

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FENOLOGÍA EN VARIEDADES DE
Tropaeolum tuberosum (MASHUA) DE INTERÉS MEDICINAL”**

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de
Ingeniero Agrónomo.

MIGUEL ANGEL VALLE PARRA

CEVALLOS – ECUADOR

2017

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

“El suscrito, VALLE PARRA MIGUEL ANGEL, portador de la cédula de identidad número: 180313379-0, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FENOLOGÍA EN VARIEDADES DE *Tropaeolum tuberosum* (MASHUA) DE INTERÉS MEDICINAL” es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.

Valle Parra Miguel Angel

DERECHOS DE AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FENOLOGÍA EN VARIEDADES DE *Tropaeolum tuberosum* (MASHUA) DE INTERÉS MEDICINAL” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”

Valle Parra Miguel Angel

“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FENOLOGÍA EN VARIEDADES DE
Tropaeolum tuberosum (MASHUA) DE INTERÉS MEDICINAL”

REVISADO POR:

Dr. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza
TUTOR

Ing. Mg. Santiago Espinoza
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Ing. Mg. Hernán Zurita
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Santiago Espinoza
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

BQF. Cristina López
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica de Ambato por formarme como profesional.

A mi Tutor de tesis Dr. Pedro Pablo Pomboza y asesores de tesis Ing. Santiago Espinoza y BQF. Cristina López quienes me dieron la oportunidad de recurrir a su conocimiento y experiencia para culminar mis estudios con éxito. En especial a la Lcda. Wilma Oñate por su apoyo y consejos.

Y finalmente agradecer a todas las personas que han compartido parte de mi formación como profesional

Gracias.

DEDICATORIA

A mis padres.

Por brindarme siempre su amor, apoyo y confianza incondicional y nunca perder la fe, enseñándome como ser una mejor persona con el ejemplo y demostrándome que con perseverancia, honestidad y trabajo se puede alcanzar cualquier meta.

A mi hermano

Por ser un amigo leal y sincero que está siempre en los buenos y malos momentos brindándome su apoyo y cariño, dándome fuerza para levantarme en los tropiezos de la vida.

A mis amigos.

Por su apoyo y amistad infinita llegando a formar una gran familia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	4
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	4
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL	7
2.2.1. Variedad	7
2.2.2. Condiciones climáticas.....	8
2.2.3. Caracterización morfológica	9
2.2.4. Fenología.....	11
2.2.5. Coeficiente del cultivo	12
2.2.6. Análisis químico.....	13
2.2.7. Mashua	14
CAPÍTULO III	18
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	18
3.1. HIPÓTESIS	18
3.2. OBJETIVOS	18
3.2.1. OBJETIVO GENERAL	18
3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
CAPÍTULO IV	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	19
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	19
4.2.1. CLIMA	19
4.2.2. SUELO	19
4.2.3. ECOLOGÍA	20
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	20
4.3.1. EQUIPOS	20
4.3.2. MATERIALES.....	20
4.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	21
4.5. TRATAMIENTOS	21
4.6. DISEÑO ESXPERIMENTAL.....	22

4.7. VARIABLES RESPUESTA.....	22
4.7.1. Caracterización morfológica	22
4.7.2. Fenología.....	22
4.7.3. Coeficiente del cultivo	23
4.7.4. Análisis químico de nutrientes	24
4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	25
CAPÍTULO V	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1. RESULTADOS	26
5.1.1. Caracterización morfológica	26
5.1.2. Análisis de componentes principales	36
5.1.3. Análisis de conglomerados.....	36
5.1.4. Fenología.....	37
5.1.5. Coeficiente del cultivo	38
5.1.6. Análisis químico.....	42
5.2. DISCUSIÓN	44
CAPÍTULO VI.....	45
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	45
6.1. CONCLUSIONES	45
6.2. BIBLIOGRAFÍA	47
6.3. ANEXOS	52
CAPÍTULO VII.....	55
PROPUESTA	55
7.1. TÍTULO	55
7.2. DATOS INFORMATIVOS	55
7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	55
7.4. JUSTIFICACIÓN	55
7.5. OBJETIVOS	55
7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	56
7.7. FUNDAMENTACIÓN	56
7.8. METODOLOGÍA	56
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Parámetros cualitativos (color) de variedades de mashua.	28
Tabla 2.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Blanca.	30
Tabla 3.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Amarilla. .	31
Tabla 4.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Morada....	32
Tabla 5.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Milicia Roja.	33
Tabla 6.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Poza Rondador.	34
Tabla 7.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Verde- Amarilla.	35
Tabla 8.- Análisis químico de variedades de mashua.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Gráfico de la parcela	21
Figura 2.- Análisis de componentes principales de variedades de mashua.	36
Figura 3.- Análisis de conglomerados de variedades de mashua.	37
Figura 4.- Duración de fases fenológicas en variedades de mashua.	38
Figura 5.- Coeficiente del cultivo variedad Blanca.	39
Figura 6.- Coeficiente del cultivo variedad Amarilla.	39
Figura 7.- Coeficiente del cultivo variedad Morada.....	40
Figura 8.- Coeficiente del cultivo variedad Milicia Roja.	40
Figura 9.- Coeficiente del cultivo variedad Poza Rondador.....	41
Figura 10.- Coeficiente del cultivo variedad Verde-Amarilla.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Preparación del terreno.....	52
ANEXO 2. Abonadura del terreno.	52
ANEXO 3. Surcado del terreno.....	53
ANEXO 4. Siembra de tubérculos.	53
ANEXO 5. Instalación del sistema de riego.....	53
ANEXO 6. Deshierba y aporque.	54

RESUMEN

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo originario de la zona andina que tiene un papel importante en la nutrición y salud de las comunidades de la región. Aunque tiene gran importancia, no hay información útil sobre la caracterización y fenología de las diferentes variedades en el país. Por lo cual, en la presente investigación se realizó la caracterización morfológica y fenología de seis variedades de mashua. Las variedades fueron recolectadas en los cantones Ambato, Saquisilí y Guamote. La caracterización morfológica se realizó tomando en cuenta caracteres cualitativos y cuantitativos y sujeta a Análisis de Conglomerados (AC) y Análisis de Componentes Principales (ACP). Se observó que en las variables cualitativas las características referentes a la coloración de flores y de tubérculos son útiles para caracterizar las variedades, mientras que en las variables cuantitativas¹⁰ presentaron diferencias estadísticas significativas del material evaluado. En las fases fenológicas se encontró que la variedad más precoz fue la Amarilla, en tanto que la más tardía fue la Poza Rondador. El coeficiente de cultivo (Kc) inicial es de 0,51 para las 6 variedades en tanto que el Kc intermedio varió entre 0,96 y 1,1; mientras que el Kc final varió entre 0,58 y 0,73; el resto de accesiones presentó valores intermedios respectivamente. En el análisis químico se observó amplias variaciones entre las variedades evaluadas. Este estudio aporta al conocimiento de las variedades de mashua en el Ecuador y muestra la amplia variabilidad tanto en los aspectos morfológicos como en la fenología. Esta información podría ser utilizada como base en la toma de decisiones al momento de seleccionar el material usado en la producción comercial.

Palabras Clave: Análisis de conglomerados, análisis de componentes principales, análisis químico, coeficiente del cultivo.

SUMMARY

Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) is a tuber from the Andes that plays an important role in the nutrition and health of the communities of the region. Although of great importance, there is no useful information on the characterization and phenology of the different varieties in the country. Therefore, in the present research the morphological characterization and phenology of six varieties of mashua were carried out. The varieties were collected in the cantons Ambato, Saquisilí and Guamote. Morphological characterization was performed taking into account qualitative and quantitative characteristics and subject to Conglomerate Analysis (AC) and Principal Component Analysis (PCA). It was observed that in the qualitative variables the characteristics referring to the coloration of flowers and tubers are useful to characterize the varieties, while in the quantitative variables¹⁰ presented significant statistical differences of the material evaluated. In the phenological phases it was found that the most precocious variety was the Amarilla, while the later one was the Poza Rondador. The initial culture coefficient (Kc) is 0.51 for the 6 varieties whereas the intermediate Kc varied between 0.96 and 1.1; While the final Kc varied between 0.58 and 0.73; The remaining accessions presented intermediate values respectively. The chemical analysis showed wide variations among the evaluated varieties. This study contributes to the knowledge of the varieties of mashua in Ecuador and shows the wide variability both in the morphological aspects and in the phenology. This information could be used as a basis in decision making when selecting the material used in commercial production.

KEYWORDS: Conglomerate analysis, principal component analysis, chemical analysis, culture coefficient.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo comestible originario de los Andes que fue domesticado por pueblos autóctonos desde épocas preincaicas (Gonzales, Terrazas, Almanza, & Condori, 2003). Se distribuye desde Colombia hasta el Noroeste de Argentina y se conjetura que fue domesticada en la región que abarca desde Ecuador a Bolivia, zona en la que se encuentra gran diversidad de variedades (Grau, A., Ortega, R., Nieto, C., Hermann, 2003).

En Ecuador se encuentran 69 entradas de mashua de las cuales 19 provienen de la zona sur del país (Cañar, Azuay y Loja); 33 de las provincias centrales (Chimborazo, Bolívar, Tungurahua y Cotopaxi) y 17 de las provincias del norte (Pichincha, Carchi e Imbabura) (Monteros, 1996). Actualmente, los pobladores andinos más pobres lo usan en su alimentación y forma parte de su cultura, es precisamente en las parcelas de dichos agricultores donde la diversidad de la mashua aún se conserva, sin embargo, en zonas donde se han introducido cultivos con mayor demanda del mercado o la actividad agrícola, viene siendo reemplazado por otros económicamente más rentables, por ello, la diversidad de este cultivo está disminuyendo. En la actualidad no existe un grupo de caracteres morfológicos que puedan ser utilizados como descriptores estandarizados para el estudio de la diversidad de la mashua, y las pocas investigaciones realizadas indican a la Región Cusco como la zona que estaría albergando la mayor variabilidad de este cultivo (Quispe, C., Mansilla, R., Chacón, A., Blas, 2015)

La pérdida de material genético se debe al constante cambio en los hábitos de alimentación, la transición desde los modelos agrícolas tradicionales de autoabastecimiento a la implantación de monocultivos, la falta de apoyo y asistencia técnica a los cultivos autóctonos, el desconocimiento en las labores culturales de los cultivos ancestrales, por ello es importante desarrollar métodos de conservación, para futuros trabajos de evaluación y uso de este germoplasma (Tapia, C., Estrella, J., Monteros, A., Valverde, F., Nieto, M., Córdova, 2003)

La pérdida de los conocimientos ancestrales agrícolas que han sido transmitidos de generación en generación está influenciada por distintos factores, los principales son la necesidad de tener mayores ingresos a nivel familiar, realizar un mejor uso de la tierra, incrementar la producción y aplicar un eficiente uso de la mano de obra; además de la limitada disponibilidad de tierra debido al aumento de la población (Flores, 2011).

La mashua comparado con la papa, el melloco, y la oca presenta una mayor capacidad antioxidante, con alto contenido de antocianinas y carotenoides. Atributos que hacen de la mashua un cultivo con un gran potencial, y que podría ser utilizado en la mejora para la resistencia a plagas, la industria farmacéutica y en la nutrición (Quispe *et al.*, 2015). En el pasado la mashua fue la base de la alimentación de las poblaciones andinas debido su alto valor nutricional reflejado en el contenido de proteínas, carbohidratos y vitamina C, por el alto contenido de glucosinolatos es empleado como medicina en algunos pueblos del Ecuador (Guerra, 2014). Los glucosinolatos aromáticos que al ser hidrolizados se transforman en isotiocianatos que poseen propiedades antibióticas, insecticidas, nematocidas, anticancerígenas y diuréticas, lo que contribuye a sustentar el uso tradicional de la mashua en la medicina folclórica de los Andes (Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O., Tay, D., Ellis, 2014).

La mashua es un cultivo anual de alta productividad cuyo consumo no es muy común, se ha convertido en un cultivo secundario ya que posee un sabor amargo y picante por lo que hay una progresiva disminución del área cultivada (Espin, 2013). Debido a su rusticidad es de bajo cuidado desarrollándose bien a temperaturas bajas y suelos pobres llegando a tener rendimientos superiores a los de otras tuberosas andinas (Manrique *et al.*, 2014).

En la región andina se encuentra un grupo de raíces y tubérculos que adquieren un rol importante en la seguridad alimentaria de la población, de las cuales se tiene un conocimiento ancestral muy rico sobre usos, propiedades y formas de consumo, contienen nutrientes primarios y metabolitos funcionales (Roca y Manrique, 2005). Las plantas además de los metabolitos primarios poseen metabolismo secundario que permite producir y acumular compuestos de naturaleza química diversa denominados metabolitos secundarios y se caracterizan por sus diferentes usos y aplicaciones como medicamentos, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes, entre otros (Ávalos y Pérez, 2009).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo tipificar taxonómicamente los cultivares de la especie en base a sus características morfológicas y las etapas fenológicas de *Tropaeolum tuberosum* (mashua) debido a la importancia nutricional que tiene este cultivo en la alimentación humana, en la industria, por sus características medicinales en humanos y su resistencia a plagas y enfermedades en plantas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

De acuerdo con Alegría (2001) las técnicas de conservación y almacenamiento de especies vegetales amenazadas son componentes fundamentales para evitar la pérdida de material vegetal, contemplan esencialmente las operaciones de almacenamiento y propagación de germoplasma, la multiplicación por semilla constituye el método más frecuente de propagación. Sin embargo, el estado de dormición presente en muchas semillas de especies silvestres reduce significativamente su eficacia.

Malice (2009) manifiesta que el desarrollo de estrategias de conservación de recursos genéticos de tubérculos andinos, tanto in situ como ex situ, permite tener un mejor conocimiento de la diversidad y el estudio de estrategias agropecuarias andinas vinculadas con la diversidad genética de los tubérculos andinos. Las presiones bióticas y abióticas de los Andes, ligadas a la selección antrópica para fines alimentarios y de cultivo, han dado como resultado una gran variación morfológica. Los tubérculos andinos se propagan únicamente, sólo de forma vegetativa formando variedades clonales, con caracteres fenotípicos particulares y nombres vernáculos dados por la población local. Pero hoy en día este germoplasma valioso está sujeto a la erosión genética y el número de variedades cultivadas está disminuyendo.

