

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
ESCUELA DE POST-GRADO**

ESPECIALIDAD DE PRODUCCION AGRICOLA

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y EVALUACION AGRONOMICA
PRELIMINAR DE 37 ENTRADAS DE MASHUA (*Tropaeolum
tuberosum* R. & P.) DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA
UNALM Y UNA ESPECIE SILVESTRE**

Tesis presentada por:

Cecilia Emperatriz Figueroa Serrudo

para optar el grado de:

Magister Scientiae

Sustentado y aprobado por el siguiente Jurado

.....
Dr. Salomón Helfgott Lerner
PRESIDENTE

.....
Mg.Sc. Gilberto Rodriguez Soto
CONSEJERO

.....
Dr. Miguel Holle Ostendorf
MIEMBRO

.....
Mg.Sc. Jorge Nakahodo Nakahodo
MIEMBRO

Lima - Perú
1997

INDICE

RESUMEN	3
SUMMARY	4
INTRODUCCION	5
I. REVISION BIBLIOGRAFICA	7
II. MATERIALES Y METODOS	22
A. Campo Experimental	22
B. Germoplasma	22
C. Parcela Experimental	22
D. Conducción del experimento	25
E. Clima	28
F. Evaluación	31
G. Análisis estadístico	33
III. RESULTADOS Y DISCUSION	38
A. Caracterización morfológica	38
B. Evaluación agronómica preliminar	63
C. Análisis fenológico	71
IV. CONCLUSIONES	84
V. RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFIA	91

RESUMEN

El estudio llevado a cabo en la comunidad campesina de Llocllapmapa ubicada a 3500 msnm en el departamento de Junín durante la campaña 94 -95 nos muestra a nivel de la caracterización morfológica que en la agrupación general existen cinco accesiones que tienen en común el tipo de planta semi-erecta con tallos y peciolo verde claro - púrpura claro; hoja verde oscuro a verde con borde púrpura; brote amarillo claro y tubérculo anaranjado.

Con respecto a los rendimientos preliminares, las entradas cultivadas oscilan de 74,48 TM/ha a 24,45TM/ha. También se ha encontrado que el diámetro de tallo, el diámetro del tubérculo y el número de tubérculos se correlacionan significativamente con el rendimiento ($\Delta = 0,05$), mientras que las variables diámetro de tallo, diámetro de tubérculo, número de tallos principales, altura de planta y el área foliar en conjunto son las que mejor explican el comportamiento del rendimiento ($R = 0,97$).

Finalmente, en la interpretación conjunta de las características morfológicas asociadas al rendimiento se ha evidenciado la gran distribución de las semillas de mashua, no sólo local sino a nivel nacional.

SUMMARY

The research, which was carried out in Llocllapampa community located in the department of Junin (3500 meters on level sea) during 1994 - 1995, shows in the morphological description five collections which have in common the kind semi-erect plant with light green - light purple stems and petioles; dark green to green leaf with purple border; light yellow seedling stem and orange tuber.

In regard preliminary average yields, the cultivated collections range of 74,48 ton/ha to 24,45 ton/ha.

It also has been found that the diameter of stem, the diameter of tuber and the number of tubers relate significantly with the yield ($\alpha = 0,05$), whereas the diameter of stem, the diameter of tuber, the number of principal stem, the height of plant and the area leaf explain the behaviour of yield ($R = 0,97$).

Finally as a whole view of morphological characteristics associated to yield shows the important distribution of mashua tubers in villages and in the whole country (Peru).

INTRODUCCION

En los últimos años las especies originarias de los Andes, entre ellas la mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.), han cobrado importancia por haberse reconocido sus cualidades alimenticias y sus propiedades curativas. Prueba de ello es que según el Boletín Estadístico Mensual del Sector Agrario (Octubre, 1993), la extensión sembrada con mashua se ha ido incrementando desde 1986-87 con 1609 ha a 3360 ha en la campaña agrícola 1993-94.

Es por esta razón que el trabajo de investigación busca evaluar el material colectado en Ancash, Junín, Apurímac y Ayacucho por el Banco de Germoplasma del Programa de Papa de la Universidad Nacional Agraria La Molina para poder determinar sus características más importantes y conocer el potencial agronómico de cada entrada para luego plantear el manejo adecuado del recurso.

Los objetivos propuestos para este trabajo son:

a) Agrupar las 38 entradas de mashua en función a los descriptores.

b) Probar la correlaciones simples, parciales y

múltiples de algunas características morfológicas de los descriptores asociadas al rendimiento.

c) Determinar el comportamiento de las principales fases fenológicas de 4 entradas del germoplasma de mashua.

I. REVISION BIBLIOGRAFICA

El germoplasma, desde el punto de vista etimológico es una palabra con dos raíces: "germo", del latín *germen* que significa "principio rudimental de un nuevo ser orgánico" y "plasma", del griego *plasma*, se define como la formación y en sentido amplio la materia no definida. Por lo tanto germoplasma es la materia donde se encuentra un principio que puede crecer y desarrollarse (Quarol, 1988). En Recursos Genéticos Vegetales (1995) explica que el germoplasma es el conjunto de muestras de semillas procedentes de campos de agricultores y que incluirían cultivares nativos, cultivares mejorados, poblaciones en proceso de mejoramiento, especies silvestres relacionadas y especies cultivadas relacionadas.

Si bien es cierto que la definición de germoplasma se asemeja a la de recursos fitogenéticos Esquinas (1982) marca la diferencia señalando que son recursos naturales limitados y perecederos que proporcionan la materia prima o genes que debidamente utilizados y combinados por los técnicos en genética vegetal originan

mejores variedades de plantas. Al respecto Querol (1988) precisa sobre los recursos genéticos que es la variabilidad genética almacenada en los cromosomas y en otras estructuras conteniendo ácido desoxirribonucleico (ADN, moléculas que conforman los genes) que codifican el desarrollo de cadenas de polipéptidos (proteínas). Estos polipéptidos determinan el funcionamiento del organismo vivo en el que se encuentran, tanto en sus funciones básicas (respiración, fotosíntesis y absorción de nutrientes en el caso de plantas), como en características específicas como sabor, resistencia a plagas y enfermedades o color del fruto.

Con respecto a la información sobre una colecta o accesión Howes (1981) citado por Querol (1988) propone los siguientes niveles: 1) Información de pasaporte. 2) Datos de caracterización. 3) Evaluación preliminar. 4) Evaluación posterior.

Pero en realidad es la caracterización el primer paso para ampliar el conocimiento sobre el germoplasma. En términos generales, Querol (1988) define la caracterización como la toma de datos mayormente

cualitativos para describir y con ello diferenciar accesiones de una misma especie. Las características más importantes descritas están contenidas en las guías de descriptores. Muchas de estas características son una profundización de las claves taxonómicas para diferenciar géneros y especies. Esquinas (1982) se refiere al descriptor como uno de aquellos caracteres considerados importantes y/o útiles en la descripción de una población y destaca que los descriptores deben ser universalmente aceptados para que faciliten el intercambio de información y material.

En cambio, la evaluación se hace en función de los usos del cultivo y las características buscadas para mejorarlo, generalmente mejores rendimientos, simplificación de labores culturales y resistencia a pestes (Querol, 1988).

En lo concerniente al género *Tropaeolum* éste toma su nombre de la palabra griega τροπαεῖον = trofeo, en alusión a la armadura de los antiguos caballeros del camino (Torres, Perea-Dallos y Fandiño, 1992). Macbride (1949) señala que el género adquiere importancia en la

floricultura desde 1843 con el descubrimiento de *T. peltophorum* Benth., *T. minus* L. y *T. majus* L., si bien es cierto que eran populares en los jardines europeos desde la mitad del siglo diecisiete fueron introducidos a Alemania en 1570.

Las especies *T. peltophorum* Benth., *T. minus* L. y *T. majus* L. crecen desde el nivel del mar hasta por encima de los 3000 msnm (Brako y Zarucchi, 1993), de ahí que Arbizu y Tapia (1992) estimen que hay 50 especies de *Tropaeolum*, aunque Sparre (citado por King, 1988) sostenga que son 86 especies, ampliamente distribuidas en México, América Central y del Sur; de las cuales hay 24 especies silvestres de mashwa en el Perú (Brako y Zarucchi, 1993) las que pueden encontrarse en las lomas de la costa, en la ceja de selva y acompañando a la mashwa cultivada en los Andes.

Aparte de esta diversidad de especies, también existe diversidad de usos, así en el Cuzco, *T. majus* L. y *T. seemanni* Buchenau son empleados en la medicina popular como emenagogos, (Herrera, 1940 citado por Johns, 1986). Además *Tropaeolum peregrinum* L. conocido

como "hualipa-hualipa" es cultivado y usado como medicina (Macbride, 1949).

Con respecto, a las especies tuberosas se han descrito *T. edule*, *T. polyphyllum* y *T. patagonicum* en los Andes de Chile y Argentina, pero al parecer no tienen uso económico (Arbizu y Tapia, 1992).

Los trabajos actuales desde el punto de vista taxonómico señalan que la mashua pertenece al género *Tropaeolum*, con dos subespecies reconocidas *Tropaeolum tuberosum* subsp. *tuberosum* y subsp. *silvestre* (Sparre citado por King, 1988). King (1988) añade los nombres de las siguientes especies que son considerados sinónimos de *Tropaeolum tuberosum* subsp. *silvestre*: *Tropaeolum buchenavianum* Hieron., *T. hieronymi* Buch. y *T. septemlobatum* Heilb.. En estudios anteriores, se señala que las especies ecuatorianas mencionadas son similares a la especie peruana *Tropaeolum crenatiflorum* Hook. (Macbride, 1949).

