

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



---

---

**POTENCIAL AGRONOMO EN ACCESIONES DE MASHUA  
(*Trapaeloum tuberosum* Ruiz & Pav.) DEL PERÚ, CULTIVADOS EN  
LA LOCALIDAD DE MONTE AZUL - KICHKI – HUÁNUCO.**

---

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGRÓNOMO**

**MARCO AURELIO MÁRQUEZ DÁVILA**

**ASESORA: MILKA NELLY TELLO VILLAVICENCIO**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2018**

## DEDICATORIA

**A MIS PADRES:** Santa Clara Dávila Gayoso y Glicerio Márquez Cruz, por su constante perseverancia, inculcarme principios y valores de vida y por ser mi ejemplo de lucha, esfuerzo y perseverancia; por su amor, cariño, paciencia y eterna gratitud por su incondicional apoyo en toda mi carrera profesional.

**A MI HIJA:** Clara Sofía Killari, que fue mi motivo e inspiración para culminar esta tesis.

**A MI ESPOSA:** Vanesa Lemos Herrera por ser quien me apoya, aconseja con su amor y dedicación.

**A MIS HERMANOS:** Kadir Jhon, Virginia Daniela, Adelina Yudit, Glicerio Memoracion, Lizbeth Lilia, Emerson Elòn y Marcelino Margarito Márquez Dávila; por su apoyo incondicional y sus persistencias por lograr mi objetivo.

**A MI TIO** Elpidio Dávila Gayoso por estar presente en las buenas y en las malas.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme, darme esta oportunidad, por su inmenso amor y protección.

Al Centro Internacional de la Papa, porque financiaron el proyecto de investigación.

A mi maestra, amiga, asesora: Dra. MILKA TELLO V. por su invaluable colaboración, enseñanza y consejo.

Al Sr. Victoriano Fernández y esposa por permitir llevar a cabo esta investigación en su predio y su coloración en toda la ejecución.

A mi madre, hermanos y primos y por todo su apoyo brindado, especial por apoyarme en el trabajo de campo de la presente investigación.

**POTENCIAL AGRONÓMICO EN ACCESIONES DE MASHUA (*trapaeloum tuberosum* Ruiz & Pav.) DEL PERÚ, CULTIVADOS EN LA LOCALIDAD DE MONTE AZUL KICHKI – HUÁNUCO**

**RESUMEN**

La mashua es un tubérculo que forma parte de la seguridad alimentaria de miles de familias campesinas en los andes a través del autoconsumo o la generación de ingresos monetarios, que aún falta explotar sosteniblemente, razón de ellos la investigación tuvo como objetivo evaluar el potencial agronómico en accesiones de mashua del Perú, cultivados en la localidad de Monte Azul, distrito de Kichki, provincia y región Huánuco. El experimento se instaló en la localidad de Chinchaypata, localizado a 09°53'09.22" LS y a 76°27'50.07" LO, bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 36 tratamientos (accesiones) y 3 repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables días a la emergencia, a la floración, a la madurez fisiológica, número de tubérculos por planta, longitud y diámetro de tubérculos, peso y rendimiento de tubérculos. Los resultados indican que la duración de las fases fenológicas días a la emergencia, a la floración y a la madurez fisiológica en promedio es de 39, 104 y 213 días después de la siembra respectivamente; las accesiones de mashua que destacan con mayores promedios son los siguientes: T11 (203018) en número de tubérculos con 31,83; la accesión T24 (203074) en longitud de tubérculos con 11,73 centímetros, la accesión T34 (203128) en diámetro de tubérculos con 3,71 centímetros, los rendimientos más altos se registraron en las accesiones; T23 (203070) con 51,23 t/ha , T4 (203206) con 39,95 t/ha y T36 (203134) con 39,14 toneladas por hectárea respectivamente.

**Palabras clave:** fenología, rendimiento, tubérculo, accesión, mashua.

**AGRONOMIC POTENTIAL IN ACCESSIONS OF MASHUA (*Trapaeloum tuberosum* Ruiz & Pav.) OF PERU, CULTIVATED IN THE LOCALITY OF MONTE AZUL KICHKI – HUÁNUCO.**

**ABSTRACT**

The mashua is a tuber that is part of the food security of thousands of peasant families in the Andes through self-consumption or the generation of monetary income, which still needs to be exploited sustainably, reason for which the research aimed to evaluate the agronomic potential in accessions of mashua of Peru, cultivated in the town of Monte Azul, district of Kichki, province and Huánuco region. The experiment was installed in the locality of Chinchaypata, located at 09 ° 53'09.22" LS and at 76 ° 27'50.07" LO, under the Design of Complete Random Blocks (DBCA) with 36 treatments (accessions) and 3 repetitions. The following variables were evaluated at emergence, flowering, physiological maturity, number of tubers per plant, length and diameter of tubers, weight and yield of tubers. The results indicate that the duration of the phenological phases days to the emergence, to the flowering and to the physiological maturity in average is of 37, 120 and 206 days after the sowing respectively; the accessions of mashua T11 (203018) stands out in the number of tubers with 31,83; the accession T24 (203074) in the length of tubers with 11,73 centimeters, the accession T34 (203128) in the diameter of tubers with 3,71 centimeters the highest yields were recorded in the accessions; T23 (203070) with 51,23 t / ha, T4 (203206) with 39,95 t / ha and T36 (203134) with 39,14 tons per hectare respectively.

**Keywords:** phenology, yield, tubercle, accession, mashua

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Fundamentación teórica	4
2.1.1. Origen y distribución del Cultivo de la mashua	4
2.1.2. Clasificación taxonómico	5
2.1.3. Características morfológicas	5
2.1.4. Variedades del cultivo de mashua	6
2.1.5. Clones del cultivo de mashua	7
2.1.6. Plagas y enfermedades	9
2.1.7. Fases fenológicas	11
2.1.8. Rendimiento del cultivo de mashua	12
2.1.9. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de mashua	15
2.1.9.1. Clima	15
2.1.9.2. Suelo	15
2.1.9.3. Fotoperiodo	16
2.2. ANTECEDENTES	16
2.3. HIPÓTESIS	20
2.3.1. Hipótesis general	20
2.3.2. Hipótesis específicas	22
2.4. VARIABLES	20
2.4.1. Operacionalización de variables	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	22
3.1.1. Características agroecológicas	22
3.1.2. Antecedentes del terreno	22

3.1.3. Periodo de ejecución	23
3.1.4. Análisis de suelo	23
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	24
3.3. POBLACIÓN , MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	24
3.4. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	28
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	29
3.5.1. Diseño de investigación	29
3.5.2. Datos registrados	30
3.5.2.1. Fenología	30
3.5.2.2. Rendimiento	31
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS	31
3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.7.1. Selección de semillas	32
3.7.2. Fase de campo	32
3.7.2.1. Preparación de suelo	32
3.7.2.2. Siembra	33
3.7.2.3. Deshierba y aporque	33
3.7.2.4. Plagas observadas	33
3.7.2.5. Cosecha	34
IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN	51
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
LITERATURA CITADA	56
ANEXOS	61

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Días transcurridos de días a la emergencia, floración y madurez fisiológica.	62
<b>ANEXO 2.</b> Promedios del número de tubérculos por planta	63
<b>ANEXO 3.</b> Promedios de longitud de tubérculos por planta	64
<b>ANEXO 4.</b> Promedios de diámetro de tubérculos por planta	65
<b>ANEXO 5.</b> Promedios de peso de tubérculos por planta kg/planta	66
<b>ANEXO 6.</b> Promedios de rendimiento de tubérculos en t/ha	67
<b>ANEXO 7.</b> Panel fotográfico	68

## I. INTRODUCCIÓN

La mashua, conocida también como “añu”, “isaño” o “cubio”, es una planta herbácea perenne originaria de la región andina, donde también fue domesticada. Su hábitat de distribución natural se extiende desde Colombia hasta el norte de Argentina, entre los 2 400 hasta los 4 300 msnm, y desde hace algunas décadas se cultiva también en algunas regiones de Nueva Zelanda y Canadá. Las mayores áreas de siembra se encuentran en Perú y Bolivia. (Manrique *et al.*, 2013).

La mashua es una especie rústica, que puede crecer bien a temperaturas bajas y en suelos pobres, sin necesidad de fertilizantes. En los últimos años se han llevado a cabo una serie de investigaciones sobre tubérculos andinos con la finalidad de revalorizar su producción y su consumo. Entre los tubérculos investigados se encuentra la mashua, uno de los productos andinos cultivados por siglos en el Perú y otros países de la región de los Andes, y que es considerada el cuarto tubérculo andino más importante después de la papa, oca y olluco. El interés en la mashua se ha incrementado debido a que se ha demostrado que tiene propiedades nutricionales y funcionales, esto último hace referencia a que posee un alto contenido de compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas, además de una elevada capacidad antioxidante en comparación con otros tubérculos como la papa, oca y olluco, Además, es resistente a nematodos, insectos y varias plagas, como el gorgojo de la papa (*Premnotrypes spp.*) (Campos *et al.*, 2006). A pesar de lo mencionado, este tubérculo es poco consumido debido a su sabor amargo.

Estudios Económicos y Estadísticos (MINAG, 2012), se estima que alrededor de 6 000 ha se siembran anualmente en el Perú, con un rendimiento promedio de 5,2 - 6,2 ton/ha y en condiciones experimentales se ha obtenido hasta 7 ton/ha.

En el año 2015, se registró una producción nacional de 30 210 toneladas por ha con la mayor producción a nivel nacional se encuentra el departamento de Puno con 6 968 kg/ha; la región Huánuco con una producción de 1 202 kg/ha, (Ministerio de Agricultura y Riego, 2016).

Huánuco es una región rica en recursos naturales, altamente productiva a nivel agropecuario, fundamentalmente papa, maíz, y otros productos nativos como la mashua, oca, olluco y arracacha. (Dirección Regional Agraria 2012).

Sin embargo, este cultivo no está desarrollado como debe de ser ya que no alcanza una importante producción en nuestro país, es manejado como especie de importancia secundaria, mantenida por los pequeños o medianos productores, los mismos que ofrecen los excedentes de producción a los intermediarios, quienes venden en los centros de consumo de las principales ciudades del país.

Considerando la importancia de la mashua, el Centro Internacional de la papa (CIP) ha realizado numerosas colectas de estos tubérculos en toda la zona andina del Perú y Sudamérica. Estas accesiones se encuentran en los bancos de germoplasma de esta institución, por el cual, se busca evaluar el potencial agronómico de una muestra representativa de este material genético (36 accesiones) bajo condiciones climáticas de la localidad de Chinchaypata, considerando que dicho lugar es el hábitat apropiado para este cultivo.

El trabajo realizado en Huánuco sobre esta temática es inexistente, basándose solo en caracterizaciones morfológicas de la planta, razón por la cual amerita realizar el estudio bajo un punto de vista agronómico que permita conocer el potencial genético de las accesiones de mashua para posteriormente efectuar planes de mejoramiento genético y de esta manera incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de vida de los agricultores de la zona andina.

El presente trabajo de investigación permitió alcanzar los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el potencial agronómico en accesiones de mashua *Trapaeloum tuberosum* Ruiz & Pav. del Perú, cultivados en la localidad de monte azul - Kichki – Huánuco.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la duración de las fases fenológicas (días a la emergencia, a la floración y a la madurez fisiológica) de las accesiones en estudio.
  
- Determinar la(s) accesiones de mashua que posean altos rendimientos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 1.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1.1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA MASHUA

La Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo que se encuentra distribuido entre 2 800 y 4 000 msnm en las regiones andinas, tales como Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, en donde se la puede hallar tanto en forma silvestre como cultivada. Este cultivo andino es resistente a temperaturas bajas, así como al ataque de insectos y plagas. Es imposible determinar con exactitud en qué punto de la región andina se originó y se propagó esta planta; se cree que puede ser originaria del Perú y desde el año 1 582, desde épocas preincaicas, estaría siendo cultivada y habría sido utilizada por nuestros ancestros debido a su alto valor nutricional, medicinal y por su fácil cultivo en las zonas altas de esta región. (Espinoza y Patricio, 2000).

Representaciones de la especie han sido encontradas en vasos ceremoniales de la cultura Wari (Ayacucho) y Tiahuanaco (Altiplano peruano - boliviano), lo que indica la antigüedad de este cultivo en los andes (Hodge, 1951; Robles, 1981).

La mashua está mayormente distribuida desde Venezuela a Bolivia, cultivándose muy poco fuera del área andina (Robles, 1981; Valladolid, Arbizu et al., 1992).

Los tubérculos comestibles de mashua se cultivan en áreas pequeñas en sistemas agrícolas tradicionales y en condiciones marginales, en todos los países Andinos, principalmente en Perú, Ecuador y Bolivia (Malice, 2010).

### 1.1.2. Clasificación taxonómica

Cronquist (1981) realiza un sistema de clasificación para plantas con flor, donde *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón presenta la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Brassicales

Familia: Tropaeolaceae

Género: *Tropaeolum*

Especie: *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon

### 1.1.3. Características morfológicas

La mashua es una planta anual herbácea, glabra de 20-80 cm de alto. El follaje puede variar de verde amarillento a verde oscuro. Sus tallos aéreos son cilíndricos de 3 - 4 mm de grosor, ramificados, pueden variar de color verde a purpura grisáceo con diferentes grados de pigmentación. Es de crecimiento inicialmente erecto, que luego varia a semiprostrado y es ocasionalmente trepador, mediante peciolo táctiles (Arbizu & Tapia, 1992).

**Las hojas** son alternas separadas por entrenudos de 1-8 cm con peciolo de 2-30 cm de longitud. Las láminas son peltadas de 5-6 cm de ancho, tri o pentalobadas, también se puede observar en una misma planta hojas tri y pentalobadas. La base de la lámina es truncada en la base. Las hojas son verde oscuras, brillantes en el haz y más claras en el envés (Cadima, 2006).

**Las flores** solitarias aparecen sobre pedúnculos de 10-15 cm, intensamente pigmentados. Son zigomorfas de 2-2,5 cm de longitud. El cáliz de color rojo intenso tiene cinco sépalos unidos en su base, los tres sépalos superiores se prolongan en un espolón de 1-1,5 cm de longitud. La corola es de cinco pétalos rojo anaranjados y provistos de una nervadura roja oscura, los dos pétalos superiores son orbiculares de 5 - 8 mm de diámetro y los inferiores son espatulados de 10 - 12 mm de longitud. Los estambres están

colocados en dos verticilos de a cuatro piezas desiguales entre si y algo más cortos que los pétalos inferiores. Las anteras son de 2 - 3 mm de longitud. El ovario es trilobular verde claro. El estilo es más corto que los estambres, blanco o pigmentado de magenta y trífido.

**El fruto** es un esquizocarpo formado por tres mericarpios uniseminados que se separan y caen individualmente en la madurez. El mashua fructifica abundantemente (cárdenas, 1989).

El mismo autor menciona que los tubérculos de la mashua son menos variables en su forma que la oca y el olluco; son cónicos, cónico alargados y alargados. El color de los tubérculos es variado, según los descriptores de mashua existe al menos de nueve colores: blanco amarillento, amarillo pálido, amarillo, amarillo naranja, naranja, rojo grisáceo, rojo grisáceo oscuro, púrpura grisáceo y negro, siendo dominante el amarillo con ojos negruzcos o anaranjados. También son comunes los tubérculos con fondo claro con color secundario, distribuido en los ojos y bandas irregulares sobre tuberizaciones o también en forma de puntos densos o manchas irregularmente distribuidos. Los ojos del isaño son siempre profundos, anchos y estrechos, sin brácteas.

#### **1.1.4. variedades del cultivo de mashua**

Cerca de los 3 000 msnm se encuentran especies silvestres de mashua que podrían ser los ancestros de las variedades que hoy se conocen. Se han reconocido más de 100 variedades de mashua. Existen colecciones de germoplasma en Ecuador y Perú. La mashua blanca es una variedad rara, pequeña y precoz, la mashua amarilla tardía, es la más difundida y alcanza un tamaño mayor que la amarilla chaucha, para la cual se señalan virtudes medicinales, por lo que se la utiliza contra el “mal de orina” (próstata). (Álvarez, 1986).

