003), el yacón es una planta indiferente a la longitud del día y a la intensidad de la luz para la formación de tallos y raíces reservantes; sin embargo, en términos generales, el cultivo debe recibir como mínimo 9 horas de luz diaria para favorecer su desarrollo. Asimismo, puede crecer bajo sombra de árboles frutales y otros arbustos, y también desarrollarse asociado con cultivos como maíz, hortalizas y otras especies agrícolas.

4.12.4. Precipitación

Seminario et al. (2003), en las condiciones del Perú, el yacón puede sembrarse durante todo el año; sin embargo, la estacionalidad de las lluvias generalmente restringe el cultivo a los meses lluviosos, comprendidos entre septiembre y abril, con variaciones según la región. En terrenos bajo riego, la siembra puede realizarse entre mayo y agosto, principalmente después de la cosecha y de acuerdo con la disponibilidad de semilla. Por otra parte, en terrenos de secano, la siembra se realiza mayormente entre septiembre y noviembre. Debido a la creciente demanda del cultivo, los sistemas bajo riego y en secano pueden complementarse para establecer siembras escalonadas durante el año.

4.12.5. Humedad

Callisaya (2016), el cultivo de yacón se desarrolla normalmente en zonas con precipitaciones anuales entre 550 y 1000 mm. Sin embargo, durante los cinco primeros meses después de la siembra es importante asegurar una dotación de agua uniforme y frecuente, debido a que esta etapa es fundamental para el establecimiento y crecimiento de la planta. A partir de la floración, el suelo debe mantener una humedad suficiente para favorecer la tuberización y el adecuado desarrollo de las raíces reservantes.

4.12.6. Altitud

Callisaya (2016), el yacón es un cultivo originario de la región andina y se desarrolla principalmente en zonas de altitud media, especialmente en valles interandinos y áreas montañosas templadas. Su distribución tradicional comprende desde Colombia hasta el norte de Argentina; sin embargo, también ha demostrado capacidad de adaptación a diferentes condiciones agroecológicas. Se reporta que el yacón puede cultivarse en los Andes en un rango aproximado de 880 a 3500 m s. n. m., siendo común su cultivo en zonas templadas y altoandinas, de acuerdo con las condiciones climáticas y el manejo del cultivo.

4.13. Usos e importancia

Cano (2016), el yacón presenta diversos usos alimenticios, medicinales, agroindustriales y forrajeros. Sus raíces reservantes pueden consumirse en estado fresco, cortadas y añadidas a ensaladas, aportando sabor dulce y textura jugosa. También pueden consumirse sancochadas u horneadas, manteniendo un sabor dulce y ligeramente tostado después de la cocción. A pesar de sus cualidades nutricionales y

funcionales, su consumo aún es limitado en la población sudamericana, debido principalmente a su baja disponibilidad en los mercados.

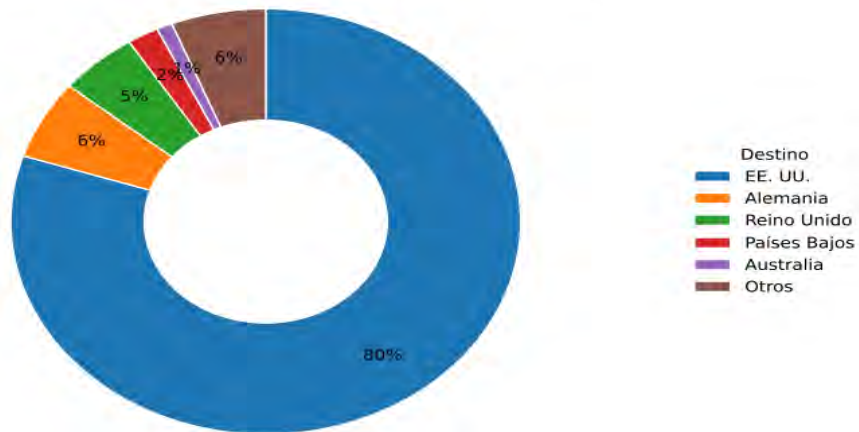
Perlacio (2011), asimismo, el yacón puede consumirse crudo como una fruta, y cuando sus raíces se exponen al sol, estas incrementan su dulzor. En el Cusco, durante las celebraciones del Inti Raymi en el mes de junio, el yacón se comercializa tradicionalmente bajo el nombre de “Ckochasca”, lo que evidencia su importancia cultural y alimenticia en la región andina.

Cano (2016), además de su uso alimenticio, el yacón presenta potencial como forraje, debido a que sus tallos y hojas pueden ser utilizados en la alimentación del ganado, ya que contienen entre 11 y 17 % de proteína. Este aprovechamiento amplía la importancia del cultivo, no solo por sus raíces reservantes, sino también por el uso potencial de su parte aérea.

MINAGRI (2020), en el Perú, el yacón también posee importancia económica y agroindustrial. Durante el periodo 2015-2019 se sembraron aproximadamente 480 hectáreas de yacón, con una producción cercana a 10 mil toneladas y rendimientos promedio de 20 t/ha. Parte de esta producción fue destinada a la exportación en forma de harina, jarabe, jugo, extracto, hojuelas y fruta fresca orgánica, alcanzando un valor aproximado de USD 1.9 millones, lo que demuestra su potencial comercial en mercados nacionales e internacionales.

Figura N°3. Principales destinos de yacón en el 2017

Principales destinos de exportación de yacón en 2017



Fuente: López (2022)

4.13.1. Composición química de yacón

Muñoz (2010), las raíces frescas de yacón presentan principalmente entre 85 y 90 % de agua, mientras que el porcentaje restante está constituido por carbohidratos. Entre los azúcares presentes se encuentran monosacáridos como fructosa y glucosa, así como oligosacáridos como sacarosa y fructooligosacáridos, además de pequeñas cantidades de almidón e inulina. El yacón almacena principalmente fructooligosacáridos (FOS), los cuales representan entre el 40 y 70 % del peso seco en forma de oligofructosa (OF), compuesto asociado con efectos favorables para la salud. Asimismo, entre el 15 y 40 % del peso seco corresponde a azúcares simples, como sacarosa, fructosa y glucosa.

4.14. Importancia de la diversidad genética

Martínez (2016), la diversidad genética es importante porque permite disponer de diferentes combinaciones de genes, las cuales pueden ser utilizadas en la selección y mejoramiento de nuevas variedades de plantas. En los cultivos, esta variabilidad constituye una fuente valiosa para identificar materiales con características favorables,

como mayor rendimiento, adaptación a diferentes condiciones ambientales, resistencia a plagas y enfermedades, y mejor calidad productiva. Sin embargo, la pérdida de ecotipos nativos reduce estas combinaciones genéticas y puede ocasionar erosión genética, afectando la disponibilidad de recursos útiles para futuros programas de investigación y mejoramiento. Por ello, la conservación de cultivos locales y de sus parientes silvestres es fundamental para mantener la variabilidad genética y asegurar su aprovechamiento en el desarrollo agrícola.

4.14.1. Recursos genéticos

Perlacio (2011), los recursos fitogenéticos son plantas de valor real o potencial para el ser humano, debido a que constituyen una fuente importante de variabilidad genética útil para la agricultura. Estos recursos son la base para la obtención de cultivares adaptados a nuevas áreas agroecológicas, mejores condiciones de cultivo, mayor rendimiento y calidad nutritiva. Por ello, su conservación y caracterización son fundamentales para el aprovechamiento sostenible de especies cultivadas y para futuros programas de mejoramiento genético.

4.14.2. Conservación de los recursos fitogenéticos

Martínez (2016), la conservación de los recursos fitogenéticos puede aplicarse en diferentes niveles de organización, como el nivel génico, de organismo y ecológico. Con el avance de las técnicas de ingeniería genética, es posible que en el futuro se establezcan bancos de ADN; sin embargo, actualmente los genes se conservan principalmente agrupados en individuos, poblaciones o ecosistemas. Por ello, la conservación de estos recursos es importante para mantener la variabilidad genética disponible para la investigación, el mejoramiento vegetal y la seguridad alimentaria.

Condori (2006), los recursos fitogenéticos constituyen un conjunto de genes valiosos y potencialmente útiles como materia prima para el fitomejoramiento y la biotecnología. Dentro de ellos se encuentran especies vegetales cultivadas, como cultivos comerciales y variedades locales; especies silvestres de uso directo, como especies arbóreas y plantas medicinales; especies de uso indirecto, como parientes silvestres de plantas cultivadas; y especies de uso potencial, que pueden ser aprovechadas en futuras investigaciones o programas de mejoramiento.

4.14.3. Erosión genética

Martínez (2016), la erosión genética se refiere a la pérdida de genes y variedades locales, situación que se agrava con la desaparición de especies y formas silvestres relacionadas con las plantas cultivadas. Este problema puede ser ocasionado por procesos como la deforestación masiva, la degradación y contaminación de los hábitats naturales, así como por la explotación inadecuada de los recursos del planeta. En consecuencia, la erosión genética reduce la variabilidad disponible para la conservación, investigación y mejoramiento de los cultivos.

4.15. Germoplasma

Isaías (2017), desde el año 1993, varias instituciones de los países andinos retomaron o iniciaron trabajos sostenidos de conservación de germoplasma de yacón y otras raíces tuberosas. En el Perú, además del Centro Agronómico K'ayra, existen otras instituciones que conservan germoplasma de yacón, como las universidades de Huánuco, Ayacucho, Cerro de Pasco y La Molina. Asimismo, Isaías (2017) analizó, mediante estadística descriptiva, la productividad del germoplasma de yacón mantenido por el Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Universidad Nacional de

Cajamarca, considerando las cosechas de los años 2005, 2010, 2014, 2015 y 2016. Dicho germoplasma comprendió 98 entradas, agrupadas en ocho morfotipos.

4.15.1. Banco de germoplasma

Agrosavia (2018), los bancos de germoplasma son espacios físicos donde se conservan accesiones biológicas recolectadas en diferentes ambientes, con la finalidad de mantenerlas debidamente catalogadas y preservadas. Su principal objetivo es asegurar la conservación de los especímenes y garantizar la disponibilidad de material genético para futuras investigaciones, programas de mejoramiento y recuperación de especies frente a amenazas como desastres naturales, plagas, enfermedades o cambio climático.

4.15.2. Sistema de conservación de germoplasma

Perlacio (2011), los sistemas de conservación de germoplasma permiten mantener y preservar los recursos genéticos vegetales mediante diferentes métodos, según el tipo de material, la especie y el objetivo de conservación. Entre los principales sistemas se encuentran el banco de semillas, el cultivo *in vitro*, la criopreservación, el banco de genes y el jardín botánico.

- **Banco de semillas.** Es un sistema en el cual se conservan semillas inicialmente colectadas *in situ* y posteriormente producidas *ex situ*, con la finalidad de mantener su poder germinativo y asegurar su disponibilidad para futuras investigaciones o programas de mejoramiento.
- **Cultivo *in vitro*.** Es un sistema que permite conservar recursos genéticos mediante técnicas de cultivo *in vitro*, las cuales consisten en la producción de

órganos, tejidos o células en recipientes bajo condiciones controladas de laboratorio y asepsia.

- **Criopreservación.** Consiste en la conservación de células, tejidos, polen, semillas u otras estructuras vegetales en estado latente, mediante su almacenamiento a muy bajas temperaturas, generalmente en nitrógeno líquido a -196 °C.
- **Banco de genes.** Es un sistema que permite conservar recursos genéticos en accesiones cuyas accesiones están conformadas por genes o fragmentos de ellos, los cuales pueden representar parte importante del genoma de un organismo.
- **Jardín botánico.** Es un sistema de conservación *ex situ* que permite mantener materiales genéticos en terrenos al aire libre, donde se cultivan colecciones de plantas silvestres con fines de conservación, investigación, educación y recreación.

4.15.3. Actividades principales del banco de germoplasma

Perlacio (2011), las actividades principales de un banco de germoplasma comprenden la adquisición de nuevas accesiones, conservación, caracterización, evaluación y documentación del material genético conservado. Estas actividades permiten mantener la viabilidad de las colecciones, conservar su variabilidad genética y facilitar su utilización en investigaciones, programas de mejoramiento y conservación de recursos fitogenéticos.

- **Adquisición de nuevas accesiones.** Esta actividad consiste en incorporar nuevo material genético al banco de germoplasma, ya sea mediante la recolección

de recursos genéticos locales o nacionales, o mediante la introducción de accesiones provenientes de otros países.

➤ **Conservación.** La conservación tiene como objetivo mantener la viabilidad de los materiales almacenados y preservar la variabilidad genética de las colecciones. En el caso de las semillas, implica conservar su capacidad germinativa durante el mayor tiempo posible.

➤ **Caracterización y evaluación.** Esta actividad consiste en realizar la descripción botánica de las accesiones, así como determinar sus características fisiológicas, agronómicas y bioquímicas. Su finalidad es conocer, diferenciar y valorar el material conservado en el banco de germoplasma.

➤ **Documentación.** La documentación comprende el manejo sistemático de la información generada sobre las accesiones, con el propósito de facilitar el acceso, uso e intercambio de las colecciones conservadas.

4.15.4. Centros de germoplasma

Muñoz (2010), en la actualidad, diversas instituciones vienen trabajando en la conservación de germoplasma de yacón y otras raíces tuberosas andinas. En Ecuador, el INIAP conserva una colección de 32 accesiones de yacón en Pichincha, a 3058 m s. n. m., las cuales son caracterizadas morfológica y molecularmente. En Bolivia, específicamente en La Paz, se realiza el manejo *in situ* de aproximadamente 30 accesiones. En el Perú, se han recolectado 417 accesiones de yacón; sin embargo, se señala que un gran número de ellas corresponde a duplicados. Entre las principales instituciones que conservan material de yacón se encuentran la Estación Experimental Baños del Inca de la Universidad Nacional de Cajamarca, con 90 accesiones; el Centro

Internacional de la Papa (CIP), con 44 accesiones conservadas en Lima y Mariscal Castilla; el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), con 119 accesiones en Cusco; y el Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), que gestiona 157 accesiones.

4.15.5. Conservación in situ

Martínez (2016), la conservación *in situ* es especialmente adecuada para especies silvestres, debido a que permite mantenerlas dentro de sus hábitats naturales, donde continúan interactuando con el ambiente y otros organismos. Este tipo de conservación implica la protección y gestión adecuada de los ecosistemas donde se desarrollan dichas especies, mediante espacios de salvaguarda como parques naturales, parques nacionales, reservas u otras áreas protegidas. En el caso de los recursos fitogenéticos, la conservación *in situ* contribuye a mantener la variabilidad genética en el mismo ambiente donde las especies evolucionan y se adaptan.

4.15.6. Conservación ex situ

Martínez (2016), la conservación *ex situ* implica el establecimiento y mantenimiento de colecciones de recursos fitogenéticos fuera de su hábitat natural. Este tipo de conservación presenta ventajas prácticas frente a la conservación *in situ*, debido a que permite concentrar el material genético y la información asociada en espacios especializados, reduciendo costos, mejorando el control de las colecciones y facilitando el suministro de material a investigadores y usuarios. Sin embargo, también se debe considerar el riesgo de pérdida de materiales por accidentes, deficiencias en el manejo

o erosión genética dentro del propio banco, especialmente cuando no se cuenta con los recursos necesarios para su adecuada conservación.

4.15.7. Entrada o accesión

FAO (2014), se denomina entrada o accesión al material vegetal conservado dentro de un banco de germoplasma, el cual puede estar representado por semillas, plantas u otro material de propagación. Cada accesión debe mantenerse correctamente identificada y documentada, de manera que pueda ser conservada, caracterizada, evaluada y utilizada en investigaciones o programas de mejoramiento genético. En los bancos de germoplasma, la documentación de las accesiones es fundamental para facilitar su manejo, conservación, intercambio y aprovechamiento.

La accesión puede estar constituida por una o varias plantas, semillas u otro material propagativo, y se identifica mediante un código o registro que permite diferenciarla de las demás entradas de la colección. Esta identificación es importante porque facilita la documentación, conservación, intercambio y uso del germoplasma en trabajos de investigación, caracterización y mejoramiento de cultivos.

4.16. Caracterización y evaluación

4.16.1. Caracterización

Leica (2012), la caracterización consiste en describir sistemáticamente los cultivares o accesiones de una especie, utilizando características cualitativas de alta heredabilidad, como el hábito de crecimiento, la altura de planta, el color de flores u otros caracteres morfológicos. Estas características permiten diferenciar materiales genéticos y, por lo general, presentan menor influencia del ambiente. Asimismo, la caracterización constituye una actividad importante en el estudio de germoplasma, ya que permite

identificar materiales con atributos útiles para la conservación, investigación y mejoramiento de cultivos.

4.16.2. Evaluación

Puma (2016), la evaluación es una actividad complementaria a la caracterización y consiste en describir atributos cualitativos y cuantitativos del germoplasma de una misma especie, con la finalidad de diferenciarlos, determinar su utilidad, conocer su variabilidad genética y establecer relaciones entre las accesiones. Además, la evaluación permite describir características agronómicas importantes, como rendimiento, adaptación y resistencia a factores bióticos o abióticos, lo cual facilita la identificación de materiales útiles para la producción agrícola y el mejoramiento de cultivos.

4.16.3. Descriptor

Condori (2006), los descriptores son atributos o caracteres que permiten conocer, diferenciar y determinar la utilidad potencial del germoplasma. Estos deben ser específicos para cada especie, permitir la diferenciación entre genotipos y expresar cada característica de manera precisa y uniforme. Los caracteres útiles son aquellos que pueden observarse con facilidad, registrarse de forma práctica, presentar alta heredabilidad y poseer valor taxonómico o agronómico. Por ello, los descriptores permiten diferenciar una accesión de otra dentro de una colección de germoplasma.

4.16.4. Características botánicas

Barioglio (2016), la descripción botánica se define como una serie de frases de sus características de una planta, de manera que constituyan o muestren una definición de un taxón que no varía. Los caracteres que contribuyen a una descripción taxonómica son conocidos también como los caracteres taxonómicos o sistemáticos de una planta.

4.16.5. Características agronómicas

Barioglio (2016), se refiere a los atributos de un cultivo que son relevantes para su manejo y producción eficiente. Incluyen factores como el ciclo de vida (precocidad) altura de planta, capacidad de ramificación, resistencia a enfermedades, tolerancia a condiciones climáticas extremas y calidad del producto cosechado.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Ubicación espacial de la investigación

El presente trabajo se realizó en el área de Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA) ubicado en K'ayra Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco del distrito de San Jerónimo, Cusco.

5.1.1. Ubicación política

Región : Cusco

Provincia : Cusco

Distrito : San Jerónimo

5.1.2. Ubicación geográfica

Latitud : 13.556065°

Longitud : 71.873556°

Altitud : 3219 m.

5.1.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota

Subcuenca : Watanay

Micro cuenca : Wanakauri

5.1.4. Ubicación satelital del campo



Fuente: ArcMap 10.4.1 (2025)

5.2. Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo básica, de nivel descriptivo y de diseño no experimental, puesto que estuvo orientada a ampliar el conocimiento científico sobre las características agrobotánicas y fenológicas de 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl. H. Robinson) en condiciones de K'ayra, San Jerónimo, Cusco.

5.3. Ubicación temporal

El presente trabajo de investigación se realizó en la campaña agrícola 2023-2024 que inició el mes de septiembre del año 2023 y finalizó el mes de junio del 2024. La etapa del campo empezó con la limpieza, riego y trazo del campo experimental.

5.4. Historial del campo experimental

El campo experimental donde se instaló el experimento, en campañas anteriores a la instalación estaba ocupado por diversos cultivos, en la última campaña anterior del presente trabajo se instaló papa en la campaña de 2022 a 2023 y el presente trabajo se ejecutó en la campaña 2023 a 2024.

Historia del campo experimental	
CAMPAÑA	CULTIVO
2020-2021	Papa
2021-2022	Cebada
2022-2023	Papa
2023-2024	Presente estudio

5.5. Material y métodos

5.5.1. Material biológico

El material genético que se utilizó en el presente trabajo de investigación es procedente del Banco de Germoplasma de yacón y son 40 accesiones de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson) proporcionado por el programa de Investigación en Raíces y Tuberosas perteneciente al Centro Regional De Investigación En Biodiversidad Andina – (CRIBA), de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), los cuales se citan en la siguiente tabla:

Actualmente en el banco de germoplasma se conserva 40 accesiones de yacón los cuales fueron recolectadas de diferentes localidades, pero no tienen el registro de las localidades de origen por tal razón no se cuenta con datos de pasaporte.

Tabla N°4. Accesiones caracterizadas y evaluadas

N° DE ORDEN	CLAVE	N° DE ORDEN	CLAVE	N° DE ORDEN	CLAVE	N° DE ORDEN	CLAVE
1	CLLC001	11	CLLC011	21	CLLC21	31	CLLC031
2	CLLC002	12	CLLC012	22	CLLC22	32	CLLC032
3	CLLC003	13	CLLC013	23	CLLC23	33	CLLC033
4	CLLC004	14	CLLC014	24	CLLC24	34	CLLC034
5	CLLC005	15	CLLC015	25	CLLC25	35	CLLC035
6	CLLC006	16	CLLC016	26	CLLC26	36	CLLC036
7	CLLC007	17	CLLC017	27	CLLC27	37	CLLC037
8	CLLC008	18	CLLC018	28	CLLC28	38	CLLC038
9	CLLC009	19	CLLC019	29	CLLC29	39	CLLC039
10	CLLC010	20	CLLC020	30	CLLC30	40	CLLC040

Fuente: Elaboración propia (2023)

Leyenda: Cultivo de Llacón Criba (**CLLC**).

5.5.2. Material de campo

Materiales y equipos

- Balanza electrónica.
- Calculadora.
- Descriptor.
- Ficha de registro.
- Cuaderno de campo.
- Tabla de colores.
- Etiquetas.

Herramientas

- Machete.
- Pico.
- Lampa.
- Palas.
- Segadera o khituchi.
- Vernier.
- Cinta métrica.
- Cordel.
- Yeso.
- Manguera.
- Aspersor.

5.6. Análisis físico-químico del suelo

Con el objetivo de conocer la textura y fertilidad del suelo destinado a la siembra, se realizó el muestreo del campo experimental siguiendo el método de zigzag para la extracción de submuestras. Una vez reunidas, las submuestras fueron homogenizadas con la finalidad de obtener una muestra representativa del campo experimental. Posteriormente, dicha muestra fue enviada al laboratorio de suelos del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), para su correspondiente análisis físico-químico.