Pero, la principal diferencia entre las subespecies - sostiene King (1988) - es que la subsp. *tuberosum*

produce tubérculos y la subsp. *silvestre* no. Aunque Johns (1980) reporta que la subsp. *silvestre* ('kipa isaño') sí forma tubérculos, siendo estos más elongados que los de la subsp. *tuberosum*, asimismo las subespecies silvestres están mejor adaptadas para la propagación vegetativa y la dispersión que el cultivar obligado. De esta manera, Johns (1988) determina que p-metoxibenzil glucosinolato es el constituyente característico de la subsp. *tuberosum* y confirma que benzil, 2 - propil y 2 - butil glucosinolato caracteriza a la subsp. *silvestre*. Cabe señalar que los glucosinolatos sufren la hidrólisis de la enzima mirosinasa sobre el daño del tejido y libera isotiocianatos de sabor peculiar y volátiles (Johns, 1986).

Pero, el glucosinolato p-metoxibenzil es un constituyente de diversos miembros del género *Tropaeolum* incluyendo *Tropaeolum cochabambae* (Kjaer et al. citado por Johns, 1988), una especie que Sparre (citado por Johns, 1988) sugiere una afinidad taxonómica con *T. tuberosum*.

La especie *T. cochabambae* Buch. crece entre los

2000 y 3500 msnm (Brako y Zarucchi, 1993).

La sugerencia de que la subsp. *tuberosum* viene a ser un híbrido de *T. cochabambae* (u otra especie) y de *T. tuberosum* subsp. *silvestre* (Gibbs et al. citado por Johns, 1988) puede ser sustentado por estos resultados. Sin embargo, *T. cochabambae* ha sido reportado por tener $2n=26$ (Huynh citado por Johns, 1988) y por eso no podría hibridizarse con una subespecie tetraploide de *Tropaeolum tuberosum* para formar la progenie tetraploide. Bolkhovskiket et al. (1960) citado por King (1988), ha reportado el número de cromosomas para *Tropaeolum tuberosum* como $2n=42$, mientras que el número básico para el género *Tropaeolum* es $n=6$ ó 7 .

La morfología general de *Tropaeolum tuberosum* que describe King (1988) representa a una planta herbácea trepadora de peciolo dobles, a menudo formando una densa enredadera; tallos lisos, verdes oscuros a purpúreos; hojas alternadas, simples, peltadas, ovaladas en el borde con tres de los cinco lóbulos palmados; flores zigomórficas con pedúnculos largos, cinco sépalos desiguales fusionados en la base y cinco pétalos

de color amarillo a rojo con venas más oscuras; fruto esquizocarpo (Llanos citado por Vallenas, 1977) triseminal separado por tres mericarpos y tubérculos variables en forma y color, algunos con líneas verticales marrones a negras.

En relación a los tubérculos, Melchiorre (1985) manifiesta que poseen una sola yema por nudo, por lo general deprimida, recubierta parcialmente por el catáfilo tectriz, el cual se presenta como tres escamas separadas entre sí correspondiendo las laterales a las estípulas. Además, la yema posee conspicuos prófilos puestos, unidos lateralmente en la base. Por otro lado, a nivel anatómico la mashua se distingue de la oca y del olluco en que los haces vasculares están unidos en un cilindro completo y que algunas de las células del parénquima contienen miosina, aparte de oxalatos y mucílagos que todas las tuberosas andinas poseen.

Además, De la Cruz y Barrantes del Aguila (1988) en la caracterización de la epidermis foliar no encontraron estomas en el haz de oca y mashua; pero en las especies evaluadas por Fahn (1978) y Meyer (1970), la mayoría

mesofíticas y algunas intermedias con las xerofíticas, el rango del número de estomas es de 3,300 a 54,000 estomas/cm², en las especies andinas evaluadas el rango es de 4,642 a 61,893 estomas/cm²; la presencia de un mayor número de ellas es favorable desde el punto de vista metabólico, pues le permite una rápida asimilación del CO₂ en las épocas de buen suministro de agua y completar su desarrollo en esa misma época.

Asimismo, de acuerdo a las características anatómicas del mesófilo de la hoja tanto la papa, como la oca, el olluco y la mashua tienen el tipo aereado y pertenecen a la vía fotosintética C-3; así estas plantas encuentran un rango de mayor adaptación entre los 3000 a 4000 msnm, donde existe mayor humedad y menor temperatura (De la Cruz y Valladolid, 1988).

Tropaeolum tuberosum es también una planta de día corto con la longitud de día óptima para la floración siendo de 10 a 12 horas y 9 horas para la tuberización (Pietilä y Jokela, 1988).

El análisis de crecimiento realizado en Alipachaka

(3600 msnm) durante la campaña 1978-79 por Valladolid et al. (1984) señala que la papa tiene el mayor rendimiento de materia seca porque alcanza un IAF de 1, aproximadamente 15 días antes de la mashua y 30 antes que el olluco, y debido a que tiene un IAF mayor que las otras especies ya que mantienen un IAF óptimo más tiempo. Además, sostienen que la mashua tiene un menor peso seco de tubérculo que el olluco, debido a que una gran cantidad de materia seca se utiliza en la formación de tallos que en esta especie es numerosa, situación que se expresa en que los tubérculos, durante el periodo de mayor redistribución de materia seca hacia los tallos, alcanzan valores negativos para después aumentar aceleradamente.

En la Estación Experimental de Belén (3820 msnm) Morales y Rea (1982) han registrado ataques de plagas en las variedades dulces de las ocas y en los ollucos exentos o con muy poco contenido de mucílago. En cuanto a las enfermedades han observado la presencia del mosaico y el carbón de la oca (*Urocystis oxalidis*); sin embargo, en los isafios no se presentaron problemas entomológicos o de enfermedades. Es más, el isafio en

comparación a los demás tubérculos andinos tienen los rendimientos más elevados: oca (15-990 g/pl), ulluco (20-700 g/pl) e isaño (30-1190 g/pl).

Con respecto al valor nutricional King (1988) muestra que el carbohidrato promedio y el valor calórico (base peso fresco) de *Tropaeolum* es también más bajo que los valores de los tubérculos de *Oxalis* y *Lepidium meyenii*. Gross et al. (1989) añaden sobre el nivel de aminoácidos que el ulluco posee valores más altos que los de los tubérculos de mashua y oca.

Paralelamente algunas de las características citadas han servido para describir accesiones de mashua. Así, King (1988) compila en su tesis una relación de cultivares colectados en Ecuador, Bolivia y Perú, los cuales fueron descritos bajo las siguientes características: color de hojas, de tubérculos y de "ojos"; forma del tubérculo; número de "ojos"; sabor; grado de suavidad y de amargura; contenido de mucílago y de agua; textura; rendimiento; contenido de almidón y de fibra, resistencia a heladas y a daños por insectos; vigor; lugar de origen; estado del germoplasma y

características silvestres. Pero en realidad uno de los primeros descriptores para *Tropaeolum tuberosum* y que ha sido la base para los estudios de caracterización ha sido propuesto por Arbizu y Valladolid (1982). De esta manera en 1986 Vimos, Nieto y Castillo (1988) del Programa de Cultivos Andinos de Ecuador han caracterizado 36 entradas de mashua, encontrando poca variabilidad en color de tallo y de hoja y en número de lóbulos y mayor variabilidad en color de flor, color y forma de tubérculos. También han observado rendimientos que oscilan de 9375 Kg/ha a 70000 Kg/ha y que están influenciados principalmente por el número y peso de tubérculos por planta y el porcentaje de tubérculos medianos.

Castillo, Nieto y Peralta (1988) del INIAP han colectado en el periodo 1982-87 alrededor de 49 entradas de mashua entre 2800 y 3600 msnm, siendo la provincia de Cañar en Ecuador la de mayor variabilidad. A nivel sudamericano, las misiones del IBPGR han conseguido una colección de 440 accesiones de mashua (Hermann, 1988).

En el Perú, los estudios sobre la variabilidad

morfológica se inician en la Universidad San Antonio Abad, donde Olivera en 1968 utiliza una clave para la identificación de clones de mashua y encuentra que el número de espolones en las flores y el número de lóbulos en las hojas varía en una misma planta y en un mismo clon. Del mismo modo, señala relación directa entre el número de flores por planta y el macollaje, así como entre el rendimiento y la resistencia a las heladas, mas no con el macollaje.

En 1977, Jara (citado por Delgado, 1978) trabaja con 25 clones de mashua en el Cusco, concluyendo que no hay relación directa entre el número de tallos por planta y el rendimiento.

También en el año 1977, Vallenas estudia la biología floral del "isafio" (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.) en la localidad de Huaje situado a 3830 msnm (Puno) durante dos campañas agrícolas observando flores biespolonadas que se caracterizan por presentar 6 ó 7 sépalos y pétalos. Además Vallenas (1977) encuentra que uno, dos o tres estambres de los botones florales que están a punto de abrirse liberan sus granos de polen, indicando así que las flores de isafio tienen buena

tendencia a la autopolinización.