Tapia y Frías (2007) manifiestan las siguientes variedades en Puno y Cajamarca.

### **Variedades cultivadas en Puno**

- Amarilla Thayacha
- Zapallo Negra
- Chiara

### **Variedades cultivadas en Cajamarca**

- Amarilla con ojos morados
- Amarilla misia
- Amarilla con ojos rojos
- Amarilla jaspeada

En tanto que Grau et al. (2003) manifiestan que la mashua aporta a la diversidad de tubérculos, resultando en un mayor equilibrio en la producción en los entornos andinos heterogéneos, las variedades se diferencian por la variabilidad en el color de los tubérculos tanto en la corteza como en la pulpa.

#### **1.1.5. Clones del cultivo de mashua**

Villagómez y Rodríguez (2006) sostienen que la mashua se clasifica en las siguientes categorías clonales:

- **Maswaayllacuna**

Tubérculo de alta productividad por planta, con 8 - 40 tubérculos por planta, todos con tallos volubles largos, con largo periodo de hermosas flores.

- **Chichuñawikello:** (zapallo), amarilla de ojos hinchados

Tiene tubérculos de tamaño medio a grande de forma cónica, grueso hacia extremo apical y nasalmente agudo en el extremo basal (el estolón), de color amarillo verdusco brillante. Destacan en el tubérculo los ojos muy pronunciados y semi-profundos protegidos por lóbulos.

- Largo de tubérculo 9-13 cm.
- Ancho de tubérculo 4-5 cm.

La pulpa presenta un anillo extremo de color amarillento, al medio un anillo blanquecino esponjoso e internamente al centro un amarillo intenso.

- **Chokllomaswa** (maswa piña, maswa lobular)

Familia de maswa con tubérculos de tamaño medio a largo, de forma bastante cónica, grueso lobular al extremo apical y cónico al extremo basal (el estolón), el color es amarillo-verdusco brillante. Destacan en la parte apical los muchos ojos profundos protegidos por lóbulos bastante hinchados y menos pronunciados en la parte basal.

- Largo de tubérculo varía de 9-15 cm.
- Ancho de tubérculo varía de 5-6 cm.

La pulpa presenta un extremo de color amarillo verdoso, al centro medio un color amarillo blanquecino (tenue) aguanoso.

- **Womeaskakellomaswa** (ñausakello amarillo ciego)

Cultivar de mashua con tubérculos de tamaño grande o alargado, de forma casi cilíndricos ligeramente agudo en el extremo basal (del estolón), el color es amarillo con un verde uniforme con tul con mayor intensidad en el extremo apical. Los ojos ligeramente profundos, son pocos y sus hendiduras le dan forma de cintura.

- Largo del tubérculo varía de 11-16 cm.
- Ancho o diámetro varía de 3 - 4 cm.

La pulpa presenta tres anillos bien diferenciados, amarillo intenso hacia el exterior (a la cáscara), amarillo blanquecino aguanoso al medio y un amarillo nítido y sólido al centro.

- **Pukawakatykello** (kellowakaty, amarillo lágrimas de sangre)

Tubérculos de mashua de tamaño medio a largo, de forma cilíndrico-cónico hacia la parte basal (estolón). El color es amarillo con manchas rojizas tipo lagrimas que salen de los ojos, mancha que varía de largo de 0,5-2,0 cm esta particularidad se contempla en todos los ojos que son

muchos. Ojos semi profundos con lóbulos protectores ligeramente pronunciados.

- El largo del tubérculo varía de 9-14 cm.
- El diámetro del tubérculo varía de 3,5-4,5 cm.

La pulpa con tres anillos ligeramente diferenciados con un amarillo nítido al exterior (cáscara) al medio un amarillo blanquecino esponjoso y al centro amarillo - rosado diferenciado.

- **Paka puyo año** (puka pacha sipas marrón pálido)

Con tubérculos de tamaño medio, de forma cilindro-cónica hacia la parte basal (estolón). El color es marrón claro, medio amarillento hacia los extremos apical y basal. Los ojos son marrón claro, ligeramente profundos bastante protegidos, otros tubérculos poco curvos en la parte basal (al estolón).

- El largo del tubérculo varía de 7-9 cm.
- El diámetro del tubérculo varía de 3-4 cm.

La pulpa del tubérculo es bastante amarilla con ligeras diferencias; medianamente amarillo al exterior (cáscara), amarillo blanquecino al medio y amarillo intenso al centro.

#### 1.1.6. Plagas y enfermedades

##### a) Plagas

Suquilanda (2014) menciona que los principales plagas identificados por los agricultores en este cultivo, son el cutzo, el gusano trozador y el gusano cortador “chuclucuru” que suele atacar a las raíces, provocando el verde amarillento y/o un alargamiento de los tubérculos. La incidencia de estos insectos no es mayormente significativa.

Las plagas más comunes que atacan a la mashua son las siguientes:

Gorgojo de los andes: *Prennotrypes* sp.

Gusanos blancos: *Botrynus* sp.

Pulguilla saltadora: *Epitrix* sp.

Gusanos de tierra: *Copitarsia* sp. *Agrotis* spp.

Sus daños en la parte aérea y subterránea, donde se ven galerías, túneles y su mejor forma de control cultural es.

- Buena preparación del terreno-campo limpio.
- Semilla de calidad, siembras con mezclas de clones con brotes crecidos y múltiples.
- Rotación con otras especies.
- Aporques altos, especialmente el segundo.
- Eliminar plantas hospederas.

#### **b) Enfermedades**

Suquilanda (2014) Cuando afectan las enfermedades porque cae mucha lluvia con las neblinas bajas (negras) hasta que afecta los tubérculos, con pudriciones tendremos presente las enfermedades en la mashua cuando las condiciones los favorezcan como la alta humedad, semillas enfermas, el suelo con la cosecha anterior etc.

Se presentan mayor incidencia de pudriciones por los hongos. Les producen daños como manchas foliares, podredumbre y estas son:

- Podredumbre negra del tallo: *Rhizoctonia* sp.
- El halo clorótico: *Cladosporium* sp.
- Esclerotiniosis: *Esclerotinia* sp.

Las recomendaciones para el control pasivo y activo de las enfermedades son:

- Terreno limpio de malezas, buena preparación.
- Rotación de cultivos, con otras familias.
- Siembras con mezcla de cultivares, con diferente grado de tolerancia a las enfermedades.
- Ejecutar aporques altos.

- Plantaciones a densidades adecuadas.
- Cosechas oportunas.

### **1.1.7. Fases fenológicas**

López y Hermann (2004) mencionan que los resultados de los estudios fenológicos son influenciados por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de estudio, época en que se realizan las observaciones, tipo de suelo, genotipo empleado, entre otros.

Espín (2013) establece 4 etapas fenológicas para el cultivo, siendo la primera de la siembra a la emergencia con un tiempo que va de 20 a 30 días, la segunda de la emergencia a la floración con un tiempo que va de 100 a 148 días, la tercera de la floración a la tuberización la cual no tiene un tiempo determinado de duración de la etapa y por último la cuarta fase de la tuberización a la cosecha con un tiempo que va de 150 a 280 días teniendo una duración de 270 días de ciclo del cultivo con los valores mínimos y 450 días de ciclo del cultivo para los valores máximos.

Monteros (1996) sostiene que las fases fenológicas son 4 siendo la primera de la siembra a la emergencia con un valor promedio de 29,59 días, la segunda de la emergencia a la tuberización con un valor promedio de 116,56 días, la tercera de la tuberización a la floración con un valor promedio de 8,56 días y la cuarta fase de la floración a la cosecha con un valor de 97,57 días teniendo una duración de 252,28 días de ciclo de cultivo.

Según PBRTAs (1995), en un estudio de dos localidades (Toralapa y Candelaria) donde se caracterizaron morfológicamente 94 morfotipos de las mismas variedades al término de tres lecturas en la emergencia, a los 48, 105 y 140 días y a los 55, 80 y 110 días se observó. En Toralapa, 14 accesiones no llegaron a emerger hasta la tercera lectura y solo una accesión tenía del 80 al 100% de emergencia, para completar su ciclo de crecimiento requiere más de 200 días después de la siembra, en cambio en Candelaria a la segunda lectura ya se tenían todas las accesiones emergidas, sin embargo los porcentajes tampoco fueron los mejores hasta la tercera lectura, porque solo 17 accesiones tenían entre el 80 al 100 % de

emergencia, para completar su ciclo requieren de 200 días después de la siembra.

Tapia (1997) señala que el periodo vegetativo es de 180 a 210 días después de la siembra.

FAO (1990) La mashua presenta las siguientes etapas fenológicas:

Primera etapa: siembra a emergencia: 20 – 36 días

Segunda etapa: emergencia a floración: 100 – 148 días

Tercera etapa: floración a tuberización: 108 – 155 días

Cuarta etapa: tuberización a cosecha: 150 – 280 días

### **1.1.8. Rendimiento de mashua**

Grau, *et al.* (2003) mencionan que la mashua a pesar de tener cualidades de rusticidad, tolerancia a enfermedades y plagas, buen rendimiento y bajo insumo para su cultivo, no tiene una buena demanda en el mercado. Perú es el país con mayor superficie de producción con alrededor de 7 244 ha, mientras que en Bolivia no sobrepasan las 100 ha; no existe estadísticas de Ecuador, pero se estima que el cultivo del país no sobrepasa las 50 ha, todas estas localizados en áreas desoladas de la región andina del país.

El rendimiento del tubérculo en Perú es de 5,2 t/ha. En Bolivia los datos oscilan entre 30 y 60 t/ha, lo cual demuestra su alto potencial productivo.

PROINPA (1995) señala que en condiciones experimentales se han obtenido hasta 70 t/ha con rendimientos altos de hasta 2 a 3 kg/planta. Si bien este cultivo se siembra después de la papa para aprovechar el remanente de fertilizante que deja este cultivo, presenta buenos rendimientos con fertilización mineral.

MINAG (2012) reporta que la mashua forma parte de los sistemas de cultivo tradicionales orientados a la subsistencia de tierras alto andinas. Esta se intercala con otros tubérculos como la papa, oca, olluco; también con las haba, quinua, tarwi andino; en otros casos junto con la oca y olluco forma

parte del sistema de rotación de cultivos, o se utiliza para repeler plagas de papa sembrándola en filas fronterizas que rodean los campos de papa. Según la oficina de Estudios Económicos y Estadísticos se estima que alrededor de 6 000 ha se siembran anualmente en el Perú, con un rendimiento promedio de 5,2 - 6,2 t/ha y en condiciones experimentales se ha obtenido hasta 7 ton/ha.

**Cuadro 01.** Producción, superficie cosechada y rendimiento de mashua.

Año	Producción Nacional(t)	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento(kg/ha)
2000	35 459	6 700	5 293
2001	36 089	6 806	5 302
2002	36 394	6 425	5 664
2003	37 088	6 658	5 571
2004	35 484	6 653	5 334
2005	33 585	6 313	5 320
2006	32 151	5 600	5 741
2007	30 444	5 307	5 737
2008	29 003	5 262	5 511
2009	32 913	5 552	5 929
2010	29 196	5 107	5 717
2011	29 103	5 030	5 786
2012	31 413	5 050	6 221
2013	31 113	4 971	6 259

Fuente: Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (MINAG, 2012)

INIA (2009) reporta que la producción de mashua llega a superar las 30 toneladas por hectárea. En el Cusco se tienen 1 340 hectáreas cultivadas de esta especie que representa una producción de 37 047 t, con rendimientos promedios a nivel nacional de 5 600 kg/ha. El cultivo de la mashua tiene un potencial amplio en los ecosistemas alto andino teniendo como demanda los clones con color de tubérculos amarillos y jaspeados. Los clones de otros colores son usados con fines medicinales.

Tapia y Fries (2007) reportan rendimientos entre 12 y 15 t/ha de tubérculos de mashua y, National Research Council (1989), afirma que se pueden alcanzar rendimientos aún mayores, incluso de 20 a 30 toneladas por hectárea.

El informe técnico anual del INIAP, (1989) Señala que entre el melloco, la oca y la mashua, este último fue el cultivo con mayor rendimiento y puede ser considerado promisorio desde el punto de vista agronómico, aunque es el menos apetecido por los consumidores en comparación con los otros tubérculos, debido a su sabor astringente. El más alto rendimiento fue de 74 666 kg/ha, rendimiento que supera a cualquier otro tubérculo andino incluyendo a la papa.

Álvarez y Merino (2009), muestran como resultados de un ensayo experimental para registrar la relación entre el número de tubérculos sembrados y el rendimiento obtenido por planta, un promedio general de 1,88 kg/planta y un porcentaje de daño por plaga, de apenas el 2,31%, confirmando en cierta manera confirmando las propiedades organolépticas en cuanto a incidencia de plagas, enfermedades y rusticidad del cultivo.

Ministerios de Agricultura y Riego (2016) reporta la producción de mashua durante los últimos diez años, período 2005 - 2015 tanto a nivel departamental como a nivel nacional. Se puede notar que los principales productores de mashua durante el período mencionado fueron los departamentos de Junín, Cuzco y Puno y, que en general la producción de mashua a nivel nacional se ha mantenido casi constante con ligeros crecimientos y decrecimientos.

**Cuadro 02.** Producción de mashua durante los últimos diez años, período 2005-2015 (toneladas)

Año	Amazonas	Apurímac	Arequipa	Ayacucho	Cusco	Huancavelica	Huánuco	Junín	La libertad	Lima	Moquegua	Puno	Total Nacional
2005	158	3030	44	3668	6022	1830	1439	8752	2432	38	0	6173	33586
2006	128	2142	41	3010	6934	916	1362	7832	3090	134	0	6563	32152
2007	146	2846	36	2642	5915	524	1380	7532	2130	185	29	7079	30444
2008	187	2641	50	3991	6355	368	1413	6588	954	82	64	6311	29004
2009	143	3277	31	3932	7583	1667	1360	6492	1127	149	56	7097	32914
2010	95	2344	23	3687	6767	1647	1221	6127	901	80	152	6144	29188
2011	94	2615	32	2911	7039	2605	1317	6042	611	74	35	5744	29119
2012	63	4121	22	4187	7126	1945	1173	5669	453	74	0	6580	31413
2013	130	4422	38	3909	7325	1779	1221	5504	286	30	71	6396	31111
2014	62	4055	46	3958	7216	1414	1242	4150	188	35	62	6718	29146
2015	70	4814	73	3692	9078	826	1202	3262	199	26	0	6968	30210

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Riego (2016).

### **1.1.9. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de mashua**

#### **1.1.9.1. Clima**

Monteros (1996) menciona que esta especie puede crecer a mayores altitudes que los otros tubérculos debido a su resistencia al frío. Siendo la altitud óptima de 2 400 – 4 300 msnm.

Asimismo, menciona que la mashua se cultiva en temperaturas que varían de 12 -14°C, este cultivo tolera heladas, y el rango de temperatura puede variar de 4°C hasta probablemente 20°C. El cultivo requiere lluvias en un rango de 700 a 1 600 mm. Se considera que es un cultivo resistente a la sequía.

Tapia (1990) manifiesta que el desarrollo de esta especie es óptimo con precipitaciones de alrededor de 700 mm.

#### **1.1.9.2. Suelo**

Monteros (1996) menciona que el cultivo de mashua es de suelos sueltos, de pH ligeramente ácido entre 5-6, aunque también se desarrolla entre pH 5,3-7,5.

Tapia (1990) menciona que en general los tubérculos requieren suelos oscuros, ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos para obtener los mayores rendimientos.

#### **1.1.9.3. Fotoperiodo**

Tapia (1990), menciona 9 horas como fotoperiodo óptimo.