Tabla N°5. Resultados e interpretación del análisis del suelo

Análisis físico químico y mecánico del suelo potrero - CRIBA			
DETERMINACIÓN	VALOR		INTERPRETACIÓN
pH	7.75		Moderadamente alcalino
C.E. (mmhos/ cm)	0.24		Muy baja
% M. Org.	4.38		Alto/muy bueno
% N. Total	0.22		Medio a alto
ppm P ₂ O ₅	21.2		Medio-alto
ppm K ₂ O	78		Bajo
	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL –
% ARENA 40	36	24	Franco

Fuente: Centro de Investigación de Suelos y Abonos (CISA).

5.7. Metodología

Para el presente trabajo de investigación se emplearon los descriptores propuestos por Arbizu et al. (2001). La evaluación fenológica y la caracterización agrobotánica se realizaron en la totalidad de plantas correspondientes a las 40 accesiones de yacón establecidas en el campo experimental.

5.8. Características del campo experimental

Se utilizó parcelas de observación que están distribuidas en bloques.

Dimensión del campo experimental

- Largo: 18 m
- Ancho: 15 m
- Área total: 270 m²
- Área neta: 192 m²

Características del bloque I

- Largo: 16 m
- Ancho: 6 m
- Área: 96 m²
- Número de surcos/bloque: 20

Características del bloque II

- Largo: 16 m
- Ancho: 6 m
- Área: 96 m²
- Número de surcos/bloque: 20

Calles horizontales y verticales

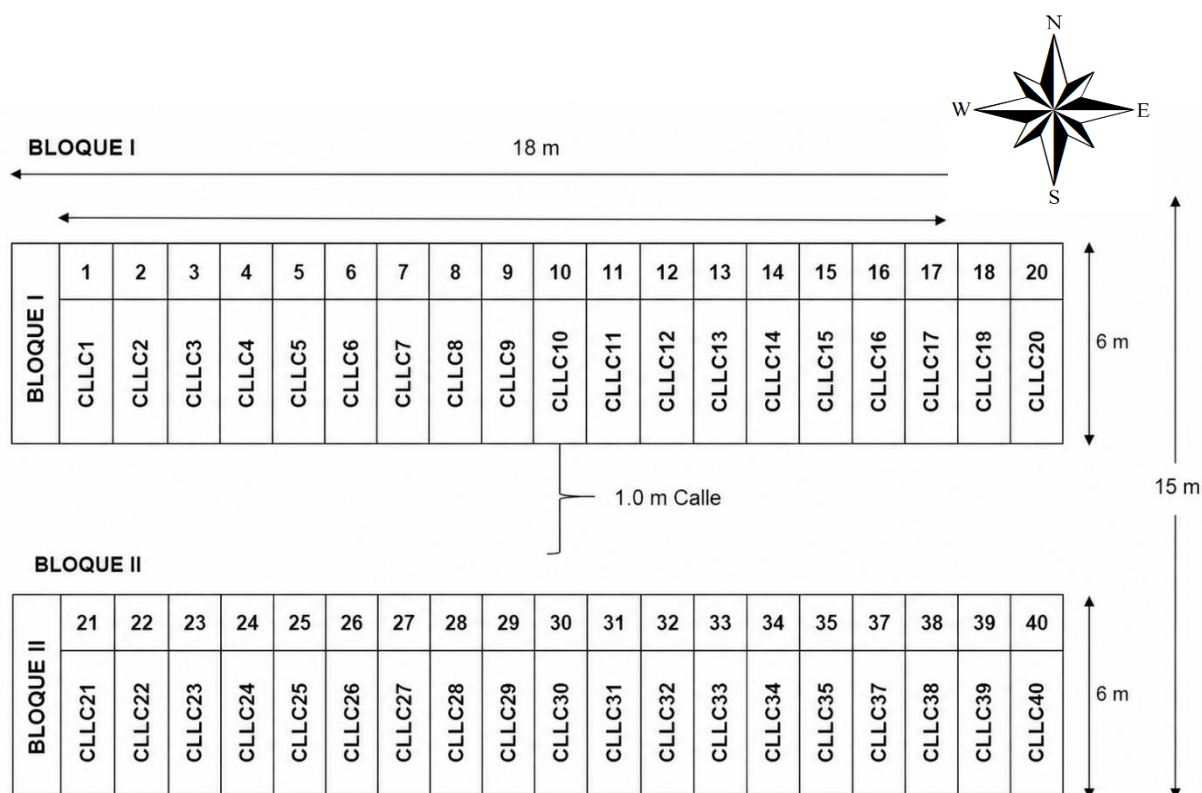
- Número de calles entre bloques: 1
- Largo: 18 m
- Ancho: 3 m
- Ancho: 24
- Largo: 1

- Área: 78 m²

Densidad de siembra

- Distancia entre surco: 0,80 m
- Distancia entre golpe: 1 m
- Número de golpes por accesión: 3-4
- Profundidad de surco: 0.30 m

5.8.1. Dimensiones del campo experimental



5.9. Conducción del campo experimental

5.9.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno fue una labor primordial para el inicio del trabajo de investigación, debido a que tuvo como objetivo proporcionar un sustrato adecuado para el desarrollo óptimo de las plantas instaladas. Las labores realizadas durante esta etapa fueron las siguientes:

- **Limpieza:** Esta labor se realizó en julio de 2023 y consistió en retirar rastrojos y malezas de la campaña anterior, dejando el campo en condiciones adecuadas para las siguientes actividades de preparación.

- Levantamiento topográfico: En julio de 2023 se realizó el levantamiento topográfico del terreno con el apoyo de un GPS diferencial. Posteriormente, con los puntos obtenidos en campo, se elaboró el plano correspondiente en gabinete.
- Riego: El primer riego se realizó por inundación en julio de 2023, con la finalidad de humedecer el terreno. El segundo riego se efectuó en agosto de 2023, después de remover el suelo.
- Aradura: Esta labor se realizó en julio de 2023, utilizando un tractor agrícola provisto de arado de disco. La profundidad aproximada de aradura fue de 0.30 m.
- Rastrado y surcado: El rastrado o mullido del terreno se realizó con el objetivo de nivelar y acondicionar el suelo. Posteriormente, se procedió al surcado, considerando un distanciamiento de 0.80 m entre surcos, 1.00 m entre plantas y una profundidad aproximada de 0.30 m. Esta actividad se ejecutó en septiembre de 2023.

5.9.2. Preparación del material genético

El material genético utilizado está conformado por 40 accesiones de yacón, proporcionadas por el Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA). Previamente a la instalación en campo, las accesiones fueron codificadas, con la finalidad de facilitar su identificación, distribución y evaluación durante el desarrollo del experimento.

5.9.3. Marcado y trazo del campo experimental

El marcado y trazo del campo experimental se realizó en septiembre de 2023, utilizando yeso y herramientas de campo, como pico y cordel. Para ello, el área

experimental fue dividida en dos bloques de 135 m² cada uno, de acuerdo con la distribución establecida para la instalación de las 40 accesiones de yacón.

5.9.4. Instalación del cultivo

La siembra de los propágulos de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl *H. Robinson*) se realizó el 21 de septiembre de 2023.

1. Se distribuyeron los propágulos en cada surco, colocándolos en bolsas debidamente codificadas de acuerdo con la accesión correspondiente.
2. Se ubicaron los propágulos en los surcos, considerando un distanciamiento de 1.00 m entre plantas y 0.80 m entre surcos.
3. Se realizó el tapado uniforme de los propágulos con tierra, procurando no dañar las yemas brotadas y evitando la presencia de terrones de gran tamaño, debido a que estos podrían dificultar la emergencia o provocar deformaciones en el desarrollo inicial de los brotes de yacón.

5.9.5. Riego

El suministro de agua se efectuó mediante riego por gravedad, de acuerdo con los requerimientos del cultivo. Durante la etapa inicial, los riegos se realizaron con una frecuencia aproximada de una vez por semana, procurando evitar el exceso de humedad en el suelo para prevenir la pudrición de los propágulos hasta la emisión de las primeras hojas. Posteriormente, se efectuaron riegos ligeros durante los periodos de escasez de precipitaciones, principalmente al inicio y al final del ciclo del cultivo de yacón.

5.9.6. Deshierbo

La eliminación de malezas se realizó de forma manual, complementada con el uso de lampa y zapapico para facilitar su extracción desde la raíz. Esta actividad se ejecutó

durante el aporque y en diferentes etapas del ciclo del cultivo, según la incidencia observada en el campo experimental, manteniendo condiciones favorables para el desarrollo de las plantas de yacón.

Tabla N°6. Malezas presentes en el campo experimental

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Kikuyu	<i>Cenchrus clandestinus</i>
Nabo	<i>Brassica campestris</i>
kjana	<i>Sonchus asper</i>
Pilli pilli	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
Chijchipa	<i>Mentha piperita L.</i>
Jat'acco	<i>Amaranthus sp.</i>
Cicuta	<i>Conium maculatum</i>
Sillquihua	<i>Bidens sp.</i>

5.9.7. Aporque

Se realizaron dos aporques con la finalidad de dar mayor firmeza a los tallos y estimular el desarrollo de las plantas. El primer aporque se efectuó en noviembre de 2023, cuando las plantas alcanzaron aproximadamente 30 cm de altura. El segundo aporque se realizó en diciembre de 2023, considerándose como aporque alto y definitivo, cuando las plantas habían completado su ramificación primaria y presentaban una altura aproximada de 80 cm.

5.9.8. Plagas y enfermedades

El monitoreo de plagas y enfermedades se realizó de acuerdo con la presencia y el nivel de daño observado durante el desarrollo del cultivo. En general, no se registraron daños significativos que afectaran el desarrollo normal de las accesiones evaluadas.

Plagas

Durante el presente trabajo se observó la presencia de algunas plagas; sin embargo, estas no ocasionaron daños de importancia. Entre las plagas identificadas estuvieron las siguientes:

- Babosas (*Deroceras reticulatum*). Se observaron en las hojas tiernas del cultivo que recién empiezan a desarrollarse estos gasterópodos no causaron daños considerables, por lo que no se hizo ningún tipo de control.
- Piqui piqui (*Epitrix* sp.). Se observó daño en flores liguladas y tubulares, principalmente en forma de pequeños agujeros.

Enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo no se observaron síntomas de enfermedades en los órganos vegetativos de las plantas evaluadas.

5.9.9. Corte de las partes aéreas

Un día antes de la cosecha, se realizó el corte del follaje con la finalidad de facilitar la manipulación de la cepa y el desgaje de las raíces reservantes. Para ello, se dejó aproximadamente 30 cm de tallo desde el cuello de la planta. Posteriormente, se removió cuidadosamente el suelo alrededor de cada planta, evitando causar daños o rupturas en las raíces reservantes, debido a que estas son frágiles y susceptibles al daño mecánico.

5.9.10. Cosecha

La cosecha del yacón se llevó a cabo los días 25, 26, 27 y 28 de junio de 2024, entre los 279 y 281 días después del trasplante de los hijuelos. Esta labor se realizó cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica, la cual fue determinada visualmente

mediante el secado progresivo de la parte aérea y el cese de la floración. Este periodo se consideró oportuno para la cosecha de las raíces reservantes.

5.10. Métodos de evaluación

Para la evaluación de las 40 accesiones de yacón, se consideraron principalmente los criterios establecidos en los descriptores de Llacón propuestos por Arbizu et al. (2001). Se registraron las características de todas las plantas presentes en los surcos, debido a que cada accesión contó con un número reducido de plantas. Las características de la parte aérea, como ramas, tallo, hojas e inflorescencia, fueron registradas durante el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo; mientras que las características de corona y raíces reservantes fueron evaluadas al momento de la cosecha.

Descriptores para el cultivo de Yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H. Robinson)

5.10.1. Características botánicas

a) Características de la planta.

- Posición
- Vigor
- Ramificación
- Tipo de ramificación
- Número de tallos primarios
- Número de tallos secundarios
- Tallos trifoliados
- Altura de planta

b) Características del tallo

- Color predominante del tallo
- Color secundario del tallo
- Pubescencia
- Número de ramas
- Número de entrenudos
- Número de nudos
- Longitud del entrenudo
- Diámetro del tallo

c) Características de las hojas

- Forma de la hoja.

- Borde de la hoja.

Fuente: Fuente: Hernán (1998).

Figura N°4. Borde de la hoja

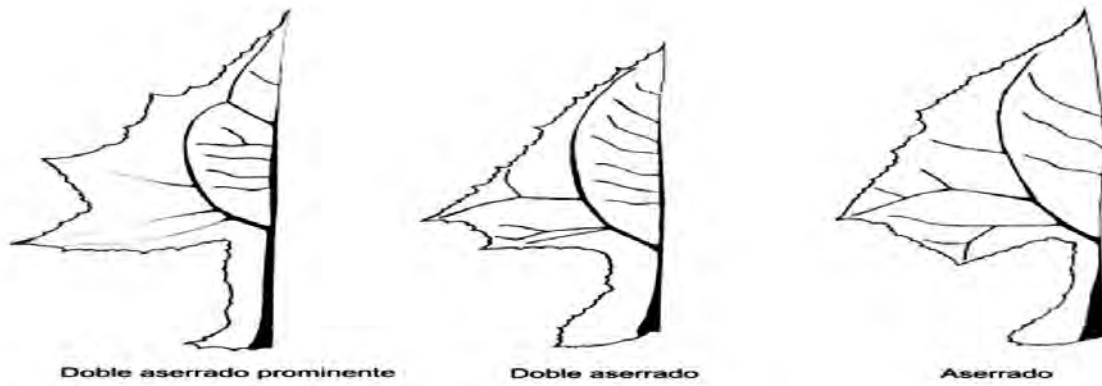
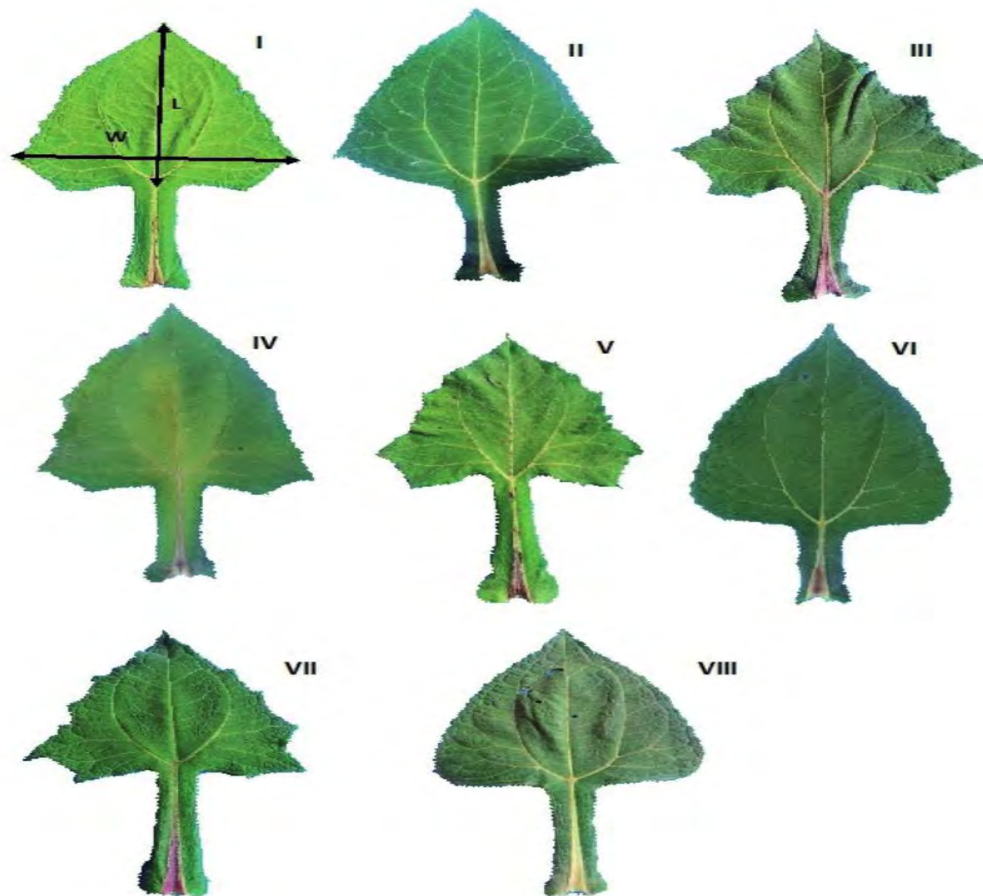


Figura N°5. Formas de la hoja



Fuente: Hernán (1998).

- Color del haz y envés
- Longitud de la base del limbo foliar
- Longitud del limbo foliar
- Longitud de alas (pecíolo)
- Ancho de alas
- Área de la lámina foliar

d) Características de la inflorescencia

- Hábito de la inflorescencia
- Color predominante de la inflorescencia
- Color de las brácteas
- Color de la flor ligulada
- Color de la flor flosculada
- Número de inflorescencia en el tallo principal
- Número de flores liguladas, flosculadas, semillas y brácteas

Figura N°6. Estructura floral



BIDENTADO

TRIDENTADO CORTO

TRIDENTADO LARGO



ALARGADA



OBLONGA



OVALADA

Fuente: Vidal (2006).

e) Características de la corona e hijuelos

- Color predominante de los hijuelos, color secundario, distribución y forma
- Color de la corona y forma
- Número de hijuelos
- Ancho y largo de la corona
- Área de la corona

Figura N° 7. Formas de los hijuelos



Fuente: Vidal (2006).

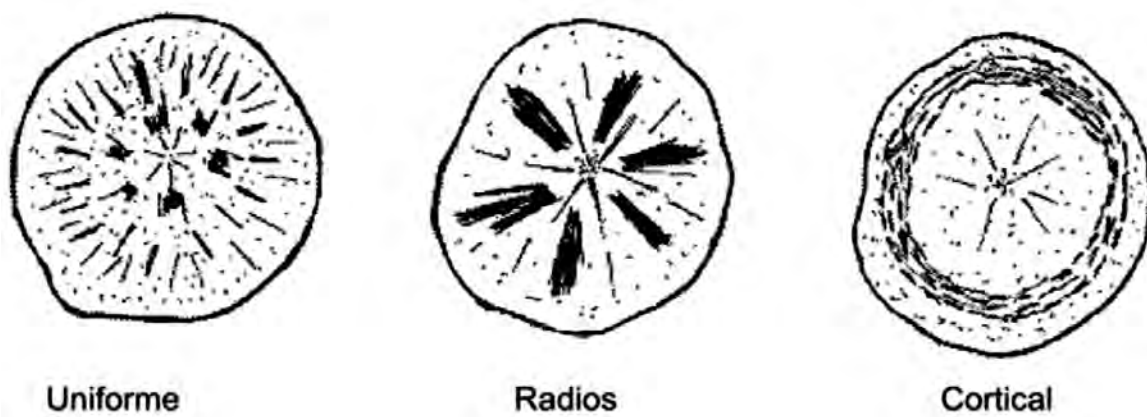
f) Características de la raíz reservante

- Forma de la raíz reservante
- Color de la piel
- Tipo de piel
- Color predominante de la pulpa
- Color secundario de la pulpa
- Distribución del color secundario
- Longitud de la raíz reservante
- Diámetro de la raíz reservante

Figura N°8. Formas de la raíz reservante



Figura N°9. Distribución de color secundario de raíces reservantes al corte transversal



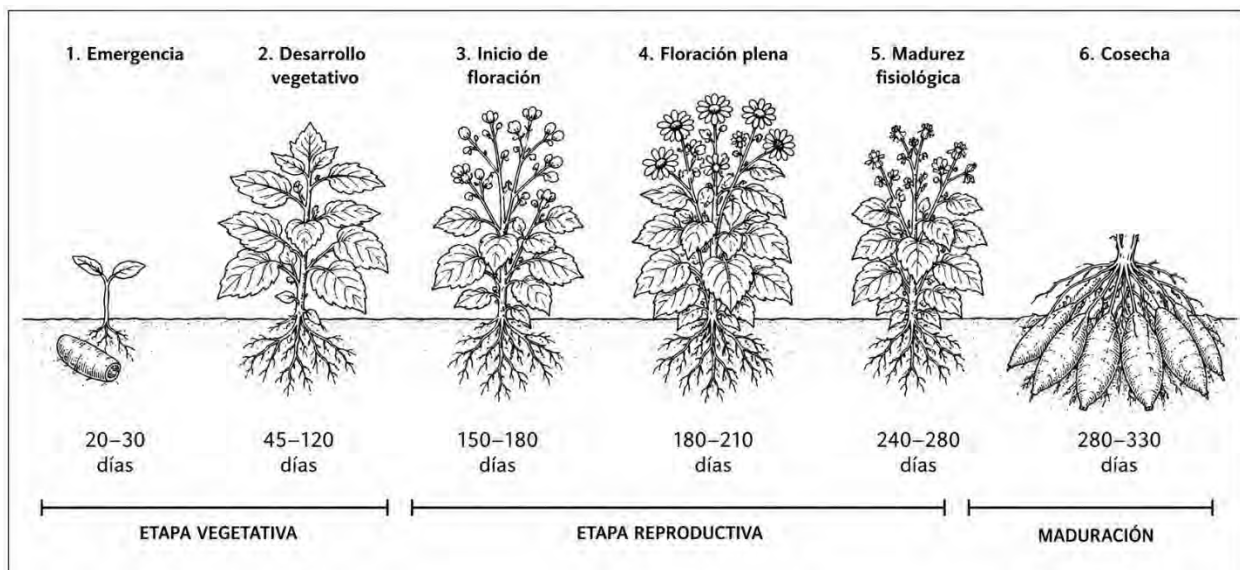
Fuente: Vidal (2006).

5.10.2. Características agronómicas

- Número de raíz reservante
- Peso de la corona
- Rendimiento de la raíz reservante por planta

5.10.3. Evaluación del comportamiento fenológico

- Días a la emergencia de las plantas.
- Días a la aparición de botón floral.
- Días al inicio de la floración.
- Días al final de floración.
- Días a la cosecha.