Luego Delgado (1978) asocia algunas características morfológicas al rendimiento tales como: altura de planta, diámetro de tubérculo, tamaño de tubérculo, número de tubérculos, área foliar, número de tallos encontrando una buena correlación (0,94). Pereyra (1977) estudia el ritmo de tuberización en cinco formas cultivadas de "añu" reportando que la aparición del primer botón floral coincide con el inicio de la tuberización, acentuándose este último al término de la floración. Años más tarde, Apaza (1993) selecciona en Camacani (Puno) el clon Amarillo de Puno por ser más tolerante (25% de daño) a las heladas y sequías y los clones Zapallo y TTATA del Cusco por sus rendimientos (3,630 y 3,553 TM/ha).

Finalmente, el Programa de Cultivos Andinos de Cajamarca del INIA conserva 44 accesiones de *Tropaeolum tuberosum* de la Sierra Norte (Cajamarca, Piura, Amazonas, La Libertad, Ancash y la provincia de Sara Sara en Ayacucho) que fueron colectadas durante 1985-87 (Franco y Rodríguez, 1988). En cambio, el Banco de

Germoplasma de la UNALM cuenta con 49 entradas de mashua colectadas hasta la fecha de Ancash, Apurímac, Huancavelica, Ayacucho, Junín y Huánuco que están en plena caracterización en la presente investigación.

II. MATERIALES Y METODOS

A. Campo Experimental.- El sector Yanama de la comunidad campesina de Llocllapampa se ubica al margen izquierdo del río Mantaro a 3500 msnm entre $11^{\circ}45'$ de latitud sur y $76^{\circ}45'$ de longitud oeste en el distrito del mismo nombre en la provincia de Jauja del departamento de Junín, actualmente perteneciente a la región Andrés Bello Cáceres.

B. Germoplasma.- Las 37 entradas del germoplasma de mashua del Programa de Papa de la Universidad Nacional Agraria La Molina procede de Ancash, Apurímac, Ayacucho y Junín más una entrada colectada en Llocllapampa (ver Cuadro N°1). El material en estudio ha sido propagado en la localidad de Chocna distrito de San Mateo provincia de Huarochiri del departamento de Lima.

C. Parcela Experimental.- Las accesiones han sido sembradas en forma correlativa y sin repeticiones.

Para las 17 primeras entradas las características han sido las siguientes:

- Largo de parcela: 6m

Cuadro N°1: Germoplasma de mashua en estudio

TR	NOMBRE	LOCALIDAD	DIST	PROV	DPT
001	sapo	Matará	Musga	Luzuriaga	AN
002	sapo	Llumay	Musga	Luzuriaga	AN
003	zapallo	Lliuyaj	Llama	Luzuriaga	AN
004	zapallo	Lliuyaj	Llama	Luzuriaga	AN
005	zapallo blanquesino	Lliuyaj	Llama	Luzuriaga	AN
006	negra	Machi	E. Guzmán	Luzuriaga	AN
007	negra	Machi	E. Guzmán	Luzuriaga	AN
008	zapallo	Fausha	Musga	Luzuriaga	AN
009	zapallo	Fausha	Musga	Luzuriaga	AN
010	zapallo	Llumay	Musga	Luzuriaga	AN
011	zapallo	Huancash	Piscobamba	Luzuriaga	AN
012	zapallo	Cantobamba	Llama	Luzuriaga	AN
013	zapallo	Cashucro	Llama	Luzuriaga	AN
014	nn	Huamanguilla	Huamanguilla	Huamanga	AYA
015	nn	Huamanguilla	Huamanguilla	Huamanga	AYA
016	nn	Chincheros	Chincheros	Chincheros	AP
017	nn	nn	Huamanga	Huamanga	AYA
018	nn	nn	Andahuaylas	Andahuaylas	AP
019	amarillo zapallo	nn	Andahuaylas	Andahuaylas	AP
020	nn	Machi	Llama	Luzuriaga	AN
022	nn	Chogoy	Llama	Luzuriaga	AN
023	nn	Wiscash Huychogolpa	Piscobamba	Luzuriaga	AN
024	nn	Machi	Llama	Luzuriaga	AN
025	nn	Machi	Llama	Luzuriaga	AN
026	nn	Tollobamba	Piscobamba	Luzuriaga	AN

Continuación...

027	nn	Atashin	Piscobamba	Luzuriaga	AN
028	nn	nn	nn	Aija	AN
029	nn	San Miguel	Piscobamba	Luzuriaga	AN
033	nn	Chogoy	Llama	Luzuriaga	AN
034	nn	Chogoy	Llama	Luzuriaga	AN
035	nn	Chogoy	Llama	Luzuriaga	AN
036	nn	Chogoy	Llama	Luzuriaga	AN
038	nn	Champis	Piscobamba	Luzuriaga	AN
039A	jaspeada	nn	Julcán	Jauja	JUN
039B	nn	nn	Julcán	Jauja	JUN
042	jergón	nn	nn	Yauli	JUN
049	amarilla	nn	Julcán	Jauja	JUN
	kita mashua	Yanama	Llocllapampa	Jauja	JUN

Fuente: Programa de Papa de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Ancho de parcela: 4 m y 3 m
- Número de surcos: 4 y 3
- Número de tubérculos: 25 por surco
- Distancia entre surcos: 1 m
- Distancia entre plantas: 0,25 m

Las 21 entradas restantes han sido ubicadas en 21 surcos de 1m de largo con 2 a 3 tubérculos en promedio.

D. Conducción del experimento.-

1. Preparación del terreno.- El terreno se ha preparado con un arado de discos a una profundidad de 30cm y luego se ha utilizado un surcador.

2. Tratamiento de la semilla en el almacenamiento.- El tubérculo de la mashua resulta muy delicado bajo condiciones de almacenamiento, por su tendencia a deshidratarse rápidamente. En este caso, los tubérculos semilla han estado sujetos a las variaciones de temperatura y humedad de La Molina durante 5 meses, tiempo en el cual se han controlado semanalmente los ataques de hongos y bacterias a través del aireado

constante de los tubérculos y con una cama de paja de trigo y cebada en la base de cada java de madera para reducir la humedad del ambiente. Paralelamente, las pudriciones secas y húmedas han sido tratadas con el corte del área afectado y el espolvoreo con ceniza de leña de eucalipto. En los ataques severos, los tubérculos han sido retirados de las jvas de madera.

Uno de los agentes causales que se ha identificado en el material de estudio ha sido *Sclerotinia sclerotiorum*, que posiblemente provenga del campo de multiplicación (Chocna). En cambio, la pudrición seca presente en algunos tubérculos es causada por *Verticillium* sp., que luego sirve de medio para las bacterias que producen pudriciones húmedas con exudaciones.

3. Fertilización.- A la siembra se ha aplicado úrea (46% N), superfosfato triple (46% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O) en la dosis 90-160-160. Al aporque se ha utilizado guano de corral y 90 unidades de úrea (46% N) en cada golpe. Y para complementar la dosis de nutrientes se ha usado abono foliar (Grow More) al 0,4%

en el germoplasma de mashua con 125 días de crecimiento vegetativo.

4. Aporques.- En el manejo tradicional de la mashua se realizan dos aporques, como medidas preventivas para evitar ataques e infestaciones de plagas, heladas y enfermedades. Pero, también se llevan a cabo para cumplir con otras labores como son la fertilización y el deshierbo. El 81,5% del material se ha aporcado a los 74 días, en cambio las entradas restantes: 001, 004, 012, 014, 015, 018 y 020 se han aporcado a los 104 días después de la siembra. El segundo aporque, por razones prácticas, se ha efectuado a los 21 días del primer aporque.

5. Control fitosanitario.- La aplicación preventiva de Parathion (0,3%) se ha realizado en el segundo aporque de la mashua debido a la presencia de un veranillo en la época húmeda de la campaña agrícola, condición favorable para el ataque de *Epitrix* sp. y de una larva de mosca no identificada que ingresa a la altura del cuello de la planta construyendo galerías a lo largo del tallo, ocasionando una marchitez en los

puntos de crecimiento. La presencia de este díptero es común en los primeros meses del cultivo.

E. Clima.- La estación más cercana a la zona de trabajo se ubica en el distrito de Jauja a 3507 msnm entre las coordenadas geográficas de 11°47'S y 75°30'W reportando los datos de temperatura media mensual y de precipitación mensual acumulada correspondiente a la campaña setiembre 94 a mayo 95 (SENAMHI, Oficina General de Estadística e Informática, 1995).

En el Gráfico 1 se observa claramente dos épocas, una cálida que es de octubre a diciembre y otra fría que oscila de marzo a mayo. Además, durante la campaña agrícola 94-95 se ha registrado un incremento de la temperatura en el mes de abril que pertenece a una época fría. En cambio, en el Gráfico 2 se aprecia que la campaña 94-95 ha tenido irregularidades, puesto que en el mes de enero la precipitación acumulada total ha sido menor a la del mes de diciembre. Del mismo modo, la ocurrencia de dos épocas en la zona de trabajo señala que de abril a mayo transcurre la época seca y que de diciembre a marzo va la época húmeda de la campaña agrícola respectiva.