### **1.2. ANTECEDENTES**

Valle (2017) en su trabajo de investigación “caracterización morfológica y fenología en variedades de *Tropaeolum tuberosum* (mashua) de interés medicinal” en Ecuador. La variedad que presentó la mayor precocidad fue la Amarilla (169 días), en tanto que la Poza Rondador resultó ser la tardía (282 días), el resto de las accesiones presentaron valores intermedios que variaron entre 203, 222, 238 y 261 días en las accesiones Blanca, Morada, Milicia Roja y Verde Amarilla, respectivamente. Se presentó

diferencias significativas en la segunda y cuarta fase. La primera fase (siembra – emergencia) fluctúa entre 16 – 28 días (Milicia roja y Morada respectivamente), la segunda fase (emergencia – tuberización) fluctúa entre 63 – 143 días (Blanca y Poza rondador respectivamente), la tercera fase (tuberización – floración), la Poza Rondador llegó a la fase de floración a los 18 días, mientras que, en las accesiones Morada, Milicia roja y Verde Amarilla fue alcanzada apenas a los 10 días. La cuarta fase (floración – cosecha) fluctúa entre 70 – 118 días (Amarilla y Milicia Roja respectivamente).

En el rendimiento de los tubérculos la variedad que presentó el mayor valor fue la Poza Rondador (47,92 t/h). En segundo lugar, tenemos a la variedad Blanca (42,70 t/h), seguidas por: la variedad Morada (35,35 t/h), la variedad Amarilla (33,3 t/h), la variedad Verde Amarilla (24,79 t/h) y la variedad Milicia Roja (23,85 t/h).

Tapia (2009) en su trabajo de investigación “Efecto de sustratos hidropónicos en la producción de tubérculo-semilla de ecotipos de isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) a partir de vitroplantas” en Bolivia. Luego de la aclimatación (15 días) la formación de estolones en ambos ecotipos fue a partir de los 29 días. En el ecotipo E12 la tuberización y botón floral se forma a partir de los 162 días, mientras que para el ecotipo E17 fue a los 169 días. Posteriormente la floración para el E12 fue a los 172 días y para el E17 a los 179 días. La madurez fisiológica para ambos ecotipos fue a los 195 días, la defoliación a los 209 días y la cosecha a los 219 días después del trasplante. Las diferencias se atribuyen a las características genéticas de cada ecotipo. El ecotipo E17 para llegar a algunas fases como la tuberización, botón floral y la floración, es más tardío que el ecotipo E12 aunque posteriormente la madurez fisiológica y la cosecha se registraron al mismo tiempo.

Esta etapa de la investigación los datos fueron analizados tomando en cuenta los siguientes aspectos: el peso fresco por metro cuadrado y por planta, el número de tubérculo - semilla por planta, el peso de semilla por

planta, y finalmente se realizó una clasificación de la semilla por el tamaño y peso. El ecotipo E17 llegó a tener mayor rendimiento de 0,123 Kg/planta y 6,05 kg/m<sup>2</sup> en cambio con ecotipo E12 se obtuvo los rendimientos bajos de 0,0864 kg/planta y 4,235 kg/m<sup>2</sup>, con mayor rendimiento el tratamiento T4 (40% de arena + 40% cascarilla de avena y 20% aserrín por ecotipo E17) seguido por tratamiento T6 (40% de arena + 40% cascarilla de arroz y 20% aserrín por ecotipo E12).

Torres (2014) Colección y caracterización morfológica de entradas de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* L.) del Valle Del Mantaro, en Huancayo se observa que no se encontró entradas con emergencia temprana (< 40 días), seguido se encontró 25 entradas de mashua que presentaron emergencia intermedia (40 – 60 días) que representa el 43,86% mientras la emergencia tardía (> 60 días) con 32 entradas de mashua que representa el 56,14%. Se observa que 22 entradas presentaron días a la floración intermedia (130 – 150 días) con el 38,60%, seguido por 21 entradas que presentaron días a la floración tardía (> 150 días) con el 36,84%, y solamente 14 entradas mostraron días a la floración temprana (< 130 días) con el 24,56%. Se observa que 25 entradas presentaron una duración de floración corta con el 43,86%, seguido por 21 entradas con duración de floración intermedia con el 36,84% y solamente 11 entradas mostraron duración de floración larga con el 19,30%.

El promedio obtenido es de 1,34 kg/planta, una variancia de 0,13 y una desviación estándar de 0,35. Con un coeficiente de variabilidad de 27% considerado dentro de la escala de calificación como muy heterogéneo siendo el material experimental muy heterogéneo. El 18% de entradas presentan 0,76 kg/planta, un 25% de las entradas tienen 1,13 kg/planta. Un 42% del genotipo presenta 1,50 kg/planta y un 16% de entradas tienen 1,87 kg/planta. Las 4 entradas (E3-Huacrapuquio-Huancayo, E11-Santa Rosa de Ocopa-Concepción, E17-Santa Rosa de Ocopa-Concepción y E36-Acolla-Jauja); los cuales presentan un rendimiento de 2,100 kg/planta de peso de tubérculos respectivamente.

Pacheco (2015) reporta en su trabajo de investigación "Caracterización morfológica y molecular de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) de los departamentos de Cusco y Cajamarca". La caracterización morfológica se realizó en 271 accesiones de mashua, mediante 45 descriptores previamente establecidos. La identificación de descriptores más discriminantes e informativos se realizó mediante el análisis de correspondencia múltiple secuencial (ACMs) y los análisis de agrupamiento e identificación de los morfotipos se realizaron con la nueva lista de descriptores. Se seleccionaron 19 descriptores morfológicos para mashua, con los que se identificaron 257 morfotipos (237 de Cusco y 20 de Cajamarca) a un coeficiente de distancia de 0. Las estadísticas de los caracteres cuantitativos en Cusco y Cajamarca dieron los siguientes resultados: Altura de planta máximo 66,50; 58,00 cm, mínimo 16,40; 18,00 cm, media 28,73; 28,89 cm. Longitud de tubérculos máximo 14,64; 12,64 cm, mínimo 2,66; 4,48, media 7,19; 8,49 cm. Diámetro de tubérculo máximo 5,64; 4,18 cm mínimo 2,24; 2,56 cm, media 3,24; 3,47 respectivamente en los dos Departamentos. El descriptor altura de planta presenta medias semejantes tanto en Cusco como en Cajamarca, sin embargo si existen diferencias en la variación presente en ambos departamentos. El descriptor de longitud y diámetro de tubérculo difieren ligeramente en sus medias y presentan desviaciones estándar muy bajas, pero el descriptor longitud de tubérculo presenta coeficientes de variación mayor al 25 por ciento. Este último presenta un coeficiente de variación mayor en Cusco (29,49), posiblemente debido a la existencia de una mayor diversidad en los tubérculos.

Reynoso (2007) indica en su trabajo de evaluación agronómica e identificación de plagas en 20 morfotipos de mashua (*T. tuberosum*) en la comunidad de tres de mayo de huayllacayán. Determino lo siguiente Para la cobertura foliar en la etapa de floración, la cobertura fue abundante de 46 al 93 % resultando los tratamientos T13 Y T18 con 93 y 90,25% y el follaje más escaso lo presento el T3 con 45,63%. Para el número de tallos, obtuvo una medida de 17,688 tallos; así los mejores tratamientos fueron T12, T18, T11,

T5, T7, T6, Y T2 presentando tallos a la medida mientras los tratamientos T1, T19, Y T14 son los que obtuvieron menores tallos con 11,63 a 10,25. Número de tubérculos al momento de la cosecha, obtuvo una media de 26,28, donde observo que el T12 tuvo el mayor promedio con 48,50 tubérculos en comparación a los demás tratamientos que fluctuaron entre 36,50 a 14,25, es así que los tratamientos T19 y T20 obtuvieron menor número de tubérculos. Tamaño de tubérculos al momento de la cosecha, obtuvo una media de 8,00 cm. Comparando con los tratamientos, los que sobresalen son los tratamientos T9, T17, T18, T5, T4, T15, T16, T3, T7 y T2 con promedios de 11,176 a 8,350 cm. Y el tratamiento de menor tamaño fue T19 con 4,543 cm. Diámetro de tubérculos al momento de la cosecha, tuvieron una medida de 3,45 cm. Sobresaliendo el tratamiento T20 con un promedio de 4,24 y el resto de los tratamientos tuvieron promedios similares a excepción del tratamiento T19 que obtuvo el menor diámetro con 2,65 cm. Peso de morfotipos de mashua, se obtuvo que el tratamiento T12 tuvo el peso más alto de todos con 7 685 kg/ha. El tratamiento T18 y T2 también obtuvieron pesos altos con 6 347,5 a 6 252,5 kg/ha, considerados como los mejores tratamientos; en comparación con los demás tratamientos que obtuvieron un peso de 5 045 a 2 300 kg/ha a excepción de los tratamientos T14, T10, y T19 que presentaron los pesos más bajos con 1 985 a 1 352,5 kg/ha. En relación a los días a la prefloración se observó que los tratamientos T20, T12, T16 y T3 fueron presentados como tardíos por presentar 170 días a la prefloración, mientras los tratamientos T10 y T9 fueron considerados como precoces con 140 días a la prefloración.

### **1.3. HIPÓTESIS**

#### **1.3.1. Hipótesis general**

Las accesiones de Mashua (*Trapaeloum tuberosum* Ruiz & Pav) del Perú mostrarán diferencias en el potencial agronómico cuando son cultivados en condiciones climáticas de Monte Azul - Kichki.

### 1.3.2. Hipótesis específicos

1. Las fases fenológicas; días a la emergencia, a la floración y a la madurez fisiológica son diferentes en cada accesión.
2. Existirán diferencias entre las accesiones de mashua respecto al rendimiento.

## 1.4. VARIABLES

### 1.4.1. Operacionalización de variables

**Cuadro 3.** Operacionalización de las variables en estudio

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Independiente</b>		
Accesiones de mashua	36 accesiones de mashua	<b>CODIGO DEL CIP</b> 203141,203161,203188,203206 203219,203196,203002,203003 203015,203016,203018,203019 203020,203021,203038,203041 203045,203053,203056,203059 203063,203067,203070,203074 203075,203076,203087,203090 203094,203097,203105,203114 203112,203128,203132,203134
<b>Dependiente</b>		
Fenología	Fases fenológicas	Días a la emergencia Días a la Floración Días a la madurez fisiológica.
Potencial agronómico	Componente de Rendimiento	Número de tubérculos Tamaño de tubérculos Peso de tubérculos

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el terreno de un agricultor conservacionista, en la localidad de Chinchaypata, del distrito de Kichki, provincia y región Huánuco, localizado a 20,5 km de la ciudad de Huánuco, carretera Huánuco – La Unión.

##### **Ubicación política**

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Kichki
Comunidad	:	Monte Azul
Localidad	:	Chinchaypata

##### **Ubicación geográfica**

Altitud	:	3 460 msnm
Latitud Sur	:	09° 53´ 09.22”
Longitud Oeste	:	76° 27´ 50.07”

##### **3.1.1. Características agroecológicas reporta según (SENAMHI 2014)**

- Temperatura máxima media mensual: 24°C
- Temperatura mínima media mensual: 14°C
- Temperatura media mensual: 19°C
- Precipitación anual: 500 mm
- Humedad relativa: 70.70%

##### **3.1.2. Antecedentes del lugar**

En el terreno donde se realizó el presente trabajo de investigación, anteriormente estuvo en descanso.

### 3.1.3. Periodo de ejecución

La fase de campo duro 8 meses, iniciando en el mes de setiembre del 2013 hasta mayo 2014.

### 3.1.4. Análisis de suelo

Las muestras se tomaron en forma aleatoria dentro del área asignada para el desarrollo de la investigación las muestras obtenidas fueron homogenizadas y representativa, el análisis se realizó en el laboratorio química agrícola de Cañete del Valle Grande, en el cuadro siguiente se muestra el resultado de análisis de suelo.

**Cuadro 04.** Análisis de suelo.

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>unidad</b>
<b>Textura</b>		
Arena	65,7	%
Limo	25,21	%
arcilla	9,09	%
Clase textural	Franco arenoso	
Porcentaje de saturación	72,12	%
Carbonato de calcio	<0,01	%
Conductividad eléctrica (E.S) a 25 °C	1,13	dS/m
pH (1/1) a T=23,7°C	4,63	
Fosforo disponible	53,79	ppm
Materia Orgánica	2,26	%
Potasio disponible	201,2wss	ppm
<b>Cationes cambiables</b>		
Calcio	3,10	mEq/100g
Magnesio	0,51	mEq/100g
Sodio	0,09	mEq/100g
Potasio	0,43	mEq/100g
Aluminio + Hidrogeno	0,57	mEq/100g
P.A.I	11,89	mEq/100g
C.I.C.E	4,80	%
<b>Micronutrientes disponibles</b>		
Cobre	1,29	ppm
Zinc	1,14	ppm
Magnesio	4,39	ppm
Hierro	51,30	ppm

El suelo donde se realizó el ensayo pertenece a la clase textura franco arenoso, pH fuertemente acido, con una concentración media de materia orgánica, con alto contenido de P y medio de K.

## **3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

### **Tipo de investigación**

**Aplicada** por que se basa a los principios de la ciencia sobre, las accesiones de mashua para determinar la accesión que tiene mayor potencial agronómico

### **Nivel de investigación**

**Experimental** porque se manipuló la variable independiente (**accesiones**), que fueron colectadas de distintas condiciones climáticas del Perú y se midió el efecto en la variable dependiente (potencial agronómico) y se comparó entre accesiones.

## **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

### **3.3.1. Población**

Estuvo constituido por 20 plantas por parcela experimental, haciendo un total de 2 160 plantas por campo experimental

### **3.3.2. Muestra**

La muestra se tomó de los dos surcos centrales de cada parcela experimental, denominados plantas del área neta experimental, así mismo se evaluaron 6 plantas que conforman esta área, haciendo un total de 648 plantas.

### **3.3.3. Tipo de muestreo**

Probabilístico en su forma de muestreo Aleatoria Simple (MAS) porque al momento de la siembra cualquier semilla de mashua tuvo la misma probabilidad de formar parte de la evaluación.

### **3.3.4. Unidad de análisis**

La unidad de análisis es la parcela con las plantas de mashua.