Fuente: Vidal (2006).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características de las plantas

Cuadro N° 1: Características de la planta

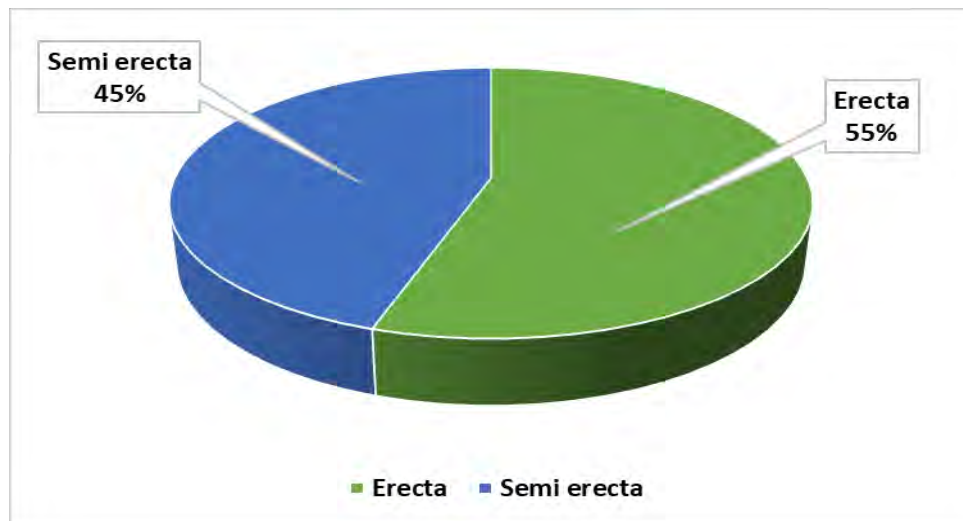
N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS						CUANTITATIVAS		
								Continuas	Discretas	
		Posición	Vigor	Ramificacion	Tipo de ramificacion	Tallos primarios	Tamaño de planta	Altura de planta (M)	N° de tallos primarios	
1	CLLC001	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Medio	1.30	2	
2	CLLC002	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Abundante	Alto	1.85	6	
3	CLLC003	Semierecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Abundante	Alto	1.60	5	
4	CLLC004	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.71	1	
5	CLLC005	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Medio	1.55		
6	CLLC006	Semierecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	2.15	3	
7	CLLC007	Semierecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Medio	Alto	1.90	4	
8	CLLC008	Semierecta	Robusta	Enramada	Basal	Medio	Medio	1.35	4	
9	CLLC009	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.90	3	
10	CLLC010	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.70	2	
11	CLLC011	Erecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Medio	Alto	2.05	4	
12	CLLC012	Erecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Poco	Bajo	1.35	1	
13	CLLC013	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.60	3	
14	CLLC014	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	2.00	2	
15	CLLC015	Erecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.70	1	
16	CLLC016	Erecta	Sub Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.80	2	
17	CLLC017	Semierecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.65	2	
18	CLLC018	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.70	2	
19	CLLC019	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.95	3	
20	CLLC020	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Medio	1.45	1	
21	CLLC021	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Medio	Alto	1.90	4	
22	CLLC022	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.60	1	
23	CLLC023	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.85	2	
24	CLLC024	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.95	1	
25	CLLC025	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Medio	Alto	1.90	4	
26	CLLC026	Erecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	2.35	3	
27	CLLC027	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	2.00	3	
28	CLLC028	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.65	1	
29	CLLC029	Erecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	2.00	2	
30	CLLC030	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	2.10	2	
31	CLLC031	Erecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.80	1	
32	CLLC032	Erecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.83	2	
33	CLLC033	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.69	3	
34	CLLC034	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.85	1	
35	CLLC035	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.75	2	
36	CLLC036	Erecta	Sub Robusta	Enramada	Basal	Poco	Alto	1.90	2	
37	CLLC037	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Abundante	Alto	1.80	4	
38	CLLC038	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Medio	1.50	2	
39	CLLC039	Erecta	Robusta	Enramada	Basal	Poco	Medio	1.50	1	
40	CLLC040	Semierecta	Robusta	Enramada	Ramificado	Poco	Alto	1.60	2	
		Er=22	Rb=30			Ab=3	Alt=33	X	1.77	2.38
		Se=18	Sub Rb= 10	En=40	Ba=24	Md=5	Md=6	LS	2.35	6
					Ra=16	Po=32	Bj=1	LI	1.30	1
								R	1.05	5

Tabla N°7

Posición de la planta

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Erecta	22	55%
Semi erecta	18	45%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 1: Posición de la planta



Del Grafico N°1: Posición de la planta

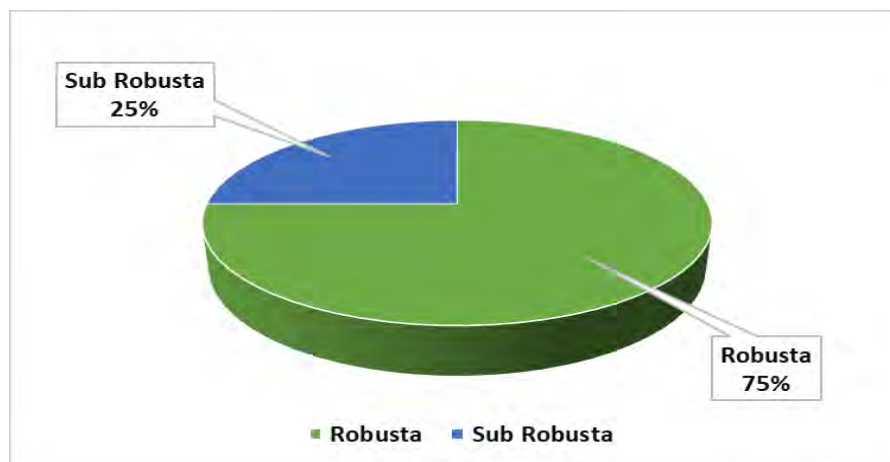
Se observa que 22 accesiones, equivalentes al 55 % del total evaluado, presentaron posición erecta, mientras que 18 accesiones, correspondientes al 45 %, mostraron posición semi erecta. Estos resultados evidencian un predominio de accesiones con crecimiento erecto en la población estudiada.

Tabla N°8

Vigor de la planta

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Robusta	30	75%
Sub robusta	10	25%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 2: Vigor de la planta



Del Grafico N°2: Vigor de la planta

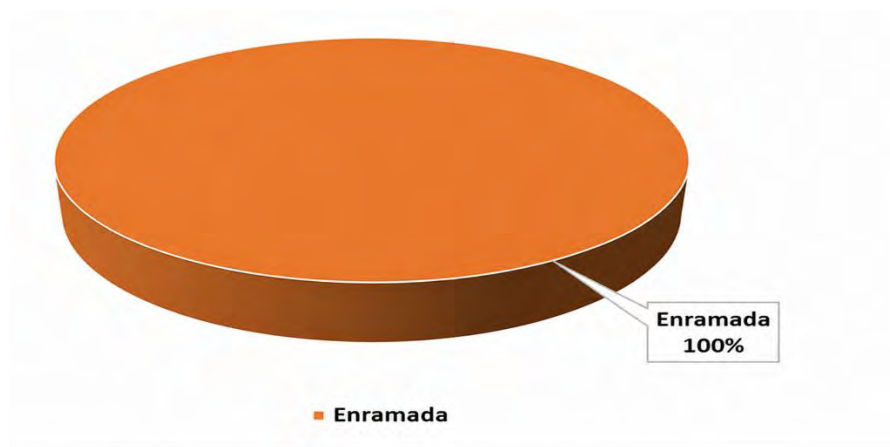
Con respecto al vigor de planta, se determinó que 30 accesiones presentaron un vigor bueno, clasificándose como robustas; mientras que 10 accesiones evidenciaron menor vigor en comparación con el resto, clasificándose como sub robustas. Este comportamiento se relaciona con la conformación de la parte aérea, la cual constituye una característica relevante del cultivo.

Tabla N°9

Ramificación de la Planta

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Enramada	40	100%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 3: Ramificación de la Planta



Del Grafico N°3: Ramificación de la Planta

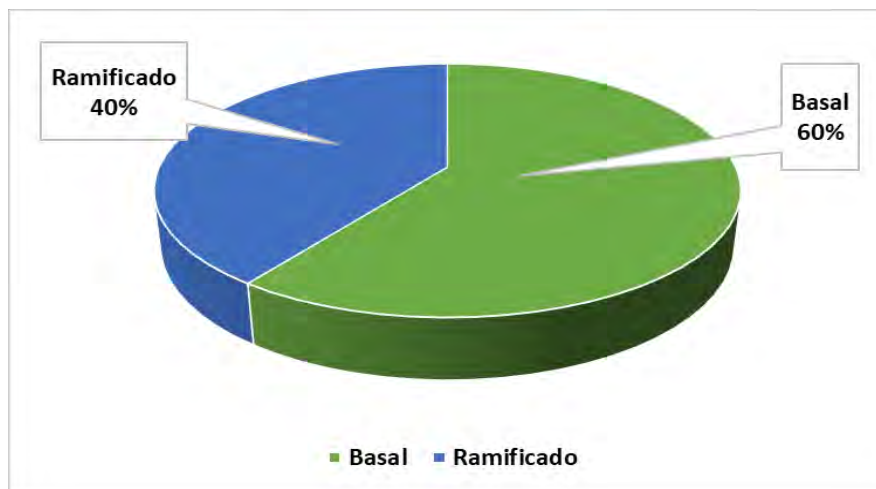
En la característica ramificación, se registraron 40 accesiones con ramificación enramada. Este resultado indica que todas las accesiones desarrollaron un tallo principal del cual se originaron ramas laterales, característica común en el germoplasma de yacón evaluado bajo condiciones de K'ayra.

Tabla N°10

Tipo de ramificación

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Basal	24	60%
Ramificado	16	40%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 4: Tipo de ramificación



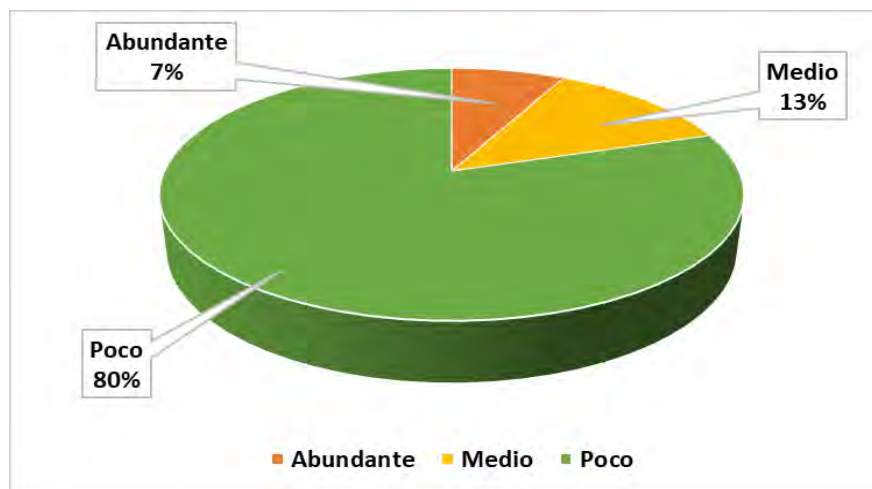
Del Grafico N°4: Tipo de Ramificación

El tipo de ramificación evidenció variación entre accesiones, observándose que 24 accesiones presentaron ramificación de tipo basal, la cual se origina a partir del tallo primario. Asimismo, 16 accesiones mostraron ramificación de tipo ramificada, caracterizada por presentar ramificación desde la base hasta el ápice de la planta, lo cual constituye una característica propia de algunas accesiones de yacón.

Tabla N°11: Número de tallos primarios

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Abundante	3	7%
Medio	5	13%
Poco	32	80%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 5: Número de tallos primarios



Del Grafico N°5: Número de tallos primarios

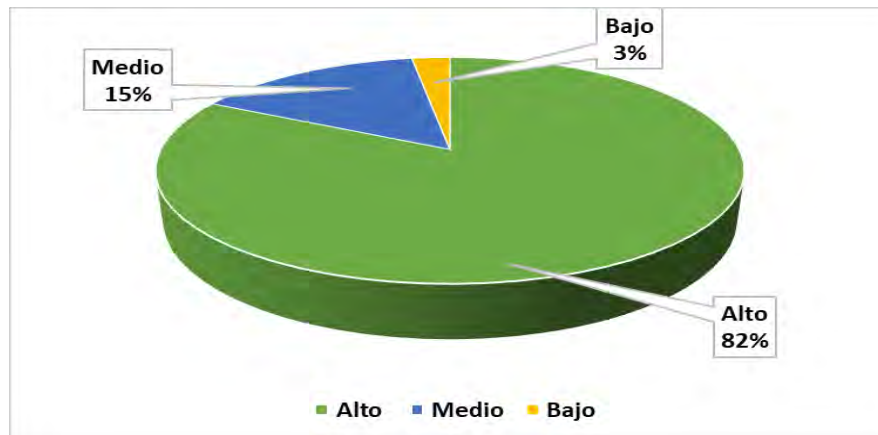
El número de tallos primarios presentó un promedio de 2.38 tallos por planta. El valor máximo observado fue de 6 tallos, mientras que el mínimo fue de 1 tallo, obteniéndose un rango de 5 tallos. Estos resultados reflejan que existió variabilidad en la cantidad de tallos primarios en las plantas evaluadas, con diferencias marcadas entre el valor mínimo y el máximo. El valor máximo registrado fue de 6 tallos en la colección CLLC002, mientras que el valor mínimo fue de 1 tallo en las accesiones CLLC004, CLLC005, CLLC012, CLLC015, CLLC020, CLLC022, CLLC024, CLLC028, CLLC031, CLLC034 y CLLC039.

Tabla N°12

Tamaño de la planta

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Alta	33	82%
Media	6	15%
Baja	1	3%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 6: Tamaño de la planta



Del Grafico N°6: Tamaño de la planta

La altura de planta evaluada en el cultivo presentó un promedio de 1.77 m. El valor máximo (Ls) registrado fue de 2.35 m, mientras que el valor mínimo (Li) fue de 1.30 m, obteniéndose un rango (R) de 1.05 m. Esto indica que la altura de planta presentó variación dentro de las plantas evaluadas, con una diferencia de 1.05 m entre la planta de mayor y menor altura registrada.

6.2. Características del tallo

Cuadro N° 2: Características del tallo

N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS						CUANTITATIVAS						
		Color predominante	Color secundario	Distri. color sec.	Seccion Interna	Pubescencia	Estrias	Discretas			Longitud entrenudo 1/3 medio	Continuos		
								N° de ramas principales	N° de ramas secundarios	N° de entrenudos		Diametro del tallo principal		
												Base (cm)	Medio(cm)	Apical (cm)
1	CLLC001	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	10	2	12	12	2.50	2.30	1.2
2	CLLC002	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	18	3	12	12	3.60	3.00	2.46
3	CLLC003	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	25	6	12	12	3.00	2.42	1.38
4	CLLC004	Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	22	9	12	13	2.05	1.89	1.5
5	CLLC005	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	14	10	11	20	3.05	2.80	1.37
6	CLLC006	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	16	6	14	14	1.05	0.80	0.5
7	CLLC007	Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	16	4	10	17	2.05	1.80	1.02
8	CLLC008	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	19	5	13	16	4.00	3.78	2.24
9	CLLC009	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	16	7	14	15	2.05	1.69	1.05
10	CLLC010	Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	22	4	11	14	2.00	1.80	0.97
11	CLLC011	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	21	8	15	13	3.00	2.97	1.58
12	CLLC012	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	18	8	11	13	3.00	2.75	1.35
13	CLLC013	V Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Ausente	13	5	14	12	2.00	1.50	0.94
14	CLLC014	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	21	3	14	11	2.00	1.35	1.04
15	CLLC015	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	26	7	15	11	3.00	2.78	1.35
16	CLLC016	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	16	10	12	12	3.00	2.82	1.54
17	CLLC017	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	19	4	13	13	2.03	1.86	1.02
18	CLLC018	Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	20	7	10	15	2.00	1.94	1.05
19	CLLC019	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	27	8	15	14	3.00	2.54	1.32
20	CLLC020	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	10	10	10	20	2.05	1.69	1.12

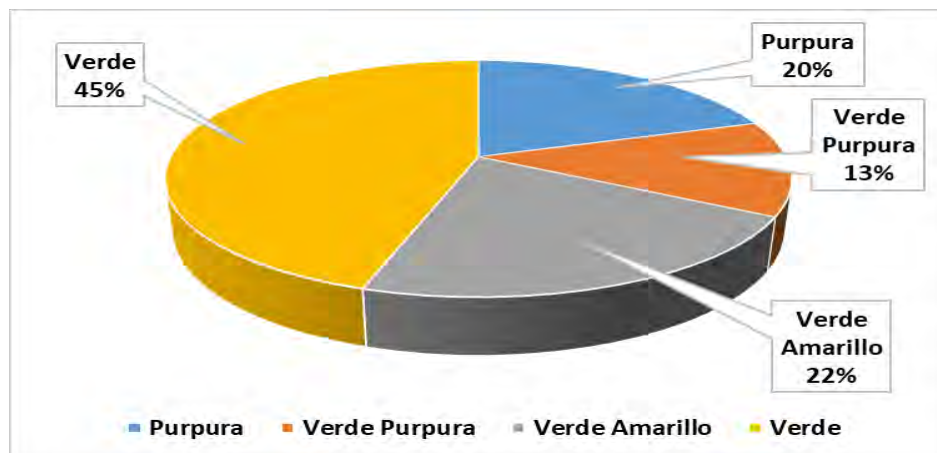
N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS						CUANTITATIVAS								
								Discretas			Continuos					
		Color predominant e	Color secundario	Distri. color sec.	Seccion Interna	Pubescencia	Estrias	N° de ramas principales	N° de ramas secundarios	N° de entrenudos	Longitud entrenudo 1/3 medio	Diametro del tallo principal			Diametro seccion interna (cm)	
Base (cm)	Medio(cm)											Apical (cm)				
21	CLLC021	Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	21	3	11	15	2.00	1.76	1.22	0.59	
22	CLLC022	Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	22	7	10	15	3.05	2.78	1.48	0.64	
23	CLLC023	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Ausente	11	8	13	12	3.00	2.70	1.68	0.67	
24	CLLC024	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	19	4	12	13	2.00	1.84	1.34	0.86	
25	CLLC025	Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	17	8	10	17	3.00	2.87	1.76	0.56	
26	CLLC026	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	16	5	14	12	3.00	2.83	1.75	0.64	
27	CLLC027	Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	17	5	9	17	2.02	1.81	1.31	0.75	
28	CLLC028	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	19	4	10	14	3.00	2.48	1.22	0.42	
29	CLLC029	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	11	7	12	13	2.00	1.52	0.98	0.65	
30	CLLC030	V Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	21	3	12	10	2.05	1.67	1.08	0.46	
31	CLLC031	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	14	8	12	16	3.00	2.86	1.57	0.54	
32	CLLC032	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	18	6	13	15	2.00	1.78	1.05	0.42	
33	CLLC033	V Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	18	6	10	15	2.05	1.96	1.08	0.72	
34	CLLC034	V Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	15	5	13	13	3.00	2.59	1.85	0.58	
35	CLLC035	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	15	4	14	10	2.05	1.75	1.21	0.57	
36	CLLC036	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Ausente	14	5	11	15	1.05	0.94	0.57	0.72	
37	CLLC037	V Purpura	Purpura	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	20	3	13	14	2.05	1.78	1.21	0.49	
38	CLLC038	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	11	8	13	16	3.00	2.84	1.75	0.42	
39	CLLC039	Verde	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	14	5	12	10	2.00	1.72	1.09	0.51	
40	CLLC040	V Amarillo	Verde	Nudos	Circular hueca	Abundante	Presente	15	6	13	11	2.05	1.79	1.04	0.46	
		P=8	V=27	Nd=40	Ch=40	Ab=40	P=37	X	17.4	5.900	12.175	13.800	2.445	2.169	1.306	0.604
		Vp=5	P=13				A=3	LS	27	10	15	20	4.00	3.78	2.46	0.9
		Va=9						LI	10	2	9	10	1.05	0.80	0.5	0.18
		V=18						R	17	8	6	10	2.95	2.98	1.96	0.72

Tabla N°13

Color predominante del tallo

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Púrpura	8	20%
Verde púrpura	5	13%
Verde amarillo	9	22%
Verde	18	45%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 7: Color predominante del tallo



Del Grafico N°7: Color predominante del tallo

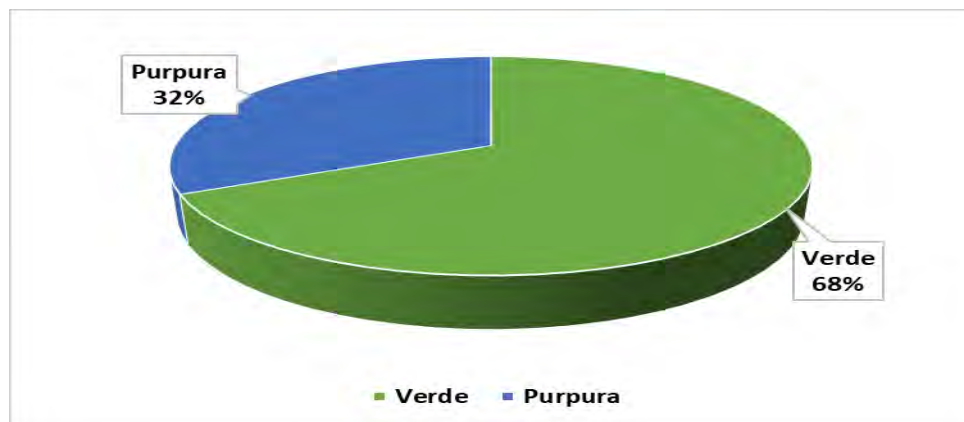
El color predominante del tallo está relacionado principalmente con la presencia y acumulación de antocianinas, así como con características propias de cada colección evaluada. En esta investigación se registraron 8 accesiones con tallos de color púrpura, 5 accesiones con color verde púrpura, 9 accesiones de color verde amarillo y 18 accesiones de color verde, siendo este último el más frecuente.

Tabla N°14

Color secundario del tallo

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Verde	27	68%
Púrpura	13	32%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 7: Color secundario del tallo



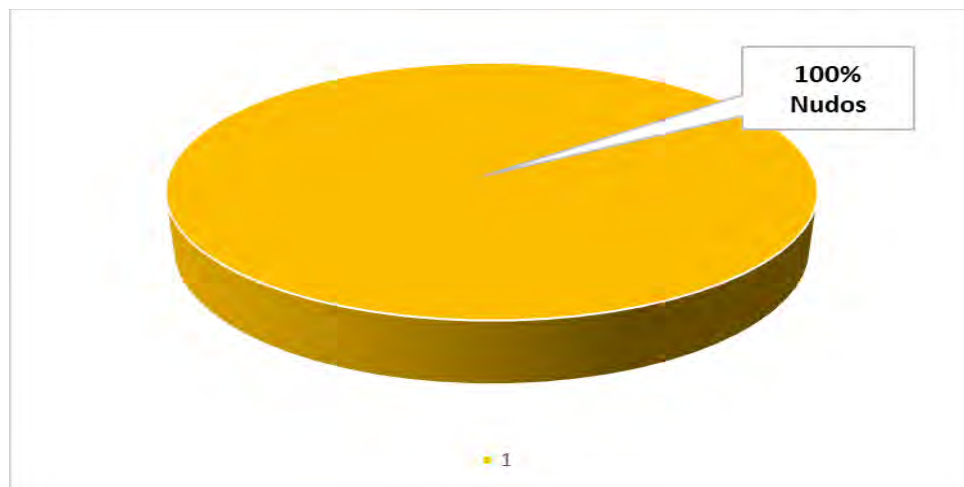
Del Grafico N°8: Color secundario del tallo

En cuanto a la distribución del color secundario se observó que en las 40 accesiones esta coloración se presentó principalmente a nivel de los nudos del tallo, lo cual constituye un patrón común en el material evaluado.