Según Tapia y Estrella (2001) una alarmante pérdida de la variabilidad genética de melloco, oca y mashua se ha observado durante las últimas décadas debido a factores como la introducción de nuevas variedades, sequías, cambios en los hábitos alimenticios, agricultura invasiva, deforestación y migración de las zonas rurales a las urbanas. Motivo por el cual se realizó la determinación de los niveles y las tasas de erosión genética en estos cultivos andinos, tanto a nivel morfológico como caracterizaciones moleculares de estas especies. Para el nivel de erosión genética de la mashua (47,7%) se determinó el valor medio de 46,5% de pérdida de variabilidad con Cañar como provincia revelando el mayor porcentaje (61,1%).

Quispe *et al.* (2015) menciona que realizó la caracterización y se determinó la variabilidad morfológica de 89 accesiones recolectadas en 9 distritos de la Región Cusco. De los 44 caracteres morfológicos estudiados seis fueron excluidos para la caracterización morfológica debido a que en las evaluaciones preliminares no presentaron variación en el germoplasma ni estabilidad dentro en una misma planta. Al realizar el análisis de correlación de Pearson se determinó que el color del espolón con el color del cáliz, el número de estigmas con el número de carpelos, y el número de pétalos espatulados con el número de pétalos orbiculares están altamente correlacionados con valores superiores al 70 %. Tomando en cuenta para el análisis de variabilidad el color del cáliz, el número de estigmas y el número de pétalos orbiculares por su fácil observación, en tanto que la contribución relativa de los caracteres a la variabilidad por medio de sus factores de carga (superior a 0,46) son la abundancia de follaje, color del tallo, número predominante de lóbulos por hoja, color del haz de la hoja, color del peciolo, hábito de floración, color del cáliz, color de la corola superior externa, color de la corola inferior externa, color de la nervadura de la corola superior externa, color del número de carpelos, número de estigmas por flor, número de pétalos orbiculares, número de pétalos espatulados, color principal del tubérculo, forma del color secundario del tubérculo, distribución del color secundario, color principal de la pulpa, color secundario de la pulpa, distribución del color secundario de la pulpa y apertura de los ojos del tubérculo; encontrando que de los caracteres que no fueron descartados 25 de ellos son los de mayor contribución a la variación total 12 de los cuales son de la flor, 8 del tubérculo, 3 de la hoja, 1 del tallo y 1 del follaje.

En tanto que Monteros (1996) identificó la variabilidad genética existente en 78 entradas de mashua utilizando características morfológicas y agronómicas, en la caracterización morfológica se encontró una amplia variabilidad en la longitud del peciolo, color primario y secundario de la piel del tubérculo, distribución del color secundario y formas de coloración secundaria de la piel del tubérculo, color secundario y distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo; no así en color del tallo, longitud y ancho de la hoja, relación L/A de la hoja, diámetro del entrenudo, color secundario del envés de la hoja y forma del tubérculo que presentaron escasa variabilidad.

Por otra parte Figueroa (1997) realizó la caracterización morfológica de 38 accesiones de mashua utilizando agrupaciones morfológicas por descriptores encontrando que en la agrupación por planta 14 accesiones comparten el tipo de planta semi-erecta con tallos

púrpura claro verde con entrenudos cortos a medios y diámetros delgados a medios; en la agrupación a nivel de hoja hay variación en la tonalidad de color manteniendo la forma no así la longitud y ancho de la hoja; en la agrupación a nivel de floración 14 accesiones tienen hábito de floración moderada con larga duración y escasa a ninguna producción de frutos con semilla; en la agrupación a nivel de tubérculo a disimilitud de otros órganos se observan características más marcadas entre las que encontramos el color de la piel, la forma de la coloración secundaria y el color de la pulpa; en la agrupación a nivel del brote el color sirve para distinguir las accesiones pero no homogenizarlas siendo el más común el color amarillo claro con 17 accesiones .

Espin (2013) menciona que el cultivo de mashua tiene 4 etapas fenológicas considerando que para la primera etapa de la siembra a la emergencia debe transcurrir de 20 a 30 días, la segunda etapa de la emergencia a la floración debe transcurrir de 100 a 148 días, la tercera etapa de la floración a la tuberización no tiene un número definido de días y para la cuarta etapa debe transcurrir de 150 a 280 días, por lo que el cultivo de mashua tiene una duración de 5 o 6 meses en sus distintas variedades y luego de 8 meses en cosechas tardías.

Análogamente Monteros (1996) determinó el promedio para la colección de 78 entradas de mashua en 29.59 días para emergencia de las plántulas, 146.15 días para días a la tuberización, 154.71 días para número de días a la floración, y 252.28 días para madurez fisiológica.

Testa, Gresta, y Cosentino (2011) alude que el coeficiente de cultivo (K_c) para la etapa inicial se puede concluir en función del intervalo medio entre los eventos de mojado, la potencia de evaporación (E_{To}) y la importancia del evento de humectación. Para elaborar la curva del K_c de los cultivos se requieren tres valores de punto, se debe dividir el periodo de crecimiento en cuatro etapas que delinean la fenología de los cultivos (fase inicial, desarrollo de cultivos, estación media y tardía), se define la longitud de cada etapa de crecimiento y se establece los tres valores de K_c que corresponden a K_c inicial, K_c medio y K_c final. Hay que adaptar los valores de K_c a la frecuencia de humectación y condiciones climáticas de las etapas de crecimiento. Para construir la curva se debe unir segmentos de línea recta a través de cada una de las cuatro etapas.

En tanto que Allen, Pereira, Raes y Smith (2006) sustenta que en condiciones normales no se encuentran limitaciones en el crecimiento de los cultivos, El valor de ETc se determina a través del coeficiente del cultivo, en el ETo se integra los valores de las condiciones de tiempo atmosférico en tanto que las características del cultivo son incorporadas en el coeficiente Kc. La combinación de la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo da como resultado un coeficiente único del cultivo denominado Kc, utilizado en la planificación de riego, en la elaboración del calendario de riego y en estudios de balance hídrico.

Según Jiménez y Sammaán (2014) hay una progresiva inclinación en el consumo de cultivos andinos, ya que estos a más de contribuir con los nutrientes básicos para una buena alimentación proporcionan elementos benéficos para la salud. En el análisis químico se debe determinar humedad, proteínas (porcentaje de nitrógeno x 6,25), cenizas, fibra dietaria soluble e in- soluble, materia grasa.

Por otra parte Ayala (2004) menciona que en los pueblos de la región andina la principal fuente de alimentación son los tubérculos que poseen un alto contenido de almidones (carbohidratos) como fuente de energía, pero poseen un bajo contenido de proteínas y grasas. Para la composición química de los tubérculos andinos hay que determinar energía (kcal), proteína, grasa, carbohidratos, fibra, ceniza y humedad (%).

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Variedad

FAO (2107) sostiene que una variedad es un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, y puede definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos, distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos, considerarse como una unidad habida cuenta de su aptitud a propagarse sin alteración. Las variedades o cultivares pueden ser clasificadas en “variedades modernas” y “variedades tradicionales o de los agricultores”. Las variedades modernas son el resultado del mejoramiento científico y son caracterizadas por sus altos

rendimientos y por su alto nivel de uniformidad genética. En contraste, las variedades de los agricultores o tradicionales (también conocidas como “landraces”) son el producto de mejoramiento o de selección llevada a cabo por los agricultores. Estas representan mayores niveles de diversidad genética y son por lo tanto el enfoque de la mayoría de los esfuerzos de conservación.

De acuerdo con Espin (2013) las variedades de mashua se clasifican según su coloración. En el Ecuador se han reconocido más de 100 variedades, entre las que podemos mencionar las siguientes: Quillu-zapallo, Amarilla chaucha, putsu, pulsito, puzongo y putsu redonda. En el Cañar tenemos: Sucusu mashua, con pintas rosado-rojas sobre la carne amarilla, “Rodilla de Jesucristo” o “Sangre de Jesucristo”, caracterizada por tener manchas rojas sobre la carne amarilla, a manera de sangre. En las variedades nativas tenemos: Occe Izaño de color plomo, Chiara Izaño de color negro, Chupica Izaño de color rojo, Checche Izaño de color amarillo con ojos azules, Izaño de color amarillo y Wilajachasquiri Izaño de color amarillo con rayas rojas.

Análogamente Lojano y Mejia (2017) mencionan que se encuentran alrededor de 100 variedades de mashua reconocidas, las cuales son clasificadas por la coloración siendo las más comunes la blanca, amarilla, chaucha, morada y zapallo.

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.

Finalmente Alvarez (1986) citado por Pomachahua (2013) menciona que se han identificado más de 100 variedades. Debido al color se identifican variedades como blanca, amarilla, chaucha, morada y zapallo.

2.2.2. Condiciones climáticas

Castillo y Sentis (2001) sustentan que el clima es un conjunto de fenómenos meteorológicos reiterados en un período determinado bajo una misma región o territorio. Los parámetros meteorológicos hacen referencia a conceptos que integran y varían la

definición de un clima. Los más destacables son: temperatura, presión, vientos, precipitaciones y humedad. Existen, a su vez, factores determinantes que afectan al clima. Entre los más destacables se encuentran: latitud, altitud y las corrientes oceánicas. Los diferentes climas que existen en nuestro planeta surgen a partir de las diversas posibilidades de combinación de estos factores.

Bulacio y Ayarde (2012) mencionan que la mashua se establece en gargantas húmedas, en el límite superior del bosque montano. Es una planta rustica que se desarrolla en la Sierra donde el suelo es suelto y rico en materia orgánica

Por otra parte Malice y Baudoin (2009) sostienen que la mashua se encuentra distribuida desde Colombia hasta el norte de Argentina debido a las óptimas condiciones edafoclimáticas para su desarrollo, entre los 2400 hasta los 4300 msnm, y desde hace algunas décadas es cultivada en algunas regiones de Nueva Zelanda y Canadá. Las mayores áreas de siembra se encuentran en Perú y Bolivia, donde generalmente se cultiva en asociación con otros tubérculos.

Según Manrique et al. (2014) la mashua es una especie rústica, la cual crece bien en temperaturas bajas y suelos pobres, por lo que no necesita fertilizantes. Análogamente Espin (2013) manifiesta que la temperatura óptima para su desarrollo debe estar entre 12 y 14°C y puede almacenarse por hasta seis meses en lugares con ventilación y fríos.

Finalmente Rincón (1993) establece que la mashua se cultiva típicamente en los subpáramos en la estepa montano (subpáramo seco) donde el rango de temperatura es de entre 7 y 12 °C y una precipitación anual de entre 250 y 500 mm. La vegetación está formada típicamente por gramíneas perennes amacolladas que se han adaptado para preservar el agua debido a la acción desecante del viento y la baja humedad en verano.

2.2.3. Caracterización morfológica

Hernández (2013) alude que la caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es la determinación de un grupo de características mediante el uso de descriptores definidos que faculta observar las diferencias en taxonomía de las plantas. Algunos caracteres pueden ser altamente heredables, fácilmente observables y expresables en la misma forma en

cualquier ambiente. Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, para identificar plantas y para conservar los recursos genéticos. Por lo tanto la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación. Los métodos estadísticos más usados para el análisis de los datos son la varianza, el coeficiente de variación, correlación lineal, selección por pasos y análisis de componentes principales.

Monteros (1996) sustenta que la colección de 78 entradas de mashua exhibió una amplia variabilidad en los caracteres morfológicos como longitud del pecíolo, color primario y secundario de la piel del tubérculo, distribución del color secundario y formas de coloración secundaria de la piel del tubérculo, color secundario y distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo; no así en color del tallo, longitud y ancho de la hoja, relación L/A de la hoja, diámetro del entrenudo, color secundario del envés de la hoja y forma del tubérculo que, mostro escasa variabilidad

En tanto que Quispe *et al.* (2015) manifiestan que de 89 accesiones de mashua recolectadas en 9 distritos de la región del Cusco se analizaron 44 caracteres morfológicos de los cuales seis fueron excluidos para la caracterización morfológica debido a que en las evaluaciones preliminares no presentaron variación en el germoplasma (la forma del tallo, pubescencia y enroscamiento del tallo) ni uniformidad en una misma planta (el color del follaje, de la estípula y el color de los pétalos). Los caracteres que no aportan en la variación son la tendencia de los tallos a la fasciación, la forma de hojas, el color del envés y del borde de las hojas debido a que presentan valores inferiores al 20 % por lo que no fueron considerados. En tanto que en el análisis de variabilidad se tomó en cuenta el color del cáliz, el número de estigmas y el número de pétalos orbiculares por su fácil observación. En el Análisis de Componentes Principales se observó que los 14 primeros componentes estarían explicando solamente el 75% de la variación total, y presentan valores propios superiores a 1 siendo la abundancia de follaje, color del tallo, número predominante de lóbulos por hoja, color del haz de la hoja, color del pecíolo, hábito de floración, color del cáliz, color de la corola superior externa, color de la corola inferior externa, color de la nervadura de la corola superior externa, color del número de carpelos, número de estigmas por flor, número de pétalos orbiculares, número de pétalos espatulados, color principal del tubérculo, forma del color secundario del tubérculo, distribución del color secundario,

color principal de la pulpa, color secundario de la pulpa, distribución del color secundario de la pulpa y apertura de los ojos del tubérculo.

Por otra parte Manrique *et al.* (2014) sostiene que de las 107 accesiones recolectadas en comunidades campesinas de Perú, Bolivia y Argentina se utilizó los descriptores morfológicos que el Centro Internacional de la Papa (CIP) viene desarrollando desde hace algunos años, los descriptores de color fueron evaluados empleando la cartilla de colores de la Real Sociedad de Horticultura. De la caracterización morfológica se han podido distinguir 91 agrupamientos morfológicos (morfotipos). Setenta y siete de los 91 morfotipos están representados por una sola accesión, mientras que los 14 morfotipos restantes están representados únicamente por dos o tres accesiones. Sin embargo, a partir de los datos de caracterización molecular (usando marcadores AFLP) se ha podido identificar que todas las accesiones del banco de germoplasma del CIP son únicas, lo que sugeriría una alta diversidad dentro del cultivo.