## **Descripción del campo experimental**

### **Campo experimental**

Largo de campo	: 116,20 m.
Ancho de campo	: 6,50 m.
Área total del campo experimental	: 755,30 m <sup>2</sup>
Área experimental	: 518,40 m <sup>2</sup>
Área de caminos	: 236,9 m <sup>2</sup>
Área neta experimental total de campo	: 155,52 m <sup>2</sup>

### **Bloques**

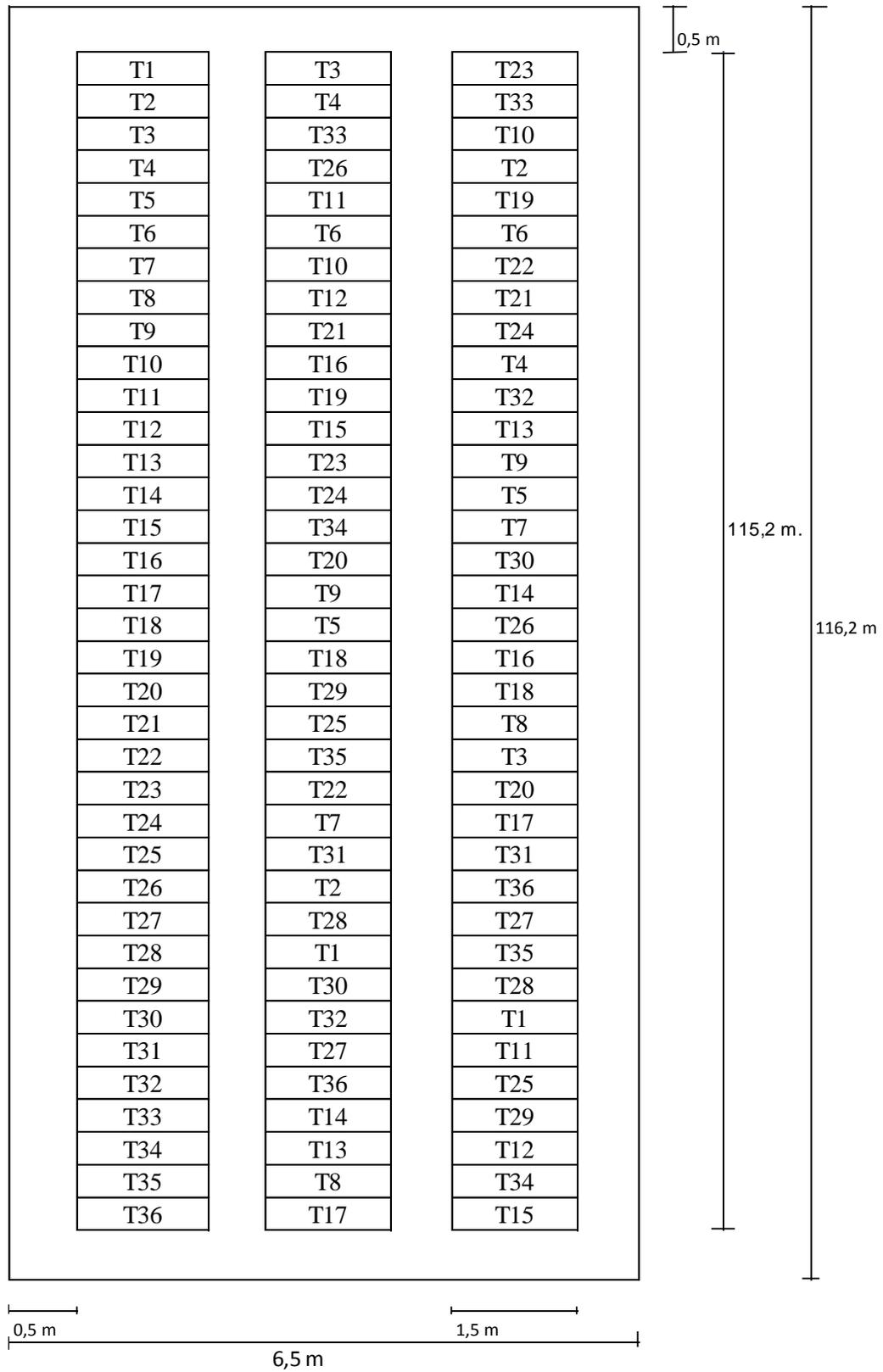
Número de bloques	: 3
Largo de bloques	: 115,2 m.
Ancho de bloque	: 1,5 m.
Área experimental por bloque	: 172,80 m <sup>2</sup>

### **Parcelas experimentales**

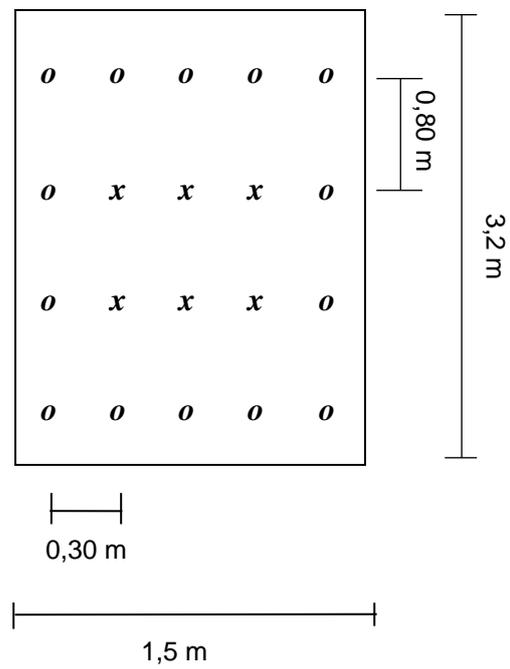
Longitud	: 3,20 m.
Ancho	: 1,50 m.
Área experimental	: 4,80 m <sup>2</sup>
Área neta experimental por parcela	: 1,44 m <sup>2</sup>

### **Surcos**

Longitud del surco	: 1,50 m.
Número de surcos por parcela	:
Distanciamiento entre surcos	: 0,80 m.
Distanciamiento entre plantas	: 0,30 m.
Número de golpes por unidad experimental	: 20
Número de golpe del área neta experimental	: 6



**Figura 1.** Detalle del campo experimental



**Figura 2.** Croquis de la parcela experimental

### 3.4. FACTORES Y TRATAMIENTO EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación en estudio estuvieron conformados por las accesiones de mashua colectadas de las diferentes partes del país (Perú). Que consta de 36 accesiones.

**Cuadro Nº 5.** Tratamientos en estudio

TRAT.	CODIGO DE ACCESION (CIP)	NOMBRE COMUNES	LUGAR DE COLECCION
T1	203141		Cusco
T2	203161		Cusco
T3	203188		Cusco
T4	203206		Cusco
T5	203219		Cusco
T6	203196		Cusco
T7	203002	Blanquita chica	Cajamarca
T8	203003	Tuquita	Cajamarca
T9	203015	Mashua	Ancash
T10	203016	Mashua	Ancash
T11	203018	Yana ñawi	Cusco
T12	203019	Zapallu año	Cusco
T13	203020	Yuracc wacca	Cusco
T14	203021	Yana año	Cusco
T15	203038	k'ello azote	Puno
T16	203041	Cheara nairani	Puno
T17	203045	Achacana	Puno
T18	203053		Junín
T19	203056		Junín
T20	203059		Junín
T21	203063		Cusco
T22	203067		Lima
T23	203070		Huancavelica
T24	203074	Kita año	Cusco
T25	203075	Mashua amarilla	Pasco
T26	203076	Mashua amarilla	Pasco
T27	203087	Mashua amarilla	Pasco
T28	203090	Mashua culebra	Pasco
T29	203094	Mashua yana ojo	Pasco
T30	203097		Huancavelica
T31	203105		Huánuco
T32	203114		Huánuco
T33	203112		Huánuco
T34	203128		Junín
T35	203132		Junín
T36	203134		Junín

### 3.5. PUEBA DE HIPOTESIS

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es experimental en su forma de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) que está constituido por 36 tratamientos, distribuidos en 3 repeticiones, haciendo un total de 108 unidades experimentales.

#### Modelo lineal aditivo

Se usó la siguiente ecuación lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \ell_{ij}$$

Para  $i = 1, 2, 3, \dots, t$  (Nº de tratamientos)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$  (Nº de repeticiones, bloques)

#### Dónde:

$Y_{ij}$  = Unidad experimental que recibe el tratamiento  $i$  y está en el bloque  $j$

$\mu$  = Media general a la cual se espera alcanzar todas las observaciones (media poblacional)

$\tau_i$  = Efecto verdadero del  $i$ ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto verdadero del  $j$ ésimo bloque

$\ell_{ij}$  = Error experimental.

Para la prueba de hipótesis se utilizó Análisis de varianza (ANDEVA) o prueba de Fisher (F) al nivel de significación de 5% y 1%, para determinar la significación entre tratamientos y repeticiones. Para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de DUNCAN, con el 5% para determinar el nivel de significación entre tratamientos.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza (ANDEVA)

<b>Fuentes de Varianza (FV)</b>	<b>Grados de Libertad (GL)</b>
Bloques o repeticiones	$(r-1) = 2$
Tratamientos	$(t-1) = 35$
Error experimental	$(r-1) (t-1) = 70$
Total	$(tr-1) = 107$

### 3.5.2. Datos registrados

Se registraron los siguientes datos:

#### 3.5.2.1. Fenología

##### a) Días a la emergencia

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia del 50% de las plantas, a simple vista, registrando en una libreta de campo los datos obtenidos.

##### b) Días a la floración

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas del Área Neta Experimental presentaron flores a simple vista los datos obtenidos fueron registrados en una libreta de campo.

##### c) Días a la madurez fisiológica

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas del Área Neta Experimental, presentaron madurez fisiológico, con siguientes características: la caída de flores, las hojas empiezan a cambiar de coloración y se tornan amarillentas y se observó los tubérculos frotando la superficie para ver que estos no se pelan, los datos obtenidos se registraron en una libreta de campo.

### **3.5.2.2. Rendimiento**

#### **a) Número de tubérculos por planta**

En el momento de la cosecha se contó el número de tubérculos por plantas, registrando a 6 plantas del Área Neta Experimental.

#### **b) Tamaño de los tubérculos**

Se llevó a cabo al momento de la cosecha, en la cual consistió en medir la longitud y diámetro de 10 tubérculos al azar por Área Neta Experimental, midiéndose con un vernier tanto la parte ecuatorial como polar.

#### **c) Peso de tubérculos**

Al momento de la cosecha, con la ayuda de una balanza de precisión se pesó los tubérculos cosechados por planta, efectuando la lectura a 6 plantas tomadas al azar dentro de la parcela neta. Los valores se expresaron en kg/planta.

El rendimiento constituyó el peso del total de tubérculos cosechados en la Área Neta Experimental. Para el efecto se utilizó una balanza de precisión, expresando los valores en t/ha.

## **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.6.1. Material vegetal:**

Se contó con 36 accesiones de mashua provenientes de diferentes departamentos del Perú.

### **3.6.2. Materiales de campo:**

- ✓ Herramientas (rastrillo, pico, azadón, chaquitacla y arado).
- ✓ Mallas para cada accesión
- ✓ Etiqueta para cada accesión
- ✓ Sacos adecuados para la cosecha
- ✓

### **3.6.3. Materiales de escritorio**

- ✓ Regla graduada.
- ✓ Papel bon A-4
- ✓ Folder
- ✓ Grampas
- ✓ Lápiz
- ✓ Plumón indeleble
- ✓ Libreta de campo

### **3.6.4. Equipos**

- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Computadora

## **3.7. CONDUCCION DE LA INVESTIGACION**

### **3.7.1. Selección de semillas**

Esta labor se realizó en el ambiente de laboratorio de biotecnología, seleccionando los tubérculos con buenas características que fue facilitada por el Centro Internacional de la papa, provenientes de Huancayo.

### **3.7.2. Fase de campo**

#### **3.7.2.1. Preparación de terreno y trazado.**

Se realizó una limpieza general del campo, luego se roturó el terreno con yunta, ejecutándose el desterronado y nivelado para uniformizar la superficie y a la vez eliminando todo tipo de residuos vegetales; dejando el terreno en condiciones para el trazado de surcos.

Trazado de parcelas, se procedió con la delimitación de las parcelas con dimensiones de 1,50 m de ancho y 3,20 m de longitud, área total de 9,60 m<sup>2</sup>.

Elaboración de surcos, los surcos fueron ejecutados de las siguientes características: 1,50 m de largo y 0,80 m entre surcos.

### 3.7.2.2. Siembra

Se utilizó semillas con muchos brotes, de características propias de cada accesión en estudio; tomando en cuenta 1 tubérculo por golpe, 5 tubérculos por surco, se realizó la siembra manualmente con una lampa cuya posición de las semillas deben estar orientadas con la parte apical dirigido hacia la superficie con un distanciamiento entre plantas de 0.30 m, 0.80 m entre surco.

### 3.7.2.3. Deshierbo y aporque

La eliminación de las malezas (deshierbo) se realizó de forma manual, con azadón a los 50 días después de la siembra, para mantener el suelo libre de malezas. El aporque se realizó a los 80 días después de la siembra.

### 3.7.2.4. Plagas observadas

Durante el periodo vegetativo del cultivo, se presentaron diversas plagas que no fueron significativos para tomar medidas de prevención debido a la altitud que se instaló las accesiones; teniendo en cuenta que es un cultivo resistente a plagas y enfermedades.

Plagas observadas en el campo son:

**Cuadro 7.** Plagas observadas en el cultivo de mashua

Insectos observadas	accesiones
Gusano blanco: <i>Botrynus sp</i>	T26(203076)
Pulguilla saltadora: <i>Epitrix sp.</i>	T6(203196), T10(203016), T11(203018), T9(203015), T19(203056), T26(203076), T27(203087) y T28(203090).
Gusanos de tierra: <i>Copitarsia sp.</i> <i>Agrotis SP</i>	T7 (203002), T9(202015) y T28(203090).

En la etapa de germinación se logró observar la presencia de venados propio del lugar en estudio, se tomó la decisión de tomar el control etológico utilizando plástico amarillo en los bordes para aumentar la presencia de los venados en el cultivo.

#### **3.7.2.5. Cosecha**

Se realizó en forma manual con ayuda de un azadón a los 240 días después de la siembra cuando las plantas mostraron signos de madurez fisiológica y los tubérculos no desprendían su piel ante la fricción con los dedos. Previamente se identificaron adecuadamente las diferentes accesiones para su respectiva evaluación como número de tubérculos por plantas, peso de tubérculos por plantas y tamaño del tubérculo; luego fueron etiquetados y embalados para enviar al laboratorio del Centro Internacional de la Papa.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa INFOSTAT. Los resultados se expresaron en promedios los cuales se presentaron en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas de Análisis de Varianza (ANDEVA), se estableció las diferencias significativas entre tratamientos, donde los parámetros que son iguales se simboliza con (ns), mientras (\*) representa que es significativo y (\*\*) altamente significativo.

Para comparar los promedios de los tratamientos para cada una de las variables evaluadas, se aplicó la prueba de Duncan al nivel de significación 0,05 de probabilidad, donde los tratamientos unidos por la misma letra indican que entre ellas no existen diferencias estadísticas significativas y aquellos que no están unidas existen diferencias estadísticas significativas.

#### **IV. RESULTADOS**

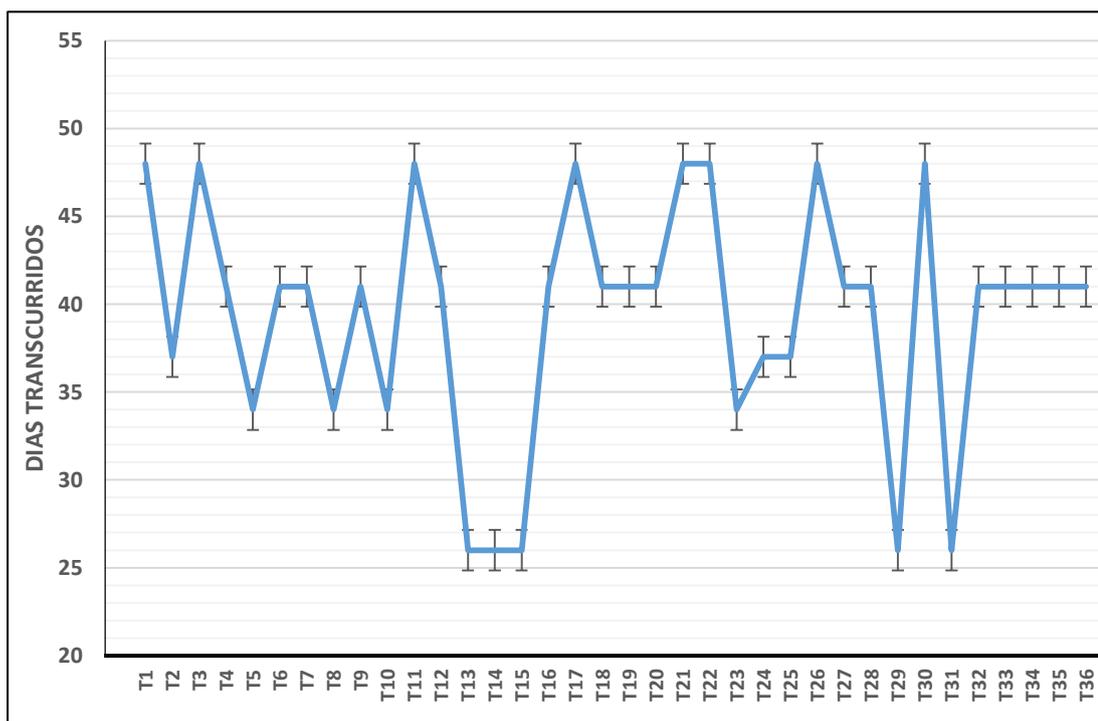
Se observó que 18 accesiones con el 50% presentaron la forma cónica; seguido de la forma cónica alargado que alcanzó 36,11% con 13 accesiones. Así mismo se encontró 5 accesiones con el 13.88 % de la forma alargado.