Gráfico N°1: Temperatura media

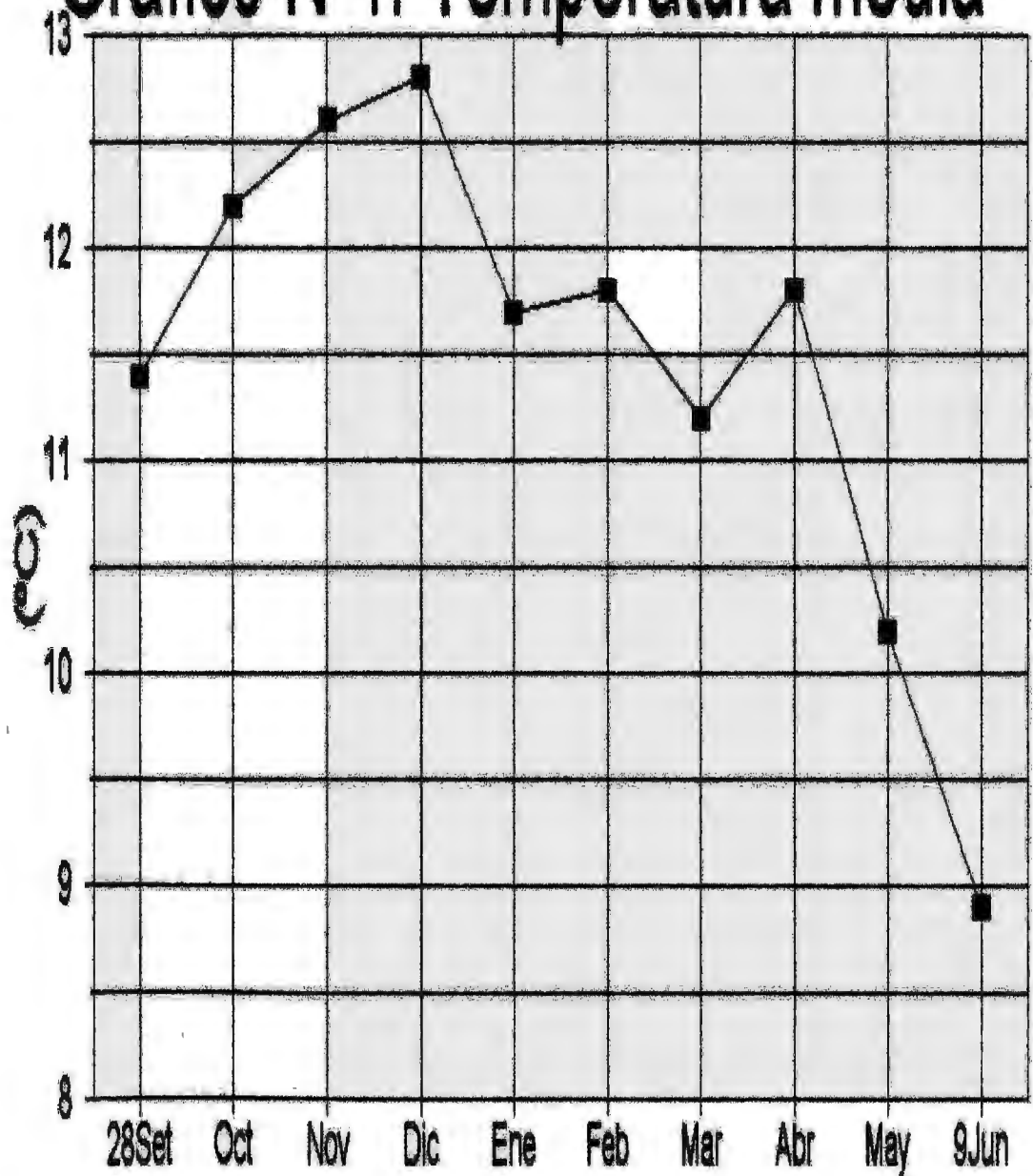
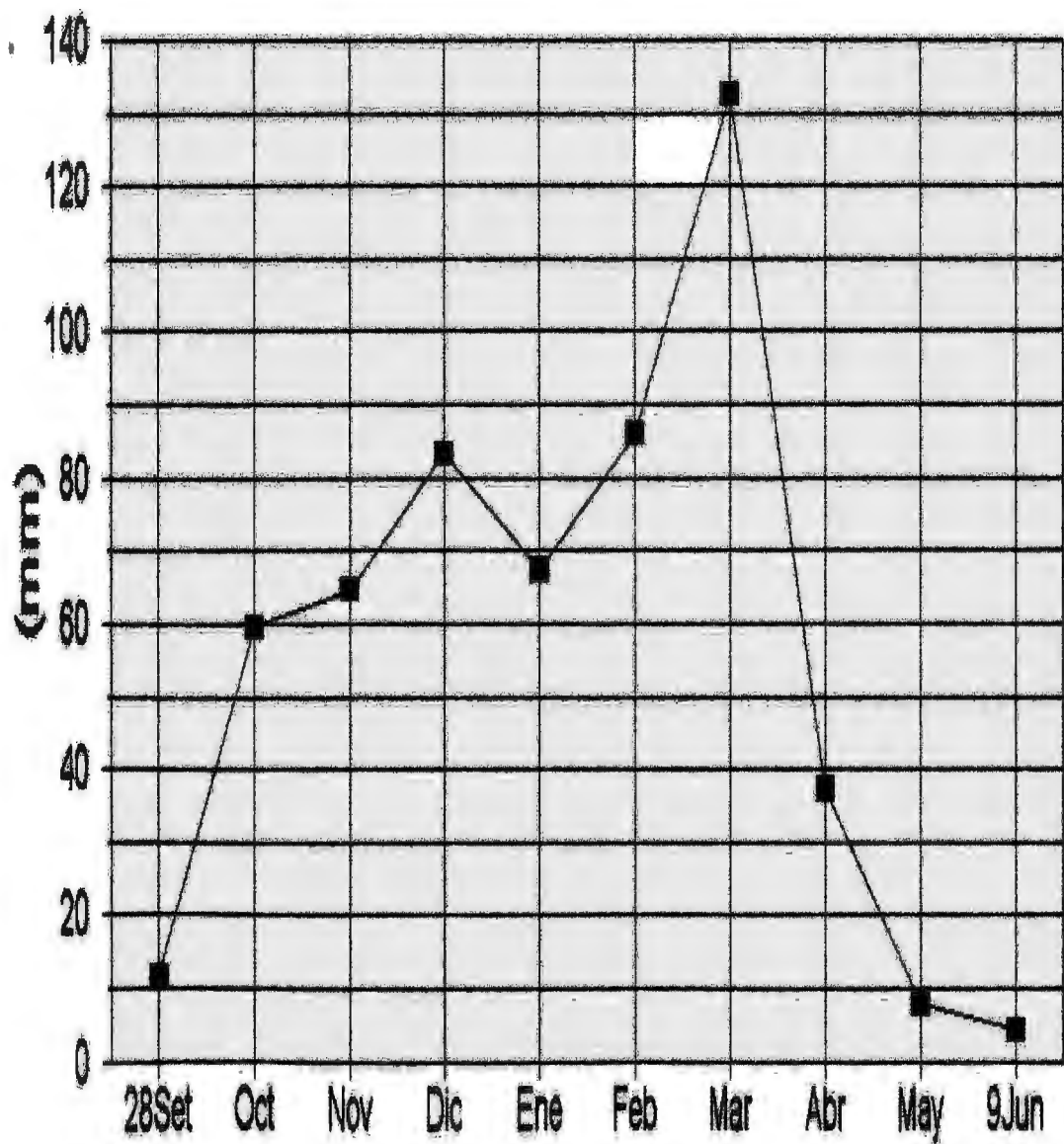


Gráfico N°2: Precipitación Total



F. Evaluación.- La caracterización propiamente dicha se ha llevado a cabo en dos momentos: a plena floración y a la cosecha tomando como muestra el 50% de plantas por parcela, para lo cual se ha utilizado como referencia los descriptores propuestos por Arbizu y Valladolid (1982) y el atlas de colores de Küppers (1979).

En cambio, los datos cuantitativos para establecer las correlaciones con el rendimiento sólo se han tomado de aquellas entradas que han contado con más de 60 tubérculos semilla:

1. En plena floración:

- a) Altura de planta (cm)
- b) Diámetro de tallo (mm)
- c) Número de tallos principales
- d) Área foliar (dm²)

La altura de planta se ha medido desde el cuello hasta la yema terminal y el diámetro se ha tomado del tercio medio del tallo.

Para el área foliar, se han escogido 5 plantas

por accesión, debido al limitado número de material, y se ha usado el método del sacabocado, mediante el cual se ha tenido como referencia el peso de 10 discos con el diámetro correspondiente.

2. A la cosecha:

- a) Tamaño de tubérculo (cm)
- b) Diámetro de tubérculo (mm)
- c) Número de tubérculos
- d) Número de "ojos"
- e) Peso fresco de tubérculos (Kg)

De la misma manera, para medir el tamaño del tubérculo se ha considerado desde la base hasta el ápice y el diámetro se ha tomado de la parte central del tubérculo.

Paralelamente se han realizado observaciones periódicas en cuatro fases fenológicas de cuatro accesiones elegidas al azar:

1. A la emergencia
2. Al inicio de la floración
3. A plena floración

4. A la cosecha

Y en función a las siguientes características:

- a) Altura de planta (cm)
- b) Longitud de raíz (cm)
- c) Número de tallos primarios y secundarios
- d) Peso seco de tallos, peciolo, pedúnculos, hojas, raicillas, estolones, botones florales, flores y tubérculos (g)
- e) Area foliar (dm^2)

G. Análisis estadístico.- Las correlaciones de las características morfológicas asociadas al rendimiento se han hallado sobre la base de los datos cuantitativos, pero previamente se han transformado las variables discretas tales como: número de tallos principales, número de tubérculos y número de ojos utilizando a $=\sqrt{x}$.