En cambio Figueroa (1997) menciona que de las 37 entradas de mashua de Perú en la agrupación general existe 5 accesiones que tienen en común el tipo de planta semi-erecta con tallos y peciolo verde claro, púrpura claro; hojas verde oscuro a verde con borde púrpura; brote amarillo claro y tubérculo anaranjado. El rendimiento preliminar indica valores de 74,48 TM/ha a 24,45 TM/ha; el diámetro del tallo, el diámetro del tubérculo y el número de tubérculos se correlacionan significativamente con el rendimiento. En tanto que el diámetro del tallo, diámetro de tubérculo, número de tallos principales, altura de planta y área foliar explican el comportamiento del rendimiento.

2.2.4. Fenología

Yzarra y López (2011) afirma que el propósito de la fenología es estudiar y delinear de una forma global los diferentes eventos fenológicos que se dan en los cultivos con los ecosistemas naturales o agrícolas teniendo en cuenta su interacción con el medio ambiente. Por lo que la realización de las observaciones fenológicas, consideradas importantes, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo que los agricultores obtengan con su uso un mayor índice de eficiencia en la planificación y programación de las actividades agrícolas orientadas a incrementar la productividad y producción de los cultivos.

Espin (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.

En tanto que (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.

2.2.5. Coeficiente del cultivo

Valverde (1998) manifiesta que el coeficiente del cultivo (K_c) es el valor dependiente de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de la planta. Este cambia dependiendo del periodo de crecimiento de la planta y el clima determinado. Depende de la cantidad de agua que pueda extraer la planta del suelo conforme a su estado de desarrollo vegetativo, la duración del ciclo vegetativo es mayor cuando el clima es frío. Algunos experimentos expresan el K_c en % del ciclo total del cultivo en días después de la siembra. La curva que determina al detalle es la de Hansen la cual relaciona la evapotranspiración relativa con el crecimiento y maduración relativos, para extraer el K_c , que se utiliza para aplicarlo en la fórmula de cálculo de evapotranspiración, con datos del tanque estándar o fórmulas de Penman o Blanney Criddle.

En tanto que Allen, Pereira, Raes y Smith (2006) menciona que el K_c está compuesto por las características que diferencian un cultivo típico del pasto que es utilizado como referencia. El K_c integra las diferencias en la evaporación en el suelo y en la tasa de transpiración del cultivo. A medida que el cultivo va incrementando su crecimiento el área del suelo cubierta por la vegetación como la altura del cultivo y el área foliar cambian. En la etapa inicial el área foliar es pequeña y la evapotranspiración se da especialmente como

evaporación del suelo siendo el Kc inicial alto cuando el suelo está húmedo y bajo cuando la superficie del suelo está seca. En la etapa de desarrollo el Kc varía de 0,5 – 0,7; la variación depende del cultivo, frecuencia de humedecimiento y si el cultivo absorbe mayor cantidad de agua que el cultivo de referencia. En la etapa de mediados de temporada el Kc es constante y alcanza su máximo valor, varía con respecto al cultivo de referencia en función a la altura del cultivo y las condiciones climáticas. En la etapa final el Kc será alto si el riego se da hasta la cosecha y bajo si se posibilita la senescencia y secado del cultivo en el campo antes de la cosecha.

2.2.6. Análisis químico

Badui (2006) establece que la química de los alimentos se relaciona con las transformaciones debido a la manipulación a la que están sujetos los alimentos. Las técnicas para obtener y procesar los alimentos proceden de las civilizaciones antiguas que han transmitido sus conocimientos de generación en generación.

Wittig (2001) manifiesta que un análisis químico es el conjunto de técnicas y procedimientos empleados para identificar y cuantificar la composición química de una sustancia mediante diferentes métodos. El análisis de los alimentos comprende tres aspectos, análisis de composición y valor nutritivo, análisis de impurezas y detección de fraudes. Se debe determinar agua (humedad y sólidos totales), cenizas totales, fibra bruta, extracto etéreo (grasa bruta), nitrógeno y proteína bruta. Además, es interesante determinar el pH y, en algunos alimentos, la acidez valorable, el alcohol y el potencial redox. La química analítica se divide en dos ramas, cualitativa y cuantitativa. En un análisis cualitativo se pretende identificar las sustancias de una muestra. En el análisis cuantitativo lo que se busca es determinar la cantidad o concentración en que se encuentra una sustancia específica en una muestra.

Lojano y Mejia (2017) reporta en su análisis de nutrientes de tubérculos de mashua valores para: energía 50, agua 87,4 gramos, proteína 1,5 gramos, grasa total 0,7 gramos, fibra 0,9 gramos, calcio 12 miligramos, hierro 1,0 miligramos y vitamina A 12 microgramos.

2.2.7. Mashua

Descripción de la clasificación taxonómica del cultivo de mashua (Tabla 1)

TABLA 1: CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *T. tuberosum*

TAXON	NOMBRE
Reino:	Plantae
Filo:	Angiospermae
Clase:	Dicotyledoneae
Orden:	Brassicales
Familia:	Tropaeolaceae
Género:	Tropaeolum
Especie:	<i>T. tuberosum</i>

Elaborado por: Miguel Valle 2017

Fuente: Guerra (2014)

De acuerdo con Bulacio y Ayarde (2012) la mashua es una especie propia de la región andina que se distribuye desde Colombia hasta el norte de Argentina. Es una especie utilizada desde la época prehispánica, aunque no tiene la misma aceptación de especies con características similares es muy utilizada en poblaciones campesinas. Se encuentran dos subespecies las cuales se diferencian principalmente por la presencia o no de tubérculos. La especie domesticada y cultivada por su uso comestible es ssp. *tuberosum* en tanto que ssp. *silvestre* Sparre se tiene escasos conocimientos de sus características de campo.

De modo similar Manrique *et al.* (2014) manifiestan que la mashua, es conocida también como “añu”, “isaño” o “cubio”, es una planta herbácea perenne que tiene su origen en la región andina, donde fue domesticada. Las evidencias arqueológicas encontradas sugieren que sus tubérculos ya eran consumidos desde hace más de 7500 años. Se encuentra distribuida desde Colombia hasta el norte de Argentina debido a las óptimas condiciones edafoclimáticas para su desarrollo, entre los 2400 hasta los 4300 msnm, y desde hace algunas décadas es cultivada en algunas regiones de Nueva Zelanda y Canadá. Las mayores áreas de siembra se encuentran en Perú y Bolivia, donde generalmente se cultiva en asociación con otros tubérculos.

Análogamente Grau *et al.* (2003) menciona que la mashua es un cultivo salvaje que se encuentra en los Andes desde Colombia hasta el noroeste de Argentina. Se asume que la domesticación se produjo en la región que abarca desde Ecuador a Bolivia. Debido a la gran diversidad presente en esta amplia zona. Sin embargo, en ausencia de un amplio estudio sobre la diversidad de las formas silvestres y cultivadas de mashua, es difícil de identificar un área más pequeña como el centro de origen probable de la cosecha. Del mismo modo, se sabe poco sobre la historia de cultivos de mashua y su dispersión.

En tanto que Malice y Baudoin (2009) afirma que el nombre mashua proviene del nombre Maswa o mashwa quechua. Pertenece a la familia Tropaeolaceae que incluye 86 especies distribuida en toda América del Sur siendo *Tropaeolum* el género más grande. Se reconocen dos subespecies la *T. tuberosum* ssp que es la cultivada y la *T. tuberosum* silvestre la que no produce tubérculos. La mayoría cultiva mashua que es tetraploide, con un número de cromosomas $x = 13$ ($2n = 4x = 52$). Sin embargo, los estudios citológicos muestran resultados contradictorios y otros niveles de ploidía en el número de cromosomas que se han observado.

Barrera, Tapia y Monteros (2004) establece que la mashua es una planta anual, herbácea, desprovista de pelos y glándulas en todas sus partes, su crecimiento en la fase inicial es erecto pero luego varía a semiprostrado y ocasionalmente trepador mediante los pecíolos táctiles. Sus hojas son alternas, brillantes en el haz y más claras en el envés, peltadas con entre tres y cinco lóbulos. Las flores de mashua son solitarias, zigomorfas y nacen en las axilas de las hojas. El fruto es un esquizocarpo, formado de tres mericarpos uniseminados indehiscentes. La semilla botánica es viable.

Del mismo modo Malice y Baudoin (2009) sostiene que la mashua es una planta anual herbácea de 20-80 cm de altura. Sus tallos son cilíndricos, y tienen de 3-4 mm de espesor con ramificación, puede variar en color de verde a púrpura-gris con diversos grados de pigmentación. El color del follaje varía desde el amarillo-verde a verde oscuro. Las hojas tienen de 5-6 cm de ancho, son tri o penta lobuladas. Los tubérculos son menos variables de forma que los de oca y el olluco. El color del tubérculo es variable, que van desde el amarillo-blanco a púrpura-gris y negro. Los ojos del tubérculo (yemas axilares) son siempre profundos, anchos y estrechos, sin brácteas. Tiene flores profusas y establece muchas semillas viables con altas tasas de germinación. La mashua es auto-fértil. Las

flores tienen cinco sépalos de color rojo intenso que se unen en la base; los tres mayores formando un espolón de 1-1,5 cm de longitud. Las semillas pueden ser desecadas a bajos niveles de humedad en las condiciones ambientales del Altiplano andino y germinan después de varios meses de almacenamiento. Hasta el momento, las semillas sexuales actualmente no se utilizan para la conservación de la mashua, que se basa en el mantenimiento clonal en campos.

Conforme a Gonzales *et al.* (2003) el manejo agronómico inicia con la preparación del suelo el que se debe realizar una semana antes de la siembra y consiste en dos aradas, la semilla es del lugar multiplicada por los agricultores y es cambiada para mantener su productividad cada 3 o 4 años, la siembra se realiza en el mes de julio o septiembre con una distancia de 28 a 35 cm entre plantas y de 60 a 75 entre surcos, en las labores culturales se realizan 2 aporques que sirven como deshierba, la cosecha se realiza de abril a julio cuando se completa el ciclo vegetativo (7 – 8 meses).

De modo similar Manrique *et al.* (2014) menciona que la mashua es una especie rústica, la cual crece bien en temperaturas bajas y suelos pobres, por lo que no necesita fertilizantes. Es resistente a nemátodos, insectos y algunas plagas como el gorgojo de la papa (*Premnotrypes spp.*). Por esta razón, en los Andes se siembra habitualmente como cerco perimétrico para la protección de otros cultivos. Su ciclo de cultivo varía entre 6 y 9 meses, teniendo rendimientos superiores a los de otras tuberosas andinas.

En tanto que Espin (2013) sostiene que la mashua se cosecha luego de 5 o 6 meses en sus distintas variedades y luego de 8 meses en cosechas tardías en los meses de septiembre y octubre; sembrada a 1 metro de distancia entre planta y planta, alcanza estaturas que va desde los 35 cm a los 70 cm. La temperatura óptima para su desarrollo debe estar entre 12 y 14°C y puede almacenarse por hasta seis meses en lugares con ventilación y fríos.

Suárez y Saldaña (2013) sustenta que la mashua posee propiedades medicinales que son: actúa contra la inflamación de la próstata. También es fuente de carbohidratos que proveen de energía al cuerpo. Cuando se recomienda como medicación, su consumo debe ser por 15 días, luego pasar una semana, e iniciar nuevamente el tratamiento. Inhibe la capacidad sexual, es por eso que en las culturas antiguas se usaba con el objetivo de aplacar los ardores, de quienes integraban los ejércitos cuando estos salían a las guerras. Es un

antibiótico. Actúa contra afecciones renales y del hígado. Actúa contra bacterias como el *Escherichia coli* y el *Staphylococcus*, y hongos como la *Candida albicans*. Actúa eficazmente contra dolencias genitourinarias y contra la anemia.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Existe variabilidad en la caracterización morfológica, etapas fenológicas y análisis químico de las variedades de *Tropaeolum tuberosum* (Mashua)

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. OBJETIVO GENERAL

Tipificar taxonómicamente los cultivares de la especie en base a sus características morfológicas y etapas fenológicas de *Tropaeolum tuberosum* (Mashua)

3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el rendimiento en biomasa (tubérculos) de las variedades de mashua
- Realizar el análisis químico de las variedades de mashua
- Evaluar el comportamiento fenológico de variedades de mashua en las condiciones climáticas de Querochacca
- Identificar la especie de mayor precocidad

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo se llevó a cabo e en la Granja Experimental Docente "Querochaca" propiedad de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se encuentra ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Con coordenadas geográficas: 78° 36' 32" longitud Oeste y 1° 22' 03" latitud Sur a 2865 m.s.n.m. A 20 Km de Ambato.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

4.2.1. CLIMA

INAMHI (2016) Señala que el típico clima es temperado seco. La temperatura del sector varía desde los 8,7 °C en los meses más fríos (junio a septiembre) hasta los 17,5°C en los meses más cálidos (octubre a febrero). Los elementos meteorológicos importantes del sector se resume de la siguiente manera: temperatura promedio anual 13,6°C; pluviosidad promedio anual 465 mm; humedad ambiental 75,1% y velocidad del viento 1,7 m/s.

4.2.2. SUELO

Foster (2013) menciona que el tipo de suelo que predomina en esta zona está clasificado como Typic Vitracepts que se caracteriza por la presencia de materiales amorfos y ceniza volcánica. Son suelos con una pendiente del 2 al 8% con un relieve plano, ondulado, profundo (1,5m).

El análisis de suelo realizado por Buenaño (2016) indica que la textura es franco arenoso con contenidos de: materia orgánica 2,84% nivel bajo, nitrógeno 19,2 ppm nivel bajo, fósforo 20,0 ppm nivel bajo y potasio 0,8 meq/100g nivel alto, pH 6,89 prácticamente neutro, la conductividad eléctrica 0,24 mmhos/cm no salino.