Con respecto a los colores de la superficie de los tubérculos; se observó que 10 accesiones presentaron el color blanco amarillento; 9 accesiones presentaron el color amarillo; 7 accesiones presentaron el color amarillo; 4 accesiones de color purpura grisáceo; 2 accesiones presentaron color rojo naranja; 1 accesión rojo grisáceo; 1 accesión de color ausente; 1 accesión de color morado y 1 accesión de color marrón; representando así la gran diversidad de mashua en el Perú.

## 4.1. FENOLOGIA

### 4.1.1. Días a la emergencia

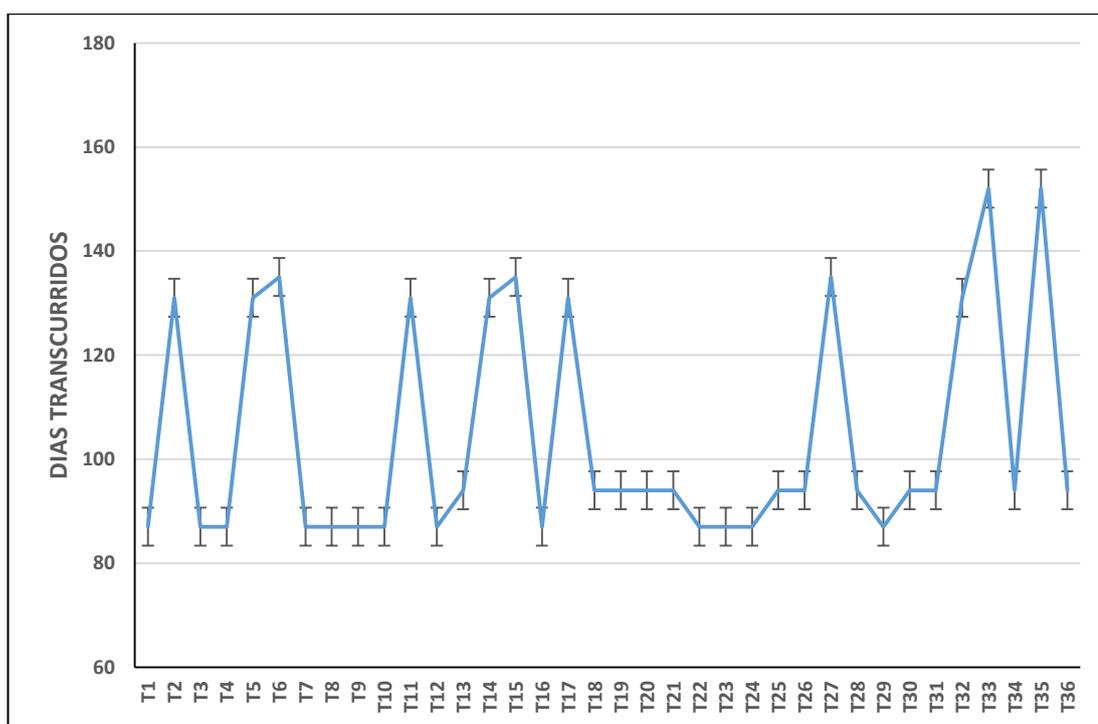
En la Figura 3 se observa los días transcurridos después de la siembra para la emergencia de la mashua, que varía entre 26 a 48 días, asimismo se observa que 5 accesiones el cual corresponde al 13,89% (T13, T14, T15, T29 y T31) necesitan de 26 días para emerger; 4 accesiones el cual corresponde al 11,11% (T5, T8, T10 y T23) emergen a los 34 días; 3 accesiones el cual corresponde al 8,33% (T2, T24 y T25) emergen a los 37 días; 16 accesiones el cual corresponde al 44,44% (T4, T6, T7, T9, T12, T16, T18, T19, T20, T27, T28, T32, T33, T34, T35 y T36) emergen a los 41 días; 8 accesiones (T1, T3, T11, T17, T21, T22, T26, T30) representa el 22,22% necesitan 48 días para emerger.



**Figura 3.** Días a la emergencia de las accesiones de mashua.

#### 4.1.2. Días a la floración

Respecto a esta variable los días promedio a la floración de las accesiones de mashua se observa en la Figura 4. Donde se muestra que 13 accesiones (T1, T3, T4, T7, T8, T9, T10, T12, T16, T22, T23, T24 y T29) el cual representa el 36,11% requieren de 87 días para dar inicio a la floración; igualmente 12 accesiones (33,33%) necesitan de 94 días para florecer (T13, T18, T19, T20, T21, T25, T26, T28, T30, T31, T34 y T36); 6 accesiones (19,44 %) (T2,T5, T11,T14, T17 y T32) la floración ocurre a los 131 días ; 3 accesiones (8,33%) (T6,T15 y T27) la floración ocurre los 135 días, 2 accesiones (5,56%) (T33 y T35) considerados tardíos la floración se presentó a los 152 días.

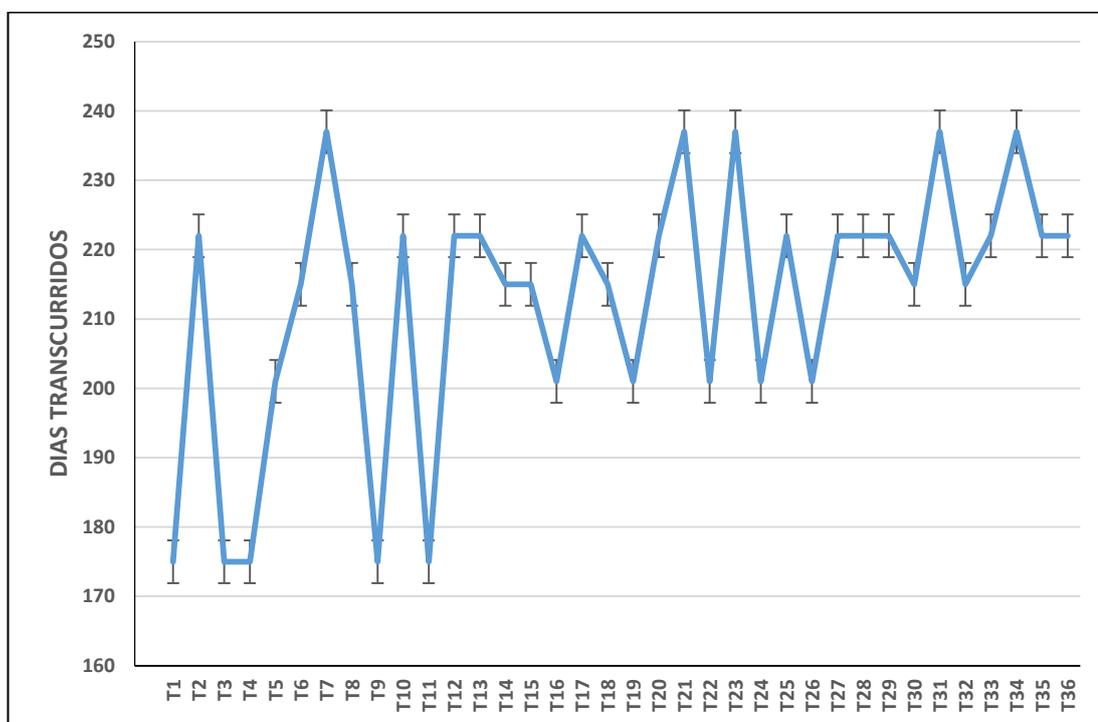


**Figura 4.** Días a la floración de las accesiones de mashua.

#### 4.1.3. Días a la madurez fisiológica

La Figura 5 se observa los días a la madurez fisiológica de las accesiones de mashua, en ella se distinguen 5 agrupaciones de accesiones. La primera agrupación corresponde a 5 accesiones (T1, T3, T4, T9 y T11)

que representa el 13.89% los cuales presentan valores intermedios de 175 días; la segunda agrupación consta de 6 accesiones (T5, T16, T19, T22, T24, T26) que corresponden al 16,67% requieren de 201 días; la tercera agrupación constituye de 7 accesiones (T6, T8, T14, T15, T18, T30 y T32) que corresponde al 19,44% requieren de 215 días; la cuarta agrupación constituye 13 accesiones (T2, T10, T12, T13, T17, T20, T25, T27, T28, T29, T33, T35 y T36) que representa el 36,11% los cuales necesitan de 222 días y la quinta agrupación presenta 5 accesiones (T7, T23, T31 y T34) el cual corresponde al 13,89% que requiere de 237 días para la madurez fisiológica.



**Figura 5.** Días a la madurez fisiológica de las accesiones de mashua.

## 4.2. RENDIMIENTO

### 4.2.1. Número de tubérculos por planta

**Cuadro 08.** Análisis de varianza para número de tubérculos por plantas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	2	55,05	27,52	1,55 ns	3,13	4,92
<b>Tratamientos</b>	35	4948,56	141,39	7,95 **	1,62	1,98
<b>Error Exp.</b>	70	1244,38	17,78			
<b>Total</b>	107	6247,99				

CV= 25,11 %

Según el análisis de varianza (Cuadro 08), para número de tubérculos por planta, se presentó diferencias estadísticas altamente significativas al 5 y 1% entre tratamientos y no significativas en repeticiones. El coeficiente de variabilidad (CV) es de 25,11 % expresa la confiabilidad y consistencia de los datos obtenidos a nivel del campo y el promedio general de 16,74 tubérculos por plantas.

**Cuadro 09.** Prueba de Duncan al 5 % para número de tubérculos por plantas.

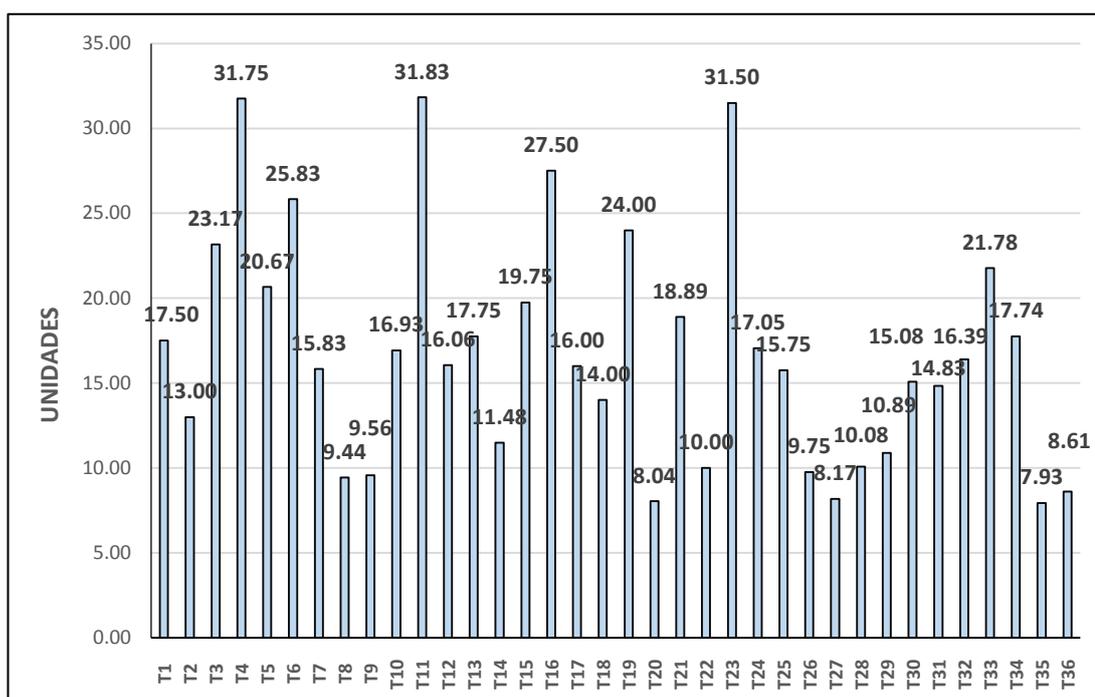
O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0.05	
1	T11	31,83	a	
2	T4	31,75	a	
3	T23	31,50	a	
4	T16	27,50	a b	
5	T6	25,83	a b c	
6	T19	24,00	b c d	
7	T3	23,17	b c d e	
8	T33	21,78	b c d e f	
9	T5	20,67	b c d e f g	
10	T15	19,75	b c d e f g h	
11	T21	18,89	c d e f g h i	
12	T13	17,75	d e f g h i j	
13	T34	17,74	d e f g h i j	
14	T1	17,50	d e f g h i j	
15	T24	17,05	d e f g h i j	
16	T10	16,93	d e f g h i j k	

17	T32	16,39	d e f g h i j k l
18	T12	16,06	d e f g h i j k l m
19	T17	16,00	d e f g h i j k l m
20	T7	15,83	d e f g h i j k l m
21	T25	15,75	d e f g h i j k l m
22	T30	15,08	e f g h i j k l m
23	T31	14,83	e f g h i j k l m
24	T18	14,00	f g h i j k l m
25	T2	13,00	g h i j k l m
26	T14	11,48	h i j k l m
27	T29	10,89	i j k l m
28	T28	10,08	j k l m
29	T22	10,00	j k l m
30	T26	9,75	j k l m
31	T9	9,56	j k l m
32	T8	9,44	j k l m
33	T36	8,61	k l m
34	T27	8,17	l m
35	T20	8,04	l m
36	T35	7,93	m

---

$S\tilde{x}=4,22$

En la prueba de Duncan al 5% para número de tubérculos por plantas de las accesiones de mashua (cuadro 09) se aprecia que los tratamientos **T11**(203018), **T4**(203206), **T23**(203070), **T16**(203041), **T6**(203196) obtuvieron 31,83 , 31,75 , 31,50 , 27,50 y 25,83 centímetros respectivamente donde, estadísticamente son iguales, sin embargo superan a los demás tratamientos del 6° al 36° lugar del O.M. El último lugar se ubica la accesión **35** (203132) con 7,93 centímetros, tal como se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Promedios de las accesiones de mashua de número de tubérculos por plantas.

#### 4.2.2. Tamaño de tubérculos

##### 4.2.2.1. Longitud de tubérculos

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para longitud de tubérculos (cm).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	2	36,89	18,44	15,42**	3,13	4,92
<b>Tratamientos</b>	35	218,05	6,23	5,21**	1,62	1,98
<b>Error Exp.</b>	70	83,76	1,2			
<b>Total</b>	107	338,7				

CV= 13,73 %

Según el análisis de varianza (Cuadro 10), para longitud de tubérculos, se presentó diferencias estadísticas altamente significativas al 5 y 1% entre tratamientos y entre repeticiones. El coeficiente de variabilidad (CV) es de 13,73% expresa la confiabilidad y consistencia de los datos obtenidos a nivel del campo y el promedio general de 7,96 cm.