1. Correlación lineal.- Es una medida del grado en que dos variables varían conjuntamente o una medida de intensidad de asociación. El coeficiente de correlación se define por:

$$r = \frac{\Sigma (X - \bar{X}) (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma (X - \bar{X})^2 \Sigma (Y - \bar{Y})^2}}$$

donde:

r = Coeficiente de correlación simple

X = Característica morfológica

Y = Rendimiento

n = Tamaño de muestra

Previamente se ha calculado el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad de cada una de las características morfológicas asociadas al rendimiento.

Se supone que en la población existe una relación lineal entre las variables. El coeficiente de correlación r es una estimación no sesgada del correspondiente coeficiente de correlación poblacional ρ (ro) sólo cuando el parámetro poblacional ρ es cero. A diferencia de una varianza o de un coeficiente de regresión, el coeficiente de correlación es independiente de las unidades de medida; es una cantidad absoluta o sin dimensión. El uso de X e Y ya no implica

una variable independiente o dependiente.

2. Correlación parcial.- Se define como la correlación entre dos variables cuando las demás están fijas. El símbolo $r_{12.3}$ se usa para la correlación muestral entre Y y X_1 cuando X_2 y X_3 son constantes o "ajustadas".

$$r_{y.z} = \frac{r_{yz} - r_{yz} \cdot r_{xz}}{\sqrt{(1 - r_{yz}^2) (1 - r_{xz}^2)}}$$

donde:

$r_{y.z}$ = Coeficiente de correlación parcial

y = Rendimiento

w = Característica que se quiere asociar
a y

z = Característica constante o fija

r = Coeficiente de correlación simple

La correlación y regresión lineal parciales se exponen dentro del marco de la correlación y regresión lineal múltiples.

3. Correlación múltiple.- El coeficiente de correlación múltiple, simbolizado como R, es uno de los resultados en un análisis de regresión múltiple.

Teóricamente, representa el grado de relación de una variable fija o "dependiente" (Y) con una combinación lineal importante de variables "independientes" (X) que predicen el comportamiento de Y. En otras palabras, mide el efecto combinado de todas las características morfológicas (X) sobre el rendimiento (Y). Sus valores van de 0,00 a 1,00 y es interpretado de la misma manera que un coeficiente de correlación simple, pero R sólo puede asumir valores positivos. Los valores cercanos a cero indican poca relación entre la variable dependiente y las independientes, en cambio los valores cercanos a 1,00 señalan una fuerte correlación.

$$R_{y_1, \dots, y_k} = \sqrt{SC(\text{regresión}) / SC(\text{total, ajustado})}$$

El coeficiente de correlación múltiple, denotado por R_{y_1, \dots, y_k} , mide la exactitud con la cual el plano de regresión se ajusta a los puntos observados. Es

decir, es la correlación entre los Y observados y los Y
de regresión, es decir, los \hat{Y} .

III. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Caracterización morfológica.-

1. Agrupaciones morfológicas por descriptor.-

a. Agrupaciones a nivel de planta.- En el Cuadro N°2 el grupo 4 describe las características que reúnen al mayor número de entradas de mashua. Es decir, que 14 accesiones de las 38 comparten el tipo de planta semi-erecta (50 - 100cm) con tallos púrpura claro-verde claro (P: N60 M99 C00 y V: N40 C10 A90), cobertura del suelo bajo (< 50%), medio (50 - 75%) a alto (76 - 90%), entrenudos cortos (< 5cm) a medios (5 - 10cm) con diámetros delgados (< 2mm) a medios (2 - 3mm) y ligera tendencia a la fasciación.

En contraste, el grupo 5 se reduce a una sola entrada que se distingue de las demás en el color predominante de los tallos que es un verde (N20 C30 A90) combinado con púrpura (N60 M99 C00).

Cabe señalar que los caracteres capacidad de enroscamiento y el color predominante y secundario de los tallos se constituyen en los más determinantes al momento de la comparación de accesiones, puesto que no varían como las otras características, que probablemente estén más sujetas al manejo y condiciones del cultivo.

Cuadro N° 2: Agrupaciones a nivel de planta

GRUPOS	ENTRADAS
GRUPO 1	
Planta semi-erecta.	001 025
Cobertura del suelo media a alta. Entrenudo corto a medio.	005 042
Diámetro del entrenudo delgado a medio.	009
Color predominante de los tallos púrpura a púrpura oscuro.	017
Tendencia a la fasciación ausente a presente.	024
GRUPO 2	
Planta dispersa a muy dispersa . Cobertura del suelo media a alta.	002 034
Entrenudo corto a medio. Diámetro del entrenudo medio a grueso. Color predominante de los tallos púrpura.	006 038
Color secundario de los tallos verde claro. Desigualmente distribuido a igualmente distribuido.	007 039A
	010 016
	011
	013
Tendencia a la fasciación ausente a presente.	026
GRUPO 3	
Planta dispersa a muy dispersa.	003
Cobertura del suelo alta.	028
Entrenudo corto a medio. Diámetro medio a grueso. mashua	kita
Color predominante de los tallos púrpura oscuro.	
GRUPO 4	
Planta semi-erecta.	004 027
Cobertura del suelo baja, media a alta.	014 029
Entrenudo corto a medio. Diámetro medio a delgado.	015 033
Color predominante de los tallos púrpura claro con verde.	008 035
Color secundario de los tallos verde claro.	020 036
Igualmente distribuido a desigualmente distribuido.	022 039B
Tendencia a la fasciación ausente a presente.	023 049
GRUPO 5	
Planta semi-erecta.	012
Cobertura del suelo alta. Entrenudo corto.	
Diámetro del entrenudo medio.	
Color predominante de los tallos verde.	
Color secundario de los tallos púrpura.	
Desigualmente distribuido.	
GRUPO 6	
Planta dispersa a muy dispersa.	018
Cobertura del suelo alta.	019
Longitud del entrenudo medio.	
Diámetro del entrenudo medio a grueso.	
Color predominante de los tallos verde.	
Color secundario de los tallos púrpura.	
Desigualmente distribuido.	
Tendencia a la fasciación ausente a presente.	

b. Agrupaciones a nivel de hoja.- El descriptor propone para las hojas diferentes aspectos entre los cuales destaca nuevamente la característica color, que si bien es cierto varía en tonalidad, se mantiene en forma más marcada y constante que los caracteres cuantitativos longitud y ancho de hoja.

En el Cuadro N° 3 se observa que el grupo 2 es el que abarca a 28 accesiones de las 38 que se evalúan en el trabajo. Esta agrupación se caracteriza por presentar el follaje verde (N60 C50 A60) con borde de lámina púrpura (N60 M99 C00), cuyo envés (N60 C20 A50) es más claro que el haz (N60 C40 A70) y cuyas nervaduras se asemejan a los peciolo con la combinación verde-púrpura (V: N30 C20 A60 P: N60 M99 C00).

En cambio, las entradas 001, 018 y 024 se encuentran aisladas de las demás por el color del peciolo: púrpura (N60 M99 C50), verde (N30 C30 A70) y púrpura morado oscuro (N99 M99 C60), respectivamente. Del mismo modo, el color de las nervaduras de las hojas es diferente de las accesiones mencionadas con respecto a las demás.

Cuadro N° 3: Agrupaciones a nivel de hoja

GRUPOS	ENTRADAS
GRUPO 1 Longitud de hoja: 4,02cm. Ancho: 4,83cm. Proporción: 0,83 Longitud de peciolo: 7,5cm. Color de peciolo púrpura. Color de follaje verde. Color borde lámina púrpura claro. Color del haz verde. Color nervadura del haz verde claro. Color del envés verde claro. Color nervadura del envés verde.	001
GRUPO 2 Longitud de hoja: 3,5 a 6,1cm. Ancho: 4,4 a 7cm. Proporción: 0,84. Longitud de peciolo: 5,5 a 17,5cm. Color de peciolo verde-púrpura. Color de follaje verde a verde oscuro. Color borde lámina púrpura. Color del haz verde a verde oscuro. Color nervadura del haz verde claro. Color del envés verde claro. Color nervadura del envés verde-púrpura.	002 015 026 038 004 016 027 039A 006 019 029 049 007 008 033 kita 010 020 034 012 011 022 035 013 014 023 036 039B
GRUPO 3 Longitud de hoja: 3,1 a 5cm. Ancho: 4 a 4,5cm. Proporción: 0,77. Longitud de peciolo: 4,5 a 12,5cm. Color de peciolo púrpura morado oscuro. Color de follaje verde, verde amarillento a verde oscuro. Color borde lámina púrpura, púrpura claro a púrpura morado. Color del haz verde a verde oscuro. Color nervadura del haz verde claro. Color del envés verde claro. Color nervadura del envés verde.	003 017 028 042
GRUPO 4 Longitud de hoja: 4,5 a 5,5cm. Ancho: 5,5 a 6,0cm Proporción: 0,75. Longitud de peciolo: 7 a 9cm. Color de peciolo púrpura a púrpura morado oscuro. Color de follaje verde a verde oscuro. Color borde lámina púrpura a púrpura morado. Color del haz verde a verde oscuro. Color nervadura del haz púrpura. Color del envés verde claro. Color nervadura del envés púrpura.	005 009 025
GRUPO 5 Longitud de hoja: 5,5cm. Ancho: 7,0cm. Proporción: 0,78 Longitud de peciolo: 17,5cm. Color de peciolo verde. Color de follaje verde oscuro. Color borde lámina púrpura. Color del haz verde oscuro. Color nervadura del haz verde claro. Color del envés verde claro. Color nervadura del envés verde.	018
GRUPO 6 Longitud de hoja: 3,5cm. Ancho: 4,0cm. Proporción: 0,87 Longitud de peciolo: 6,5cm. Color de peciolo púrpura morado oscuro. Color de follaje verde. Color del haz verde. Color nervadura del haz verde claro. Color del envés verde claro. Color nervadura del envés verde.	024

c. Agrupaciones a nivel de floración.- En este punto, las características más comunes corresponden a las del grupo 4 (ver Cuadro N°4) con 14 de las 38 accesiones de mashua con hábito de floración moderada, larga duración (25 a 30 días) y escasa a ninguna producción de frutos con semilla.