4.2.3. ECOLOGÍA

Según Cañadas (1993) la zona de vida ecológica corresponde a la región ecológica estepa espinosa Montano Bajo (e.e.M.B) en transición con bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. EQUIPOS

- Cámara fotográfica
- Grabadora digital
- Balanza
- Balanza analítica
- Cámara térmica
- Analizador elemental CHN 628
- Espectrofotómetro UV
- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Estufa
- Molino

4.3.2. MATERIALES

- Tabla munsell para vegetales
- Calibrador Vernier
- Cinta métrica
- Piolas
- Azadón
- Rastrillo
- Sistema de riego (goteo)
- Abono orgánico (cuy)
- Cuchillo
- Bandejas plásticas
- Fundas plásticas

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación el factor de estudio fueron las variedades de mashua:

- Blanca (B)
- Amarilla (A)
- Morada (M)
- Milicia Roja (MR)
- Verde-Amarilla (VA)
- Poza Rondador (PR)

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos son los cultivares de *Tropaeolum tuberosum*. Se realizó parcelas netas para cada variedad de 15 x 3,2 m, la siembra se realizó a 60 cm entre planta colocando 2 tubérculos por punto, en surcos de 80 cm.

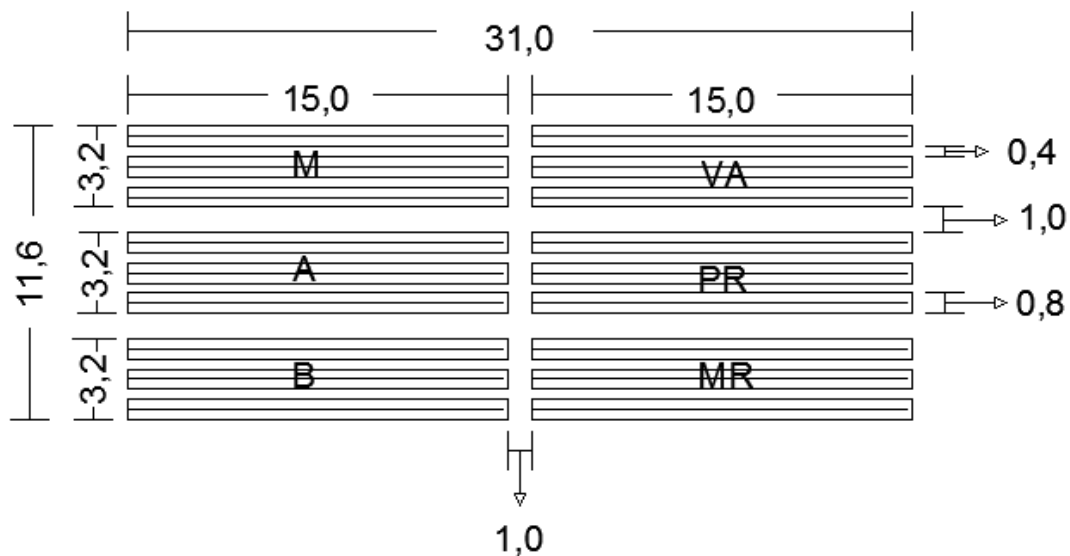


Figura 1.- Gráfico de la parcela

4.6. DISEÑO ESXPERIMENTAL

En el presente trabajo de investigación se utilizará estadística descriptiva para variables cuantitativas, análisis de componentes principales y agrupación jerárquica por conglomerados.

4.7. VARIABLES RESPUESTA

4.7.1. Caracterización morfológica

Se realizó observaciones cualitativas para las variables: color de follaje, envés, nervadura, tallo, pedicelo, sépalos, envés de los sépalos, pétalos, espolón, fruto, color predominante de la superficie del tubérculo, color secundario de la superficie del tubérculo, color predominante de la pulpa del tubérculo y color secundario de la pulpa del tubérculo. Utilizando el atlas de colores para vegetales, se debe tomar la parte vegetativa a analizar y realizar comparaciones con los diferentes colores y muestras del atlas hasta obtener una coincidencia del color, se debe apuntar el código.

La determinación de las variables cuantitativas se realizaron con: cinta métrica (cm) para altura de planta, el calibrador vernier (cm) para largo de sépalos, ancho de sépalos, largo de pétalos, ancho de pétalos, largo del espolón, ancho del espolón, longitud de la flor, ancho de la flor, longitud de la hoja, ancho hoja, longitud del fruto, ancho del fruto, longitud de axilas, longitud del peciolo, diámetro del tallo, diámetro del tubérculo, longitud del tubérculo, hendidura del ojo del tubérculo y balanza para los pesos (Kg) de peso de 10 tubérculos y rendimiento (Kg/h).

4.7.2. Fenología

Para la determinación de la fenología se utilizó la metodología propuesta por Allen *et al.* (2006) los que definen 4 etapas fenológicas que son:

Etapla inicial: Se estableció registrando los días desde la siembra hasta que la vegetación verde cubrió aproximadamente el 10% de cobertura del suelo

Etapa de desarrollo del cultivo: Se estableció registrando los días desde que la vegetación cubrió el 10% de la cobertura del suelo hasta que alcanzó la cobertura efectiva completa. La cobertura efectiva completa se logra el momento en el que algunas hojas de las plantas en hileras adyacentes comienzan a solaparse, lo que produce un sombreado casi completo del suelo

Etapa de mediados de temporada: Se estableció registrando los días desde que la vegetación alcanzó la cobertura completa del suelo hasta el comienzo de la madurez que está indicado por el amarillamiento de las hojas.

Etapa de final de temporada: Se estableció registrando los días desde el comienzo de la madurez hasta el momento de la cosecha o la completa senescencia.

4.7.3. Coeficiente del cultivo

Se determinó mediante la metodología propuesta por Allen *et al.* (2006).

$$K_{c\ ini} = K_{c\ ini\ (Fig\ 29)} + \frac{(I - 10)}{(40 - 10)} [K_{c\ ini\ (Fig\ 30)} - K_{c\ ini\ (Fig\ 29)}]$$

Donde:

- $K_{c\ ini\ (Fig\ 29)}$ Valor de $K_{c\ ini}$ correspondiente a la Fig 29
- $K_{c\ ini\ (Fig\ 30)}$ Valor de $K_{c\ ini}$ correspondiente a la Fig 30
- I Lámina infiltrada promedio (mm)

$$K_{c\ med} = K_{c\ med\ (Cua)} + [0,04 (u_2 - 2) - 0,004 (HR_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0,3}$$

Donde:

- $K_{c\ med\ (Cua)}$ Valor de $K_{c\ med}$ obtenido del cuadro 12
- u_2 Valor medio diario de la velocidad del viento a 2 m
- HR_{min} Valor medio diario de humedad relativa mínima
- h Altura media de las plantas durante la etapa

$$K_{c\ fin} = K_{c\ fin\ (cua)} + [0,04 (u_2 - 0,004 (HR_{min} - 45))] \left(\frac{h}{3}\right)^{0,3}$$

Donde:

$K_{c\ fin\ (cua)}$	Valor de $K_{c\ fin}$ obtenido del cuadro 12
u_2	Valor promedio de la velocidad diaria del viento a 2 m
HR_{min}	Valor promedio de humedad relativa mínima diaria
h	Altura promedio de humedad relativa mínima diaria

4.7.4. Análisis químico de nutrientes

Humedad: El análisis se realizó por gravimetría en la balanza analítica de marca OHAUS, para lo cual se recolectó la muestra en el campo, fue llevada al laboratorio donde fue limpiada, picada, pesada analíticamente en crisoles previamente tarados y fue llevada a la estufa durante 24 horas a 105°C, luego se dejó enfriar por 2 horas en desecador, se volvió a pesar analíticamente, y por diferencia de peso se obtuvo el valor de humedad correspondiente.

Nitrógeno: El análisis se realizó por el método Dumas, se utilizó un analizador elemental CHN 628 de marca Leco, para lo cual se recolectó la muestra en el campo, se lavó con agua destilada, se picó, se secó en estufa de aire forzado durante tres días a 45°C para que no pierda sus propiedades, se molió y tamizó la muestra, se pesó analíticamente y se introdujo en el equipo para su respectivo análisis.

Fosforo: El análisis se realizó por el método colorimétrico vanadato molibdato, se utilizó el espectrofotómetro UV de marca GENESYS 20, para lo cual se recolectó la muestra en el campo, se lavó con agua destilada, se picó, se secó en estufa de aire forzado durante tres días a 45°C para que no pierda sus propiedades, se molió y tamizó la muestra, fue digestada en medio ácido, se filtró, se realizó la curva de calibración y se cuantificó en el equipo.

Potasio, calcio, magnesio, zinc: El análisis se realizó por el método de espectroscopia de absorción atómica en el espectrofotómetro de absorción atómica de marca Perkin Elmer 100, para lo cual se recolectó la muestra en el campo, se lavó con agua destilada, se picó, se secó en estufa de aire forzado durante tres días a 45°C para que no pierda sus propiedades, se molió y tamizó la muestra, fue digerida en medio ácido, se filtró, se realizó la curva de calibración y se cuantificó en el equipo utilizando estándares certificados.

4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la interpretación de los resultados cuantitativos obtenidos en el presente trabajo de investigación se utilizó el ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%, aplicando el Software Estadístico (Infostat), para los gráficos de los resultados se utilizó Autocad y Graphpad.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS

5.1.1. Caracterización morfológica

Variabes cualitativas

De las 14 variables cualitativas evaluadas (Tabla 1) con el atlas de colores (Kuppers, 1979), las que presentaron diferencias significativas y son útiles para la caracterización morfológica son las que se encuentran en la flor y en el tubérculo, debido a que sus diferencias son observadas a simple vista, en la flor se observa variación en la intensidad del color encontrando para la Blanca (A 60 M 90 C 00), Amarilla (A 60 M 90 C 10), Morada (A 99 M 90 C 20), Milicia Roja (A 70 M 99 C 20), Poza Rondador (A 50 M 99 C 80) y Verde-Amarilla (A 99 M 90 C 30).



Foto 1. Variedad Blanca



Foto 2. Variedad Amarilla



Foto 3. Variedad Morada



Foto 4. Variedad Milicia Roja



Foto 5. Variedad Poza Rondador



Foto 6. Variedad Verde-Amarilla

En tanto que en el tubérculos hay variación en el color predominante y secundario de la superficie y pulpa del tubérculo, observando para el color predominante del tubérculo en la Blanca (N 00 A 50 M 10), Amarilla (A 99 M 50 C 00), Morada (N 00 C 00 A 60), Milicia Roja (A 99 M 50 C 10), Poza Rondador (N 00 A 90 M 00) y Verde-Amarilla (N 10 A 99

M 00), para el color secundario de la superficie del tubérculo en la Blanca (N 00 A 50 M 00), Amarilla (A 99 M 60 C 10), Morada (N 60 A 60 M 90), Milicia Roja (N 10 A 50 M 80), Poza Rondador (N 00 A 50 M 60) y Verde-Amarilla (N 00 C 10 A 99), para el color predominante de la pulpa de tubérculo en la Blanca (A 10 M 00 C00), Amarilla (A 90 M 30 C 00), Morada (N 00 A 10 M 00), Milicia Roja (N 00 A 60 M 00), Poza Rondador (N 00 A 50 M 00) y Verde-Amarilla (N 00 A 40 M 00), finalmente para el color secundario de la pulpa del tubérculo en la Blanca (A 60 M 00 C 00), Amarilla (A 50 M 00 C 00), Morada (N 40 A 50 M 50), Milicia Roja (N 10 A 60 M 00), Poza Rondador (N 00 A 40 M 00) y Verde-Amarilla (N 00 A 60 M 00). Los datos obtenidos coinciden con lo mencionado por Quispe *et al.* (2015) quienes sostienen que los caracteres morfológicos cualitativos relacionados con la flor y el color principal y secundario del tubérculo son útiles en la caracterización de accesiones de mashua.

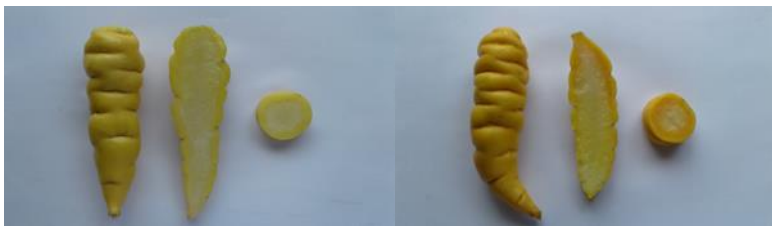


Foto 7. Variedad Blanca



Foto 8. Variedad Amarilla



Foto 9. Variedad Morada



Foto 10. Variedad Milicia Roja



Foto 11. Variedad Poza Rondador



Foto 12. Variedad Verde-Amarilla

Tabla 1.- Parámetros cualitativos (color) de variedades de mashua.