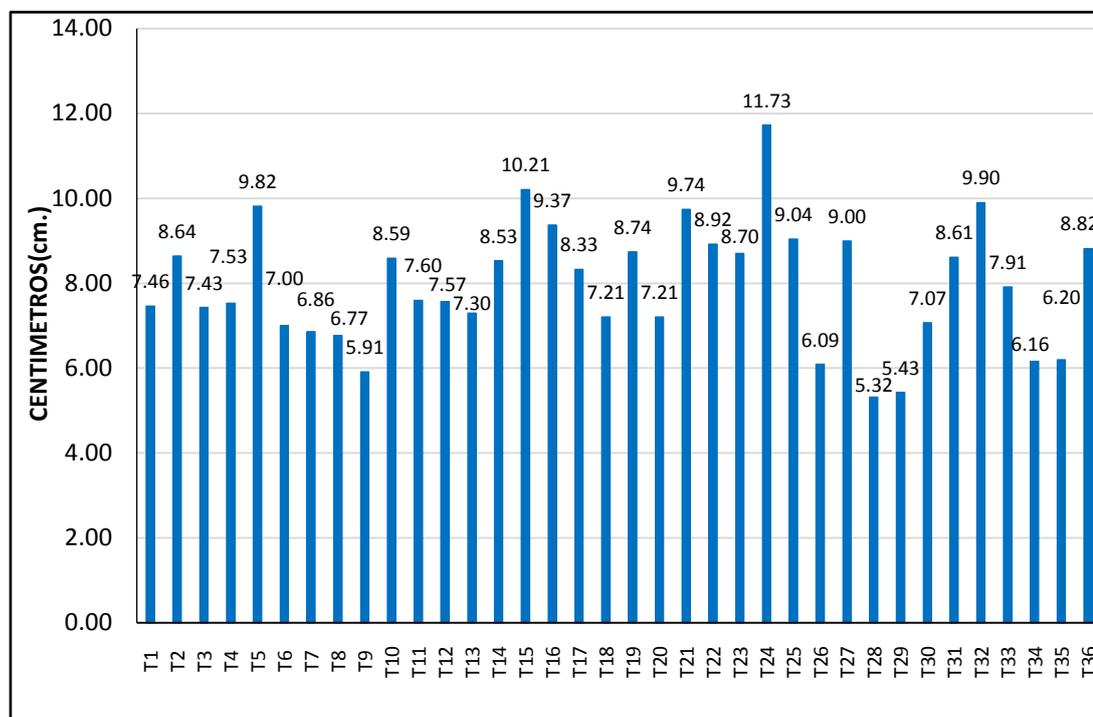
**Cuadro 11.** Prueba de Duncan al 5% para longitud de tubérculos (cm).

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	
1	T24	11,73	a	
2	T15	10,21	a b	
3	T32	9,90	a b c	
4	T5	9,82	a b c	
5	T21	9,74	b c d	
6	T16	9,37	b c d e	
7	T25	9,04	b c d e f	
8	T27	9,00	b c d e f	
9	T22	8,92	b c d e f g	
10	T36	8,82	b c d e f g	
11	T19	8,74	b c d e f g	
12	T23	8,70	b c d e f g	
13	T2	8,64	b c d e f g	
14	T31	8,61	b c d e f g	
15	T10	8,59	b c d e f g	
16	T14	8,53	b c d e f g	
17	T17	8,33	b c d e f g h	
18	T33	7,91	c d e f g h i	
19	T11	7,60	d e f g h i j	
20	T12	7,57	e f g h i j	
21	T4	7,53	e f g h i j	
22	T1	7,46	e f g h i j k	
23	T3	7,43	e f g h i j k	
24	T13	7,30	e f g h i j k	
25	T20	7,21	e f g h i j k	
26	T18	7,21	e f g h i j k	
27	T30	7,07	f g h i j k	
28	T6	7,00	f g h i j k	
29	T7	6,86	f g h i j k	
30	T8	6,77	g h i j k	
31	T35	6,20	h i j k	
32	T34	6,16	h i j k	
33	T26	6,09	i j k	
34	T9	5,91	i j k	
35	T29	5,43	j k	
36	T28	5,32	k	

$$S_{\tilde{x}} = 1,09$$

En la prueba de Duncan al 5% para longitud de tubérculos de las accesiones de mashua (cuadro 11) se aprecia que los tratamientos **T24** (203074), **T15** (203038), **T32** (203114), **T5** (203219), obtuvieron 11,73 ,

10,21 , 9,90 y 9,82 centímetros respectivamente donde, estadísticamente son iguales, sin embargo superan a los demás tratamientos del 4° al 36° lugar del O.M. El último lugar se ubica la accesión **28** (203090) con 5,32 centímetros, tal como se muestra en la figura 7.



**Figura 7.** Promedios de las accesiones de mashua de longitud de tubérculos por plantas (cm).

#### 4.2.2.2. Diámetro de tubérculos

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para diámetro de tubérculos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	2	0,8	0,4	2,68 ns	3,13	4,92
<b>Tratamientos</b>	35	18,02	0,51	3,44**	1,62	1,98
<b>Error Exp.</b>	70	10,49	0,15			
<b>Total</b>	107	29,31				

CV= 13,06 %

Según el análisis de varianza (Cuadro 12), para diámetro de tubérculos, se presentó diferencias estadísticas altamente significativas al 5 y 1% entre tratamientos y no significativas entre repeticiones. El coeficiente

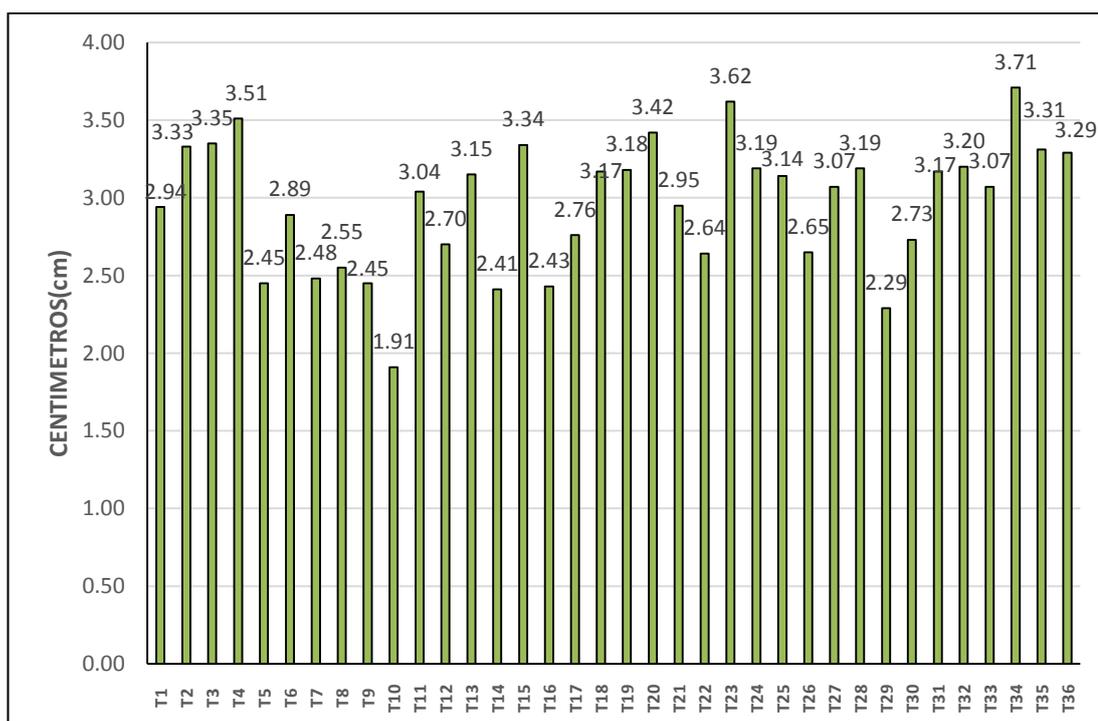
de variabilidad (CV) es de 13,06% expresa la confiabilidad y consistencia de los datos obtenidos a nivel del campo y el promedio general de 2,96 cm.

**Cuadro 13.** Prueba de Duncan al 5% para diámetro de tubérculos.

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	
1	T34	3,71	a	
2	T23	3,62	a b	
3	T4	3,51	a b c	
4	T20	3,42	a b c d	
5	T3	3,35	a b c d e	
6	T15	3,34	a b c d e	
7	T2	3,33	a b c d e f	
8	T35	3,31	a b c d e f	
9	T36	3,29	a b c d e f	
10	T32	3,20	a b c d e f g	
11	T24	3,19	a b c d e f g	
12	T28	3,19	a b c d e f g	
13	T19	3,18	a b c d e f g h	
14	T18	3,17	a b c d e f g h	
15	T31	3,17	a b c d e f g h	
16	T13	3,15	a b c d e f g h	
17	T25	3,14	a b c d e f g h	
18	T27	3,07	a b c d e f g h	
19	T33	3,07	a b c d e f g h	
20	T11	3,04	a b c d e f g h i	
21	T21	2,95	a b c d e f g h i	
22	T1	2,94	a b c d e f g h i	
23	T6	2,89	b c d e f g h i	
24	T17	2,76	c d e f g h i	
25	T30	2,73	c d e f g h i	
26	T12	2,70	d e f g h i	
27	T26	2,65	d e f g h i j	
28	T22	2,64	e f g h i j	
29	T8	2,55	f g h i j	
30	T7	2,48	g h i j	
31	T9	2,45	g h i j	
32	T5	2,45	g h i j	
33	T16	2,43	g h i j	
34	T14	2,41	h i j	
35	T29	2,29	i j	
36	T10	1,91	j	

$$S_{\tilde{x}} = 0,39$$

En la prueba de Duncan al 5% para diametro de tubérculos de las accesiones de mashua (cuadro 13) se aprecia que los tratamientos **T34** (203128), **T23** (203070), **T4** (203206), **T20** (203059), **T3** (203188), **T15** (203038), **T2** (203161), **T35** (203132), **T36** (203134), **T32** (203114), **T24** (203074), **T28** (203090), **T19** (203056), **T18** (203053), **T31** (203105) **T13** (203020), **T25** (203075), **T27** (203087), **T33** (203112), **T11** (203018), **T21** (203063), **T1** (203141) obtuvieron 3,71, 3,62, 3,51, 3,42, 3,35, 3,34, 3,33, 3,31, 3,29, 3,20, 3,19, 3,19, 3,18, 3,17, 3,17, 3,15, 3,14, 3,07, 3,07, 3,04, 2,95, 2,94 centímetros respectivamente donde, estadísticamente son iguales, sin embargo superan a los demas tratamientos del 23° al 36° lugar del O.M. El ultimo lugar se ubica la accesion **10** (203016) con 1,91 centímetros, tal como se muestra en la figura 8.



**Figura 8.** Promedios de las accesiones de mashua de diámetro de tubérculos por plantas.

### 4.2.3. Peso de tubérculos por plantas

**Cuadro 14.** Análisis de varianza para peso de tubérculos por plantas

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	2	0,11	0,06	4,04 *	3,13	4,92
<b>Tratamientos</b>	35	6,48	0,19	13,49 **	1,62	1,98
<b>Error Exp.</b>	70	0,96	0,01			
<b>Total</b>	107	7,55				

CV= 22,96 %

Según el análisis de varianza (Cuadro 14), para peso de tubérculos, se presentó diferencias estadísticas altamente significativas al 5 y 1% entre tratamientos y significativos entre repeticiones. El coeficiente de variabilidad (CV) es de 22,96 % expresa la confiabilidad y consistencia de los datos obtenidos a nivel del campo y el promedio general de 0,51 kg/planta

**Cuadro 15.** Prueba de Duncan al 5 % para peso de tubérculos por plantas.

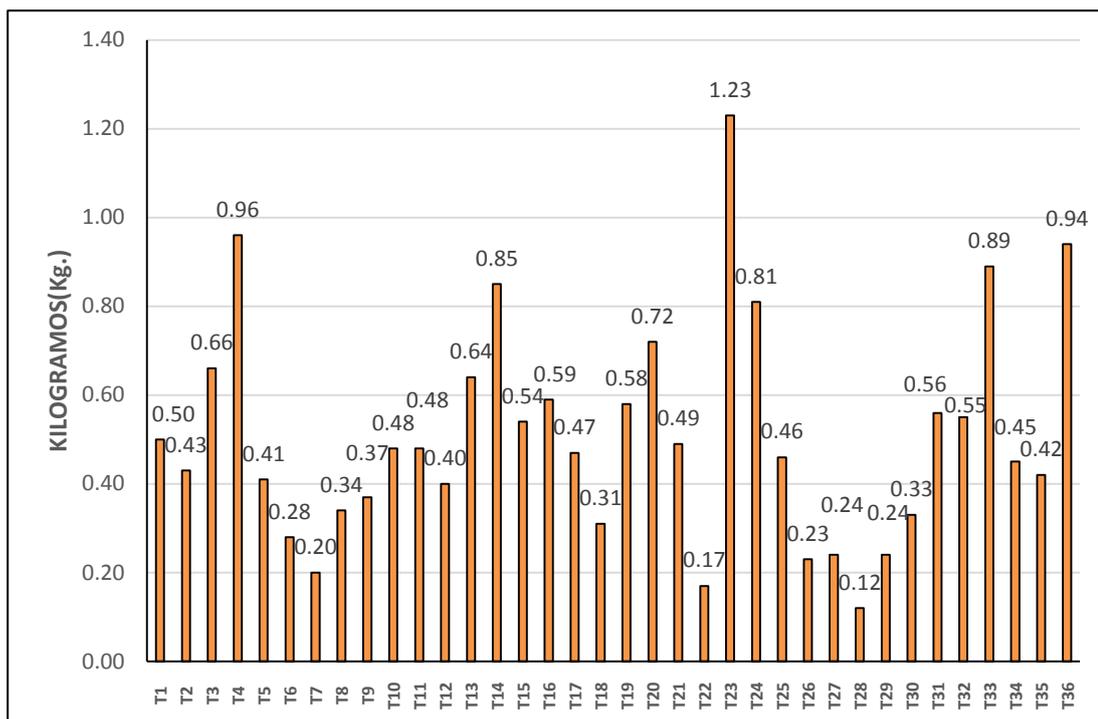
O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DESIGNIFICACION	
			0.05	
1	T23	1,23	a	
2	T4	0,96	b	
3	T36	0,94	b	
4	T33	0,89	b c	
5	T14	0,85	b c d	
6	T24	0,81	b c d	
7	T20	0,72	c d e	
8	T3	0,66	d e f	
9	T13	0,64	d e f g	
10	T16	0,59	e f g h	
11	T19	0,58	e f g h	
12	T31	0,56	e f g h i	
13	T32	0,55	e f g h i	
14	T15	0,54	e f g h i j	
15	T1	0,5	e f g h i j k	
16	T21	0,49	f g h i j k	
17	T10	0,48	f g h i j k	

18	T11	0,48	f g h i j k
19	T17	0,47	f g h i j k
20	T25	0,46	f g h i j k l
21	T34	0,45	f g h i j k l
22	T2	0,43	f g h i j k l
23	T35	0,42	g h i j k l m
24	T5	0,41	g h i j k l m
25	T12	0,40	h i j k l m
26	T9	0,37	h i j k l m n
27	T8	0,34	i j k l m n o
28	T30	0,33	i j k l m n o
29	T18	0,31	j k l m n o
30	T6	0,28	k l m n o
31	T29	0,24	l m n o
32	T27	0,24	l m n o
33	T26	0,23	l m n o
34	T7	0,20	m n o
35	T22	0,17	n o
36	T28	0,12	o

---

$\bar{Sx} = 0,12$

En la prueba de Duncan al 5% para peso de tubérculos kg/plantas de las accesiones de mashua (cuadro 15) se aprecia que el tratamiento **T23** (203070), supera a los demás tratamientos con un promedio de 1,23 kg/plantas; al ocupar el primer lugar del O.M. el último lugar lo ocupa el tratamiento **T28** (203090), con 0,12 kg/plantas, tal como se muestra en la figura 9.



**Figura 9.** Promedios de las accesiones de mashua peso de tubérculos por plantas.

#### 4.2.4. Rendimiento de tubérculos

**Cuadro 16.** Análisis de varianza para rendimiento de tubérculos t/ha.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	2	187,47	93,73	3,91*	3,13	4,92
<b>Tratamientos</b>	35	11243,72	321,25	13,39**	1,62	1,98
<b>Error Exp.</b>	70	1679,21	23,99			
<b>Total</b>	107	13110,41				

CV= 23,07 %

Según el análisis de varianza (Cuadro 16), para rendimientos de tubérculos, se presentó diferencias estadísticas altamente significativas al 5 y 1% entre tratamientos y significativos entre repeticiones. El coeficiente de variabilidad (CV) es de 23,07% expresa la confiabilidad y consistencia de los datos obtenidos a nivel del campo y el promedio general de 21,23 t/ha.