Con respecto a la producción de frutos con semilla, las entradas de mashua en conjunto presentan un constante aborto de flores y de frutos lo que muchas veces no permite estimar cuantas semillas se logran al final de la campaña, convirtiéndose de esta manera en una característica muy inconstante.

d. Agrupaciones a nivel de tubérculo.- El tubérculo a diferencia de los otros órganos de la planta, sí muestra características más marcadas tales como el color de la piel, la forma de la coloración secundaria y el color de la pulpa. Con respecto al color se pueden agrupar las accesiones en dos tonos básicos: los claros o anaranjados típicos que son usados en platos salados, en cambio los tubérculos oscuros o jaspeados, más conocidos como "jergas" o "jergones",

Cuadro N°4: Agrupaciones a nivel de floración

GRUPO	HABITO FLORACION	DURACION (días)	FRUTOS	ENTRADAS
1	Moderado	17-19	Escasa a ninguna	001 002
2	Abundante	18	Moderada	003
3	Escaso	17-25	Escasa a ninguna	004 008 010 025 011 035
4	Moderado	>25	Escasa a ninguna	005 013 027 006 017 029 007 020 033 009 023 042 049 039B
5	Abundante a moderado	25	Abundante a moderado	012 014 028 038
6	Abundante	24	Escasa	015 019 026 016 022 034 018 024 036 039A kita

cuya utilidad principal es la elaboración de mazamorras y "tocra", por su sabor.

En el Cuadro N°5 se tiene como grupo mayoritario al 4, donde 13 de las 38 entradas de mashua se caracterizan por tener tubérculos anaranjados (A50 M30 C00), piel lisa, forma cónica acortada, cónica a cónica alargada, y pulpa amarilla (N00 A30 M00) con anaranjado (A50 M20 C00). En este grupo se encuentran algunas de las accesiones conocidas como "zapallo" por los agricultores.

La "kita mashua" se encuentra descrita en el último grupo, porque es la única especie silvestre en el material estudiado y obviamente a nivel de tubérculo se distingue de las demás por el color morado muy oscuro (N50 M50 C30), la forma cónica alargada elipsoidal, numerosos ojos por tubérculo (12 a 25) con pulpa morada (N50 M50 C30) y médula menos morada (N70 M60 C30).

e. Agrupaciones a nivel de brote.- En este caso, lo más determinante en la caracterización y posteriormente en la agrupación de las entradas es el color y la forma de la coloración del brote; la tendencia a la fasciación suele en algunos casos

Cuadro N°3: Agrupaciones a nivel de tubérculo

GRUPOS	ENTRADAS
GRUPO 1 Color amarillo a amarillo oscuro de la piel con morado a morado oscuro debajo de los ojos en forma de bandas. Tubérculo cónico a cónico alargado con ojos semiprofundos y ligeramente tuberosados y de número poco a intermedio igualmente distribuidos. Pulpa amarilla con morado en el anillo vascular a modo de un par de puntos.	001 003 024 017 042
GRUPO 2 Color anaranjado de la piel. Tubérculo cónico acortado, cónico a cónico alargado con ojos semiprofundos y ligeramente tuberosados de número poco a intermedio igualmente distribuido. Pulpa amarilla a anaranjada.	002 023 004 039B 007 009
GRUPO 3 Color amarillo oscuro de la piel. Tubérculo cónico a cónico acortado con ojos profundos y tuberosados de número poco a intermedio igualmente distribuidos. Pulpa amarilla con anaranjado en la zona cortical.	005 039A 034 049 035 038
GRUPO 4 Color anaranjado de la piel. Tubérculo cónico acortado, cónico a cónico alargado con ojos semiprofundos a profundos y ligeramente tuberosados a tuberosados de número poco a intermedio igualmente distribuidos. Pulpa amarilla con anaranjado en la zona cortical.	006 008 029 012 020 033 013 022 036 014 025 019 026
GRUPO 5 Color amarillo oscuro con granate debajo de los ojos en bandas y morado para los ojos. Tubérculo cónico a cónico alargado con ojos semiprofundos a profundos y ligeramente tuberosados a tuberosados de número intermedio igualmente distribuido. Pulpa amarilla a blanca con amarillo en la zona cortical.	010 016 027 028 011
GRUPO 6 Color anaranjado con morado oscuro en los ojos. Tubérculo cónico con ojos semiprofundos y ligeramente tuberosados de número intermedio predominantemente apical. Pulpa amarilla con anaranjado en el anillo vascular.	018 015
GRUPO 7 Color morado muy oscuro. Tubérculo cónico alargado con ojos semiprofundos y ligeramente tuberosados de número intermedio igualmente distribuido. Pulpa morada con morado en la médula.	kita

distinguir las accesiones, pero no homogenizarlas.

El grupo 3 (ver Cuadro N°6) reúne a 17 de las 38 entradas con la característica más común entre los brotes: el color amarillo claro. Le sigue otro grupo, en el que predomina el brote amarillo claro combinado con rosado o púrpura a modo de jaspes y en donde se encuentran 13 de las 38 accesiones (ver grupo 2).

f. Agrupaciones a nivel de adicionales.-

En la caracterización y evaluación adicional destaca el grupo 4 del Cuadro N°7 con tubérculos medianos, mantenimiento mediano de los tubérculos en el almacén y 136 a 133 días de dormancia del tubérculo hasta que brote el 50% de la población.

Las características tomadas en cuenta para la agrupación responden a la poca variación presentada entre las entradas.

Los grupos 2, 9, 10 y 11 contienen un sola accesión cada uno. La 'kita mashua' del grupo 11 es la que muestra un pobre mantenimiento de tubérculos en

Cuadro N°6: Agrupaciones a nivel de brote

GRUPOS	ENTRADAS
GRUPO 1	001 028
Brote rosado a rosado púrpura con blanco en jaspes y bandas igualmente distribuido	010 042 016 003
GRUPO 2	002 012 015 025
Brote amarillo claro con púrpura en jaspes igualmente distribuido y tendencia a la fasciación	004 013 018 027 007 014 017 036 039A
GRUPO 3	049 039B
Brote amarillo claro	005 019 022 026 034 006 008 023 029 035 009 020 024 033 038
GRUPO 4	
Brote blanco con púrpura en jaspes y bandas predominantemente apical	011
GRUPO 5	
Brote violeta	kita

Cuadro N° 7: Agrupaciones a nivel de caracteres adicionales

GRUPOS	ENTRADAS
<p>GRUPO 1 Peso promedio en Kg. 0,792 a 2,215 con 28 a 76 tubérculos por planta. Tubérculos medianos (5,2 a 6,3cm) con 5,7% a 11,4 % de materia seca. Mantenimiento mediano de tubérculos en almacén. 113 a 117 días de dormancia hasta que brote el 50%.</p>	<p>001 002 039B</p>
<p>GRUPO 2 Peso promedio en Kg 0,98 con 33 tubérculos por planta. Tubérculos medianos (5,6cm) con 5,1% de materia seca. Buen mantenimiento de tubérculos en almacén. 136 días de dormancia hasta que brote el 50% de la población.</p>	<p>003</p>
<p>GRUPO 3 Peso promedio en Kg 0,997 a 1,789 con 35 a 48 tubérculos por planta. Tubérculos pequeños a medianos (4,7 a 5,9cm) con 4% a 7,6% de materia seca. Pobre mantenimiento en almacén. 136 días de dormancia hasta que brote el 50%.</p>	<p>004 015 018</p>
<p>GRUPO 4 Peso promedio en Kg 0,98 a 2,345 con 23 a 75 tubérculos por planta. Tubérculos medianos (5,2 a 6,4cm) con 4,8% a 8,2% de materia seca. Mantenimiento mediano en almacén. 133 a 136 días de dormancia hasta que brote el 50% de la población.</p>	<p>005 042 023 020 027 049 029 039A 034 035</p>
<p>GRUPO 5 Peso promedio en Kg 1,194 a 1,862 con 38 a 75 tubérculos por planta. Tubérculos medianos (5,0 a 8,4cm) con 4,9% a 5,4% de materia seca. Mantenimiento pobre en almacén. 110 a 117 días de dormancia hasta que brote el 50% de la población.</p>	<p>006 009 019</p>
<p>GRUPO 6 Peso promedio en Kg 0,885 a 3,290 con 25 a 62 tubérculos por planta. Tubérculos grandes (6,2 a 8,4cm) con 3,5% a 7,8% de materia seca. Mantenimiento mediano en almacén. 104 a 117 días de dormancia hasta que brote el 50% de la población.</p>	<p>007 036 008 022 024 028 026</p>

Continuación...