Variables	Variedades					
	Blanca	Amarilla	Morada	Milicia Roja	Poza Rondador	Verde-Amarilla
Cf	A 99 M 50 C 70	A 99 M 60 C 80	A 80 M 50 C 70	A 60 M 60 C 80	A 70 M 60 C 90	A 80 M 60 C 90
Ce	A 40 M 20 C 40	A 40 M 20 C 40	A 40 M 30 C 50	A 40 M 30 C 50	A 40 M 30 C 50	A 40 M 40 C 50
Cn	A 40 M 70 C 50	A 40 M 40 C 30	A 60 M 20 C 50	A 60 M 10 C 40	A 60 M 10 C 50	A 60 M 20 C 50
Ct	A 40 M 90 C 50	A 60 M 90 C 50	A 40 M 90 C 50	A 50 M 80 C 60	A 60 M 99 C 70	A 60 M 90 C 70
Cp	A 40 M 70 C 50	A 80 M 90 C 70	A 40 M 80 C 40	A 50 M 99 C 80	A 50 M 99 C 70	A 40 M 90 C 60
Cs	A 60 M 90 C 00	A 60 M 90 C 10	A 99 M 90 C 20	A 70 M 99 C 20	A 50 M 99 C 80	A 99 M 90 C 30
Ces	A 80 M 50 C 00	A 99 M 60 C 00	A 90 M 50 C 10	A 60 M 50 C 00	A 50 M 99 C 70	A 99 M 50 C 20
Cpe	A 99 M 50 C 20	A 80 M 50 C 10	A 99 M 60 C 20	A 60 M 50 C 00	A 50 M 99 C 50	A 60 M 99 C 00
Cesp	A 60 M 90 C 00	A 60 M 90 C 10	A 99 M 90 C 20	A 70 M 99 C 20	A 50 M 99 C 80	A 99 M 90 C 30
Cfr	A 99 M 30 C 60	A 99 M 20 C 50	A 40 M 99 C 90	A 80 M 00 C 50	A 60 M 50 C 70	A 70 M 30 C 10
Cpst	N 00 A 50 M 10	A 99 M 50 C 00	N 00 C 00 A 60	A 99 M 50 C 10	N 00 A 90 M 00	N 10 A 99 M 00
Csst	N 00 A 50 M 00	A 99 M 60 C 10	N 60 A 60 M 90	N 10 A 50 M 80	N 00 A 50 M 60	N 00 C 10 A 99
Cppt	A 10 M 00 C 00	A 90 M 30 C 00	N 00 A 10 M 00	N 00 A 60 M 00	N 00 A 50 M 00	N 00 A 40 M 00
Cspt	A 60 M 00 C 00	A 50 M 00 C 00	N 40 A 50 M 50	N 10 A 60 M 00	N 00 A 40 M 00	N 00 A 60 M 00

Elaborado por: Miguel Valle, 2017

Color del follaje (Cf), Color del envés (Ce), Color de la nervadura (Cn), Color del tallo (Ct), Color del pedicelo (Cp), Color de los sépalos (Cs), Color del envés de los sépalos (Ces), Color de los pétalos (Cpe), Color del espolón (Cesp), Color del fruto (Cfr), Color predominante de la superficie del tubérculo (Cpst), Color secundario de la superficie del tubérculo (Csst), Color predominante de la pulpa del tubérculo (Cppt), Color secundario de la pulpa del tubérculo (Cspt).

VARIABLES CUANTITATIVAS

De las 21 variables evaluadas (Tabla 2 – 7) únicamente 10 presentaron diferencias significativas entre las variedades, la mayor altura de planta se observó en la variedad Verde-Amarilla (87,44 cm) mientras que la accesión más pequeña fue la Blanca (41,3 cm); recíprocamente, la Verde Amarilla también presentó la mayor longitud del espolón (2,11 cm) a diferencia de la Morada y Poza Rondador que mostraron el menor valor (1,72 cm); contrariamente, la variedad Poza Rondador exhibió los mayores valores para longitud y ancho de hoja (5,39 y 6,61 cm, respectivamente), diámetro del tallo (0,57 cm) y rendimiento (47915,9 Kg/h), en tanto que los mínimos valores se presentaron en la Amarilla (3,38 cm) para largo de hoja, Morada (4,67 y 0,4 cm) para ancho de hoja y diámetro del tallo, respectivamente y Verde-Amarilla (2678,8 Kg/h) para rendimiento. Los mayores valores de hendidura del ojo del tubérculo peso de 10 tubérculos fueron reportados en la accesión Blanca (0,37 cm y 0,84 Kg, respectivamente). Las accesiones Morada y Verde-Amarilla tuvieron el menor valor en la hendidura del ojo del tubérculo (0,2 cm); mientras que la Verde-Amarilla (0,49 cm) para peso de 10 tubérculos. Finalmente, el mayor ancho de flor fue observado en la accesión Milicia Roja (1,11 cm) y la accesión Morada presentó el menor valor (0,74 cm). El resto de las accesiones mostraron valores intermedios.

De las variables que no indicaron diferencia significativa la variedad Milicia Roja presentó los mayores valores para longitud de pétalos (1,62 cm), ancho del espolón (0,45 cm), longitud de la flor (1,75 cm), longitud de la axila (0,32 cm) y diámetro del tubérculo (3,92 cm) mientras que los valores menores se presentaron en la Verde-Amarilla (1,18 y 0,26 cm) para longitud de pétalos y longitud de la axila, respectivamente; la Blanca (0,31 cm) para el ancho del espolón, la Morada (1,44 cm) para la longitud de la flor y Poza Rondador (2,84 cm) para el diámetro del tubérculo. La variedad Verde-Amarilla mostró los mayores valores para ancho de pétalos (0,93 cm), longitud del fruto (1,02 cm), Ancho del fruto (1,59 cm) y longitud del peciolo (17,38 cm); en tanto que los mínimos valores se presentaron en la Morada (0,69 cm) para ancho de pétalos, Poza Rondador (0,73 y 1,05) para longitud y ancho del fruto, respectivamente, y Morada (12,76) para longitud del peciolo. La variedad Poza Rondador exhibió el máximo valor (0,68 cm) para ancho de sépalos mientras que la Morada (0,44) tuvo el menor valor. Finalmente, la mayor longitud del tubérculo fue observado en la variedad Amarilla (12,84 cm) y la accesión Blanca

presentó el menor valor (11,38 cm). El resto de las accesiones mostraron valores intermedios.

Tabla 2.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Blanca.

Var	BLANCA				
	MEDIA	MIN	MAX	DESVEST	CV
Ap (cm)	41,3a	37,60	46,40	3,21	7,70
Ls (cm)	1,33bc	1,18	1,52	0,10	7,20
As (cm)	0,482a	0,18	0,87	0,18	36,64
Lpe (cm)	1,50b	1,30	1,71	0,12	8,22
Ape (cm)	0,782ab	0,58	1,21	0,16	20,78
Le (cm)	1,837ab	1,51	2,08	0,18	9,79
Ae (cm)	0,31a	0,26	0,37	0,03	10,75
Lf (cm)	1,575ab	1,37	1,71	0,10	6,48
Af (cm)	0,899b	0,68	1,38	0,19	20,72
Lh (cm)	4,36abc	3,98	4,82	0,28	6,53
Ah (cm)	5,13b	4,63	5,77	0,37	7,18
Lfr (cm)	0,87b	0,83	0,90	0,03	3,58
Afr (cm)	1,52b	1,18	1,79	0,18	11,86
La (cm)	0,30a	0,19	0,40	0,08	26,28
Lp (cm)	14,14ab	10,50	18,40	2,76	19,54
Dt (cm)	0,54bc	0,40	0,66	0,09	17,35
Dtu (cm)	3,8b	3,40	4,40	0,37	9,77
Ltu (cm)	11,37a	9,50	14,80	1,63	14,31
Hotu (cm)	0,36d	0,30	0,50	0,06	16,50
P 10 tu (Kg)	0,85d	0,75	0,92	0,04	5,13
R (Kg/Ha)	42707,65bc	29166,20	54165,80	8631,67	20,21

Elaborado por: Miguel Valle, 2017

Tabla 3.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Amarilla.

Var	AMARILLA				
	MEDIA	MIN	MAX	DESVEST	CV
Ap (cm)	57,91b	48,50	68,70	6,22	10,75
Ls (cm)	1,46c	1,29	1,62	0,13	8,99
As (cm)	0,49a	0,39	0,61	0,07	15,00
Lpe (cm)	1,61b	1,16	1,91	0,25	15,60
Ape (cm)	0,82ab	0,70	0,96	0,10	12,03
Le (cm)	1,97bc	1,73	2,12	0,14	7,30
Ae (cm)	0,34ab	0,22	0,42	0,06	16,79
Lf (cm)	1,72b	1,06	1,99	0,29	16,59
Af (cm)	0,97bc	0,79	1,12	0,12	12,49
Lh (cm)	3,88a	3,46	4,67	0,34	8,65
Ah (cm)	4,49a	3,94	4,92	0,30	6,62
Lfr (cm)	0,90bc	0,70	1,00	0,09	9,61
Afr (cm)	1,45b	1,08	2,10	0,33	22,70
La (cm)	0,28a	0,21	0,39	0,06	22,77
Lp (cm)	13,93ab	9,80	18,40	3,81	27,37
Dt (cm)	0,44ab	0,34	0,53	0,06	13,69
Dtu (cm)	3,24a	3,00	3,56	0,22	6,65
Ltu (cm)	12,84a	9,90	15,80	1,76	13,70
Hotu (cm)	0,30bc	0,25	0,35	0,03	9,18
P 10 tu (Kg)	0,50a	0,42	0,61	0,05	8,99
R (Kg/Ha)	33332,8ab	24999,60	45832,60	5379,06	16,14

Elaborado por: Miguel Valle, 2017

Tabla 4.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Morada.

Var	MORADA				
	MEDIA	MIN	MAX	DESVEST	CV
Ap (cm)	64,23b	58,50	79,20	6,80	10,59
Ls (cm)	1,24ab	1,09	1,80	0,21	16,48
As (cm)	0,44a	0,39	0,50	0,04	9,53
Lpe (cm)	1,20a	0,91	1,50	0,19	15,53
Ape (cm)	0,69a	0,49	0,89	0,14	20,66
Le (cm)	1,72a	1,62	1,89	0,09	5,12
Ae (cm)	0,35ab	0,30	0,40	0,04	11,77
Lf (cm)	1,44a	1,15	1,55	0,11	7,93
Af (cm)	0,74a	0,63	0,90	0,09	11,50
Lh (cm)	4,03ab	3,27	4,83	0,42	10,35
Ah (cm)	4,67ab	4,13	5,65	0,48	10,24
Lfr (cm)	0,90bc	0,60	1,29	0,19	21,09
Afr (cm)	1,36b	1,00	1,78	0,21	15,80
La (cm)	0,31a	0,29	0,39	0,03	9,64
Lp (cm)	12,76a	7,80	19,80	3,35	26,23
Dt (cm)	0,40a	0,30	0,51	0,06	15,27
Dtu (cm)	3,05a	2,50	3,40	0,32	10,62
Ltu (cm)	12,09a	9,40	15,50	1,97	16,26
Hotu (cm)	0,20a	0,13	0,25	0,04	19,08
P 10 tu (Kg)	0,60b	0,44	0,72	0,07	11,16
R (Kg/Ha)	36353,59b	24999,60	54165,80	8953,21	24,63

Elaborado por: Miguel Valle, 2017

Tabla 5.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Milicia Roja.

Var	MILICIA ROJA				
	MEDIA	MIN	MAX	DESVEST	CV
Ap (cm)	63,72b	57,20	71,60	4,61	7,23
Ls (cm)	1,45c	1,38	1,56	0,06	4,09
As (cm)	0,58ab	0,50	0,69	0,06	10,51
Lpe (cm)	1,62b	1,46	1,79	0,11	6,76
Ape (cm)	0,81ab	0,61	0,95	0,10	12,09
Le (cm)	1,96bc	1,79	2,10	0,12	6,24
Ae (cm)	0,45c	0,40	0,49	0,03	7,80
Lf (cm)	1,75b	1,61	1,92	0,10	5,44
Af (cm)	1,11c	0,90	1,21	0,09	8,48
Lh (cm)	4,789c	3,90	6,10	0,67	14,10
Ah (cm)	5,92c	5,02	7,16	0,63	10,62
Lfr (cm)	0,95bc	0,89	1,02	0,05	5,25
Afr (cm)	1,50b	1,32	1,70	0,15	9,92
La (cm)	0,32a	0,29	0,38	0,03	10,77
Lp (cm)	15,43ab	10,60	21,20	3,66	23,69
Dt (cm)	0,50abc	0,45	0,55	0,03	5,66
Dtu (cm)	3,92b	3,50	4,60	0,30	7,68
Ltu (cm)	12,03a	9,70	15,00	1,62	13,47
Hotu (cm)	0,33cd	0,25	0,40	0,05	14,47
P 10 tu (Kg)	0,70c	0,61	0,79	0,04	6,06
R (Kg/Ha)	23853,79a	14583,10	39582,70	6776,51	28,41

Elaborado por: Miguel Valle, 2017

Tabla 6.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Poza Rondador.

Var	POZA RONDADOR				
	MEDIA	MIN	MAX	DESVEST	CV
Ap (cm)	80,66c	73,80	96,00	7,00	8,68
Ls (cm)	1,15a	1,00	1,59	0,17	14,52
As (cm)	0,68b	0,53	0,99	0,17	25,64
Lpe (cm)	1,23a	1,11	1,30	0,06	4,51
Ape (cm)	0,89b	0,77	1,10	0,13	15,14
Le (cm)	1,72a	1,61	1,85	0,08	4,78
Ae (cm)	0,37b	0,32	0,40	0,03	8,83
Lf (cm)	1,473a	1,36	1,70	0,10	6,85
Af (cm)	1,01bc	0,89	1,12	0,09	8,62
Lh (cm)	5,39d	5,02	5,61	0,26	4,83
Ah (cm)	6,61d	6,32	7,08	0,28	4,15
Lfr (cm)	0,73a	0,67	1,00	0,10	14,28
Afr (cm)	1,05b	0,90	1,58	0,21	20,43
La (cm)	0,30a	0,20	0,39	0,07	21,78
Lp (cm)	16,66ab	12,00	26,20	4,23	25,38
Dt (cm)	0,57c	0,45	0,61	0,06	9,64
Dtu (cm)	2,84a	2,20	3,60	0,45	15,85
Ltu (cm)	11,74a	9,20	15,30	2,23	18,95
Hotu (cm)	0,24ab	0,17	0,30	0,05	19,41
P 10 tu (Kg)	0,50a	0,39	0,61	0,05	10,37
R (Kg/Ha)	47915,90c	31249,50	64582,30	12729,17	26,57

Elaborado por: Miguel Valle, 2017

Tabla 7.- Parámetros cuantitativos de la caracterización morfológica variedad Verde-Amarilla.