Tabla N°15

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Nudos	40	100%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 8: Distribución de color secundario del tallo



Del Grafico N°9: Distribución de color secundario del tallo

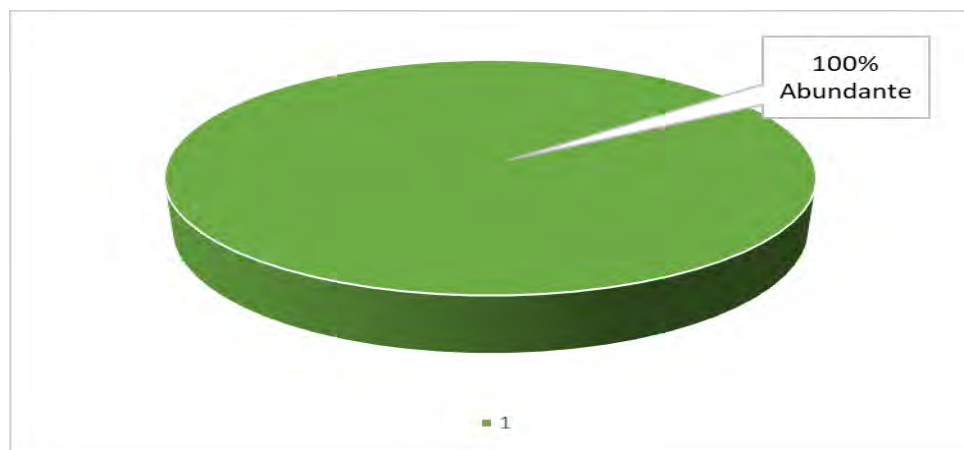
En cuanto a la distribución del color secundario se observó que en las 40 accesiones esta coloración se presentó principalmente a nivel de los nudos del tallo, lo cual constituye un patrón común en el material evaluado.

Tabla N°16

Pubescencia

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Abundante	40	100%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 9: Pubescencia



Del Grafico N°10: Pubescencia

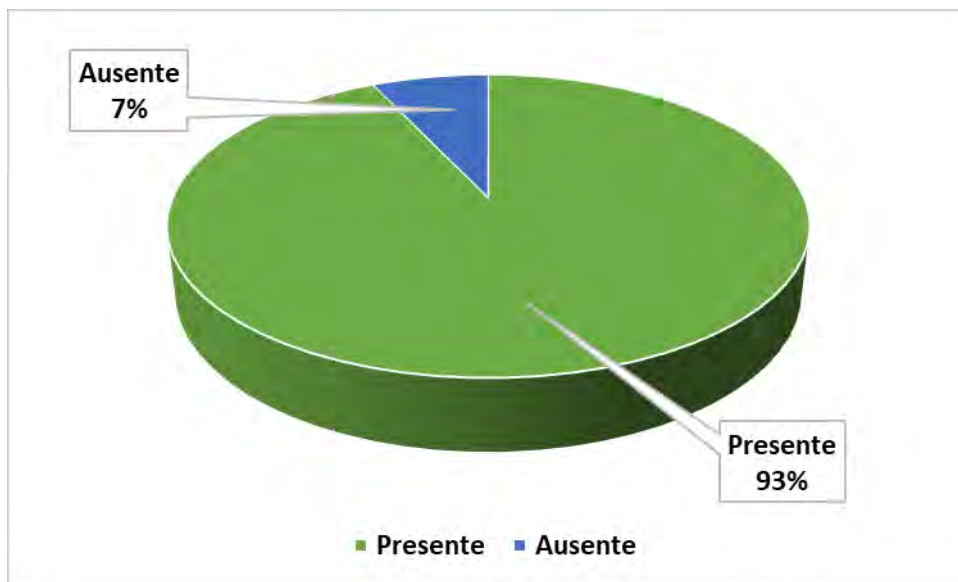
En la evaluación de pubescencia, se observó que las 40 accesiones presentaron pubescencia abundante, representando el 100% del material estudiado, lo cual constituye una característica general en las accesiones evaluadas.

Tabla N°17

Estrías

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Presente	37	93%
Ausente	3	7%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 10: Estrías



Del Grafico N°11:

La presencia de estrías en el tallo se registró en 37 accesiones, equivalente al 93 % del material evaluado, mientras que 3 accesiones no presentaron estrías. Esto indica que este carácter fue predominante, pero no uniforme en todas las accesiones evaluadas.

Diámetro del tallo principal

El diámetro del tallo principal presentó diferencias entre accesiones, lo cual puede estar asociado al número de tallos primarios y al desarrollo general de la planta. El valor máximo registrado fue de 3.78 cm correspondiente a la colección CLLC008, mientras que el valor mínimo fue de 0.80 cm en la colección CLLC006.

Diámetro de la sección interna del tallo

El diámetro de la sección interna del tallo también presentó variación entre accesiones, debido a su relación con el diámetro del tallo principal. El valor máximo observado fue de 0.90 cm en la colección CLLC004, mientras que el valor mínimo fue de 0.18 cm en la colección CLLC005. Este carácter permite identificar el tamaño de la parte hueca del tallo y se relaciona con el espesor del anillo del tallo, lo cual puede influir en su resistencia estructural.

Número de entrenudos

El número de entrenudos mostró variación entre accesiones, asociado al tamaño general de las plantas y a la longitud de los entrenudos. El valor máximo registrado fue de 15 entrenudos en las accesiones CLLC011, CLLC015 y CLLC019, mientras que el valor mínimo fue de 9 entrenudos en las accesiones CLLC027. Este carácter influye en el tamaño general de la planta y se relaciona con el desarrollo de las hojas.

Longitud de entrenudos

La longitud de entrenudos, evaluada en el tercio medio de la planta, evidenció diferencias entre las accesiones. Se registró un valor máximo de 20 cm en las accesiones CLLC005 y CLLC020, mientras que el valor mínimo fue de 10 cm en las accesiones CLLC030, CLLC035 y CLLC039. La longitud de entrenudos es un carácter importante,

ya que contribuye al desarrollo y altura de la planta, y puede influir en la estructura del tallo.

Número de ramas principales

El número de ramas principales presentó diferencias considerables entre accesiones. El valor máximo fue de 27 ramas principales en la colección CLLC019, mientras que el valor mínimo fue de 10 ramas principales en las accesiones CLLC001 y CLLC020.

Número de ramas secundarios

El número de ramas secundarias también mostró variabilidad entre accesiones. El valor máximo registrado fue de 10 ramas secundarias en las accesiones CLLC005, CLLC016 y CLLC020, mientras que el valor mínimo fue de 2 ramas secundarias en la accesión CLLC001.

6.3. Características de la hoja

Cuadro N° 3: Características de la hoja

N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS										
		Forma de hoja	Forma del borde de la hoja	Color del Haz	Color del envés	Pubescencia del haz y envés	Longitud en la base del limbo foliar (cm)	Longitud del limbo foliar (cm)	Longitud de alas (cm)	Ancho de alas(cm)	Área del limbo foliar (cm²)	Expansión foliar (m)
1	CLLC001	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde amarillo	Abundante	34	30	15	8	510	1.10
2	CLLC002	Sagitada	Doble aserrada	Verde	Verde amarillo	Abundante	31	19	14	7	294.5	1.20
3	CLLC003	Deltoide	Aserrada	Verde oscuro	Verde claro	Medio	31	29	15	6	449.5	1.14
4	CLLC004	Sagitada	Doble aserrada	Verde	Verde oscuro	Abundante	28	27	12	5	378	0.98
5	CLLC005	Sagitada	Doble aserrada	Verde amarillo	Verde amarillo	Abundante	33	31	15	9	511.5	1.34
6	CLLC006	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde claro	Abundante	33	30	15	6	495	1.25
7	CLLC007	Deltoide	Aserrada	Verde claro	Verde amarillo	Abundante	29	25	13	5	362.5	1.50
8	CLLC008	Deltoide	Aserrada	Verde claro	Verde claro	Medio	33	19	15	8	313.5	1.32
9	CLLC009	Sagitada	Doble aserrada	Verde oscuro	Verde	Abundante	34	25	12	8	425	1.25
10	CLLC010	Sagitada	Doble aserrada	Verde oscuro	Verde claro	Abundante	29	21	10	6	304.5	1.21
11	CLLC011	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde	Abundante	28	25	12	6	350	1.31
12	CLLC012	Sagitada	Doble aserrada	Verde	Verde	Abundante	33	30	15	10	495	1.14
13	CLLC013	Deltoide	Aserrada	Verde amarillo	Verde amarillo	Abundante	29	24	12	6	348	1.08
14	CLLC014	Deltoide	Aserrada	Verde claro	Verde oscuro	Medio	28	24	12	7	336	0.97
15	CLLC015	Sagitada	Doble aserrada	Verde	Verde oscuro	Abundante	33	28	14	9	462	1.10
16	CLLC016	Sagitada	Doble aserrada	Verde	Verde amarillo	Abundante	30	24	12	6	360	1.15
17	CLLC017	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde	Abundante	31	25	12	5	387.5	1.40
18	CLLC018	Sagitada	Doble aserrada	Verde claro	Verde	Abundante	29	25	13	6	362.5	1.28
19	CLLC019	Deltoide	Aserrada	Verde amarillo	Verde	Medio	27	21	10	5	283.5	1.35
20	CLLC020	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde amarillo	Abundante	30	27	12	5	405	1.27

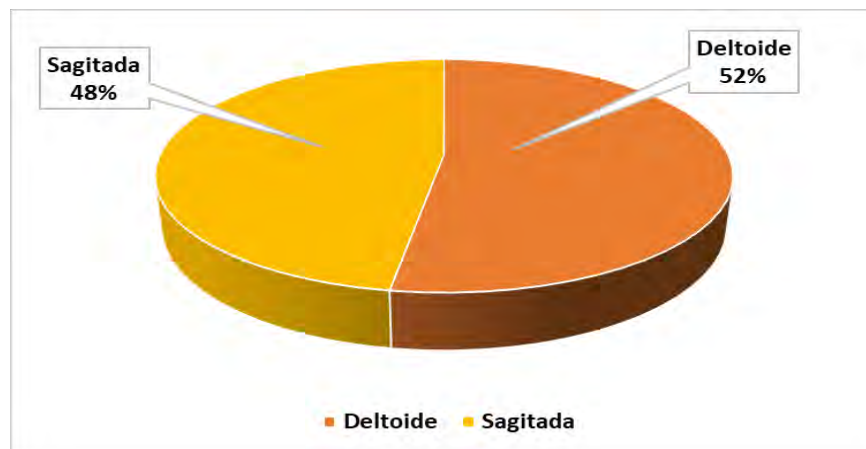
N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS											
		Forma de hoja	Forma del borde de la hoja	Color del Haz	Color del envés	Pubescencia del haz y envés	Longitud en la base del limbo foliar (cm)	Longitud del limbo foliar (cm)	Longitud de alas (cm)	Ancho de alas(cm)	Área del limbo foliar (cm²)	Expansión foliar (m)	
21	CLLC021	Deltoide	Aserrada	Verde Claro	Verde claro	Abundante	39	32	16	6	624	1.20	
22	CLLC022	Sagitada	Doble aserrada	Verde	Verde amarillo	Abundante	32	28	16	7	448	1.13	
23	CLLC023	Sagitada	Doble aserrada	Verde amarillo	Verde	Abundante	28	28	14	6	392	1.18	
24	CLLC024	Deltoide	Aserrada	Verde amarillo	Verde claro	Abundante	30	28	14	7	420	0.96	
25	CLLC025	Sagitada	Doble aserrada	Verde	Verde claro	Medio	31	30	15	8	465	1.20	
26	CLLC026	Sagitada	Doble aserrada	Verde claro	Verde	Abundante	33	30	15	6	495	1.12	
27	CLLC027	Sagitada	Doble aserrada	Verde claro	Verde	Abundante	30	20	11	5	300	1.15	
28	CLLC028	Deltoide	Aserrada	Verde oscuro	Verde	Abundante	37	32	15	8	592	1.13	
29	CLLC029	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde	Abundante	27	22	11	8	297	1.18	
30	CLLC030	Sagitada	Doble aserrada	Verde	Verde amarillo	Abundante	33	26	13	8	429	1.06	
31	CLLC031	Deltoide	Aserrada	Verde claro	Verde amarillo	Abundante	32	28	14	7	448	1.14	
32	CLLC032	Deltoide	Aserrada	Verde amarillo	Verde	Abundante	31	26	13	6	403	1.12	
33	CLLC033	Sagitada	Doble aserrada	Verde amarillo	Verde claro	Medio	31	31	15	6	480.5	1.16	
34	CLLC034	Sagitada	Doble aserrada	Verde oscuro	Verde claro	Abundante	34	30	15	8	510	1.19	
35	CLLC035	Deltoide	Aserrada	Verde oscuro	Verde amarillo	Abundante	31	27	13	8	418.5	1.10	
36	CLLC036	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde amarillo	Abundante	29	25	12	6	362.5	1.02	
37	CLLC037	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde	Abundante	33	25	12	8	412.5	1.17	
38	CLLC038	Sagitada	Doble aserrada	Verde amarillo	Verde	Abundante	26	20	10	5	260	1.06	
39	CLLC039	Deltoide	Aserrada	Verde	Verde claro	Abundante	29	23	10	6	333.5	1.11	
40	CLLC040	Sagitada	Doble aserrada	Verde oscuro	Verde	Abundante	28	23	11	6	322	1.48	
		De=21	As=21	Vr=17	Vr=15	Md=6	X	30.925	26.075	13.125	6.7	406.15	1.18
		Sa=19	Sag=19	Vam=8	Vcl=10	Ab=34	LS	39	32	16	10	624	1.5
				Vcl=8	Vo=3		LI	26	19	10	5	260	0.96
				Vo=7	Vam=12		R	13	13	6	5	364	0.54

Tabla N°18

Forma de la hoja

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Deltoide	21	52%
Sagitada	19	48%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 11: Forma de la hoja



Del Grafico N°12: Forma de la hoja

En las accesiones evaluadas se identificaron dos tipos de forma de hoja. Se observó que 19 accesiones presentaron hojas con forma sagitada, mientras que 21 accesiones presentaron hojas de forma deltoide, siendo esta última la más frecuente dentro del material evaluado.

Tabla N°19

Forma del borde de la hoja

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Aserrada	21	52%
Doble aserrada	19	48%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 12: Forma del borde de la hoja



Del Grafico N°13: Forma del borde de la hoja

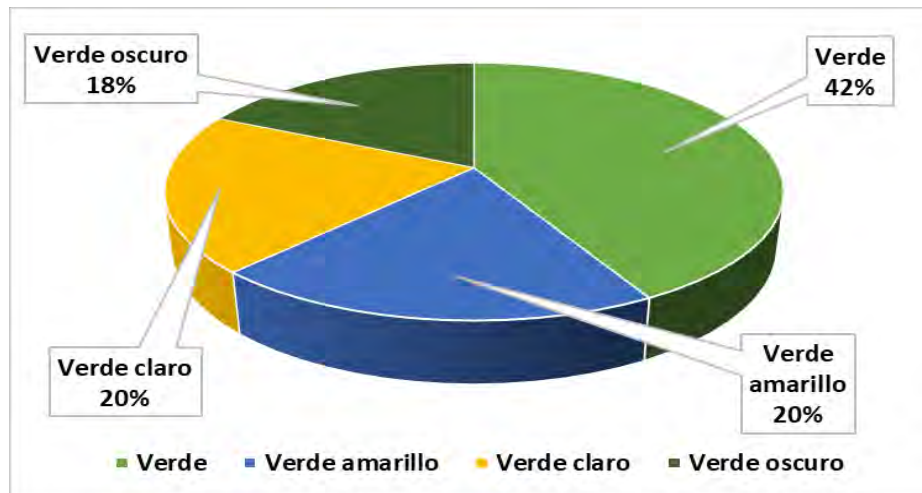
La forma del borde de la hoja presentó dos tipos principales. Se registró que 21 accesiones presentaron bordes aserrados, mientras que 19 accesiones presentaron bordes doble aserrados prominentes. Este carácter permitió establecer diferencias morfológicas entre las accesiones estudiadas.

Tabla N°20

Color del haz

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Verde	17	42%
Verde claro	8	20%
Verde oscuro	7	18%
Verde amarillo	8	20%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 13: Color del haz



Del Grafico N°14: Color del haz

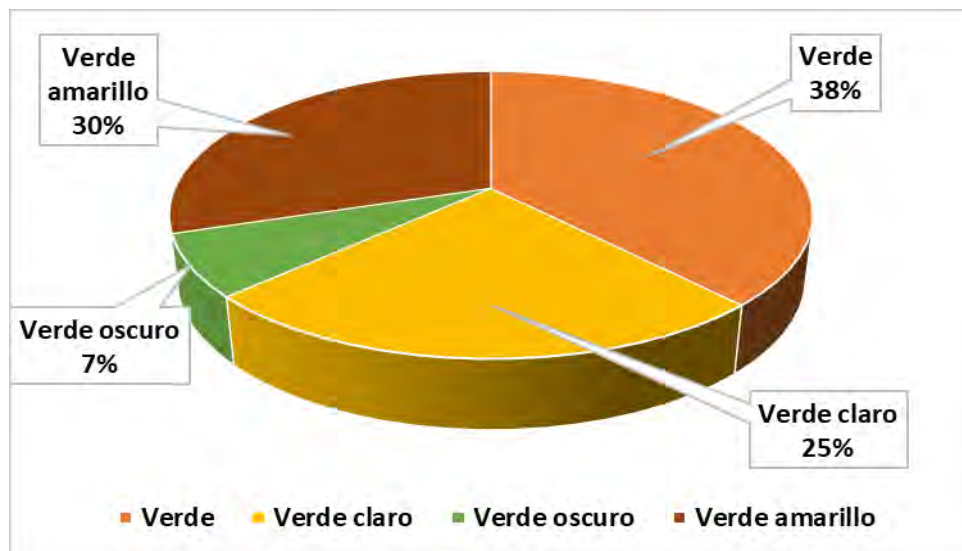
El color del haz mostró variación en cuatro tonalidades de verde. Se registró que 17 accesiones presentaron color verde, 8 accesiones presentaron color verde amarillo, 8 accesiones mostraron color verde claro y 7 accesiones presentaron color verde oscuro. Estas diferencias se consideran asociadas principalmente a características genéticas propias de cada accesión.

Tabla N°21

Color del envés

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Verde	15	38%
Verde claro	10	25%
Verde oscuro	3	7%
Verde amarillo	12	30%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 14: Color del envés



Del Grafico N°15: Color del envés

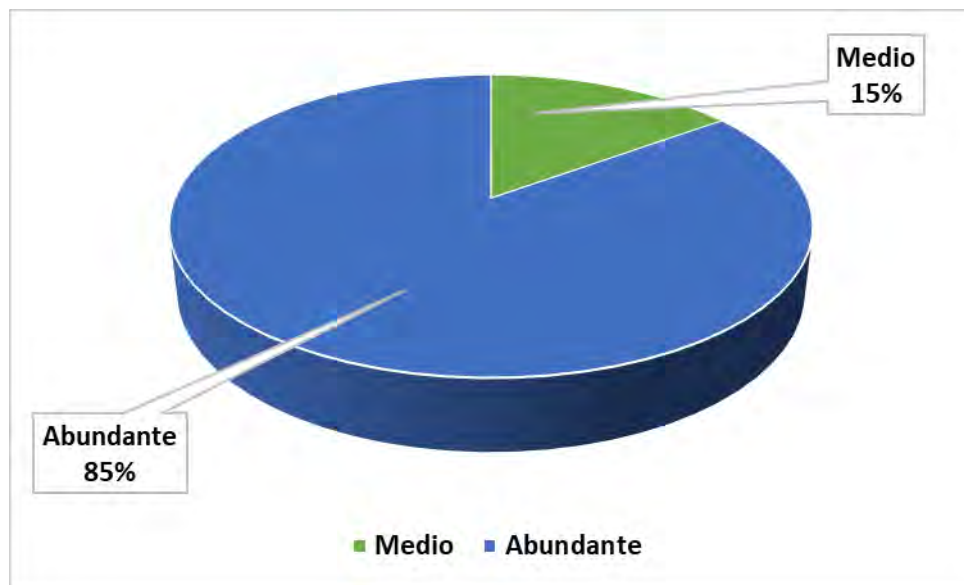
Color del envés. En cuanto al color del envés, también se identificaron cuatro tonalidades. Se registró que 15 accesiones presentaron color verde, 10 accesiones mostraron color verde claro, 3 accesiones presentaron color verde oscuro y 12 accesiones color verde amarillo. Estas variaciones contribuyeron a la diferenciación visual entre accesiones evaluadas.

Tabla N°22

Pubescencia del haz y envés

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Media	6	15%
Abundante	34	85%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 15: Pubescencia del haz y envés



Del Grafico N°16: Pubescencia del haz y envés

Respecto a la pubescencia del haz y del envés, se observó que 6 accesiones presentaron pubescencia media, mientras que 34 accesiones mostraron pubescencia abundante, lo cual indica una predominancia de alta pubescencia en el material evaluado.

Longitud máxima del limbo foliar

La longitud máxima del limbo foliar se midió tomando hojas del tercio medio, desde el punto final del pecíolo hasta el ápice de la hoja. Se registró una longitud máxima

de 32 cm en las accesiones CLLC020 y CLLC028, mientras que el valor mínimo fue de 19 cm en las accesiones CLLC002 y CLLC008, evidenciándose variación entre las accesiones evaluadas.

Ancho del limbo foliar

El ancho del limbo foliar se midió de manera similar a la evaluación anterior, realizándose la medición en la base del limbo. Se registró un valor máximo de 39 cm en la accesiones CLLC020, mientras que el valor mínimo correspondió a la colección CLLC038, indicando diferencias en este carácter entre accesiones.

Longitud de alas

La longitud de alas mostró variación entre las accesiones evaluadas. Se registró un valor máximo de 16 cm en las accesiones CLLC021 y CLLC022, mientras que el valor mínimo fue de 10 cm en las accesiones CLLC010, CLLC019, CLLC038 y CLLC039.