GRUPO 7	
Peso promedio en Kg 0,815 a 1,896	010
con 14 a 84 tubérculos por planta.	012
Tubérculos grandes (6,0 a 9,9cm) con 4% a	016
8,9% de materia seca. Mantenimiento mediano	017
en almacén. 133 a 136 días de dormancia	025
hasta que brote el 50% de la población.	038
GRUPO 8	
Peso promedio en Kg 0,962 a 2,100	011
con 25 a 70 tubérculos por planta.	014
Tubérculos grandes (7,8 a 8,7cm) con 5,8% a	
7,6% de materia seca. Mantenimiento pobre en	
almacén. 136 días de dormancia hasta	
que brote el 50% de la población.	
GRUPO 9	
Peso promedio en Kg 1,515	013
con 43 tubérculos por planta.	
Tubérculos pequeños (2,9cm) con 5% de	
materia seca. Mantenimiento pobre en	
almacén. 110 días de dormancia hasta	
que brote el 50% de la población.	
GRUPO 10	
Peso promedio en Kg 1,130	033
con 30 tubérculos por planta.	
Tubérculos pequeños (4,7cm) con 8,3% de	
materia seca. Mantenimiento mediano	
en almacén. 133 días de dormancia	
hasta que brote el 50% de la población.	
GRUPO 11	
Peso promedio en Kg 3,860	kita
mashua	
con 82 tubérculos por planta.	
Tubérculos grandes (11,4cm) con 7,5% de	
materia seca. Mantenimiento pobre	
en almacén. 0 días de dormancia	
hasta que brote el 50% de la población.	

almacén y 0 días de dormancia hasta que brote el 50% de la población. En cambio, el 003 del grupo 2 tiene un buen mantenimiento de los tubérculos en almacén y 136 días de dormancia hasta que brote el 50% de la población.

g. Agrupaciones a nivel de susceptibilidades a estreses abióticos y bióticos.- Las características descritas a este nivel, si bien es cierto son menos variables entre las entradas y permiten las agrupaciones; el comportamiento de dichas características es muy relativa porque varían en el tiempo y en el espacio. Es decir, la helada por ejemplo avanza en forma desordenada dentro del campo afectando solo algunas, del mismo modo la sequía se presenta en un año y en otros no.

En el Cuadro N°8 se observa al grupo 1 como el mayoritario con 18 de las 38 accesiones evaluadas y que se diferencian de las demás por mostrar una muy alta resistencia a la sequía, heladas, insectos, virus y hongos. En realidad, todas las entradas de mashua presentan un bajo nivel de susceptibilidad a estreses abióticos y bióticos.

Cuadro N°8: Agrupaciones a nivel de susceptibilidades a estreses abióticos y bióticos

GRUPOS	ENTRADAS
GRUPO 1 Reacción muy alta a la sequía, helada, insectos, virus y a los hongos.	001 017 028 036 042 027 003 020 029 038 049 034 007 026 033 039A 008 039B
GRUPO 2 Reacción muy alta a la sequía, helada, virus y a los hongos. Reacción alta a los insectos.	002 023 034 017 025 019 035
GRUPO 3 Reacción muy alta a la sequía, helada y a los virus. Reacción intermedia a los insectos y a los hongos.	004 005 006
GRUPO 4 Reacción muy alta a la sequía, helada, hongos y a los virus. Reacción intermedia a los insectos.	009 018 018
GRUPO 5 Reacción muy alta a la sequía, helada, insectos, y a los virus. Reacción intermedia a los hongos.	010
GRUPO 6 Reacción muy alta a la sequía, helada y a los hongos. Reacción intermedia a los insectos y a los virus.	012
GRUPO 7 Reacción muy alta a la sequía y a la helada, Reacción alta a los hongos. Reacción intermedia a los hongos y a los virus.	014 015
GRUPO 8 Reacción muy alta a la sequía, helada, insectos y a los virus. Reacción alta a los hongos.	016 024
GRUPO 9 Reacción muy alta a la sequía, helada y a los virus. Reacción alta a los insectos y a los hongos.	022

El nivel de susceptibilidad es medido en función al porcentaje de daño ocasionado por el estrés abiótico y/o biótico sobre el material en estudio.

2. Agrupaciones parciales.-

a. Las entradas de mashua se han agrupado en función a planta, hoja y floración para encontrar características comunes a la mayoría de accesiones (ver Cuadro N° 9).

La planta semi-erecta (50 - 100cm) con tallos y peciolo verde-púrpura (V: N40 C10 A80 y P: N60 M99 C00) y tendencia a la fasciación; hojas verde oscuro a verde (N80 C40 A70 a N60 C50 A60) con borde de lámina púrpura (N60 M99 C00) y hábito de floración diverso es propio de 14 de las 38 entradas de mashua evaluadas.

Las demás accesiones se ubican en grupos distintos tales como: 1 con 001, 4 con 019, 7 con 024, 8 con 012, 10 con 018 y 11 con 'kita mashua' por presentar características que las distinguen de las demás y que no pueden hallarse repetidas en los otros grupos.

b. Las agrupaciones conjugando brote, tubérculo y adicionales suman casi el mismo número que las logradas con los descriptores anteriores, pero las

Cuadro N° 9: Agrupaciones parciales de las entradas de mashua en función a planta, hoja y floración

GRUPOS	ENTRADAS
GRUPO 1 Planta semi-erecta; tallos y peciolo púrpura; hojas verdes con borde de lámina púrpura claro y hábito de floración moderado.	001
GRUPO 2 Planta dispersa a muy dispersa; tallos y peciolo verde claro-púrpura con tendencia a la fasciación; hojas verde a verde oscuro con borde de lámina púrpura y hábito de floración diverso.	010 011 002 034 006 013 007 038 026 016 039A
GRUPO 3 Planta dispersa a muy dispersa; tallos y peciolo púrpura oscuro; hojas verde a verde oscuro con de lámina púrpura a púrpura claro y hábito de floración de abundante a moderado.	003 028
GRUPO 4 Planta muy dispersa a dispersa; tallos y peciolo verde-púrpura con tendencia a la fasciación; hojas verde con borde de lámina púrpura y hábito de floración abundante.	019
GRUPO 5 Planta semi-erecta; tallos y peciolo verde-púrpura con tendencia a la fasciación; hojas verde oscuro a verde con borde de lámina púrpura y hábito de floración diverso.	020 029 022 033 004 014 023 015 008 035 027 036 049 039B
GRUPO 6 Planta semi-erecta; tallos y peciolo púrpura a púrpura oscuro; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura a púrpura oscuro y hábito de floración moderado.	005 025 009
GRUPO 7 Planta semi-erecta; tallos y peciolo púrpura oscuro; hojas verdes sin color en el borde de lámina y hábito de floración abundante.	024

Continuación...

GRUPO 8 Planta semi-erecta; tallos y peciolas verde púrpura; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura púrpura y hábito de floración moderado.	012
GRUPO 9 Planta semi-erecta; tallos y peciolas púrpura a púrpura oscuro con tendencia a la fasciación; hojas verde a verde amarillento y hábito de floración moderado.	017 042
GRUPO 10 Planta muy dispersa; tallos y peciolas verde-púrpura con tendencia a la fasciación; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura y hábito de floración abundante.	016
GRUPO 11 Planta muy dispersa; tallos y peciolas púrpura oscuro; hojas verdes con borde de lámina púrpura y hábito de floración abundante.	kita

entradas se distribuyen en forma más equitativa dentro de los grupos.

El grupo más abundante en el Cuadro N°10 es el 3 con 8 de las 38 accesiones y reúne a la mayoría de mashuas conocidas como 'zapallo'. Estas se caracterizan por mostrar brote amarillo claro con tendencia a la fasciación; tubérculo cónico, cónico acortado a cónico alargado; de color anaranjado (Aso M3o Co0) y de tamaños pequeño, mediano y grande.

En segundo lugar están los grupos 4 y 7 con 5 entradas, donde los brotes varían de amarillo claro a amarillo claro con jaspes rosados y los tubérculos de cónico acortado a cónico y a cónico alargado con colores amarillo oscuro a anaranjado y de tamaño pequeño, mediano a grande.

Los grupos conformados por una sola accesión son varios y determinan características específicas a ese nivel.

3. Agrupación general.- La combinación de las características a nivel de planta, hoja, brote y tubérculo permite mostrar grupos homogéneos de entradas evaluadas. De esta manera se observa en el Cuadro N° 11

Cuadro N°10: Agrupaciones parciales a nivel de brote, tubérculo y adicionales

GRUPOS	ENTRADAS
GRUPO 1 Brote violeta a rosado púrpura con blanco a modo de jaspes y bandas; tubérculo cónico a cónico alargado amarillo con bandas moradas y de tamaño mediano.	001 003 042
GRUPO 2 Brote amarillo claro con jaspes rosados y tendencia a la fasciación; tubérculo cónico acortado a cónico, anaranjado y de tamaño mediano.	002 004 007
GRUPO 3 Brote amarillo claro con tendencia a la fasciación; tubérculo cónico a cónico alargado, anaranjado y de tamaños pequeño, mediano y grande.	019 008 020 026 022 029 006 033
GRUPO 4 Brote amarillo claro; tubérculo cónico acortado a cónico, amarillo oscuro y de tamaño mediano y grande.	005 038 034 049 035
GRUPO 5 Brote amarillo claro con tendencia a la fasciación; tubérculos cónico acortado, cónico y cónico alargado, anaranjado y de tamaño mediano.	023 009 039B
GRUPO 6 Brote amarillo claro; tubérculo cónico, amarillo oscuro con bandas moradas oscuras y de tamaño grande.	024
GRUPO 7 Brote amarillo claro con jaspes rosados; tubérculo cónico a cónico alargado, anaranjado y de tamaño pequeño y grande.	025 036 012 013 014

Continuación...