Var	VERDE-AMARILLA				
	MEDIA	MIN	MAX	DESVEST	CV
Ap (cm)	87,44c	72,00	112,00	13,96	15,97
Ls (cm)	1,32abc	1,28	1,36	0,03	2,13
As (cm)	0,48a	0,41	0,50	0,04	7,56
Lpe (cm)	1,18a	1,15	1,20	0,03	2,19
Ape (cm)	0,93b	0,85	1,10	0,11	10,38
Le (cm)	2,11c	1,96	2,50	0,21	9,99
Ae (cm)	0,38b	0,36	0,40	0,02	5,06
Lf (cm)	1,70b	1,60	1,79	0,07	4,13
Af (cm)	0,95b	0,87	1,05	0,06	6,54
Lh (cm)	4,45bc	3,94	4,85	0,33	7,46
Ah (cm)	5,93c	5,36	6,65	0,49	8,30
Lfr (cm)	1,02c	1,00	1,10	0,04	3,99
Afr (cm)	1,59a	1,40	2,00	0,23	14,31
La (cm)	0,26a	0,20	0,35	0,07	25,25
Lp (cm)	17,38b	16,40	19,60	1,23	7,08
Dt (cm)	0,53bc	0,40	0,70	0,14	26,33
Dtu (cm)	2,88a	2,60	3,20	0,20	6,91
Ltu (cm)	12,01a	9,80	15,00	1,77	14,70
Hotu (cm)	0,20a	0,15	0,25	0,03	13,54
P 10 tu (Kg)	0,49a	0,42	0,50	0,03	5,14
R (Kg/Ha)	24791,27a	18749,70	37499,40	6246,04	25,19

Elaborado por: Miguel Valle, 2017

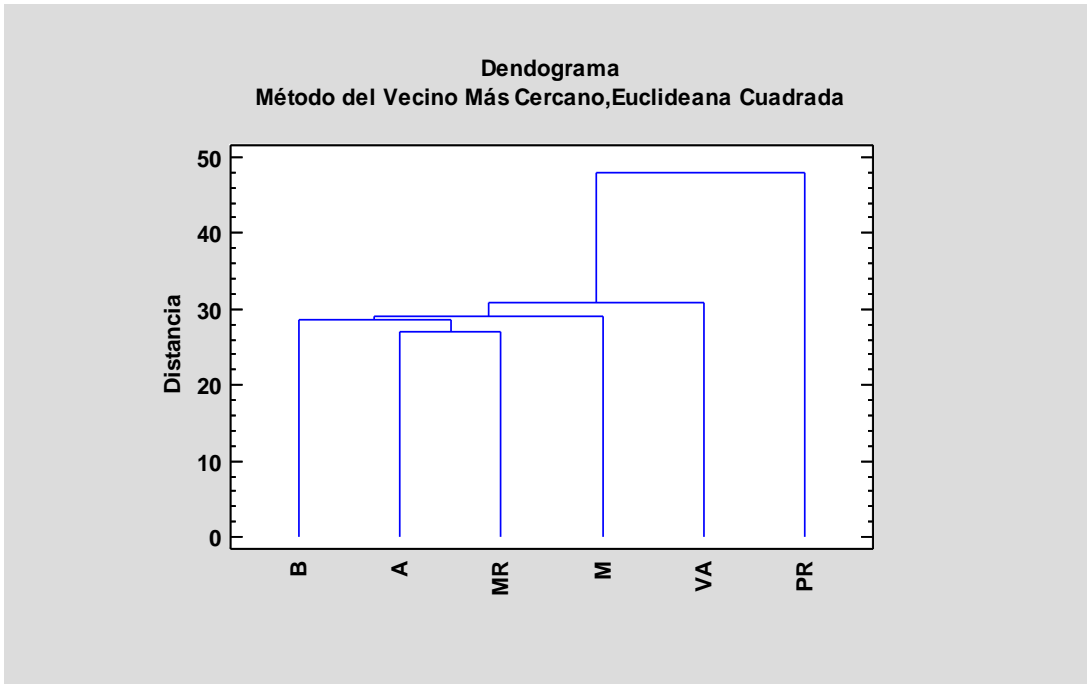


Figura 3.- Análisis de conglomerados de variedades de mashua.

5.1.4. Fenología

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 (Fig. 4). 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. Finalmente la cuarta fase (floración – cosecha) fluctúa entre 70 – 118 días (Amarilla y Milicia Roja respectivamente).

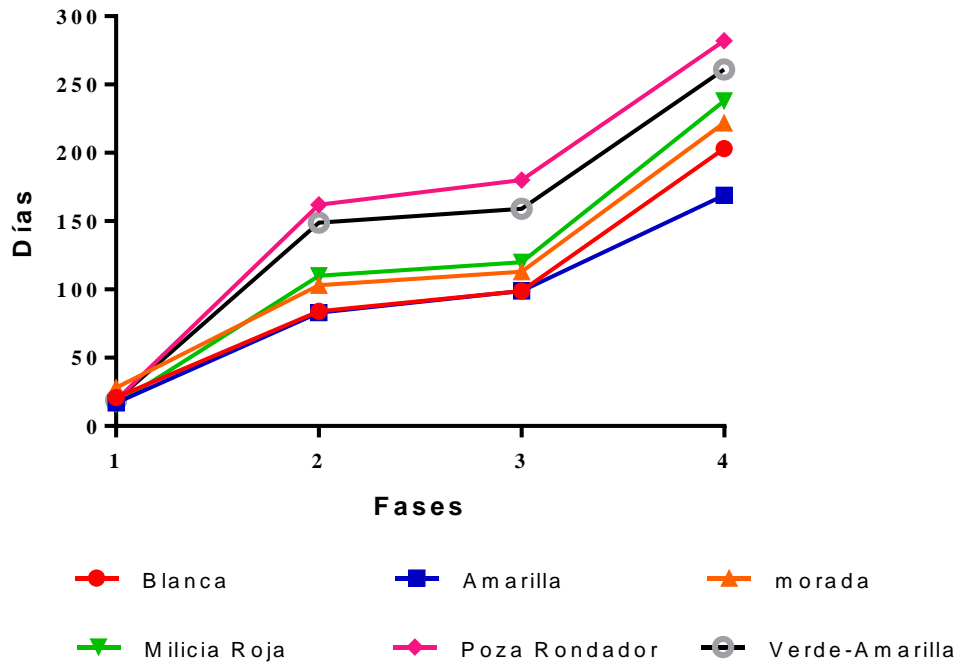


Figura 4.- Duración de fases fenológicas en variedades de mashua.

5.1.5. Coeficiente del cultivo

El valor del coeficiente de cultivo (Fig 5 -10), no presenta diferencia entre las variedades en la fase inicial, teniendo un valor de 0,51, sin embargo, hay diferencia en el coeficiente de cultivo medio y final. El valor de Kc medio fue de 1,02 en la Blanca, 1,0 para la Amarilla, Morada y Milicia Roja, 1,1 la Poza Rondador y 0,96 la Verde-Amarilla. El Kc final tiene valores de 0,73 en la Blanca; 0,58 la Amarilla; 0,71 la Morada, Milicia Roja y Poza Rondador y 0,7 la Verde-Amarilla.

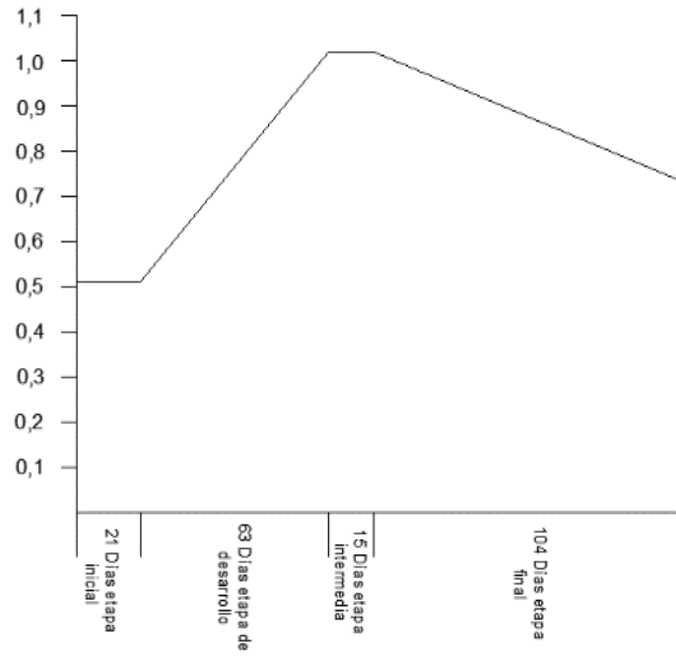


Figura 5.- Coeficiente del cultivo variedad Blanca.

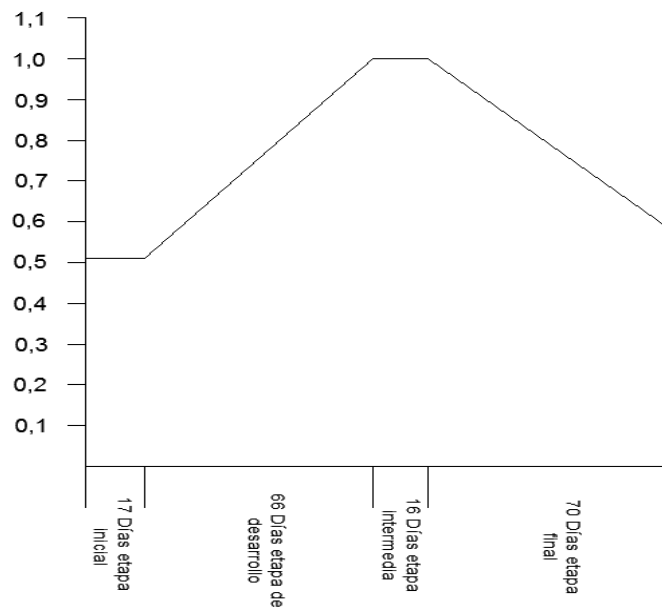


Figura 6.- Coeficiente del cultivo variedad Amarilla.

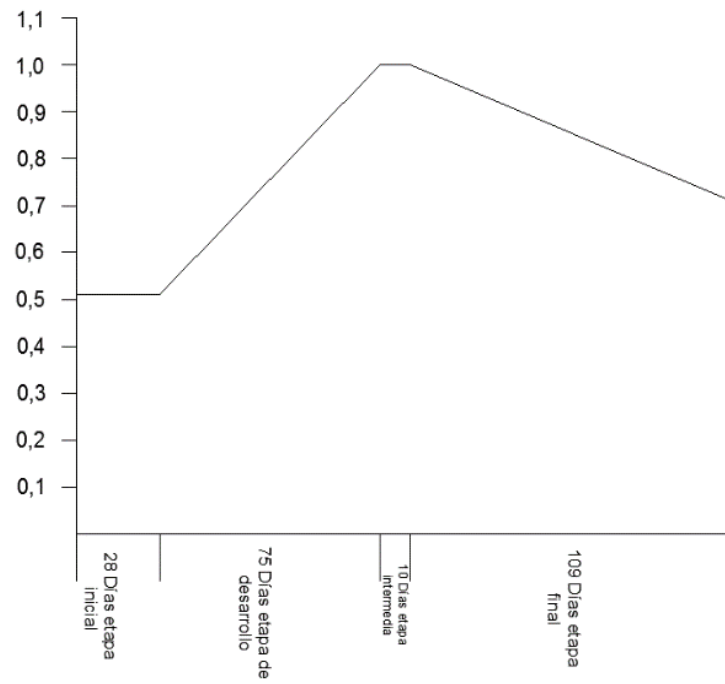


Figura 7.- Coeficiente del cultivo variedad Morada.

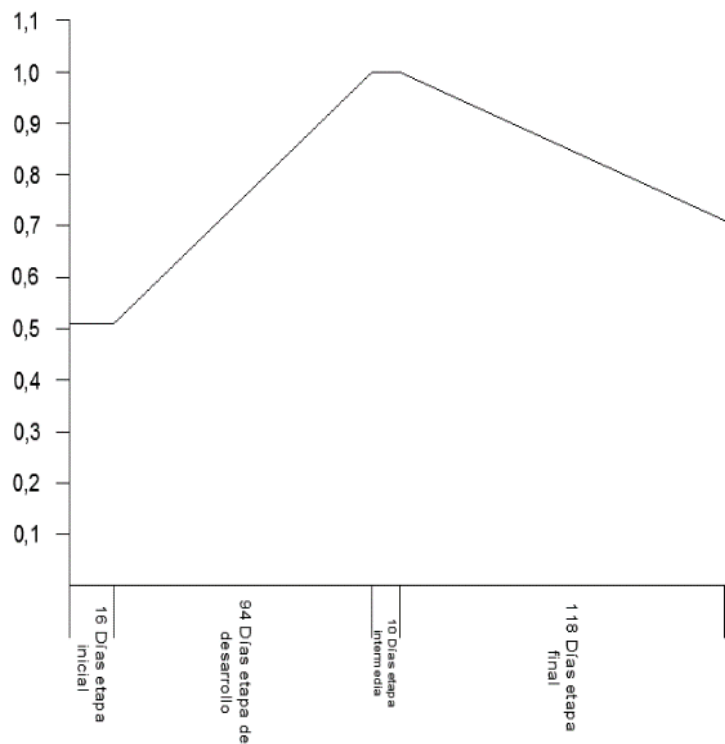


Figura 8.- Coeficiente del cultivo variedad Milicia Roja.