Ancho de alas

En cuanto al ancho de alas, se registró un valor máximo de 10 cm en la accesión CLLC012, mientras que el valor mínimo fue de 5 cm en las accesiones CLLC004, CLLC007, CLLC017, CLLC019, CLLC020, CLLC027 y CLLC038. Se observó que la longitud y ancho de alas corresponden a características propias de cada accesión y no necesariamente guardan relación directa con el tamaño del limbo foliar.

Área foliar

El área foliar fue estimada en función de la longitud y el ancho del limbo, considerando una aproximación geométrica de tipo triangular. Se obtuvo un valor máximo de 624 cm² en la accesión CLLC021, mientras que el valor mínimo fue de 260 cm² en la accesión CLLC038. Esta característica resulta importante debido a su relación

con el desarrollo vegetativo y la capacidad de la planta para realizar procesos de fotosíntesis, influyendo en el crecimiento general del cultivo.

Expansión foliar

La expansión foliar presentó diferencias entre accesiones. Se registró un valor máximo de 1.50 m en la accesión CLLC007, mientras que el valor mínimo fue de 0.96 m en la accesión CLLC024, evidenciando variación en el desarrollo foliar de las accesiones evaluadas.

6.4. Características de la inflorescencia

Cuadro N° 4: Características de la inflorescencia

N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS						CUANTITATIVAS					
								DISCRETAS				CONTINUAS	
		Habito de la inflorescencia	Color predominante de la inflorescencia	Color de las bracteas	Color de la flor ligulada	Tipo de la flor ligulada	Color de la flor flosculada	N° de inflorescencia en el tallo principal	N° de flores liguladas	N° de las flores floculadas	N° de las semillas por inflorescencia	N° de las brácteas	Diametro de la inflorescencia
1	CLLC001	Escasa	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Bidentada	Anaranjado	18	14	93	14	5	1.8
2	CLLC002	Medio	Anaranjado	Verde Oscuro	Anara. Brillante	Tridentada	Amarillo	23	16	78	16	5	2.6
3	CLLC003	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Bidentada	Amarillo	27	14	86	14	6	2.9
4	CLLC004	Escasa	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Anaranjado	20	15	96	15	5	3
5	CLLC005	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Anaranjado	30	16	94	16	6	3.5
6	CLLC006	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Tridentada	Amarillo	32	15	68	16	5	2.9
7	CLLC007	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Claro	Tridentada	Amarillo	36	16	82	17	6	2.9
8	CLLC008	Medio	Anaranjado	Verde oscuro	Anara. Brillante	Tridentada	Amarillo	24	15	77	15	6	3.8
9	CLLC009	Abundante	Anaranjado	Verde oscuro	Anaranjado	Tridentada	Anaranjado	26	15	94	15	5	3.5
10	CLLC010	Escasa	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Anaranjado	18	15	105	16	6	2.8
11	CLLC011	Escasa	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Amarillo	15	16	98	16	6	2.6
12	CLLC012	Escasa	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Tridentada	Anaranjado	19	17	104	17	5	3.2
13	CLLC013	Escasa	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Bidentada	Anaranjado	20	17	99	17	5	2.1
14	CLLC014	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Tridentada	Amarillo	26	15	107	15	7	2.8
15	CLLC015	Escasa	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Bidentada	Anaranjado	18	15	76	16	6	2.4
16	CLLC016	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Anaranjado	31	16	94	15	5	3.1
17	CLLC017	Abundante	Anaranjado	Verde oscuro	Anara. Claro	Bidentada	Amarillo	34	17	98	17	5	3.2
18	CLLC018	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Claro	Tridentada	Anaranjado	40	18	82	18	6	2.6
19	CLLC019	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Anaranjado	27	16	89	16	5	2.8
20	CLLC020	Escasa	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Tridentada	Amarillo	19	15	109	15	6	0.9

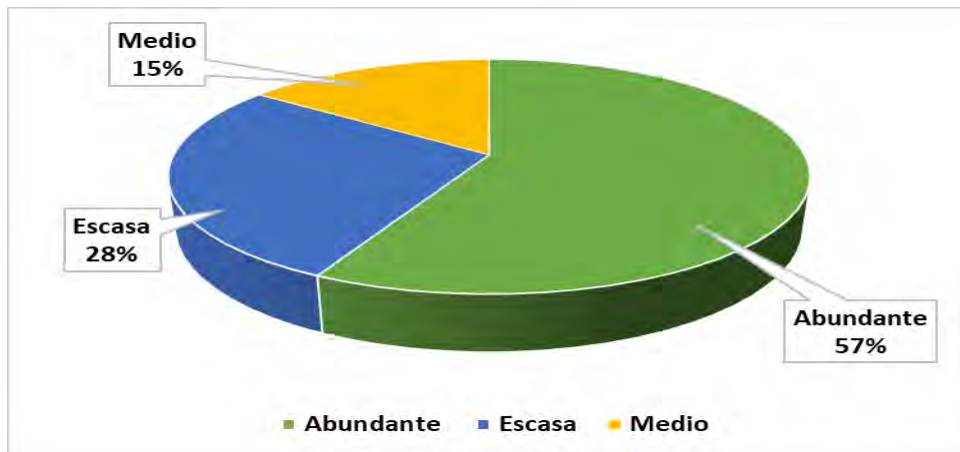
N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS						CUANTITATIVAS						
		Habito de la inflorescencia	Color predominante de la inflorescencia	Color de las bracteas	Color de la flor ligulada	Tipo de la flor ligulada	Color de la flor flosculada	DISCRETAS					CONTINUAS	
								N° de inflorescencia en el tallo principal	N° de flores liguladas	N° de las flores floculadas	N° de las semillas por inflorescencia	N° de las brácteas	Diametro de la inflorescencia	
21	CLLC021	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Tridentada	Amarillo	31	16	76	16	5	3.6	
22	CLLC022	Abundante	Anaranjado	Verde oscuro	Anara. Brillante	Tridentada	Anaranjado	33	16	107	16	5	3.5	
23	CLLC023	Escasa	Anaranjado	Verde oscuro	Anara. Brillante	Bidentada	Amarillo	18	15	88	15	6	3.4	
24	CLLC024	Abundante	Anaranjado	Verde oscuro	Anara. Brillante	Tridentada	Anaranjado	35	16	102	16	7	2.9	
25	CLLC025	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Bidentada	Amarillo	37	17	97	17	5	3.2	
26	CLLC026	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Bidentada	Anaranjado	30	17	82	17	6	3.3	
27	CLLC027	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Anaranjado	32	18	78	18	6	2.9	
28	CLLC028	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Tridentada	Amarillo	28	15	104	15	5	2.5	
29	CLLC029	Medio	Anaranjado	Verde	Anara. Claro	Bidentada	Anaranjado	21	15	101	15	5	3.3	
30	CLLC030	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Claro	Tridentada	Amarillo	26	16	77	16	6	2.9	
31	CLLC031	Escasa	Anaranjado	Verde oscuro	Anaranjado	Bidentada	Amarillo	17	15	89	15	6	3.2	
32	CLLC032	Medio	Anaranjado	Verde oscuro	Anaranjado	Tridentada	Amarillo	24	17	106	17	5	3.1	
33	CLLC033	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Amarillo	38	18	95	18	6	3.5	
34	CLLC034	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Bidentada	Anaranjado	28	16	98	16	5	2.7	
35	CLLC035	Escasa	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Tridentada	Anaranjado	15	17	82	17	5	3.5	
36	CLLC036	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Anaranjado	26	15	103	15	6	2.8	
37	CLLC037	Abundante	Anaranjado	Verde	Anaranjado	Bidentada	Amarillo	32	18	91	18	5	3.1	
38	CLLC038	Abundante	Anaranjado	Verde	Anara. Brillante	Tridentada	Amarillo	29	17	79	17	6	2.9	
39	CLLC039	Medio	Anaranjado	Verde oscuro	Anara. Brillante	Bidentada	Anaranjado	21	15	101	16	5	3.1	
40	CLLC040	Medio	Anaranjado	Verde oscuro	Anaranjado	Bidentada	Amarillo	25	16	89	17	5	3.1	
		Ab=23	An=40	Vr=29	An=19	Bd=23	An=20	X	26.225	15.95	91.85	16.075	5.525	2.9475
		Es=11		Vo=11	AnBr=16	Td=17	Am=20	LS	40	18	109	18	7	3.8
		Md=6			AnC=5			LI	15	14	68	14	5	0.9
								R	25	4	41	4	2	2.9

Tabla N°23

Hábito de Inflorescencia

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Abundante	23	57%
Escasa	11	28%
Media	6	15%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 16: Hábito de Inflorescencia



Del Grafico N°17: Habito de inflorescencia

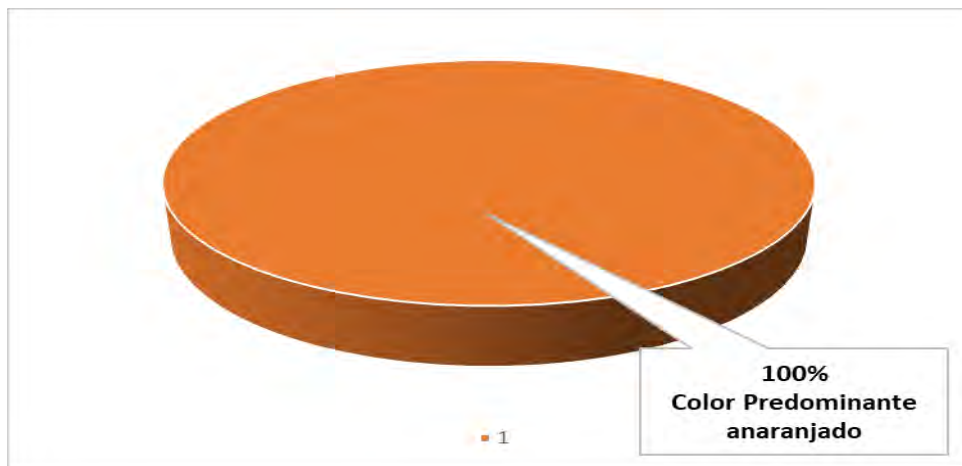
El hábito de inflorescencia se presentó con diferentes niveles de abundancia entre las accesiones evaluadas. Se registró que 23 accesiones presentaron inflorescencia abundante, 6 accesiones mostraron inflorescencia media y 11 accesiones presentaron inflorescencia escasa, evidenciando variación en la expresión floral del material evaluado.

Tabla N°24

Color predominante de la Inflorescencia

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Anaranjado	40	100%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 18: Color predominante de la Inflorescencia



Del Grafico N°18: Color predominante de la inflorescencia

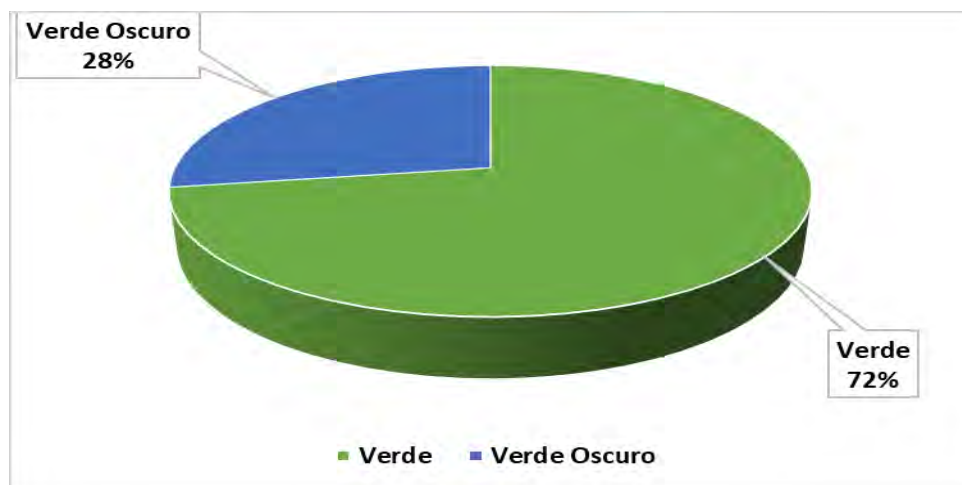
El color de la inflorescencia se presentó en todas las accesiones evaluadas, registrándose que el 100% presentó coloración anaranjada. Este carácter está determinado principalmente por la presencia de flores liguladas y flosculadas, las cuales conforman la inflorescencia y contribuyen a su apariencia característica.

Tabla N°25

Color de las brácteas

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Verde	29	72%
Verde oscuro	11	28%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 17: Color de las brácteas



Del Grafico N°19: Color de brácteas

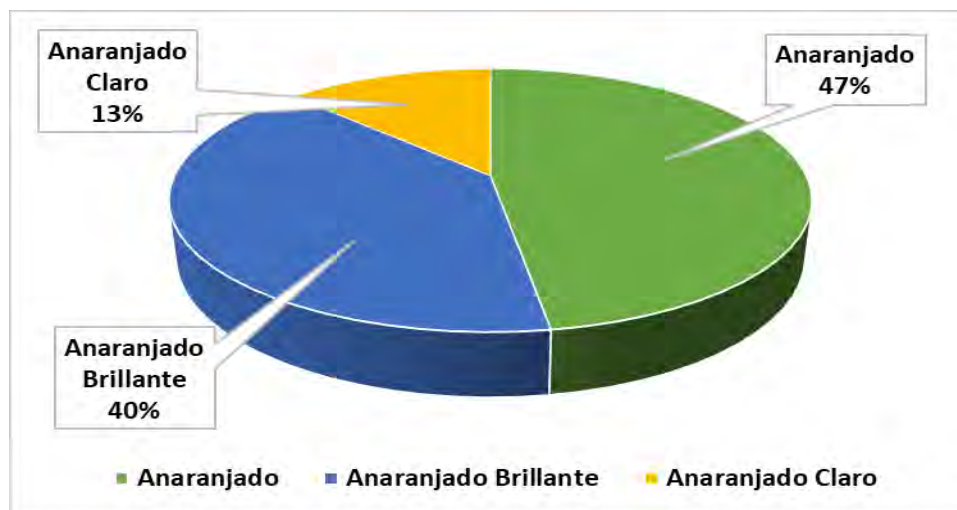
En cuanto al color de brácteas, las accesiones presentaron variaciones dentro de tonalidades verdes. Se observó que 29 accesiones presentaron brácteas de color verde, mientras que 11 accesiones mostraron brácteas de color verde oscuro.

Tabla N°26

Color de la flor ligulada

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Anaranjado	19	47%
Anaranjado brillante	16	40%
Anaranjado claro	5	13%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 18: Color de la flor ligulada



Del Grafico N°20: Color de la flor ligulada

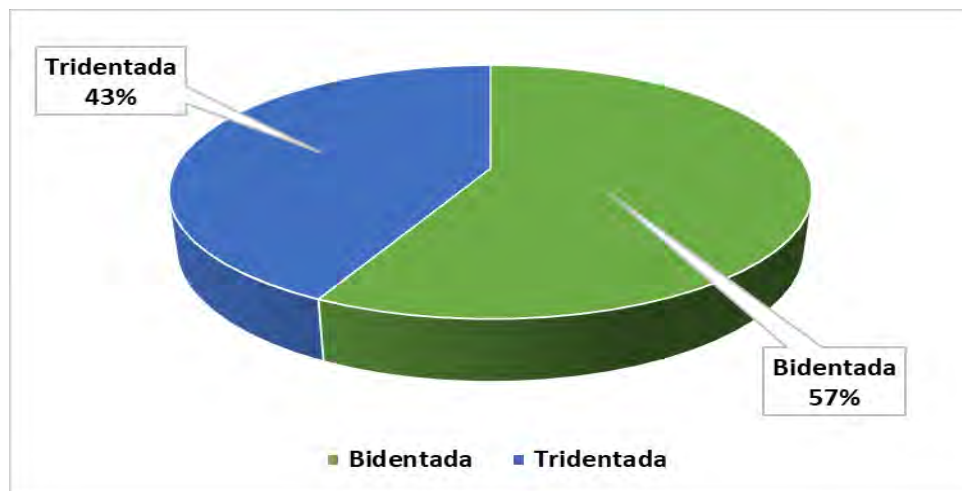
El color de la flor ligulada, considerado uno de los caracteres más vistosos por su influencia directa en la coloración general de la inflorescencia, presentó tres tonalidades principales. Se registró que 19 accesiones presentaron color anaranjado, 16 accesiones presentaron anaranjado brillante y 5 accesiones mostraron color anaranjado claro.

Tabla N°27

Tipo de la Flor ligulada

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Bidentada	23	57%
Tridentada	17	43%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 19: Tipo de la Flor ligulada



Del Grafico N°21: Tipo de flor ligulada

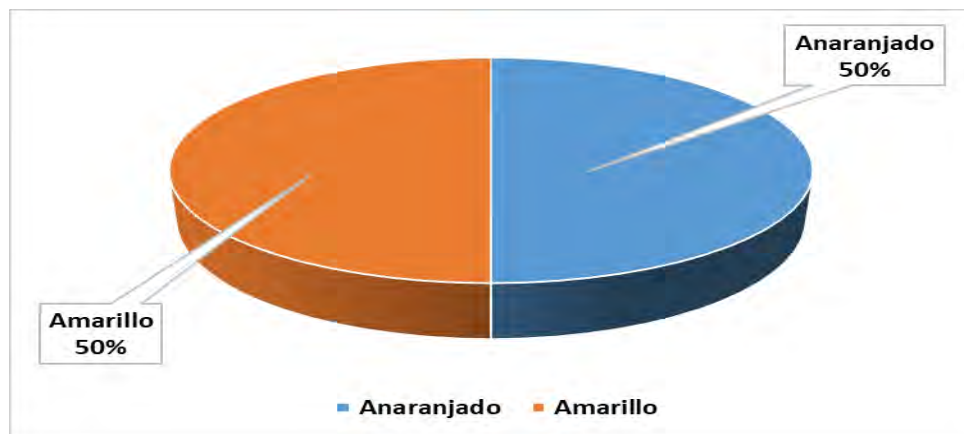
Respecto al tipo de flor ligulada, se registraron dos categorías principales, determinadas por las hendiduras presentes en los pétalos. Se observó que 23 accesiones presentaron flor ligulada bidentada, mientras que 17 accesiones presentaron flor ligulada tridentada. Este carácter influye en la forma de la lígula y tiene importancia en la diferenciación del material evaluado.

Tabla N°28

Color de la flor flosculada

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Anaranjado	20	50%
Amarillo	20	50%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 20: Color de la flor flosculada



Del Grafico N°22: Color de la flor flosculada

El color de la flor flosculada presentó dos tonalidades principales dentro de las accesiones estudiadas. Se registró que 20 accesiones presentaron color amarillo y 20 accesiones presentaron color anaranjado, aportando variación complementaria a la apariencia general de la inflorescencia.

Número de inflorescencia en el tallo principal

El número de inflorescencias en el tallo principal presentó variación entre las accesiones evaluadas. Se registró un valor máximo de 40 inflorescencias en la accesión CLLC018, mientras que el valor mínimo fue de 15 inflorescencias en las accesiones CLLC011 y CLLC035.

Número de brácteas por inflorescencia

El número de brácteas por inflorescencia mostró diferencias entre accesiones. Se registró un valor máximo de 7 brácteas en las accesiones CLLC014 y CLLC024, mientras que el valor mínimo fue de 5 brácteas, el cual se presentó en la mayoría de las accesiones evaluadas.

Número de flores liguladas

El número de flores liguladas, considerado un componente vistoso de la inflorescencia y determinante para su coloración, presentó valores similares entre accesiones. Se registró un valor máximo de 18 flores liguladas en las accesiones CLLC018, CLLC027 y CLLC033, mientras que el valor mínimo fue de 14 flores liguladas en las accesiones CLLC001 y CLLC003.

Número de flores flosculadas

En cuanto al número de flores flosculadas, se registró un valor máximo de 109 flores en la colección CLLC020, mientras que el valor mínimo fue de 68 flores en la colección CLLC006. Estas flores ocupan principalmente la parte central de la inflorescencia y complementan su estructura reproductiva.

Diámetro de inflorescencia.

El diámetro de la inflorescencia presentó variación entre accesiones. Se registró un valor máximo de 3.8 cm en la accesión CLLC008, mientras que el valor mínimo fue de 0.9 cm en la accesión CLLC020.

Número de semillas por inflorescencia

El número de semillas por inflorescencia presentó valores similares entre accesiones. Se registró un valor máximo de 18 semillas en las accesiones CLLC018, CLLC027, CLLC033 y CLLC037, mientras que el valor mínimo fue de 14 semillas en las accesiones CLLC001 y CLLC003.