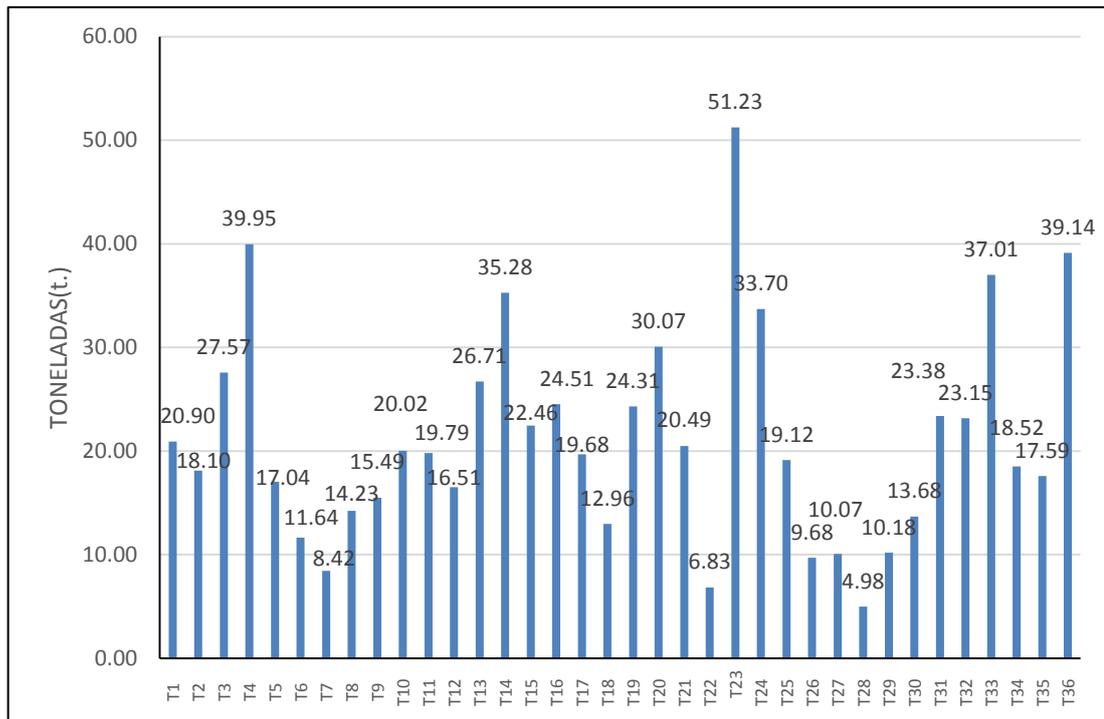
**Cuadro 17.** Prueba de Duncan al 5% para rendimiento de tubérculos t/ha.

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	
1	T23	51,23	a	
2	T4	39,95	b	
3	T36	39,14	b	
4	T33	37,01	b c	
5	T14	35,28	b c d	
6	T24	33,7	b c d	
7	T20	30,07	c d e	
8	T3	27,57	d e f	
9	T13	26,71	d e f g	
10	T16	24,51	e f g h	
11	T19	24,31	e f g h	
12	T31	23,38	e f g h i	
13	T32	23,15	e f g h i	
14	T15	22,46	e f g h i j	
15	T1	20,9	e f g h i j k	
16	T21	20,49	f g h i j k	
17	T10	20,02	f g h i j k	
18	T11	19,79	f g h i j k l	
19	T17	19,68	f g h i j k l m	
20	T25	19,12	f g h i j k l m n	
21	T34	18,52	f g h i j k l m n	
22	T2	18,1	f g h i j k l m n	
23	T35	17,59	g h i j k l m n o	
24	T5	17,04	g h i j k l m n o	
25	T12	16,51	h i j k l m n o	
26	T9	15,49	h i j k l m n o p	
27	T8	14,23	i j k l m n o p q	
28	T30	13,68	i j k l m n o p q	
29	T18	12,96	j k l m n o p q	
30	T6	11,64	k l m n o p q	
31	T29	10,18	l m n o p q	
32	T27	10,07	m n o p q	
33	T26	9,68	n o p q	
34	T7	8,42	o p q	
35	T22	6,83	p q	
36	T28	4,98	q	

$$S\tilde{x} = 4,90$$

En la prueba de Duncan al 5% para rendimiento de tubérculos t/ha de las accesiones de mashua (cuadro 17) se aprecia que el tratamiento **T23** (203070), supera a los demás tratamientos con un promedio de 51,23

t/ha ; al ocupar el primer lugar del O.M. el ultimo lugar lo ocupa el tratamiento **T28** (203090), con 4,98 t/ha, tal como se muestra en la figura 10.



**Figura 10.** Promedios de las accesiones de mashua de rendimiento de tubérculos

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. FENOLOGIA

#### 5.1.1. Días a la emergencia

Los resultados en cuanto a esta variable muestran que las accesiones de mashua tienen un rango de emergencia entre 26 (5 accesiones) a 48 días (8 accesiones), de esto el 44,44% de las accesiones (16) presentan una uniformidad en la emergencia de 41 días (considerado como accesiones intermedias), el cual concuerda con Torres (2014) quien indica que la emergencia de 25 entradas de mashua presentaron emergencia intermedia (40 – 60 días) que representa el 43,86%; Se obtuvo 33,33% (12 accesiones) presentaron emergencia temprana, el mismo autor no obtuvo accesiones con emergencia temprana.

Sin embargo, al contrastarse los resultados de días a la emergencia con Valle (2017) quien obtuvo accesiones de mashua fluctuaron entre 16 a 28 días a la emergencia deducimos que 12 accesiones tuvieron un comportamiento precoz (>40 días) debido a que la emergencia de las plantas de mashua está influenciada por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de estudio, época en que se realizan las observaciones, tipo de suelo, genotipo empleado, entre otros. (López y Hermann, 2004).

#### 5.1.2. Días a la floración

Respecto a la variable días a la floración, los resultados indican que fluctuó entre 87 a 152 después de la siembra (DDS), rango que coincide según indica Valle (2017) que la floración se presenta entre los 97 a 189 DDS; 24 accesiones presentaron días a la floración intermedia (130-150 días) con el 27,77%, 2 accesiones con floración tardía (>150 días) con el 5,56%, 25 accesiones con floración temprana (<130 días) con el 69,44% que fueron superiores a lo señalado por Torres (2014) quien reportó 22 accesiones de mashua con días a la floración intermedia, 14 accesiones con

floración temprana; pero inferiores con la floración tardía señalando 21 accesiones que presentaron días a la floración tardía.

pero esta fase fenológica se redujo a 3 días menos respecto a lo señalado por monteros (1996) que la floración se presenta a los 155 días (DDS).

No obstante, este periodo de floración resultó menos prolongado a lo que señala Espín (2013) y FAO (1990) quienes mencionan que la floración ocurre a los 120 a 178 y 120 a 184 DDS respectivamente, debido a las condiciones climáticas de la zona de estudio.

### **5.1.3. Días a la madurez fisiológica**

Las accesiones de mashua estudiados presentan un rango de madurez fisiológica de 175 a 237 DDS, que fueron similares a lo mencionado por Tapia (1997), Espín (2013) y Valle (2017) quienes reportan con rangos de 180 a 210, 150 a 280 días y 169 a 282 DDS, pero inferior de lo señalados por Montero (1996) quien obtuvo 252,28 DDS

El comportamiento es precoz en comparación con lo señalado por Valle (2017) que reporta que las accesiones precoces son a los 169 días y las tardías a los 282 días; debido a que está influenciados por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de estudio, época en que se realizan las observaciones, tipo de suelo, genotipo empleado, entre otros. (López *et al*, 2004).

## **5.2. RENDIMIENTO**

### **5.2.1. Número de tubérculos por planta**

Los resultados obtenidos con rangos de 31,83 a 7,93 tubérculos con promedio general de 16,74 tubérculos por planta, el cual correspondió el menor promedio a la accesión 35 (203132) y el mayor a la accesión T11(203018), fueron similares a los señalados por Villagómez y Rodríguez (2006) que reportan con rangos de 8 - 40 tubérculos por planta; pero inferiores a los señalados por Reynoso (2007) que reporta con rangos de 48,50 a 14,25 tubérculos por plantas.

### **5.2.2. Tamaño de tubérculos por planta**

Los resultados indican que la accesión 24 (203074) y 28 (203090) obtuvo un promedio de longitud de 11,73 a 5,32 centímetros y las accesiones 34 (203128) y 10 (203016) presentó un promedio de diámetro de 3,71 y 1,91 centímetros, estas accesiones representan los valores máximas y mínimas respecto a la variable.

Estos resultados al compararse con Reynoso (2007) y Pacheco (2015) reportan que la longitud de tubérculos de mashua es de 11,176 a 4,543 y 12,64 a 2,66 cm y diámetro de tubérculos es de 4,24 a 2,65 y 5,64 a 2,24 cm; demuestran que la longitud de tubérculos obtenido es superior, y el diámetro de tubérculo es inferior; debido a que estas dimensiones pertenecen a los tubérculos de diversas categorías; en la investigación hubo una variabilidad de longitudes y diámetros entre cada accesión.

Por otro lado, los tubérculos de mashua no fueron categorizados ante la falta de una escala que establezca categorías comerciales del tubérculo, lo que evidencia que el mashua es aún un tubérculo poco comercializado en la región Huánuco.

### **5.2.3. Peso de tubérculos por planta**

Las accesiones de mashua obtuvieron pesos entre 0,12 a 1,23 kilogramos por plantas con un promedio de 0,51 kg/planta, perteneciendo el menor promedio a la accesión 28 (203090), y el promedio mayor a la accesión 23 (203070), Estos resultados son inferiores a los reportados por Torres (2014) y Alvarez y Merino (2009) quienes obtuvieron con rangos de 0.76 a 2.100 kg/planta con un promedio de 1.34 y 1,88 kg/planta; pero superiores a Tapia (2009) que señala que el peso es de 0.0864 a 0.123 Kg/planta.

El comportamiento de las accesiones de mashua se debe a que refleja la capacidad de adaptación del cultivo a las condiciones del suelo de la zona de estudio, donde presenta una clase textural franco arenoso y buen

contenido de materia orgánica, el cual favorece la tuberización del mashua (tapia 1990).

#### **5.2.4. Rendimiento de tubérculos en toneladas por hectárea**

Los resultados de esta variable indican que el rendimiento oscilo entre 51,23 toneladas por hectárea (t/ha), el menor rendimiento corresponde a la accesión **28** (203090), con 4,98 toneladas por hectárea y el mayor a la accesión **23** (203070); fueron inferiores a los reportados por PROINPA (1994) y INIAP (1989) quienes obtuvieron 74,66 Y 70 t/ha respectivamente pero superiores y similar a lo señalado por Reynoso (2007), MINAG (2012) y Grau, *et al.* (2003) quienes obtuvieron 6,25 a 1,35 , 7 , 30 y 60 toneladas por hectáreas.

Este comportamiento se debe estrictamente a las condiciones climáticas de la zona de estudio, los cuales fueron las adecuadas, ya que la altitud donde se ubicó la parcela experimental fue de 3460 msnm, que según Monteros (1996) y PROINPA (1994) indican que la óptima altitud para una buena producción está entre los 2400 – 4300 metros de altitud; por otra parte, es posible afirmar que la temperatura del lugar no afectó la producción de tubérculos de mashua por el rendimiento obtenido.

## CONCLUSIONES

1. La duración de las fases fenológicas días a la emergencia, a la floración y a la madurez fisiológica en promedio es de 39, 104 y 213 días después de la siembra respectivamente.
2. El 44,44% de las accesiones emergen a los 41 días, la floración que comprende entre 87 a 152 días; el 36,11% florecen a los 87 días; el 36,11% de las accesiones la madurez fisiológica ocurre a los 222 días considerándose como precoz.
3. Las accesiones de mashua T11 (203018) destaca en el número de tubérculos con 31,83; la accesión T24 (203074) en la longitud de tubérculos con 11,73 centímetros, la accesión T34 (203128) en el diámetro de tubérculos con 3,71 centímetros.
4. El rendimiento promedio más alto en la presente investigación se registró para la accesión T23 (203070) con 51,23 t/ha, seguido por la accesión T4 (203206) con 39,95 t/ha y en el tercer lugar ocupa la accesión T36 (203134) con 39,14 t/ha.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos de rendimiento con diferentes condiciones climáticas con la accesión T23 (203070), por tener una floración temprana y mayor rendimiento por hectárea.
2. Realizar caracterización organoléptica de las accesiones de mashua.
3. Realizar caracterización molecular a las accesiones de la colección de mashua, para obtener una discriminación genotípica de la población.
4. Repetir la investigación en otras condiciones climáticas para determinar las mejores accesiones, de esta forma poder recomendar a los agricultores.
5. Promocionar y difundir el cultivo de mashua en la zona debido a la importancia nutricional y económica con un enfoque de producción empresarial.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, A. 1986. Recursos genéticos del centro de investigación en cultivos andinos (CICA). Congreso Internacional. La paz- Bolivia. pp23
- Álvarez, G., y Merino, J., 2009. "Informe final del ensayo de mashua en la comunidad de Ilagahua", Dirección de Transferencia, Unidad de Transferencia Tungurahua – INIAP, Ambato – Ecuador, pp. 4, 6.
- Arbizu C, & Tapia, M. 1992. Plant production and protection Series n°26 , FAO, Rome , Italy p 149-163 (CIP -Lima , Peru).
- Campos, D; Noratto, G; Chirinos, R; Arbizu, C; Roca, W; Cisneros-Zevallos, L. 2006. Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of andean tuber crops: native potato (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). Journal of the Science of Food and Agriculture 86:1481–1488.
- Cadima Fuentes, X. 2006. Tubérculos: Botánica Económica de los Andes centrales. Universidad Mayor de San Andrés. PROINPA. Bolivia La paz. p356.
- Cárdenas, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. Enciclopedia Boliviana 2ed. Editorial Los Amigos del Libro. Cochabamba, Bolivia.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press, N.Y. and 1988. The evolution and classification of flowering plants, ed. 2. New York Botanical Garden, N.Y.
- Espin, C. 2013. Aporte al rescate de la mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia. Universidad de Cuenca. Consultado el 21 de junio 2018 disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1614>.

Espinoza, Patricio; 2000 “Raíces y Tubérculos Andinos, Cultivo, Aceptabilidad y Procesamiento”, Editorial Abya-Yala, 4ta Edición, Quito – Ecuador.p56

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1990. Cultivos marginados, otra perspectiva de 1942. *In* Hernández, JE; León, J (eds.). Colección FAO: Producción y protección vegetal no. 26. p. 150-151.

Grau, A. (1997). Ahipa, la legumbre tuberosa de los Andes. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy*,p23

Grau, A., Ortega, R., Nieto, C., Hermann, M. 2003. Mashua *Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pav. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. Retrieved from. p 98

Hodge, W.1951.three native tuber foods of the high Andes. *Economic Botany*. 61-68 Pp.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. 1996. “Informe Técnico Anual: Adaptación del método de análisis y evaluación de contenidos de cianuros en mashua”, Estación Experimental santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad. Quito Ecuador. pp. 30 – 34.

López, G.; Hermann, M. 2004. El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Lima, Perú. 133 pp.

Malice Marie. 2010. Genetics diversity and estructura of three and Andean tubers: *Oxalis tuberosa* Molina, *Ullucus tuberosus* Caldas and

*Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pavon. Thesis to grade docteur in science agronomiques et. ingenierie biologique. Pp 185.

Manrique I, Arbizu C, Vivanco F, Gonzales R, Ramírez C, Chávez O, Tay D & D Ellis. 2013. *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP). Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 122 p.