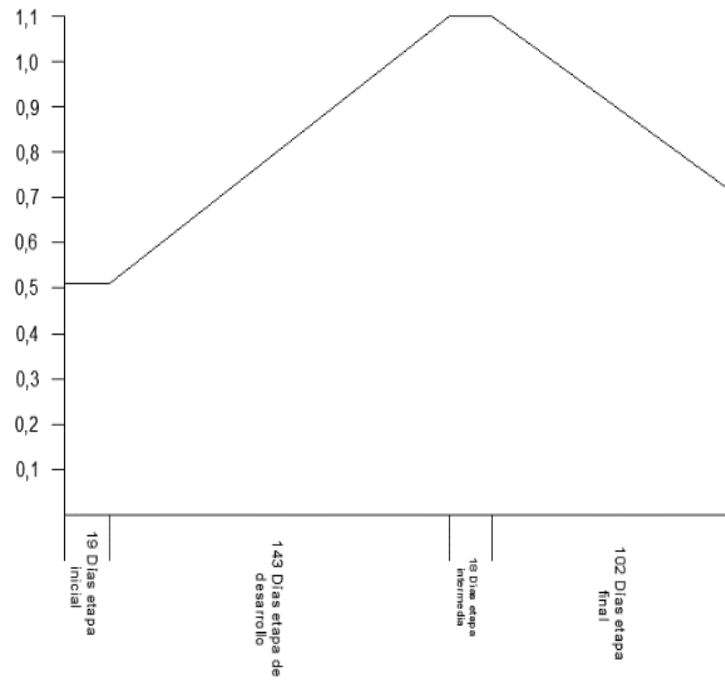


Figura 9.- Coeficiente del cultivo variedad Poza Rondador.

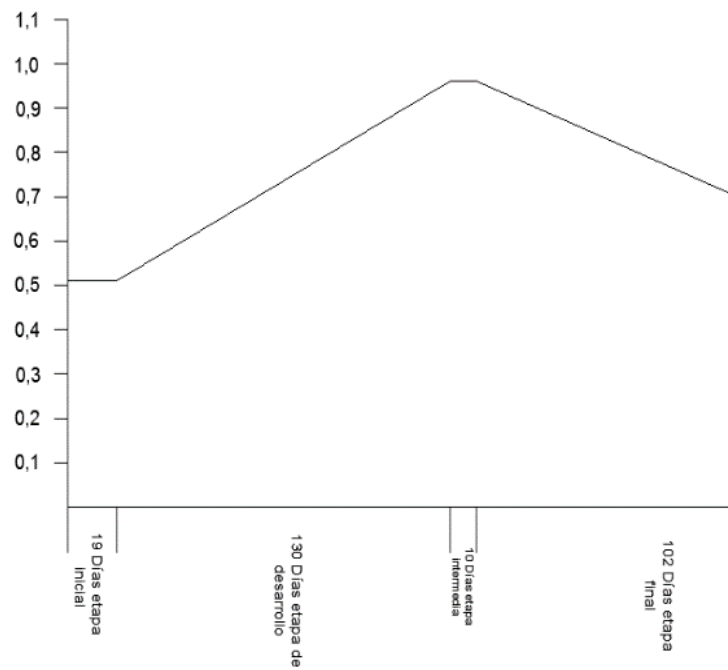


Figura 10.- Coeficiente del cultivo variedad Verde-Amarilla

5.1.6. Análisis químico

En la composición química de las variedades de mashua (Tabla 8), los mayores valores de humedad (92,18%), nitrógeno (2,92%) y potasio (2,33%) fueron observados en la accesión Poza Rondador, mientras que la accesión Amarilla presentó el menor valor de humedad (78,04%) y la Blanca presentó los valores mínimos (1,61 y 0,62%) para nitrógeno y potasio, respectivamente. La variedad Verde-Amarilla mostró los valores máximos (0,77 y 1,43%) para el contenido de fósforo y calcio, respectivamente; mientras que en la accesión Amarilla se encontró el menor valor de fósforo (0,42%) y la Morada el menor de calcio (0,025%). La variedad Morada y Milicia Roja presentó el máximo valor de magnesio (0,14%) en tanto que la verde amarilla indicó el menor valor (0,03%). Finalmente La variedad Milicia Roja mostró el máximo valor (27,73 ppm) para Zinc y el menor valor se presentó en la Verde-Amarilla (5ppm).

Tabla 8.- Análisis químico de variedades de mashua

Var	B	A	M	MR	PR	VA
	$\bar{X} \pm DE$	$\bar{X} \pm DE$	$\bar{X} \pm DE$	$\bar{X} \pm DE$	$\bar{X} \pm DE$	$\bar{X} \pm DE$
	Min - Max	Min - Max	Min - Max	Min - Max	Min - Max	Min - Max
H	$82.73 \pm 0.88ab$	$78.04 \pm 2.91a$	$87.76 \pm 2.12cd$	$90.25 \pm 0.44cd$	$92.18 \pm 1.95d$	$86.61 \pm 0.32bc$
	82.13 - 83.74	74.73 - 80.19	86.02 - 90.12	89.77 - 90.62	90.07 - 93.91	86.25 - 86.86
N	$1.61 \pm 0.07b$	$1.79 \pm 0.01a$	$2.01 \pm 0.07b$	$2.6 \pm 0.06d$	$2.92 \pm 0.05e$	$2.26 \pm 0.14c$
	1.53 - 1.67	1.78 - 1.8	1.93 - 2.07	2.57 - 2.67	2.88 - 2.98	2.09 - 2.35
P ₂ O ₅	$0.55 \pm 0.03ab$	$0.42 \pm 0.16a$	$0.56 \pm 0.01abc$	$0.69 \pm 0.07bc$	$0.73 \pm 0.03bc$	$0.77 \pm 0.09c$
	0.52 - 0.57	0.25 - 0.56	0.55 - 0.57	0.63 - 0.76	0.71 - 0.76	0.67 - 0.84
K	$0.62 \pm 0.46a$	$0.99 \pm 0.1a$	$0.82 \pm 0.31a$	$0.66 \pm 0.07a$	$2.33 \pm 0.17b$	$1.26 \pm 0.16a$
	0.14 - 1.05	0.93 - 1.11	0.63 - 1.18	0.59 - 0.72	2.19 - 2.52	1.13 - 1.43
Ca	$0.08 \pm 0.03a$	$0.1 \pm 0.01a$	$0.025 \pm 0.002a$	$0.03 \pm 0.003a$	$0.65 \pm 0.01b$	$1.43 \pm 0.37c$
	0.05 - 0.1	0.09 - 0.1	0.023 - 0.026	0.03 - 0.04	0.64 - 0.66	1.07 - 1.8
Mg	$0.12 \pm 0.02b$	$0.11 \pm 0.02b$	$0.14 \pm 0.02b$	$0.14 \pm 0.02b$	$0.13 \pm 0.04b$	$0.03 \pm 0.01a$
	0.1 - 0.14	0.09 - 0.12	0.13 - 0.16	0.13 - 0.16	0.1 - 0.17	0.03 - 0.04
Zn	$9.6 \pm 0.46a$	$9.63 \pm 0.31a$	$17.0 \pm 0.87b$	$27.13 \pm 5.01c$	$8.33 \pm 1.44a$	$5.0 \pm 0.1a$
	9.1 - 10.0	9.3 - 9.9	16.5 - 18.0	23.8 - 32.9	7.5 - 10.0	4.9 - 5.1

Elaborado por: Miguel Valle, 2017

Humedad (H), Nitrógeno (N), Fosforo (P₂O₅), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn).

5.2. DISCUSIÓN

En las variables cualitativas evaluadas, las que presentaron diferencias significativas y son útiles para la caracterización morfológica son las que se encuentran en la flor y en el tubérculo, similar a los reportado por Quispe *et al.* (2015), quienes atribuyen esta variabilidad a la presencia de un mecanismo que la genera y mantiene, la cual podría estar relacionada a su reproducción sexual y a la forma del manejo del material de propagación asexual que realizan los agricultores. De igual manera en las variables cuantitativas, Figueroa (1997) reporto la altura de la mashua (50-100 cm), sin embargo en la investigación realizada se registró valores entre 41,3-87,44 cm, demostrándose la relación entre el factor genotípico y las condiciones climáticas donde se desarrolla la especie.

Monteros (1996) sostiene que las fases fenológicas son 4 siendo la primera de la siembra a la emergencia (29,59 días), la segunda de la emergencia a la tuberización (116,56 días), la tercera de la tuberización a la floración (8,56 días) y la cuarta fase de la floración a la cosecha (97,57 días) teniendo una duración de 252,28 días de ciclo de cultivo, en tanto que durante la investigación se registró una variedad precoz (Amarilla: 169 días) y una tardía (Poza Rondador: 282 días) presentando diferencias significativas en la segunda y cuarta fase. La primera fase (siembra – emergencia) fluctúa entre 16 – 28 días, la segunda fase (emergencia – tuberización) 63 – 143 días, la tercera fase (tuberización – floración) 10-18 días y finalmente la cuarta fase (floración – cosecha) fluctúa entre 70 – 118 días, viéndose influida cada una de las variedades por las condiciones edafoclimáticas en las cuales se desarrollan.

En la composición química de las variedades de mashua se encontró valores para: humedad (92,18-78,04%), nitrógeno (2,92-1,61%), fosforo (0,77-0,42%), potasio (2,33-0,62%), calcio (1,43-0,025%), magnesio (0,14-0,03%) y Zinc (27,73-5ppm) similares a los reportados por Espin, Villacrés y Brito (2004) quien reporto valores para: humedad (88,7%), proteína (9,17%), fosforo (0,32%), potasio (1,99%), calcio (0,006%), magnesio (0,11%) y zinc (48 ppm); la composición química está influida por las condiciones climáticas y de suelo, la época del año así como las diferentes técnicas de cultivo Sharapin (2000), además de la fertilización Garcia, Ojeda y Montejo (2003).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación de “Caracterización morfológica y fenología en variedades de *Tropaeolum tuberosum* (Mashua) de interés medicinal” se concluyó:

- Las características morfológicas están relacionadas directamente al factor genotípico de cada variedad en cambio el factor edafoclimático no tiene influencia en las mismas, en tanto que la fenología está relacionada con las condiciones edafoclimáticas y la altura donde se desarrolla la especie.
- En el rendimiento de los tubérculos la variedad que presentó el mayor valor fue la Poza Rondador ($47,92 \pm 12,73$ Kg/h). en segundo lugar tenemos a la variedad Blanca ($42,70 \pm 8,63$ Kg/h), seguidas por: la variedad Morada ($35,35 \pm 8,95$ Kg/h), la variedad Amarilla ($33,3 \pm 5,38$ Kg/h), la variedad Verde-Amarilla ($24,79 \pm 6,25$ Kg/h) y la variedad Milicia Roja ($23,85 \pm 6,78$ Kg/h).
- El dendrograma muestra dos agrupamientos de las 6 variedades, que nos da a conocer el grado de similitud y disimilitud de los caracteres cuantitativos de las variedades evaluadas.
- El análisis químico de los nutrientes presentó una gran variabilidad entre los cultivares que pueden ser utilizados en el estudio de metabolitos útiles para la salud y control de plagas y enfermedades. La variedad Poza Rondador presentó los mayores valores para humedad (92,18 %), nitrógeno (2,92 %), potasio (2,33 %), en tanto que la variedad Verde-Amarilla para fósforo (0,77 %) y calcio (1,43 %), la variedad Morada y Milicia Roja para magnesio (0,14 %), finalmente la variedad Milicia Roja para Zinc (27,13 %)

- En relación a la duración de las etapas fenológicas del cultivo de *T. tuberosum*, los datos obtenidos en la Granja Experimental Docente Querochaca fue para: primera fase (siembra – emergencia) $20\pm 4,3$ días; la segunda fase (emergencia – tuberización) 95 ± 34 días, la tercera fase (tuberización – floración) $13\pm 3,6$ días y finalmente la cuarta fase (floración – cosecha) $101\pm 16,2$ días. El ciclo del cultivo es de $229\pm 40,6$ días.
- En la construcción de la Curva del Coeficiente de cultivo de *T. tuberosum* empieza con 0,51 para las 6 variedades. En la etapa de desarrollo el coeficiente de cultivo registrado van desde 0,51 hasta $1,01\pm 0,5$ en el lapso de dicha etapa. Con respecto a la etapa intermedia el coeficiente del cultivo permanece en $1,01\pm 0,5$ en la duración de la etapa intermedia y concluye en la etapa final con un coeficiente del cultivo que va descendiendo desde $1,01\pm 0,5$ hasta $0,69\pm 0,5$ durante este periodo de tiempo.
- La variedad con mayor precocidad fue la variedad Amarilla (169 días), en la primera fase (siembra – emergencia) fue la variedad Milicia Roja (16 días); la segunda fase (emergencia – tuberización) fue la variedad Blanca (63 días), la tercera fase (tuberización – floración) fueron las variedades Morada, Milicia Roja y Verde-Amarilla (10 días) y finalmente la cuarta fase (floración – cosecha) fue la variedad Amarilla (70 días).