6.5. Características de hijuelos y corona

Cuadro N° 5: Características de hijuelos y corona

N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS					CUANTITATIVAS		
							DISCRETAS	CONTINUAS	
		Color predominante de los hijuelos	Color secundario de los hijuelos	Distribución color secundario	Forma de los hijuelos	Forma de la corona	Nº de hijuelos	Diámetro de la corona (cm)	Peso de la corona (kg)
1	CLLC001	Blanco	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	10	15	2.17
2	CLLC002	Blanco	Purpura	Jaspe	Irregular	Irregular	23	20	2.86
3	CLLC003	Blanco	Morado	Jaspe	Irregular	Irregular	8	14	2.3
4	CLLC004	Blanco	Morado	Jaspe	Irregular	Irregular	5	11	2.84
5	CLLC005	Morado	Blanco	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	12	13	2.5
6	CLLC006	Blanco	Rosado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	21	18	3.27
7	CLLC007	Rojizo	Morado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	30	29	5.72
8	CLLC008	Blanco	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	7	12	2.38
9	CLLC009	Blanco	Morado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	16	27	3.89
10	CLLC010	Morado	Purpura	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	14	17	3.27
11	CLLC011	Amarillo	Blanco	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	18	15	2.52
12	CLLC012	Blanco	Morado	Jaspe	Irregular	Irregular	6	10	1.03
13	CLLC013	Amarillo	Purpura	Jaspe	Irregular	Irregular	12	16	1.88
14	CLLC014	Blanco	Purpura	Jaspe	Irregular	Irregular	18	15	2.3
15	CLLC015	Amarillo	Morado	Jaspe	Irregular	Irregular	7	10	1.5
16	CLLC016	Amarillo	Blanco	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	23	25	3.2
17	CLLC017	Amarillo	Morado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	12	13	2.1
18	CLLC018	Purpura	Rosado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	25	22	3.6
19	CLLC019	Rojizo	Purpura	Jaspe	Irregular	Irregular	15	18	2.2
20	CLLC020	Amarillo	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	5	7	0.5

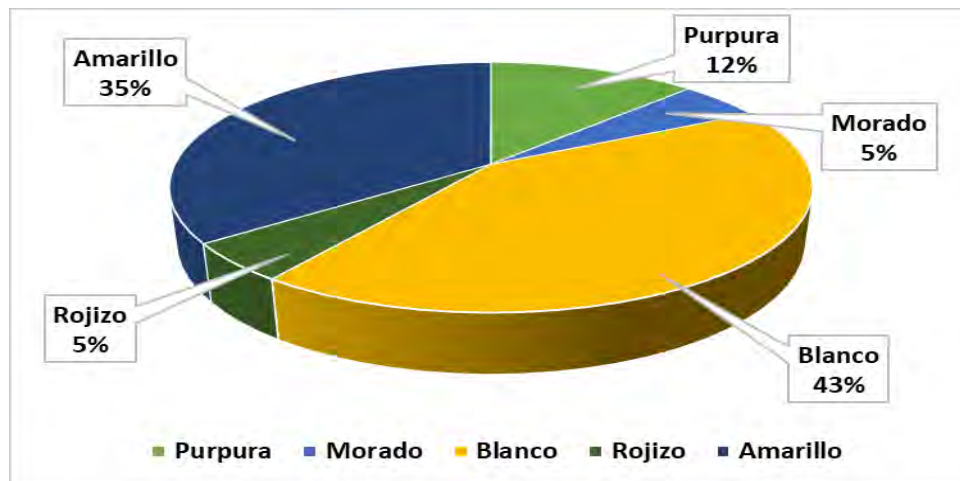
N° de orden	CLAVE	CUALITATIVAS					CUANTITATIVAS		
							DISCRETAS	CONTINUAS	
		Color predominante de los hijuelos	Color secundario de los hijuelos	Distribución color secundario	Forma de los hijuelos	Forma de la corona	Nº de hijuelos	Diámetro de la corona (cm)	Peso de la corona (kg)
21	CLLC021	Purpura	Morado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	35	35	4.73
22	CLLC022	Purpura	Morado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	32	29	3.24
23	CLLC023	Amarillo	Morado	Jaspe	Irregular	Irregular	7	13	1.8
24	CLLC024	Blanco	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	8	13	1.1
25	CLLC025	Purpura	Morado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	23	27	2.7
26	CLLC026	Blanco	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	15	20	3.1
27	CLLC027	Purpura	Rosado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	25	20	3.74
28	CLLC028	Amarillo	Blanco	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	5	7	1.06
29	CLLC029	Blanco	Rosado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	10	15	2.09
30	CLLC030	Amarillo	Morado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	15	23	3.56
31	CLLC031	Blanco	Purpura	Jaspe	Irregular	Irregular	7	10	0.97
32	CLLC032	Amarillo	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	10	14	1.87
33	CLLC033	Blanco	Morado	Jaspe	Irregular	Irregular	18	24	2.8
34	CLLC034	Amarillo	Rosado	Uniformne distribuido	Irregular	Irregular	14	13	1.72
35	CLLC035	Amarillo	Morado	Jaspe	Irregular	Irregular	7	16	1.58
36	CLLC036	Blanco	Purpura	Jaspe	Irregular	Irregular	12	15	3.09
37	CLLC037	Amarillo	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	15	20	3.79
38	CLLC038	Blanco	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	8	13	1.34
39	CLLC039	Amarillo	Rosado	Jaspe	Irregular	Irregular	9	11	1.88
40	CLLC040	Blanco	Morado	Jaspe	Irregular	Irregular	7	9	2.21
		Pr=5	Bl=4	Ud=17	Ir=40	Ir=40	X	14.225	16.85
		Mo=2	Rs=14	Js=23			LS	35	35
		Bl=17	Mo=15				LI	5	7
		Rjz=2	Pr=7				R	30	28
		Am=14							

Tabla N°29

Color predominante de los hijuelos

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Púrpura	5	12%
Morado	2	5%
Blanco	17	43%
Rojizo	2	5%
Amarillo	14	35%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 21: Color predominante de los hijuelos



Del Grafico N°23: Color predominante de hijuelos

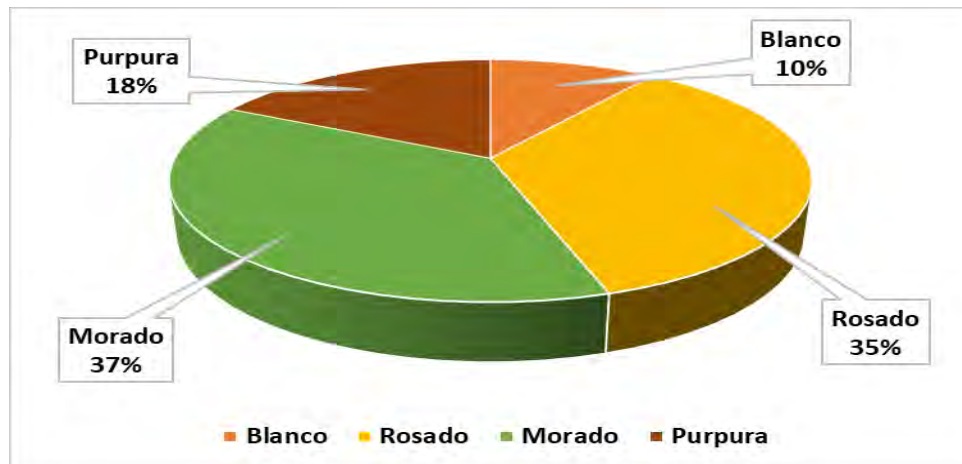
El color predominante de los hijuelos presentó variabilidad entre accesiones, considerándose un carácter diferenciador. Se registraron 17 accesiones con hijuelos de color blanco, siendo el color más frecuente; además, se observaron 14 accesiones con color amarillo, 5 accesiones con color púrpura, 2 accesiones con color morado y 2 accesiones con color rojizo.

Tabla N°30

Color secundario de los hijuelos

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Blanco	4	10%
Rosado	14	35%
Morado	15	37%
Púrpura	7	18%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 22: Color secundario de los hijuelos



Del Grafico N°24: Color secundario de hijuelos

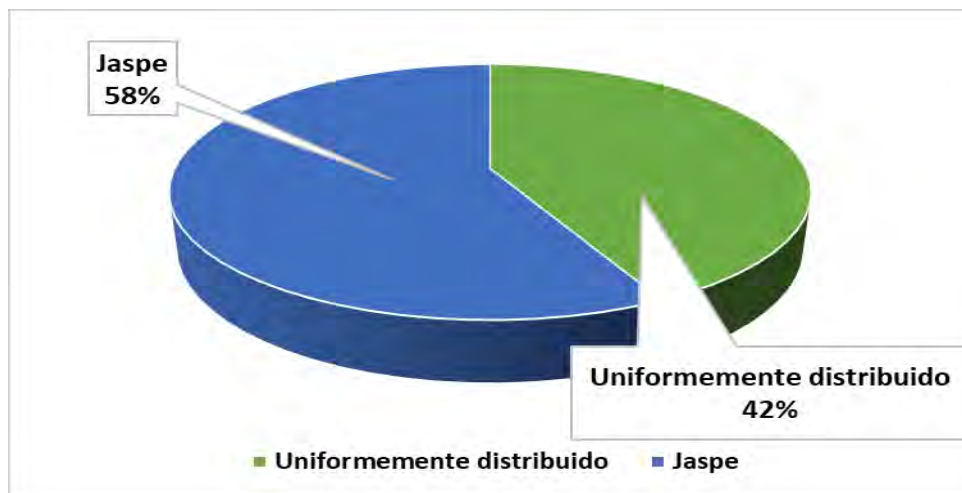
En el caso del color secundario de hijuelos, se observaron diferentes tonalidades complementarias. Se registraron 15 accesiones con color secundario morado, 14 accesiones con color rosado, 7 accesiones con color púrpura y 4 accesiones con color blanco, siendo esta última tonalidad la menos frecuente dentro del material evaluado.

Tabla N°31

Distribución de color secundario

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Uniforme distribuido	17	42%
Jaspe	23	58%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 23: Distribución de color secundario



Del Grafico N°25: Distribución del color secundario

La distribución del color secundario en los hijuelos presentó dos formas principales. Se registró que en 17 accesiones el color secundario se distribuyó de manera uniforme, mientras que en 23 accesiones se presentó en forma de jaspes, evidenciando patrones de distribución diferenciados entre accesiones.

Forma de los hijuelos

La forma de los hijuelos es una característica propia del cultivo evaluado. En el presente estudio se observó que el 100% de las accesiones presentaron hijuelos de forma no determinada o irregular. Esto puede explicarse debido a que la corona constituye un órgano de sostén de las raíces reservantes y fibrosas, adoptando diferentes formas según la acumulación de nutrientes y tejido fibroso. Asimismo, los hijuelos pueden variar en su forma dependiendo de factores como el tipo de suelo y las condiciones del terreno donde se desarrolla el yacón.

Forma de la corona

En cuanto a la forma de la corona, se observó que el 100% de las accesiones presentaron una forma irregular, lo cual constituye un carácter predominante en el material estudiado.

Número de hijuelos por plantas

El número de hijuelos por planta es un carácter importante, ya que determina el potencial de formación de nuevas plantas a partir del material vegetativo. En las accesiones evaluadas se registró un valor máximo de 35 hijuelos en la colección CLLC021, mientras que el valor mínimo fue de 5 hijuelos en las accesiones CLLC004, CLLC020 y CLLC028.

Diámetro de la corona

El diámetro de la corona es una característica relevante, debido a que se relaciona con la capacidad del órgano para sostener raíces y el desarrollo de hijuelos. Se registró un valor máximo de 35 cm en la colección CLLC021, mientras que el valor mínimo fue de 7 cm en las accesiones CLLC020 y CLLC028. Estos resultados evidencian diferencias

entre accesiones en cuanto al desarrollo de la corona y su relación con el número de hijuelos.

Peso de la corona

El peso de la corona presentó variación entre accesiones, asociada principalmente al tamaño del tallo subterráneo y a la cantidad de hijuelos adheridos. Se registró el mayor valor con 5.72 kg en la accesión CLLC007, mientras que el menor valor fue de 0.50 kg en la colección CLLC020.

6.6. Características de la raíz reservante

Cuadro N° 6: Características de la raíz reservante

CLAVE	CUALITATIVAS						CUANTITATIVAS	
	Forma de la raíz reservante	Color predominante de la piel	Tipo de piel	Color predominante de la pulpa	Color secundario de la pulpa	Distribucion del color secundario	CONTINUAS	
							Longitud de la raíz reservante(cm)	Diametro de la raíz reservante
CLLC001	Cilindrico	Crema	Ligeramente L	Amarillo palido	Crema	Radios	16	6
CLLC002	Oblongo	Crema Oscuro	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Cortical	19	10
CLLC003	Cilindrico	Crema Oscuro	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	22	12
CLLC004	Cilindrico	Crema Oscuro	Ligeramente L	Blanco	Crema	Uniforme	20	9
CLLC005	Fusiforme	Rosado	Ligeramente L	Blanco	Crema	Uniforme	21	9
CLLC006	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Cortical	22	8
CLLC007	Cilindrico	Purpura	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	35	7
CLLC008	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	27	9
CLLC009	Oblongo	Rosado	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Cortical	19	9
CLLC010	Fusiforme	Purpura	Ligeramente L	Blanco	Crema	Cortical	25	8
CLLC011	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Radios	26	10
CLLC012	Cilindrico	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Cortical	22	6
CLLC013	Cilindrico	Purpura	Ligeramente L	Blanco	Crema	Uniforme	24	6
CLLC014	Fusiforme	Crema Oscuro	Ligeramente L	Amarillo palido	Morado	Uniforme	25	7
CLLC015	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Blanco	Morado	Radios	15	6
CLLC016	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Crema	Crema	Uniforme	23	8
CLLC017	Oblongo	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	22	8
CLLC018	Cilindrico	Purpura	Ligeramente L	Blanco	Crema	Uniforme	23	9
CLLC019	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Morado	Radios	24	9
CLLC020	Cilindrico	Crema	Ligeramente L	Blanco	Crema	Uniforme	17	5

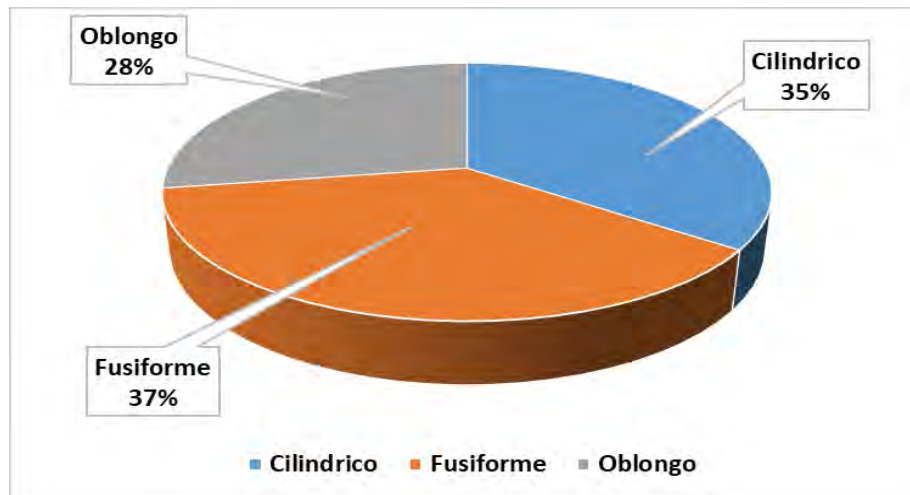
CLAVE	CUALITATIVAS						CUANTITATIVAS		
							CONTINUAS		
	Forma de la raíz reservante	Color predominante de la piel	Tipo de piel	Color predominante de la pulpa	Color secundario de la pulpa	Distribucion del color secundario	Longitud de la raíz reservante(cm)	Diametro de la raíz reservante	
CLLC021	Cilindrico	Purpura	Ligeramente L	Blanco	Crema	Uniforme	28	10	
CLLC022	Oblongo	Purpura	Ligeramente L	Blanco	Crema	Cortical	22	8	
CLLC023	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Cortical	26	8	
CLLC024	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	31	12	
CLLC025	Fusiforme	Purpura	Ligeramente L	Blanco	Crema	Uniforme	29	10	
CLLC026	Cilindrico	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	24	9	
CLLC027	Fusiforme	Purpura	Ligeramente L	Amarillo palido	Crema	Cortical	25	10	
CLLC028	Oblongo	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	20	9	
CLLC029	Oblongo	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Radios	16	11	
CLLC030	Cilindrico	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Morado	Radios	28	9	
CLLC031	Oblongo	Crema	Ligeramente L	Blanco	Crema	Uniforme	20	8	
CLLC032	Cilindrico	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	40	11	
CLLC033	Oblongo	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	23	11	
CLLC034	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	24	12	
CLLC035	Oblongo	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Cortical	17	8	
CLLC036	Oblongo	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	24	9	
CLLC037	Cilindrico	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	27	10	
CLLC038	Oblongo	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Uniforme	28	9	
CLLC039	Cilindrico	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Radios	22	6	
CLLC040	Fusiforme	Crema	Ligeramente L	Amarillo naranja	Crema	Cortical	36	11	
	Cil=14	Rsd=2					X	23.925	8.8
	Fs=15	CrO=4	LigL=40	B=12	Cr=36	Un=23	LS	40	12
	Obl=11	Cr=26		AmN=25	Mo=4	Cor=10	LI	15	5
		Pr=8		AmP=3		Rad=7	R	25	7

Tabla N°32

Forma de la raíz reservante

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Cilíndrico	14	35%
Fusiforme	15	37%
Oblongo	11	28%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 24: Forma de la raíz reservante



Del Grafico N°26: Forma de raíz

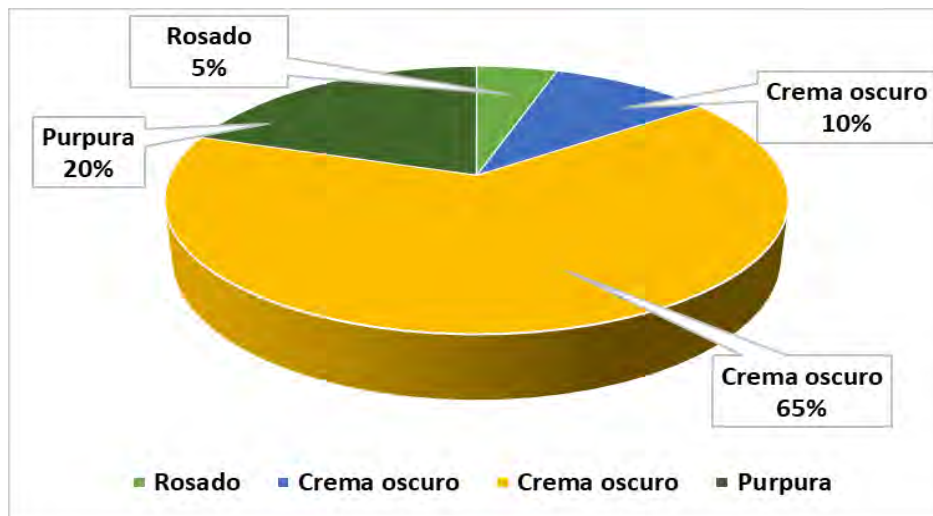
La forma de la raíz reservante presentó variación entre las accesiones evaluadas, observándose tres tipos principales. Se registró que 14 accesiones presentaron forma cilíndrica, 15 accesiones presentaron forma fusiforme y 11 accesiones presentaron forma oblongada.

Tabla N°33

Color predominante de la piel

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Rosado	2	5%
Crema oscuro	4	10%
Crema	26	65%
Púrpura	8	20%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 25: Color predominante de la piel



Del Grafico N°27: Color predominante de la piel

El color de piel mostró variabilidad, considerándose un carácter de alta importancia debido a que está asociado principalmente a factores genéticos propios de cada accesión. La coloración se evaluó al momento de la cosecha, registrándose que 26 accesiones presentaron color crema, siendo el más predominante; además, 4 accesiones presentaron color crema oscuro, 8 accesiones color púrpura y 2 accesiones color rosado.

Tabla N°34

Tipo de piel

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Ligeramente lisa	40	100%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 26: Tipo de piel



Del Grafico N°28: Tipo de piel

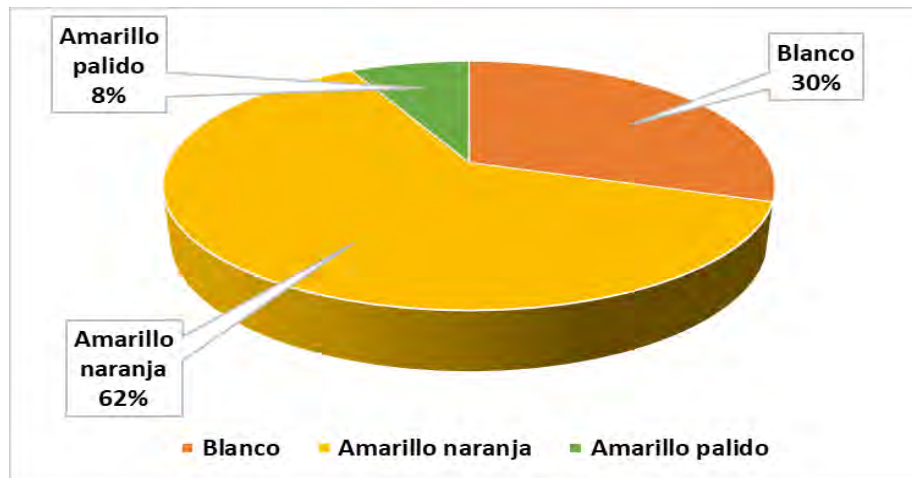
En cuanto al tipo de piel, no se evidenció variación entre las accesiones evaluadas, ya que el 100% presentó piel ligeramente lisa, con presencia de algunas asperezas. Esta característica puede explicarse principalmente por la influencia de la textura del suelo, debido a que partículas adheridas o irregularidades en el terreno pueden afectar la apariencia superficial de las raíces reservantes.

Tabla N°35

Color predominante de la pulpa

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Blanco	12	30%
Amarillo naranja	25	62%
Amarillo pálido	3	8%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 27: Color predominante de la pulpa



Del Grafico N°29: Color de pulpa

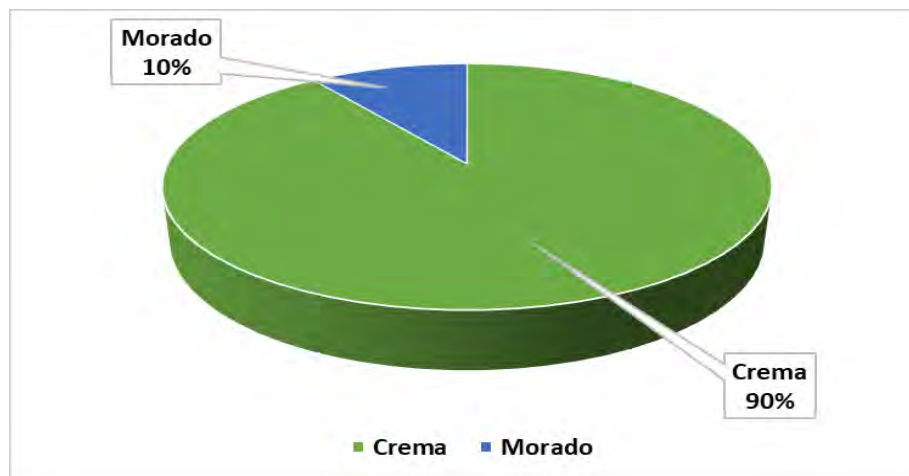
El color de pulpa fue una de las características más relevantes para diferenciar las accesiones, debido a que generalmente está relacionado con la denominación vulgar del cultivo y su aceptación en el consumo. Se observó que 25 accesiones presentaron pulpa de color amarillo naranja, mientras que 12 accesiones presentaron pulpa de color blanco y 3 accesiones presentaron pulpa de color blanco cristalino.