Ministerio de Agricultura y Riego. 2016. Sistema de Información Regional para la toma de decisiones (en línea). Consultado el: 05 de mayo 2016. Disponible en <http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD/inicio.html#app=8d5c&d4a2-selectedIndex=0&d9ef-selectedIndex=1>

Monteros, A. (1996). Estudio de la variación morfológica e isoenzimática de 78 entradas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*). Universidad Central del Ecuador.

Monteros, Álvaro. 1996. Estudio de la Variación Morfológica Isoenzimática de 78 Entradas de Mashua. Quito.

National Research Council. 1989. Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. Washington, Estados Unidos de América, National Academy Press. p. 67-73.

Ministerio de Agricultura 2012. Consultado 12 de junio 2018. Disponible en <http://frenteweb.minagri.gob.pe/pe/sisca/?mod-cult>.

Pacheco, E. 2015. Caracterización morfológica y molecular de mashua (*tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) de los departamentos de cusco y Cajamarca. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo. Lima, Perú. Pp 59.

- Programa Colaborativo de Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (PBRTAs). 1995. Informe técnico anual 1993-1994, CIP-COSUDE. Lima, Perú. pp. 123-130.
- Programa de investigación da la Papa (PROINPA).1995. Informe anual 1994-1995. Instituto Boliviano de tecnología Agropecuario. Bolivia.p 1-13.
- Reynoso, P., J. N. 2007. “Evaluación agronómica e identificación de plagas en 20 morfotipos de mashua (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav.*) En la comunidad de tres de mayo de huayllacayán - Huánuco” Tesis Ingeniero Agrónomo. Huanuco - Perú.
- Robles, S.1981. Terminología genética y citogenética. Trillas. Mexico 4ta ed. 163 p.
- Suquilanda, M. 2014.Producción orgánica de cultivos andinos (Manual Técnico). Ecuador. Pp 192.
- Tapia M.1990. Cultivos andinos explotados y su aporte a la alimentación organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación FAO. P 88-106.
- Tapia, E.2009. Efecto de sustratos hidropónicos en la producción de tubérculo-semilla de ecotipos de isaño (*tropaeolum tuberosum Ruiz y pavón*) a partir de vitroplantas. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. La paz - Bolivia. Pp.
- Tapia, M. 1997. Cultivos andinos sub. Explotados y su aporte a la alimentación oficina regional de la fao para américa latina y el caribe. 2ª ed. santiago, chile. pp. 88 - 144.

- Tapia, M. E. y A.M. Fries. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima.
- Torre, R. 2014. Colección y caracterización morfológica de entradas de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* L.) del Valle Del Mantaro. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo. Huancayo, Perú.Pp.78
- Valladolid, a; Arbizu D; Talledo.2002. Niveles de ploidia de mashua y sus parientes silvestres en VII Congreso Internacional de sistemas agropecuarios Andinos. P1-12
- Valle M. 2017 “Caracterización morfológica y fenología en variedades de *Tropaeolum tuberosum* (MASHUA) de interés medicinal”. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo. Universidad técnica de Ambato. Cevallos - Ecuador. Pp 37- 44.
- Villagomes, V. y Rodríguez, G. 2006 manejo agronómico de la papa. Gabriela Alcántara casquier Lima Perú pp. 169-193.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1.** Días transcurridos de días a la emergencia, floración y madurez fisiológica.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>DIAS A LA EMERGENCIA</b>	<b>DIAS A LA FLORACION</b>	<b>DIAS A LA MADUREZ</b>
T1	48	87	175
T2	37	131	222
T3	48	87	175
T4	41	87	175
T5	34	131	201
T6	41	135	215
T7	41	87	237
T8	34	87	215
T9	41	87	175
T10	34	87	222
T11	48	131	175
T12	41	87	222
T13	26	94	222
T14	26	131	215
T15	26	135	215
T16	41	87	201
T17	48	131	222
T18	41	94	215
T19	41	94	201
T20	41	94	222
T21	48	94	237
T22	48	87	201
T23	34	87	237
T24	37	87	201
T25	37	94	222
T26	48	94	201
T27	41	135	222
T28	41	94	222
T29	26	87	222
T30	48	94	215
T31	26	94	237
T32	41	131	215
T33	41	152	222
T34	41	94	237
T35	41	152	222
T36	41	94	222

**ANEXO 2.** Promedios del número de tubérculos por planta

TRAT.	BLOQUES			E y i	x
	I	II	III		
1	14.50	20.50	17.50	52.50	17.50
2	13.33	7.83	12.67	33.83	11.28
3	19.33	34.17	16.00	69.50	23.17
4	33.83	29.67	31.75	95.25	31.75
5	26.33	15.00	20.67	62.00	20.67
6	21.67	25.83	30.00	77.50	25.83
7	15.83	16.83	14.83	47.50	15.83
8	10.33	9.50	8.50	28.33	9.44
9	11.67	8.33	8.67	28.67	9.56
10	18.20	16.93	15.67	50.80	16.93
11	30.50	33.17	31.83	95.50	31.83
12	14.33	10.67	23.17	48.17	16.06
13	19.23	14.70	19.33	53.26	17.75
14	11.48	12.45	10.50	34.43	11.48
15	23.17	16.33	19.75	59.25	19.75
16	26.00	29.00	27.50	82.50	27.50
17	21.00	12.50	14.50	48.00	16.00
18	17.83	14.00	10.17	42.00	14.00
19	29.00	23.33	19.67	72.00	24.00
20	10.45	8.17	5.50	24.12	8.04
21	26.83	17.33	12.50	56.67	18.89
22	9.67	10.00	10.33	30.00	10.00
23	23.67	39.33	31.50	94.50	31.50
24	17.50	23.33	10.33	51.17	17.06
25	16.33	15.17	15.75	47.25	15.75
26	8.50	11.00	9.75	29.25	9.75
27	7.67	6.33	10.50	24.50	8.17
28	10.50	9.67	10.08	30.25	10.08
29	10.67	8.33	13.67	32.67	10.89
30	13.33	16.83	15.08	45.25	15.08
31	19.33	12.00	13.17	44.50	14.83
32	20.17	17.67	11.33	49.17	16.39
33	22.00	32.33	11.00	65.33	21.78
34	14.17	15.87	23.17	53.20	17.73
35	10.67	6.33	6.80	23.80	7.93
36	11.34	8.17	6.33	25.84	8.61
<b>(E x j)</b>	630.37	608.61	569.46	1808.44	602.81
<b>Y</b>	17.51	16.91	15.82	50.23	<b>16.74</b>

**ANEXO 3. Promedios de longitud de tubérculos por planta**

TRAT.	BLOQUES			E y i	x
	I	II	III		
1	9.2	8.3	4.8	22.4	7.46
2	9.9	8.8	7.2	25.9	8.64
3	9.8	7.1	5.4	22.3	7.43
4	9.4	7.0	6.1	22.6	7.54
5	11.7	9.2	8.6	29.5	9.82
6	8.4	6.5	6.1	21.0	7.01
7	9.1	6.1	5.3	20.6	6.86
8	7.9	6.3	6.2	20.3	6.77
9	7.6	6.0	4.1	17.7	5.91
10	11.0	7.1	7.6	25.8	8.59
11	8.7	7.3	6.8	22.8	7.60
12	8.3	7.0	7.4	22.7	7.57
13	8.5	7.1	6.3	21.9	7.30
14	11.2	6.8	7.5	25.6	8.53
15	11.4	11.2	8.0	30.6	10.21
16	9.8	11.2	7.1	28.1	9.37
17	9.6	8.0	7.4	25.0	8.33
18	6.9	7.5	7.3	21.6	7.21
19	8.0	8.9	9.4	26.2	8.74
20	7.4	7.2	7.1	21.6	7.21
21	9.6	9.3	10.3	29.2	9.74
22	9.6	8.2	9.0	26.7	8.91
23	9.8	8.6	7.7	26.1	8.70
24	12.8	10.6	11.8	35.2	11.73
25	9.1	9.1	8.9	27.1	9.04
26	5.5	6.4	6.3	18.3	6.09
27	8.7	8.2	10.1	27.0	9.00
28	5.9	4.3	5.8	16.0	5.32
29	5.2	6.4	4.7	16.3	5.43
30	7.0	7.8	6.4	21.2	7.07
31	8.3	9.9	7.7	25.8	8.61
32	9.3	10.6	9.8	29.7	9.90
33	8.0	9.0	6.8	23.7	7.91
34	5.8	6.5	6.1	18.5	6.16
35	5.7	6.5	6.4	18.6	6.20
36	8.8	9.7	7.9	26.5	8.82
(E x j)	312.98	285.76	261.45	860.19	286.73
Y	8.69	7.94	7.26	23.89	<b>7.96</b>

**ANEXO 4.** Promedios de diámetro de tubérculos por planta

TRAT.	BLOQUES			E y i	x
	I	II	III		
1	3.34	3.52	1.96	8.8	2.94
2	3.15	3.65	3.18	10.0	3.33
3	3.53	3.86	2.67	10.1	3.35
4	3.54	3.37	3.61	10.5	3.51
5	2.41	2.60	2.33	7.3	2.45
6	2.80	2.76	3.12	8.7	2.89
7	2.56	2.38	2.50	7.4	2.48
8	3.02	1.95	2.68	7.6	2.55
9	2.88	2.25	2.22	7.4	2.45
10	2.80	1.64	1.28	5.7	1.91
11	3.20	2.88	3.03	9.1	3.04
12	3.27	2.24	2.58	8.1	2.70
13	3.35	2.78	3.31	9.4	3.15
14	2.68	2.18	2.37	7.2	2.41
15	3.11	3.92	2.98	10.0	3.34
16	2.38	2.57	2.33	7.3	2.43
17	2.83	2.56	2.90	8.3	2.76
18	2.76	3.39	3.37	9.5	3.17
19	3.05	3.34	3.15	9.5	3.18
20	3.72	3.23	3.32	10.3	3.42
21	3.04	2.69	3.11	8.8	2.95
22	2.76	2.43	2.73	7.9	2.64
23	3.56	3.79	3.51	10.9	3.62
24	3.25	3.12	3.21	9.6	3.19
25	3.46	3.24	2.71	9.4	3.13
26	3.16	2.85	1.93	7.9	2.64
27	3.15	2.68	3.39	9.2	3.07
28	3.58	2.46	3.54	9.6	3.19
29	1.34	2.86	2.67	6.9	2.29
30	2.78	2.68	2.73	8.2	2.73
31	3.15	3.14	3.22	9.5	3.17
32	3.21	3.17	3.22	9.6	3.20
33	3.37	3.04	2.79	9.2	3.07
34	3.56	3.78	3.79	11.1	3.71
35	3.67	3.46	2.79	9.9	3.31
36	3.52	2.91	3.45	9.9	3.29
<b>(E x j)</b>	110.96	105.38	103.66	320.00	106.67
<b>Y</b>	3.08	2.93	2.88	8.89	<b>2.96</b>

**ANEXO 5.** Promedios de peso de tubérculos por planta kg/planta

TRAT.	BLOQUES			E y i	x
	I	II	III		
1	0.43	0.62	0.45	1.51	0.50
2	0.43	0.42	0.45	1.30	0.43
3	0.55	0.78	0.66	1.99	0.66
4	0.91	1.01	0.18	2.10	0.70
5	0.43	0.39	0.41	1.23	0.41
6	0.29	0.27	0.28	0.84	0.28
7	0.23	0.18	0.20	0.61	0.20
8	0.78	0.11	0.14	1.03	0.34
9	0.43	0.32	0.37	1.12	0.37
10	0.54	0.42	0.48	1.44	0.48
11	0.61	0.59	0.60	1.80	0.60
12	0.43	0.28	0.48	1.19	0.40
13	0.78	0.64	0.50	1.92	0.64
14	0.95	0.74	0.85	2.54	0.85
15	0.68	0.63	0.65	1.96	0.65
16	0.53	0.64	0.59	1.77	0.59
17	0.54	0.38	0.50	1.42	0.47
18	0.30	0.38	0.25	0.93	0.31
19	0.66	0.58	0.51	1.75	0.58
20	0.78	0.67	0.72	2.17	0.72
21	0.64	0.43	0.41	1.48	0.49
22	0.20	0.13	0.17	0.49	0.16
23	1.02	1.44	1.23	3.69	1.23
24	0.93	0.94	0.56	2.43	0.81
25	0.47	0.45	0.46	1.38	0.46
26	0.23	0.24	0.23	0.70	0.23
27	0.24	0.19	0.29	0.73	0.24
28	0.13	0.11	0.12	0.36	0.12
29	0.29	0.21	0.23	0.73	0.24
30	0.34	0.32	0.33	0.99	0.33
31	0.69	0.46	0.53	1.68	0.56
32	0.63	0.58	0.45	1.67	0.56
33	0.68	1.10	0.89	2.67	0.89
34	0.43	0.43	0.48	1.33	0.44
35	0.47	0.38	0.42	1.27	0.42
36	1.06	0.98	0.78	2.82	0.94
<b>(E x j)</b>	19.70	18.42	16.86	54.98	18.33
<b>Y</b>	0.55	0.51	0.47	1.53	0.51

**ANEXO 6.** Promedios de rendimiento de tubérculos en t/ha

TRAT.	BLOQUES			E y i	x
	I	II	III		
1	18.06	25.90	18.75	62.71	20.90
2	18.06	17.50	18.75	54.31	18.10
3	22.92	32.29	27.50	82.71	27.57
4	37.85	42.01	40.00	119.86	39.95
5	17.71	16.32	17.08	51.11	17.04
6	12.15	11.11	11.67	34.93	11.64
7	9.65	7.29	8.33	25.28	8.43
8	32.29	4.51	5.90	42.71	14.24
9	17.71	13.33	15.42	46.46	15.49
10	22.57	17.50	20.00	60.07	20.02
11	25.35	25.00	9.03	59.38	19.79
12	17.71	11.67	20.14	49.51	16.50
13	32.64	26.67	20.83	80.14	26.71
14	39.58	30.83	35.42	105.83	35.28
15	28.13	26.39	12.85	67.36	22.45
16	22.22	26.74	24.58	73.54	24.51
17	22.57	15.63	20.83	59.03	19.68
18	12.50	15.97	10.42	38.89	12.96
19	27.43	24.31	21.18	72.92	24.31
20	32.29	27.92	30.00	90.21	30.07
21	26.74	17.71	17.01	61.46	20.49
22	8.33	5.21	6.94	20.49	6.83
23	42.36	60.07	51.25	153.68	51.23
24	38.54	39.24	23.33	101.11	33.70
25	19.44	18.75	19.17	57.36	19.12
26	9.38	10.07	9.58	29.03	9.68
27	10.07	7.99	12.15	30.21	10.07
28	5.56	4.51	4.86	14.93	4.98
29	12.15	8.68	9.72	30.56	10.19
30	14.10	13.19	13.75	41.04	13.68
31	28.82	19.10	22.22	70.14	23.38
32	26.39	24.31	18.75	69.44	23.15
33	28.13	45.83	37.08	111.04	37.01
34	17.71	17.71	20.14	55.56	18.52
35	19.44	15.83	17.50	52.78	17.59
36	44.10	40.83	32.50	117.43	39.14
<b>(E x j)</b>	820.63	767.92	704.65	2293.19	764.40
<b>Y</b>	22.80	21.33	19.57	63.70	<b>21.23</b>

**ANEXO 7. Panel fotográfico**

**figura 3.** Preparación del terreno, trazado.



**figura 4.** siembra de las 36 accesiones de mashua.



**figura 5.** Deshierbo y aporque de las 36 accesiones de mashua.



**figura 6.** Cosecha de las 36 accesiones de mashua



**figura 7.** Cosecha. Número de tubérculos de las 36 accesiones de mashua.



**figura 8.** Cosecha. Peso y tamaño de tubérculos de las 36 accesiones de mashua



**figura 9.** Etiquetados de las 36 accesiones de mashua



figura 10. Accesiones de mashua en estudio