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Alegría, J. (2001). Conservación de germoplasma de especies raras y amenazadas (Revisión). *Crioconservación Semillas Ortodoxas Y Recalcitrantes Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg*, 16(1), 20. Retrieved from http://www.inia.es/gcontrec/pub/germoplasma_1161158274546.pdf
- Allen, G., Pereira, L., Raes, D., Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. *FAO*, 323. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>
- Ávalos, A., Pérez, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas, 2(3), 119–145.
- Ayala, G. (2004). Aporte de los Cultivos andinos a la Nutrición Humana. In *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento ya la capacitación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.* (pp. 101–112). Retrieved from <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/10737%5Cn>
http://www.cipotato.org/artc1/series/06_PDF_RTAs_Capacitacion/07_Aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. (P. Educación, Ed.) (Cuarta). Ciudad e Mexico. Retrieved from <http://cdjbv.ucuenca.edu.ec/ebooks/librosyrev/110031.pdf>
- Barrera, V., Tapia, C., Monteros, A. (2004). *Raíces y tubérculos andinos : alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Buenaño, M. (2016). *Análisi de Suelo*. Ambato.
- Bulacio, E., Ayarde, H. (2012). Aspectos ecológicos y distribución de *Tropaeolum tuberosum* ssp. *silvestre* (Tropaeolaceae) en argentina. *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 47(1–2), 97–101.
- Cañadas, L. (1993). Agroecosistemas andinos en el Ecuador. In CIP (Ed.), *El Agroecosistema andino: problemas, limitaciones, perspectivas* (p. 353). Lima - Perú. Retrieved from <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=f3A9qY9F9u0C&oi=fnd&pg=PA87&dq=Agroecosistemas+andinos+en+el+Ecuador+CAÑADAS&ots=zL8f9M0XVM&sig=vnZDge3wZq8Bc73kZEzvP1tR6Zk#v=onepage&q=Agroecosistemas andinos en el Ecuador CAÑADAS&f=false>
- Castillo, F. E., & Sentis, F. C. (2001). *Agrometereología*. (M. Prensa, Ed.) (2a ed.). Madrid: Mundi Prensa. Retrieved from <http://redbiblio.unne.edu.ar/pdf/0603->

002241_D.pdf

- Espin, S., Villacrés, E., Brito, B. (2004). Caracterización físico - química nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos. In *Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* (p. 540). Lima - Perú. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=hBMYJjj5PJEC&printsec=frontcover&dq=raices+y+tuberculos+andinos&hl=es&sa=X&ei=MglxVdPpKbX-sATi64DoCA&ved=0CCUQ6AEwAg#v=onepage&q=raices+y+tuberculos+andinos&f=false>
- Espin, C. (2013). *Aporte al rescate de la mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia*. Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1614/1/tgas76.pdf>
- FAO. (2107). The Economic Analysis of Access, Exchange and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources: Glosario. Retrieved June 12, 2017, from <http://www.fao.org/economic/esa/seed2d/glossary/es/>
- Figueroa, C. (1997). *Caracterización morfológica y evaluación agronómica preliminar de 37 entradas de Mashua (Tropaeolum tuberosum R. & P.) del banco de germoplasma de la UNALM y una especie silvestre*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1787/F50.F5-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, D. (2011). *Recopilación de saberes ancestrales sobre las especies andinas alimenticias: Mashua (Tropaeolum tuberosum), Melloco (Ullucus tuberosus), Oca (Oxalis tuberosa) y Quinoa (Chenopodium quinoa) en la comunidad de Pesillo, Cayambe – Ecuador - 2010*. Universidad Politécnica Salesiana. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4596/6/UPS-YT00068.pdf>
- Foster, A. (2013). *Métodos aprobados en conservación de Suelos*. (Tillas, Ed.) (Segunda). Mexico. Retrieved from <http://www.etp.com.py/fichaLibro?bookId=92747>
- García, D., Ojeda, F., Montejó, I. (2003). Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). *Pastos-Y-Forrajes*, 26(4), 335–346.
- Gonzales, S., Terrazas, F., Almanza, J., & Condori, P. (2003). *Producción de oca (Oxalis tuberosa) papalisa (Ullucus tuberosus) e isano (Tropaeolum tuberosum): Importancia, zonas productoras, manejo y limitaciones* (1st ed.). Retrieved from

- http://www.proinpa.org/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=9:ruo01&lang=en
- Grau, A., Ortaga, R., Nieto, C., Hermann, M. (2003). *Mashua Tropaeolum tuberosum Ruiz and Pav. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops*. Retrieved from [http://books.google.com.pe/books?id=ASLFjZxwIJIC&pg=PA45&lpg=PA45&dq=Mashua+Tropaeolum+tuberosum+Ruiz+and+Pav.+\(Promoting+the+Conservation+and+Use+of+Underutilized+and+Neglected+Crops+25\)&source=bl&ots=Sh5RLghmRP&sig=AqXm0FnWlaWpqDOEcB4uNhubzbo&hl=en&sa=X](http://books.google.com.pe/books?id=ASLFjZxwIJIC&pg=PA45&lpg=PA45&dq=Mashua+Tropaeolum+tuberosum+Ruiz+and+Pav.+(Promoting+the+Conservation+and+Use+of+Underutilized+and+Neglected+Crops+25)&source=bl&ots=Sh5RLghmRP&sig=AqXm0FnWlaWpqDOEcB4uNhubzbo&hl=en&sa=X)
- Guerra, A. (2014). *Estudio de la utilización de la harina de Mashua (Tropaeolum tuberosum) en la obtención del pan de molde*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Hernández, A. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias Julio*, 2(3), 113–118. Retrieved from <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/04-03/biociencias4-3-4.pdf>
- INAMHI. (2016). *Anuario meteorológico*. Quito.
- Jiménez, M., Sammaán, M. (2014). Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 64(2), 131–138. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84907442450&partnerID=tZOtx3y1>
- Kuppers, H. (1979). *Atlas de los colores*. (Blume, Ed.) (Primera). Barcelona. Retrieved from <https://teoriadelaimagenfcps.files.wordpress.com/2015/09/kc3bcppers-fundamentos-de-la-teoria-del-color.pdf>
- Lojano, J., Mejia, J. (2017). *Propuesta de aplicación de técnicas y métodos de cocción para el arroz de cebada, haba y mashua; variedades autóctonas de la provincia del Cañar*. Universidad de Cuenca. Retrieved from [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26900/1/PROYECTO DE INTERVENCION. PDF.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26900/1/PROYECTO_DE_INTERVENCION.PDF.pdf)
- Malice, M., & Baudoin, J. (2009). Genetic diversity and germplasm conservation of three minor Andean tuber crop species. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 13(3), 441–448.
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O., Tay, D., Ellis, D. (2014). *Tropaeolum tuberosum Ruíz & Pav.* (T. A. G. Educativa, Ed.). Lima

- Perú.

- Monteros, A. (1996). *Estudio de la variación morfológica e isoenzimática de 78 entradas de mashua (Tropaeolum tuberosum)*. Universidad Central del Ecuador.
- Núñez, C., Escobedo, D. (2011). Uso correcto del análisis Clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. *Agronomía Mesoamericana*.
- Pomachahua, C. (2013). *Caracterización citológica a través de número de cloroplastos en 52 accesiones de cultivo de mashua (Tropaeolum tuberosum Mol)*. Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from [http://181.65.181.124/bitstream/handle/UNH/140/TP - UNH AGRON. 0024.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://181.65.181.124/bitstream/handle/UNH/140/TP%20-%20UNH%20AGRON.0024.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quispe, C., Mansilla, R., Chacón, A., Blas, R. (2015). Análisis de la variabilidad morfológica del “ Añu ” *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón procedente de nueve distritos de la región Cusco, *14*(2).
- Rincón, H. (1993). *El agroecosistema andino : problemas, limitaciones, perspectivas : anales del Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino, Lima, marzo 30-abril 2, 1992*. Lima - Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Roca, W., Manrique, I. (2005). Valorización de los recursos genéticos de raíces y tubérculos andinos para la nutrición y la salud, *IX*, 195–201.
- Sharapin, N. (2000). *Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos*. (R. Pinzón, Ed.) (Primera). Bogota: Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el Desarrollo. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XH2HzSIJPywC&oi=fnd&pg=PA13&dq=factores+que+influyen+en+la+composicion+quimica+de+vegetales&ots=iTwxMZKECr&sig=weT1Zq7BjzwaMfkLeBE9jZUDSXs#v=onepage&q=factores que influyen en la composicion quimica de vegetales&](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XH2HzSIJPywC&oi=fnd&pg=PA13&dq=factores+que+influyen+en+la+composicion+quimica+de+vegetales&ots=iTwxMZKECr&sig=weT1Zq7BjzwaMfkLeBE9jZUDSXs#v=onepage&q=factores+que+influyen+en+la+composicion+quimica+de+vegetales&)
- Suárez, M., Saldaña, A. (2013). *Cocina de autor: elaboración de veinte y cuatro platos en base a la mashua, melloco y oca*. Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3700>
- Tapia, C., Estrella, J., Monteros, A., Valverde, F., Nieto, M., Córdova, J. (2003). *Caracterización fisico-química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos. Manejo y conservación de RTAs in situ en fincas de agricultores y ex situ en el banco de germoplasma de INIAP* (Vol. 4). Retrieved from [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Raíces y Tubérculos Alternativas para el uso sostenible en Ecuador.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Raíces+y+Tubérculos+Alternativas+para+el+uso+sostenible+en+Ecuador.pdf)

- Tapia, C., & Estrella, J. (2001). *Genetic erosion quantification in Ullucus (Ullucus tuberosus Caldas), Oca (Oxalis tuberosa Mol.) and Mashua (Tropaeolum tuberosum R. & P.) in agroecosystems of the provinces of Cañar, Chimborazo and Tungurahua – Ecuador. INIAP. Quito. Retrieved from <http://archive.unu.edu/env/plec/cbd/Montreal/abstracts/Tapia.pdf>*
- Testa, G., Gresta, F., & Cosentino, S. (2011). Dry matter and qualitative characteristics of alfalfa as affected by harvest times and soil water content. *European Journal of Agronomy*, 34(3), 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.12.001>
- Valverde, J. (1998). *Riego Y Drenaje*. San jose - Puerto rico. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=Chy5vADO63AC&pg=PA69&dq=coeficiente+de+cultivo&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=coeficiente+de+cultivo&f=false
- Wittig, E. (2001). *Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Retrieved from <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121431>
- Yzarra, W., López, F. (2011). *Manual de observaciones fenológicas*. (SENAMHI, Ed.). Perú.

6.3. ANEXOS

ANEXO 1. Preparación del terreno.



ANEXO 2. Abonadura del terreno.



ANEXO 3. Surcado del terreno.



ANEXO 4. Siembra de tubérculos.



ANEXO 5. Instalación del sistema de riego.



ANEXO 6. Deshierba y aporque.



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. TÍTULO

Incentivar la producción y comercialización de la variedad Poza Rondador por su interés medicinal

7.2. DATOS INFORMATIVOS

El presente trabajo de investigación se llevara a cabo en la Granja Experimental Docente "Querochaca" propiedad de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se encuentra ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Con coordenadas geográficas: 78° 36' 32" longitud Oeste y 1° 22' 03" latitud Sur a 2865 m.s.n.m.

7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La variedad Poza Rondador contiene metabolitos útiles para la salud, En la investigación realizada se obtuvo los mayores valores de humedad (92,18 %), nitrógeno (2,92 %), potasio (2,33 %) y rendimiento (47,92 Tn/h).

7.4. JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Tungurahua hay una alta incidencia de cáncer debido al uso indiscriminado de productos químicos en la producción agrícola, la mashua posee metabolitos secundarios que tienen propiedades anticancerígenas y antimicrobianas, razón por la cual es necesario buscar alternativas para la prevención de cáncer, dentro de los cuales se puede aprovechar los metabolitos secundarios producidos por la mashua.

7.5. OBJETIVO

Fomentar la producción de la variedad Poza Rondador por su importancia medicinal

7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Las principales razones por las cuales el uso de medicina natural en la salud constituyen una alternativa para el manejo enfermedades en las personas son: simplicidad en obtención, bajo costo de adquisición, son productos biodegradables y se incorporan a la naturaleza con facilidad.

7.7. FUNDAMENTACIÓN

La falta de conocimiento y la deficiente investigación acerca de métodos alternativos de protección de la salud humana, son las principales limitantes para el aprovechamiento de las propiedades medicinales que poseen las plantas. En la actualidad el tratamiento de enfermedades está encaminado a reducir el consumo de productos sintéticos y aplicar diferentes alternativas para el tratamiento de las mismas, entre las cuales se encuentran el uso de propiedades medicinales de las plantas y su aplicación mediante la alimentación, infusiones o vía tópica.

El uso de medicina tradicional permite reducir el uso de medicamentos sintéticos y mejorara la salud y economía del consumidor.

7.8. METODOLOGÍA

- Preparación del suelo.- La preparación del terreno se realizará manualmente, con tractor, aproximadamente un mes antes de la siembra, labor que consistirá en la roturación del terreno a una profundidad de 30 cm.
- Trazado de parcelas.- El trazado de parcela se efectuará de acuerdo a las dimensiones establecidas, procediendo luego a realizar los surcos para la siembra.
- Desinfección del suelo.- Esta labor se hará aplicando sobre el surco antes de la siembra ceniza vegetal a razón de 100 gramos por metro lineal.
- Preparación de la semilla.- Se debe escoger la semilla que debe tener un tamaño más o menos uniforme (8 a 10 cm de largo), con muchos ojos o brotes y estar libres de plagas.

- Desinfección de tubérculos.- Se debe realizar 2 ó 3 semanas antes de la siembra o el mismo día de la siembra por remojo o inmersión en una solución a base de 250 gramos de Hidróxido de Cobre (Kocide 101) y 250 gramos de Bacillus thuringiensis (Dipel o Thuricide), diluidos en 100 litros de agua. La semilla se pondrá en un canasto o costal y se deberá sumergir durante un minuto en la solución referida.
- Abonadura orgánica.- Se incorporará abono orgánico de muy totalmente descompuesto. La aplicación se efectuará en el terreno antes de la elaboración de los surcos, la cantidad de abono que se utilizará es de 5,9 Tn/h.
- Siembra.- La siembra se hará a golpe, depositando dos tubérculos por hoyo, a las distancias de 0,60 m entre plantas y 0,8 m entre surcos.
- Deshierbes y aporque.- Los deshierbes se harán manualmente con azadón, a los 40 días de la siembra; mientras que el aporque se efectuara a los 90 días de la siembra.
- Riegos.- Se efectuarán riegos por goteo. Antes de la siembra se dotara de un riego. Los posteriores riegos se aplicaran utilizando los datos del Kc obtenidos.
- Controles fitosanitarios.- La primera aplicación fitosanitaria se hará a los 30 días de la siembra, aplicando Bacillus thuringiensis (2 a 3g/litro de agua). Extracto de Neem (5 a 7 cc/litro de agua). La segunda aplicación preventiva a los 90 días con Sulfato de Cobre pentahidratado (Phyton: 1.5 gramos/litro de agua), Hidróxido de Cobre (Kocide101, 2.50 g/litro de agua).
- Cosecha.- Se produce a los 4 meses después de la siembra en suelos cuya ubicación no exceda los 2 900 metros sobre el nivel del mar y entre los 5-6 meses después de la siembra en suelos que se encuentran sobre los 2 900 metros sobre el nivel del mar.

En las comunidades andinas consumen la mashua generalmente cocinándola o dejándola expuesta al sol para que adquiera un sabor dulce y agradable.

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Después de un año, se hará una evaluación del alcance de la propuesta en la zona de influencia donde se desarrolló la investigación.