Tabla N°36

Color secundario de la pulpa

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Crema	36	90%
Morado	4	10%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 28: Color secundario de la pulpa



Del Grafico N°30: Color secundario de pulpa

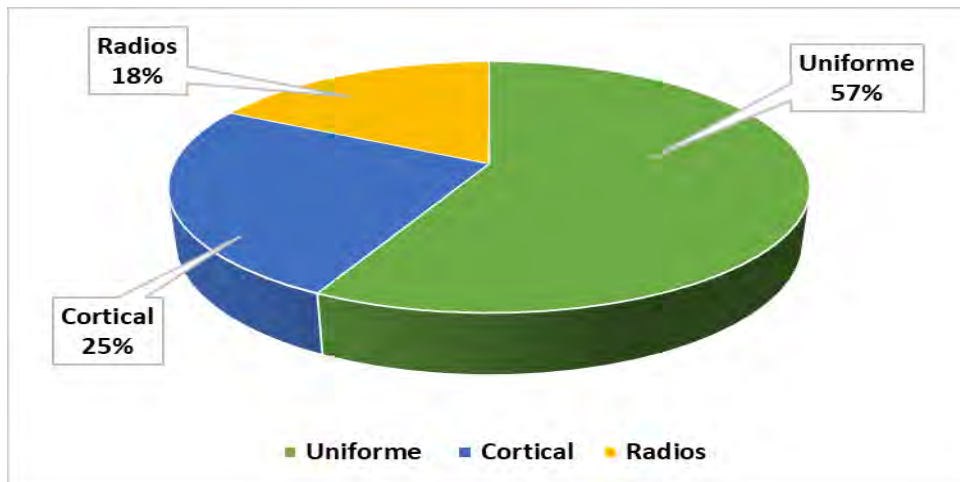
Respecto al color secundario de pulpa, se registró que 36 accesiones presentaron color secundario crema, mientras que 4 accesiones presentaron color secundario morado, siendo este último el menos frecuente.

Tabla N°37

Distribución del color secundario

ESTADO	ACCESIONES REGISTRADAS	PORCENTAJE (%)
Uniforme	23	57%
Cortical	10	25%
Radios	7	18%
TOTAL	40	100%

Gráfico N° 29: Distribución del color secundario



Del Grafico N°31: Distribución de color secundario

La distribución del color secundario se presentó en diferentes patrones, registrándose que 23 accesiones lo presentaron de forma uniforme, 10 accesiones mostraron distribución en la zona cortical, y 7 accesiones presentaron distribución en forma de radios.

Longitud de raíz reservante

La longitud de las raíces reservantes presentó diferencias entre accesiones. Se registró un valor máximo de 40 cm en la colección CLLC032, mientras que el valor mínimo fue de 15 cm en la colección CLLC015.

Diámetro de la raíz reservante.

El diámetro de la raíz reservante también mostró variación entre las accesiones evaluadas. Se registró un valor máximo de 12 cm en las accesiones CLLC003, CLLC024 y CLLC034, mientras que el valor mínimo fue de 5 cm en la accesión CLLC020.

6.7. Características agronómicas

Cuadro N° 7: Características agronómicas

N° de orden	CLAVE	CUANTITATIVAS				
		N° de raíces reservantes	Peso de la corona(kg)	Peso de la raíz reservante(kg)	Rendimiento de la raíz reservante (kg/ha)	Rendimiento raíz reservante (t/ha)
1	CLLC001	8	2.17	0.66	8,250.00	8.25
2	CLLC002	15	2.86	5.71	71,375.00	71.38
3	CLLC003	20	2.30	2.90	36,250.00	36.25
4	CLLC004	8	1.84	1.18	14,750.00	14.75
5	CLLC005	13	2.50	2.22	27,750.00	27.75
6	CLLC006	17	3.27	4.40	55,000.00	55.00
7	CLLC007	34	5.72	6.66	83,250.00	83.25
8	CLLC008	18	2.38	5.05	63,125.00	63.13
9	CLLC009	24	3.89	5.40	67,500.00	67.50
10	CLLC010	20	3.27	3.87	48,375.00	48.38
11	CLLC011	26	2.52	7.78	97,250.00	97.25
12	CLLC012	12	1.03	1.22	15,250.00	15.25
13	CLLC013	14	1.88	3.12	39,000.00	39.00
14	CLLC014	24	2.30	7.47	93,375.00	93.38
15	CLLC015	9	1.50	0.81	10,125.00	10.13
16	CLLC016	30	3.20	3.91	48,875.00	48.88
17	CLLC017	21	2.10	3.88	48,500.00	48.50
18	CLLC018	22	3.60	3.05	38,125.00	38.13
19	CLLC019	21	2.20	4.81	60,125.00	60.13
20	CLLC020	5	0.50	0.43	5,375.00	5.38
21	CLLC021	47	4.73	8.71	108,875.00	108.88
22	CLLC022	26	3.24	5.18	64,750.00	64.75
23	CLLC023	12	1.80	2.49	31,125.00	31.13
24	CLLC024	9	1.10	2.70	33,750.00	33.75
25	CLLC025	23	2.70	6.00	75,000.00	75.00
26	CLLC026	22	3.10	4.12	51,500.00	51.50
27	CLLC027	17	3.74	5.29	66,125.00	66.13
28	CLLC028	8	1.06	1.45	18,125.00	18.13
29	CLLC029	11	2.09	1.49	18,625.00	18.63
30	CLLC030	24	3.56	6.96	87,000.00	87.00
31	CLLC031	10	0.97	0.88	11,000.00	11.00
32	CLLC032	13	1.89	3.68	46,000.00	46.00
33	CLLC033	18	2.80	5.66	70,750.00	70.75
34	CLLC034	10	1.72	2.75	34,375.00	34.38
35	CLLC035	17	1.58	3.35	41,875.00	41.88
36	CLLC036	18	3.09	6.02	75,250.00	75.25
37	CLLC037	23	3.79	5.28	66,000.00	66.00
38	CLLC038	24	1.34	3.29	41,125.00	41.13
39	CLLC039	18	1.88	2.54	31,750.00	31.75
40	CLLC040	22	2.21	3.67	45,875.00	45.88
	X	18.325	2.4855	3.901	48,762.50	48.76
	LS	47	5.72	8.71	108,875.00	108.88
	LI	5	0.5	0.43	5,375.00	5.38
	R	42	5.22	8.28	103,500.00	103.50

Del cuadro N°7: De la evaluación agronómica

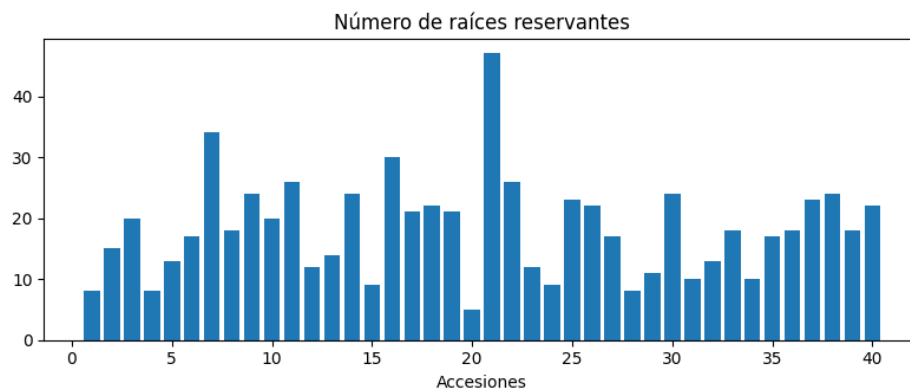
Las características agronómicas evaluadas en las 40 accesiones de yacón pueden estar influenciadas principalmente por la disponibilidad de nutrientes, la humedad del suelo, las condiciones ambientales y el manejo agronómico realizado durante el desarrollo del cultivo.

Tabla N°38

Número de raíces reservantes por planta

Estadístico	Valor
Promedio ($\bar{X}$)	18
Valor máximo	47
Valor mínimo	5
Rango	42

Gráfico N° 32: Número de raíces reservantes por planta.



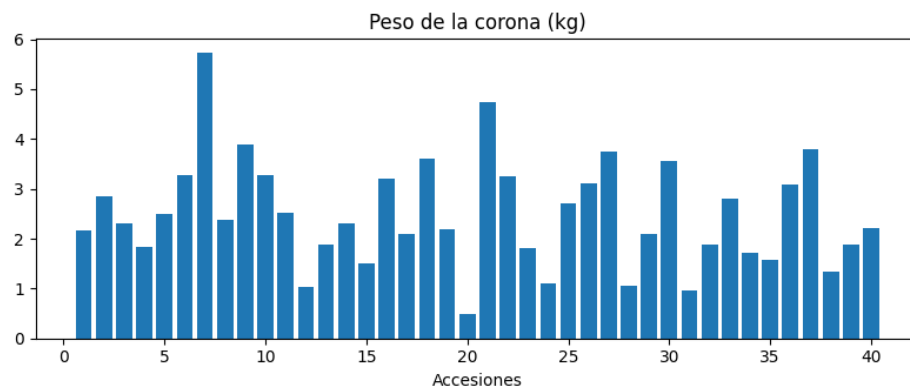
El número de raíces reservantes por planta presentó variación entre las accesiones evaluadas. Se obtuvo un promedio de 18 raíces reservantes por planta, registrándose un valor máximo de 47 raíces y un valor mínimo de 5 raíces.

Tabla N°39

Peso de corona

Estadístico	Valor
Promedio ($\bar{X}$)	2.49
Valor máximo	5.72
Valor mínimo	0.50
Rango	5.22

Gráfico N° 33: Peso de corona



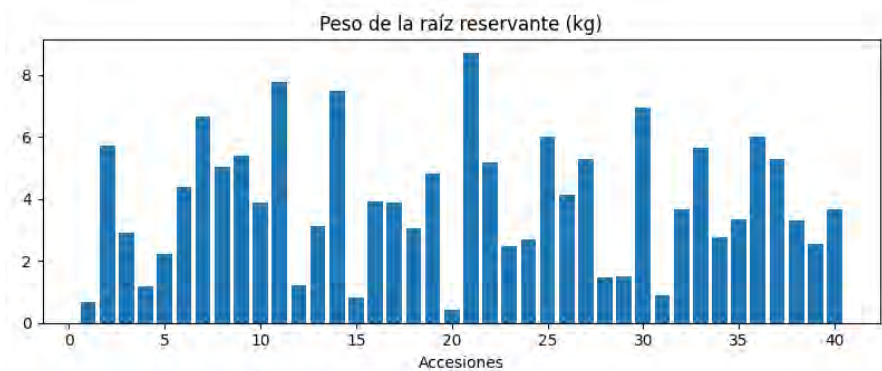
Respecto al peso de corona, se registró un promedio de 2.5 kg, con un valor máximo de 5.7 kg y un valor mínimo de 0.50 kg, evidenciándose diferencias entre las accesiones evaluadas.

Tabla N°40

Peso de raíces reservantes

Estadístico	Valor
Promedio ($\bar{X}$)	3.90
Valor máximo	8.71
Valor mínimo	0.43
Rango	8.28

Gráfico N° 34: Peso de raíces reservantes



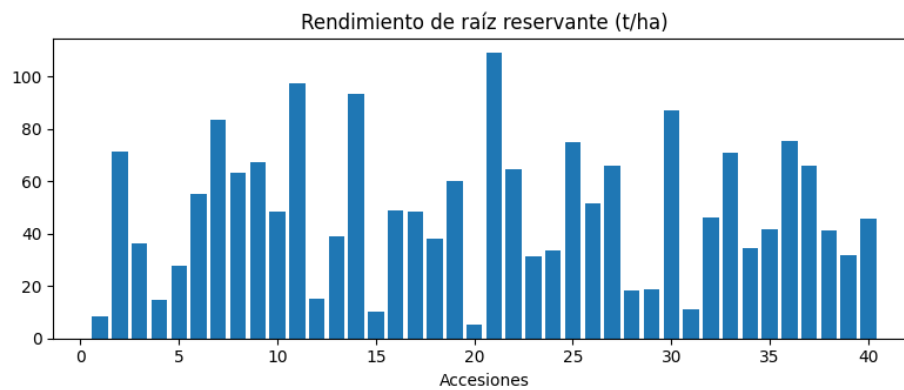
En cuanto al peso de raíces reservantes, se obtuvo un promedio de 3.9 kg por planta, registrándose un valor máximo de 8.71 kg y un valor mínimo de 0.43 kg.

Tabla N°41

Rendimiento de raíz reservante

Estadístico	Valor
Promedio ($\bar{X}$)	48.76
Valor máximo	108.88
Valor mínimo	5.38
Rango	103.50

Gráfico N° 35: Rendimiento de raíz reservante



El rendimiento estimado de raíces reservantes presentó un promedio de 48.76 t/ha, calculado a partir del peso de raíces reservantes por planta y la densidad de siembra utilizada en el experimento. Estos resultados evidencian variabilidad agronómica entre las accesiones de yacón evaluadas, lo que permite identificar materiales con mayor potencial productivo para futuros trabajos de selección y conservación.

6.8. Características fenológicas

Cuadro N° 8: Características fenológicas

N° de orden	CLAVE	N° de días de Emergencia	N° de días a la formacion del boton floral	N° de días al inicio de la floracion	N° de días al final de la floracion	N° de días a la cosecha
1	CLLC001	36	188	218	244	279
2	CLLC002	29	168	202	234	279
3	CLLC003	29	179	215	240	279
4	CLLC004	29	176	220	239	279
5	CLLC005	44	168	204	236	279
6	CLLC006	29	168	210	240	279
7	CLLC007	22	152	189	220	279
8	CLLC008	22	153	189	225	279
9	CLLC009	29	170	222	240	279
10	CLLC010	29	182	230	245	279
11	CLLC011	29	170	220	234	279
12	CLLC012	44	188	218	244	279
13	CLLC013	29	179	215	240	279
14	CLLC014	29	179	220	239	280
15	CLLC015	29	184	204	236	280
16	CLLC016	36	188	220	244	280
17	CLLC017	29	182	215	240	280
18	CLLC018	22	150	189	225	280
19	CLLC019	36	179	218	245	280
20	CLLC020	44	190	222	240	280
21	CLLC021	22	153	189	225	280
22	CLLC022	22	168	210	240	280
23	CLLC023	29	184	204	236	280
24	CLLC024	29	153	189	236	280
25	CLLC025	22	150	185	234	280
26	CLLC026	22	156	189	239	280
27	CLLC027	22	150	185	236	280
28	CLLC028	44	190	220	245	280
29	CLLC029	44	188	219	244	280
30	CLLC030	36	179	220	239	281
31	CLLC031	44	184	215	245	281
32	CLLC032	29	156	189	236	281
33	CLLC033	29	170	215	234	281
34	CLLC034	44	190	222	244	281
35	CLLC035	44	188	219	245	281
36	CLLC036	29	182	215	240	281
37	CLLC037	22	152	185	225	281
38	CLLC038	44	190	225	245	281
39	CLLC039	44	182	218	240	281
40	CLLC040	36	188	217	246	281
	X	32.05	173.65	209.25	238.1	279.95
	LS	44	190	230	246	281
	LI	22	150	185	220	279
	R	22	40	45	26	2

Del cuadro N°8: De la evaluación fenológica

Cuadro N° 9: Fases Fenológicas

Fases Fenológicas	Emergencia	Botón floral	Floración	Final de la floración	Cosecha
Duración de (Días)	22	150	185	220	279
T° Min (°C)	6.5	8.2	1	1	1
T° Max(°C)	25.6	23.2	24	24.8	22.2
T° Prom	16.5	15.7	12.5	12.9	11.6
HR (%)	68.9	77.1	71.2	71.3	68.2
P.P (mm)	0	1.7	0	0	0
pH	7.4	7.4	7.6	7.4	7.2

Las características fenológicas evaluadas en las 40 accesiones de yacón presentaron variación durante las diferentes fases de desarrollo del cultivo. Estas diferencias pueden estar influenciadas por las condiciones ambientales registradas durante la campaña agrícola, como temperatura, humedad relativa, precipitación, pH del suelo y por la respuesta propia de cada accesión.

Días al inicio de la emergencia.

El número de días al inicio de la emergencia presentó variación entre las accesiones evaluadas. Se obtuvo un promedio de **32.05 días**, registrándose un valor máximo de **44 días** y un valor mínimo de **22 días**. Esta fase se presentó bajo una temperatura promedio de **16.5 °C**, humedad relativa de **68.9 %**, precipitación de **0 mm/día** y pH de **7.4**.

Días a la formación del botón floral.

La formación del botón floral evidenció diferencias entre las accesiones. Se registró un promedio de **173.65 días**, con un valor máximo de **190 días** y un valor mínimo

de **150 días**. Esta fase ocurrió bajo una temperatura promedio de **15.7 °C**, humedad relativa de **77.1 %**, precipitación de **1.7 mm/día** y pH de **7.4**.

Días al inicio de la floración.

El inicio de la floración ocurrió en diferentes momentos según las accesiones evaluadas. Se obtuvo un promedio de **209.25 días**, registrándose un valor máximo de **230 días** y un valor mínimo de **185 días**. Esta fase se presentó bajo una temperatura promedio de **12.5 °C**, humedad relativa de **71.2 %**, precipitación de **0 mm/día** y pH de **7.6**.

Días al final de la floración.

El final de la floración también presentó variación entre las accesiones. Se registró un promedio de **238.10 días**, con un valor máximo de **246 días** y un valor mínimo de **220 días**. Esta fase ocurrió bajo una temperatura promedio de **12.9 °C**, humedad relativa de **71.3 %**, precipitación de **0 mm/día** y pH de **7.4**.

Días a la cosecha.

El número de días a la cosecha mostró valores relativamente cercanos entre las accesiones evaluadas. Se obtuvo un promedio de **280 días**, registrándose un valor máximo de **281 días** y un valor mínimo de **279 días**. Esta fase se realizó bajo una temperatura promedio de **11.6 °C**, humedad relativa de **68.2 %**, precipitación de **0 mm/día** y pH de **7.2**.

En general, los resultados fenológicos evidenciaron variación entre accesiones, principalmente en las fases de emergencia, formación del botón floral e inicio de floración, mientras que el tiempo a cosecha presentó menor variación.

6.9. Discusión de resultados

En la presente investigación se evidenció variabilidad botánica, agronómica y fenológica entre las 40 accesiones de yacón evaluadas en condiciones de K'ayra. En las características de planta, predominó el hábito de crecimiento erecto, el vigor robusto y la ramificación enramada de tipo basal, lo cual indica un buen desarrollo vegetativo del material genético evaluado. Asimismo, la altura de planta presentó valores importantes, alcanzando un máximo de 2.35 m y un mínimo de 1.30 m, lo que demuestra diferencias entre accesiones en cuanto a crecimiento y porte de planta.

Estos resultados son superiores a lo reportado por (Hernán, 1998), quien en K'ayra evaluó 45 genotipos de llacón y registró una altura de planta de 1.85 m, además de predominio de hábito erecto y semierecto. De manera similar, (Perlacio, 2011), en Chancamayo, Cusco, reportó 12 entradas con hábito erecto, 24 semierectas y 28 robustas. Esta comparación permite señalar que las accesiones evaluadas en la presente investigación mantienen características botánicas similares en hábito y vigor, pero muestran mayor altura de planta, posiblemente por diferencias genéticas, manejo agronómico y condiciones ambientales de K'ayra.

Respecto a las características de hoja y tallo, se observó variabilidad en forma de hoja, color del haz y envés, pubescencia, color de tallo y diámetro. Estos resultados coinciden con (Polanco, 2011), quien al caracterizar diez biotipos de yacón en Colombia también reportó diferencias morfoagronómicas en altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas, hojas por tallo y dimensiones foliares. Por tanto, la variación observada en las accesiones de K'ayra confirma que los caracteres botánicos permiten diferenciar materiales de yacón y son útiles para la caracterización de germoplasma.

En la evaluación agronómica, las accesiones presentaron amplia variabilidad en número de raíces reservantes, peso de corona, peso de raíces y rendimiento estimado. El número de raíces reservantes presentó un promedio de 18.33 raíces por planta, con un máximo de 47 raíces en la accesión CLLC021 y un mínimo de 5 raíces en CLLC020. El peso de corona tuvo un promedio de 2.5 kg, con un máximo de 5.72 kg en CLLC007 y un mínimo de 0.50 kg en CLLC020. Asimismo, el peso de raíces reservantes alcanzó un promedio de 3.90 kg/planta, con un valor máximo de 8.71 kg en CLLC021 y un mínimo de 0.43 kg en CLLC020. Estos resultados evidencian diferencias productivas importantes entre accesiones.

Al comparar estos resultados con (Perlacio, 2011), quien reportó 5.2 kg/planta, 13.4 raíces por planta y 1.8 kg de peso de corona, se observa que el promedio de peso de raíces de la presente investigación fue menor; sin embargo, el número promedio de raíces y el peso promedio de corona fueron superiores. Además, algunas accesiones como CLLC021, CLLC007, CLLC011, CLLC014 y CLLC030 mostraron valores productivos destacados, lo cual permite considerarlas como materiales promisorios para futuros trabajos de selección.

En comparación con (Hernán, 1998), quien obtuvo 1.6 kg/planta, 9.1 raíces por planta y 1.4 kg de peso de corona en condiciones de K'ayra, los resultados de la presente investigación fueron superiores en rendimiento promedio, número de raíces y peso de corona. Esta diferencia puede explicarse por la variabilidad genética del material evaluado, el manejo del cultivo y las condiciones específicas de la campaña agrícola. Asimismo, (Aguilar, 2017), en Cajamarca, reportó una productividad promedio de 1.55 kg/planta, con valores entre 0.80 y 2.15 kg/planta según morfotipo; por tanto, el promedio

obtenido en esta investigación fue mayor, lo que evidencia el potencial productivo de algunas accesiones conservadas por el CRIBA.

En cuanto al comportamiento fenológico, se registró una emergencia promedio de 32.05 días, formación de botón floral a los 173.65 días, inicio de floración a los 209.25 días, final de floración a los 238.10 días y cosecha a los 280 días. La mayor variación se presentó en emergencia, botón floral e inicio de floración, mientras que la cosecha mostró menor variabilidad entre accesiones.

Estos resultados difieren parcialmente de (Callisaya, 2016), quien reportó floración entre 180 y 190 días en comunidades altoandinas de Moco Moco, Bolivia, ubicadas entre 3463 y 3591 m s. n. m. En la presente investigación, la floración promedio ocurrió a los 209.25 días, aunque algunas accesiones iniciaron floración desde los 185 días. Esta diferencia puede estar relacionada con la procedencia genética de las accesiones, la altitud, la temperatura y las condiciones ambientales durante la campaña agrícola.

Asimismo, (Perlacio, 2011) reportó un periodo vegetativo promedio de 248 días, con entradas precoces de 204 días y tardías de 254 días, mientras que (Hernán, 1998) registró un periodo vegetativo promedio de 255 días, con genotipos precoces de 214 días y tardíos de 280 días. En comparación, la presente investigación registró una cosecha promedio de 280 días, valor más cercano al límite tardío reportado por (Hernán, 1998). Esto indica que las accesiones evaluadas en K'ayra presentaron un ciclo fenológico más prolongado, posiblemente influenciado por la altitud, las bajas temperaturas registradas durante la etapa final del cultivo y la respuesta propia de cada accesión.

En conjunto, los resultados obtenidos confirman la existencia de variabilidad agrobotánica y fenológica entre las 40 accesiones de yacón conservadas por el CRIBA -

UNSAAC. Esta variabilidad se expresa en caracteres botánicos como hábito de crecimiento, vigor, ramificación, hojas, tallo y raíz reservante; en caracteres agronómicos como número de raíces, peso de corona, peso de raíces y rendimiento; y en caracteres fenológicos como emergencia, floración y cosecha. Por ello, la información generada constituye una base técnica importante para la conservación, selección y aprovechamiento futuro del germoplasma de yacón en condiciones de K'ayra.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

CONCLUSIONES

La caracterización botánica de las 40 accesiones de yacón conservadas en el CRIBA evidenció variabilidad morfológica en los órganos evaluados. En la planta predominó la posición erecta (55 %), el vigor robusto (75 %), la ramificación enramada (100 %) y el tamaño alto (82.5 %). En el tallo destacó el color verde (45 %), la pubescencia abundante (100 %) y la presencia de estrías (92.5 %). En las hojas predominó la forma deltoide y el borde aserrado (52.5 % cada uno), mientras que en la inflorescencia el hábito abundante representó el 57.5 % y el color anaranjado estuvo presente en el 100 % de las accesiones. En los hijuelos predominó el color blanco (42.5 %) y la distribución jaspeada del color secundario (57.5 %). Asimismo, en las raíces reservantes predominó la forma fusiforme (37.5 %), la piel de color crema (65 %) y la pulpa amarillo naranja (62.5 %), evidenciando diferencias morfológicas que permiten distinguir las accesiones evaluadas.

La evaluación agronómica mostró diferencias productivas entre las accesiones de yacón. El número promedio de raíces reservantes fue de 18.33 por planta, el peso promedio de la corona alcanzó 2.49 kg y el peso promedio de raíces reservantes fue de 3.90 kg por planta. El rendimiento estimado promedio fue de 48.76 t/ha, registrándose valores mínimos de 5.38 t/ha y máximos de 108.88 t/ha, lo que demuestra la existencia de accesiones con alto potencial productivo bajo las condiciones agroecológicas de K'ayra.

La evaluación fenológica permitió determinar que la emergencia ocurrió en promedio a los 32.05 días después de la siembra, la formación del botón floral a los 173 días, el inicio de la floración a los 209 días y el final de la floración a los 238 días. La cosecha se realizó en promedio a los 279 días después de la siembra. Estas diferencias en la duración de las fases fenológicas evidencian variabilidad en el comportamiento de las accesiones y constituyen información útil para programas de conservación, selección y mejoramiento genético del cultivo de yacón.

En conjunto, la caracterización realizada permitió identificar variabilidad botánica, agronómica y fenológica en las 40 accesiones de yacón, lo cual constituye una base importante para la conservación del germoplasma, la selección de accesiones promisorias y futuros trabajos de mejoramiento genético en condiciones de K'ayra.

SUGERENCIAS

- 1.** Los estudiantes, investigadores y tesisistas de la escuela profesional de agronomía realizar estudios de caracterización botánica, agronómica y fenológica de accesiones de yacón en otras provincias y regiones del país, con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos y ampliar el conocimiento sobre la variabilidad existente en este cultivo.
- 2.** Los investigadores, universidades y centros de investigación desarrollar estudios orientados a la industrialización y aprovechamiento integral del yacón, evaluando el potencial de las raíces reservantes, hojas y otros órganos de la planta para la obtención de productos con valor agregado y beneficios para la salud humana.
- 3.** Promover el uso de accesiones con características intermedias, como altura, peso y tamaño de raíces, para satisfacer la demanda del mercado y garantizar la estabilidad del rendimiento.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Latorre, I. (2017). *Análisis estadístico de la productividad del germoplasma de yacón [Smallanthus sonchifolius (Poepp. & Endl.) H. Rob.], de la UNC.*
Cajamarca - Perú: Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Cajamarca.
- (AGROSAVIA), C. C. (2018). *Bancos de Germoplasma, colecciones de vida.* Colombia.
- Asociado Fernández EC, P. (2007). *The cultivation and phenological growth stages of yacon [Smallanthus Sonchifolius (POEPP. ET ENDL.) H. ROBINSON.* República Checa.
- Cabrera R, S. J. (2019). *Manual de manejo agronomico de yacon (Smallanthus sonchifolius (Poepp. & Endl.) H. Robinson).* Lima - Perú: Eliana Alviárez Gutierrez.
- Callisaya. (2016). *Caracterización agro - morfologica de los ecotipos del cultivo de yacón (Smallanthus sonchifolius) en comunidades productoras del municipio de Moco Moco.* La Paz - Bolivia: Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo.
- Cano, M. A. (2016). *Propagacion clonal de yacón [Smallanthus sonchifolius (Poepp. and endl.) H. Robinson] y determinación de los contenidos de Inulina.* Medellín - Colombia: Tesis de grado para optar al título de magister en biotecnología.
- Condori, R. F. (2006). *“Evaluación preliminar agronómica y morfológica del germoplasma Cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen) en la estacion*

- experimental Belen*". La Paz - Bolivia: Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el titulo de Ingeniero Agrónomo.
- Cronquist, A. (1993). *Introducción a la Botánica*. Ciudad de Mexico - Mexico: CIESA.
- García, M. F. (2013). *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (Smallanthus sonchifolius Poep. & Endl) colectados en la ecorregión Eje Cafetero de Colombia*. Palmera - Colombia: Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al titulo de Magister en ciencias agricolas con énfasis en Fitomejoramiento.
- Guevara, O. L. (2005). *Introduccion a la climatología y a la fenología*. Cusco - Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Hernán, T. C. (1998). *Caracterización agrobotánica de cuarenta y cinco genotipos de Ilacón (Smallanthus sonchifolius Robinson) bajo condiciones de campo. K'ayra*. Cusco - Perú.: Tesis presentada para optar al titulo profesional de Ingeniero Agronomo.
- I Manrique, M. H. (2004). *Ficha Técnica*. Lima - Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Isaias, A. L. (2017). *Análisis estadístico de la productividad del germoplasma de yacón (Smallanthus sonhifolius (Poepp. & Endl.) H. Rob), de la UNC*. Lima - Perú: Tesis para optar al titulo profesional de Ingeniero Agronomo.
- Leica, L. R. (2012). *"Caracterización morfológica de diez entradas de papas nativas (Solanum sp) del INIAP en el banco de germoplasma del jardin botánico atochala-liria"*. Ambato - Ecuador: Trabajo de investigacion estructurado de

manera independiente como requisito para optar el título de Ingeniero Agronomo.

López, S. Y. (2022). *Rendimiento agronómico de ocho cultivares de yacón [Smallanthus sonchifolius (Poepp. & Endl.) H. Rob.] del norte peruano*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Raíces y Tubérculos Andinos.

Martínez, I. M. (2016). *Conservación de recursos fitogenéticos*. Lima - Perú: Centro de Recursos Fitogenéticos (CRFI) Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Muñoz, A. (2010). *Monografía: yacón Smallanthus sonchifolius (Popp.) H. R.* Lima - Perú: Monografía.

Perlacio, N. Q. (2011). *Caracterización agrobotánica de treinta y seis entradas de yacón (Smallanthus sonchifolius) en la comunidad de Chankamayo Quebrada*. Cusco - Perú: Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Agronomo.

Polanco, F. (2011). *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl) colectados en la eco región eje cafetero de Colombia*. Palmira - Colombia: Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de magister en ciencias agrícolas con énfasis de fitomejoramiento.

Puma, A. Q. (2016). *"Caracterización de 237 accesiones de café instaladas en el banco de germoplasma de café "*. Cusco-Perú: Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agronomo Tropical.

- Rodríguez López, S. Y. (2019). *Rendimiento de raíces y de materia seca de ocho cultivares de yacón (Smallanthus sonchifolius (Poepp. & Endl.) H. Rob.) del norte peruano*. Cajamarca - Perú: Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Seminario J., Valderrama M., y Manrique I., (2003). *El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa(CIP)*. Lima - Perú: Zoraida Portillo/Michael Hermann.
- SENAMHI., M. d. (2011). *Servicio nacional de meteorología e hidrología*. Lima - Perú: Manual de observaciones fenológicas.
- Torres, J. V. (2012). *Evaluación de la diversidad genética de colecciones de Smallanthus sonchifolius (Poepp. & Endl.) "Yacón" del Perú*. Lima - Perú: Tesis para optar al grado de magister scientiae en mejoramiento genético de plantas.
- Vidal, J. (2006). *Curso de Botánica*. Lima - Perú: Stella - Buenos Aires.

ANEXO

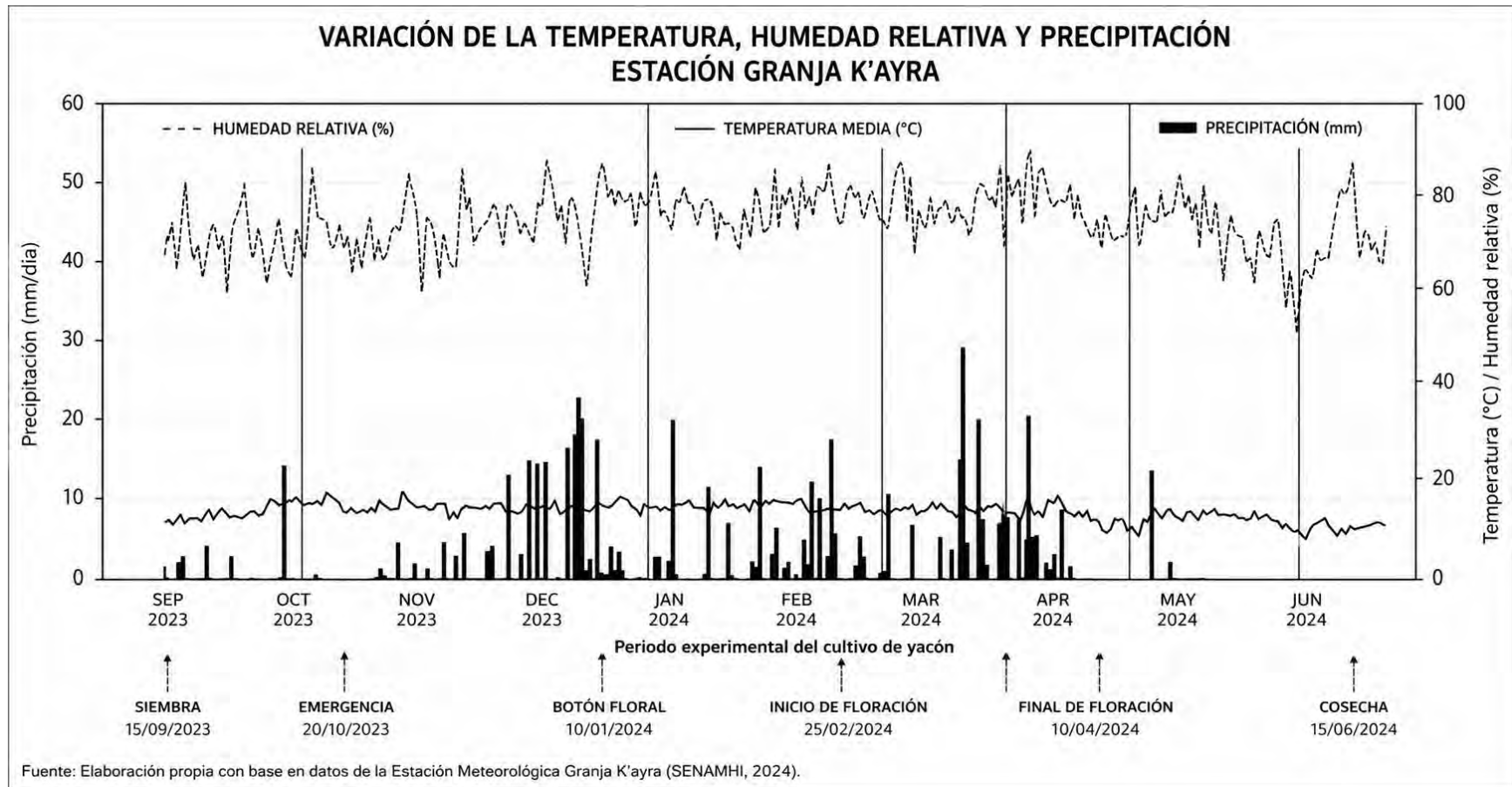
ANEXO I

DESCRIPTOR PARA YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poep & Endl H.

Robinson) propuesto por Arbizu et al. (2001).

DESCRIPTORES DE YACÓN (Smallanthus sonchifolius)				
EVALUACION BOTANICA				
1. CARACTERISTICAS DE LA PLANTA		2. CARACTERISTICAS DE LA HOJA		
POSICION	ERECTA	FORMA DE LA HOJA	SAGITADA	
	SEMI ERECTA		DELTOIDE	
VIGOR	ROBUSTA	COLOR DEL HAZ	PROMINENTE	
	SUB ROBUSTA		VERDE	
	ENDEBLE		VERDE AMARILLENTO	
RAMIFICACION	SIMPLE		VERDE OSCURO	
	MEDIO	VERDE CLARO		
	ENRAMADO	VERDE		
TIPO DE RAMIFICACION	APICAL	COLOR DEL ENVÉS	VERDE AMARILLENTO	
	RAMIFICADO		VERDE CLARO	
	BASAL		ABUNDANTE	
N° DE TALLOS PRIMARIOS	ABUNDANTE >5	PUBESCENCIA DEL HAZ	MEDIO	
	MEDIO 4-6		POCO	
	POCO 1-3		ABUNDANTE	
ALTURA DE LA PLANTA	ALTO >1.59 m	PUBESCENCIA DEL ENVÉS	MEDIO	
	MEDIO 1.21 -1.59 m		POCO	
	MENOR <1.20 m		ASERRADO	
		FORMA DEL BORDE DE LA HOJA	DOBLE ASERRADO	
			DOBLE ASERRADO PROMINENTE	
3. CARACTERISTICAS DEL TALLO		4. CARACTERISTICAS DE LA INFLORESCENCIA		
COLOR PREDOMINANTE	VERDE AMARILLENTO	HABITO DE INFLORESCENCIA	ESCASA < 20 INFLORESCENCIAS	
	VERDE		MEDIO 21-25 INFLORESCENCIAS	
	VERDE OSCURO		ABUNDANTE >25 INFLORESCENCIA	
	VERDE PURPURA	COLOR PREDOMINANTE DE LA INFL.	ANARANJADO	
COLOR SECUNDARIO	PURPURA	COLOR DE LAS BRACTEAS	VERDE OSCURO	
	PURPURA		VERDE AMARILLENTO	
	VERDE	COLOR DE LA FLOR LIGULADA	ANARANJADO	
DISTRIBUCION DE COLOR SECUNDARIO	JASPES	ANARANJADO BRILLANTE		
	ÁPICES	ANARANJADO CLARO		
	NUDOS	TIPO DE LA FLOR LIGULADA	BIDENTADO	
SECCION INTERNA	CIRCULAR HUECA		TRIDENTADO	
PUBESCENCIA	ABUNDANTE	COLOR DE LA FLOR FLOSCULADA	AMARILLO	
	MEDIO		ANARANJADO	
	POCO	6. CARACTERISTICAS DE LAS RAICES RESERVANTES		
ESTRIAS	AUSENTE	FORMA	FUSIFORME CORTO	
	PRESENTE		CILINDRICO LARGO	
5. CARACTERISTICAS DE LOS HIJUELOS Y CORONA				FUSIFORME ALARGADA
FORMA DE HIJUELOS	IRREGULAR			OBLONGO
COLOR PREDOMINANTE DE LOS HIJUELOS	PURPURA	COLOR PREDOMINANTE DE LA PIEL	CREMA OSCURO	
	MORADO		AMARILLO OSCURO	
	BLANCO		CREMA	
	ROSADO		ROSADO	
	ROJIZO		PURPURA	
COLOR SEVUNDARIO DE HIJUELOS	BLANCO		PURPURA OSCURO	
	ROSADO	MORADO		
	MORADO	TIPO DE PIEL	ASPERO	
	PURPURA	LIGERAMENTE LISO		
DISTRIBUCION DE COLOR SECUNDARIO	JASPES	TIPO DE PIEL	ASPERO	
	PUNTOS		LIGERAMENTE LISO	
	UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDO		AMARILLO	
		COLOR PREDOMINANTE DE LA PULPA	AMARILLO PALIDO	
			CREMA	
			BLANCO CRISTALINO	
			BLANCO	
			CREMA OSCURO	
		COLOR SECUNDARIO DE LA PULPA	DISTRIBUIDO UNIFORMEMENTE	
			RADIOS	
			CEPA CORTICAL	
7. EVALUACION AGRONOMICA		8. EVALUACION FENOLOGICA		
Numero de raíces reservantes por planta		Días de emergencia		
Rendimiento de raíces por planta		Días a la formación de botón de inflorescencia		
Peso de la corona		Días al inicio de la floración		
		Días a la final de floración		
		Días a la cosecha		

ANEXO II



ANEXO III

ANALISIS DE SUELO

CUADRO N° 10: Análisis de suelo en el centro de investigación de Suelos y Abonos (CISA).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- **APARTADO POSTAL**
N° 921 - Cusco - Perú
- **FAX:** 238156 - 238173 - 222512
- **RECTORADO**
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- **CIUDAD UNIVERSITARIA**
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 232686 - 232512 - 232370 - 232375 - 232226
- **CENTRAL TELEFÓNICA:** 232398 - 252210 - 243835 - 243836 - 243837 - 243838 - 604100
- **LOCAL CENTRAL**
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- **MUSEO INKA**
Cuesta del Almirante N° 103
Teléfono: 237380
- **CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**
Sin Jerónimos s/n Cusco
Teléfonos: 277145 - 277246
- **COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"**
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD FISICO MECANICO.

PROCEDENCIA DE MUESTRA : POTRERO CRIBA, C. A. K'AYRA, SAN JERONIMO-CUSCO.

INSTITUCION SOLICITANTE : ROIR RUDY APAZA LAUCATA.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/c.c. C.E.	pH	% CaCO ₃	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	M-01	0.24	7.75	0.00	4.38	0.22	21.2	78

ANALISIS FISICO MECANICO :

N°	CLAVE	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	M-01	--	40	36	24	FRANCO

CUSCO, 15 DE SETIEMBRE DEL 2023.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS

Mgt. Arcadio Calderón Coquedchambi
DIRECTOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

FAUSTO YAPUCHURA CONDORI
ANALISTA EN QUÍMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTA

ANEXO IV

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía N° 1: Recepción del material genético de CRIBA-UNSAAC



Fotografía N° 2: Preparación de campo experimental



Fotografía N° 3: Instalación de las accesiones de yacón



Fotografía N° 4: Riego del campo experimental



Fotografía N° 5: Emergencia de las plantas de yacón



Fotografía N° 6: Riego y deshierbe de malezas



Fotografía N° 7: Evaluación y primer aporque de yacón



Fotografía N° 8: Evaluación de yacón



Fotografía N° 9: Verificación del campo experimental con la asesora



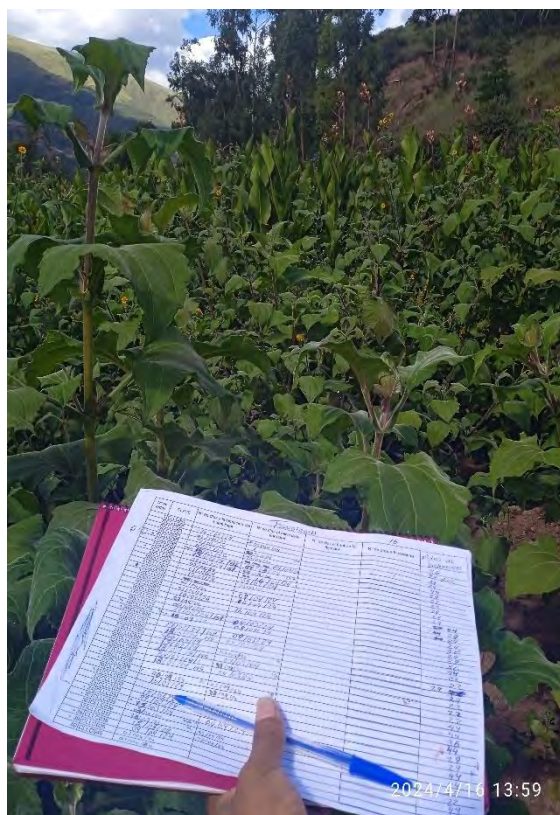
Fotografía N° 10: Segundo aporque y codificación de accesiones para su evaluación



Fotografía N° 11: Formación de botón e inicio de floración



Fotografía N° 12: Registro de evaluación de las accesiones instaladas



Fotografía N° 13: Conclusión del ciclo fenológico



Fotografía N° 14: Cosecha de yacón



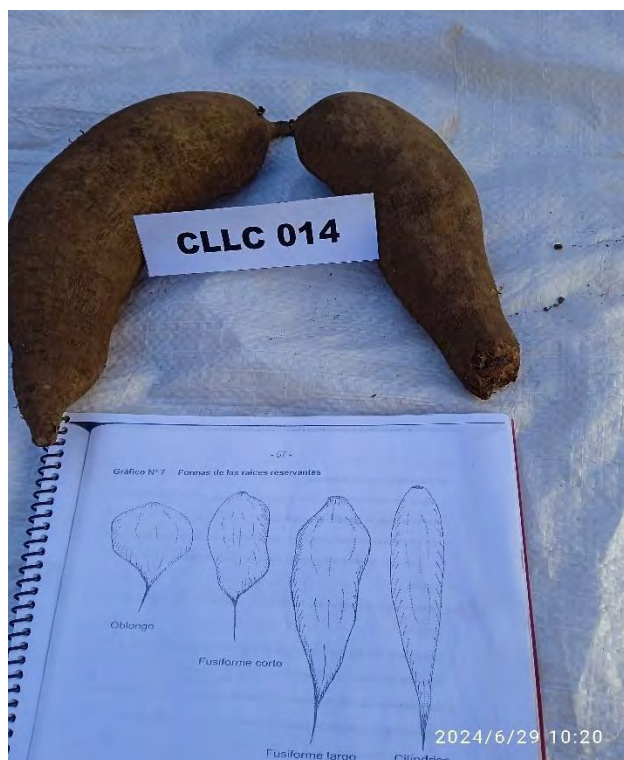
Fotografía N° 15: Cosecha de raíces y corona



Fotografía N° 16: Evaluación de color de la corona



Fotografía N° 17: Evaluación de la forma de raíces



Fotografía N° 18: Evaluación de las características de las raíces