GRUPO 8 Brote amarillo claro con jaspes y bandas rosadas; tubérculo cónico alargado, amarillo oscuro con jaspes rojos y de tamaño mediano.	027
GRUPO 9 Brote violeta, rosado a rosado púrpura con jaspes y bandas blancas; tubérculo cónico a cónico alargado, amarillo oscuro con bandas rojas a granates y de tamaño grande.	028 010 016
GRUPO 10 Brote blanco con jaspes y bandas púrpuras; tubérculo cónico alargado, amarillo oscuro con jaspes y bandas granates y de tamaño grande.	011
GRUPO 11 Brote amarillo claro con jaspes rosados a púrpuras; tubérculo cónico, anaranjado con los ojos morados oscuros y de tamaño pequeño a mediano.	015 018
GRUPO 12 Brote amarillo claro con jaspes y bandas rosadas; tubérculo cónico alargado, amarillo con bandas moradas y de tamaño grande.	017
GRUPO 13 Brote amarillo claro con jaspes rosados; tubérculo cónico, amarillo oscuro y de tamaño mediano.	039A
GRUPO 14 Brote violeta; tubérculo cónico alargado elipsoidal, morado muy oscuro y de tamaño grande.	kita

Cuadro N°11: Agrupaciones generales de las entradas de mashua

GRUPOS	ENTRADAS
GRUPO 1 Planta semi-erecta; tallos y peciolos púrpuras; hojas verdes con borde de lámina púrpura claro; brote violeta con jaspes y bandas blancas; tubérculo cónico amarillo con bandas moradas.	001
GRUPO 2 Planta dispersa; tallos y peciolos verde claro púrpura; hojas verdes con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes rosados con tendencia a la fasciación; tubérculo cónico acortado, anaranjado.	002 007
GRUPO 3 Planta muy dispersa; tallos y peciolos púrpura oscuro; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura claro; brote rosado púrpura con jaspes y bandas blancas; tubérculo cónico alargado, amarillo con bandas moradas.	003
GRUPO 4 Planta semi-erecta; tallos y peciolos verde claro púrpura claro; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes y bandas rosadas; tubérculo cónico, anaranjado.	004
GRUPO 5 Planta semi-erecta; tallos y peciolos púrpuras; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro; tubérculo cónico, amarillo oscuro.	005
GRUPO 6 Planta dispersa; tallos y peciolos verde claro púrpura; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con tendencia a la fasciación; tubérculo cónico, anaranjado.	006 026
GRUPO 7 Planta semi-erecta; tallos y peciolos púrpuras; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con tendencia a la fasciación; tubérculo cónico, anaranjado.	009

Continuación...

GRUPO 8 Planta dispersa a muy dispersa; tallos y peciolo verde claro-púrpura; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote violeta con jaspes y bandas blancas; tubérculo cónico alargado, amarillo oscuro con bandas granates.	010 016
GRUPO 9 Planta dispersa; tallos y peciolo verde claro púrpura con tendencia a la fasciación; hojas v rde oscuro con borde de lámina púrpura; brote blanco con jaspes y bandas púrpuras; tubérculo cónico alargado, amarillo oscuro con jaspes y bandas granates.	011
GRUPO 10 Planta semi-erecta; tallos y peciolo verde-púrpura; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes y bandas rosadas; tubérculo cónico alargado, anaranjado.	012
GRUPO 11 Planta dispersa; tallos y peciolo verde claro-púrpura; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes rosados; tubérculo cónico alargado, anaranjado.	013
GRUPO 12 Planta semi-erecta; tallos y peciolo verde claro púrpura claro con tendencia a la fasciación; hojas verdes con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes rosados y púrpuras; tubérculo cónico a cónico alargado, anaranjado.	014 036
GRUPO 13 Planta semi-erecta; tallos y peciolo verde claro púrpura claro; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes púrpuras con tendencia a la fasciación; tubérculo cónico, anaranjado con los ejes morado oscuro.	015
GRUPO 14 Planta semi-erecta; tallos y peciolo púrpura con tendencia a la fasciación; hojas verdes con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes y bandas rosadas; tubérculo cónico alargado, amarillo con bandas rosadas.	017

Continuación...

GRUPO 15 Planta muy dispersa; tallos y peciolo verde púrpura con tendencia a la fasciación; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes púrpura; tubérculo cónico, anaranjado con ojos morado oscuro.	018
GRUPO 16 Planta dispersa; tallos y peciolo verde-púrpura; hojas verdes con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con tendencia a la fasciación; tubérculo cónico, anaranjado.	019
GRUPO 17 Planta semi-erecta; tallos y peciolo verde claro-púrpura claro; hojas verde oscuro a verde con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro; tubérculo cónico, cónico acortado a cónico alargado, anaranjado.	020 022 008 029 033
GRUPO 18 Planta semi-erecta; tallos y peciolo verde claro-púrpura claro con tendencia a la fasciación; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro; tubérculo cónico acortado a cónico alargado, anaranjado.	023 039B
GRUPO 19 Planta semi-erecta; tallos y peciolo púrpura oscuro; hojas verdes; brote amarillo claro; tubérculo cónico, amarillo oscuro con bandas moradas oscuras.	024
GRUPO 20 Planta semi-erecta; tallos y peciolo púrpura oscuro; hojas verdes con borde de lámina púrpura morado; brote amarillo claro con jaspes rosados; tubérculo cónico alargado, anaranjado.	025
GRUPO 21 Planta semi-erecta; tallos y peciolo verde claro púrpura claro; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes y bandas rosadas; tubérculo cónico alargado, amarillo oscuro con jaspes rojos.	027

Continuación...

GRUPO 22 Planta dispersa; tallos y peciolo púrpura oscuro; hojas verde oscuro con borde de lámina púrpura morado; brote rosado-púrpura con jaspes y bandas blancas; tubérculo cónico, amarillo oscuro con bandas granates.	028
GRUPO 23 Planta dispersa; tallos y peciolo verde claro púrpura con tendencia a la fasciación; hojas verdes con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro; tubérculo cónico acortado, amarillo oscuro.	034 038
GRUPO 24 Planta semi-erecta; tallos y peciolo verde claro y púrpura claro; hojas verde con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro; tubérculo cónico a cónico acortado, amarillo oscuro.	035 049
GRUPO 25 Planta dispersa; tallos y peciolo verde claro y púrpura con tendencia a la fasciación; hojas verdes con borde de lámina púrpura; brote amarillo claro con jaspes rosados con tendencia a la fasciación; tubérculo cónico, amarillo oscuro.	039A
GRUPO 26 Planta semi-erecta; tallos y peciolo púrpura oscuro; hojas verde amarillento con borde de lámina púrpura; brote rosado púrpura con jaspes y bandas blancas; tubérculo cónico alargado, amarillo con bandas moradas.	042
GRUPO 27 Planta muy dispersa; tallos y peciolo púrpura mashua oscuro; hojas verdes con borde de lámina púrpura; brote violeta; tubérculo cónico alargado elipsoidal, morado muy oscuro.	Kita

la distribución de las 38 accesiones en 27 grupos diferentes.

Existen 19 grupos conformados por una sola entrada de mashua y los demás cuentan con 2 a 5 accesiones.

El grupo 20 reúne a las entradas 020, 022, 008, 029 y 033 que tienen en común las siguientes características: plantas semi-erectas (50 - 100cm); tallos y peciolo verde claro - púrpura claro; hojas verde oscuro a verde con borde de lámina púrpura; brotes amarillo claro; tubérculos cónicos, cónicos acortados a cónicos alargados y anaranjados.

Es importante señalar que a medida que se va agrupando a niveles mayores, las características pequeñas se diluyen predominando aquellas que resaltan entre las entradas. A veces resulta difícil calificar a una característica como un pequeño detalle, pero el proceso de agrupación va descartando por sí mismo lo secundario dando paso a lo principal. Es más, este simple ejercicio permite comprobar en gabinete si existen entradas repetidas dentro del material experimental.

B. Evaluación agronómica preliminar.- A la cosecha las entradas de mashua muestran (ver Cuadro N° 12) diversos comportamientos en función al rendimiento (TM/ha).

En el material experimental evaluado se encuentran accesiones con rendimientos superiores a las 70 TM/ha; como por ejemplo la 006 con 74,48 TM/ha, la 010 con 75,84 TM/ha, la 011 con 79,62 TM/ha, la 019 con 93,00 TM/ha, la 008 con 98,00 TM/ha y la 020 con 70,35 TM/ha. Entre los rendimientos más bajos alcanzados se tiene a la entrada 038 con 24,45 TM/ha.

1. Análisis estadístico.-

a. Correlaciones simples.- En el Cuadro N° 13 las características morfológicas que se correlacionan significativamente con el rendimiento son el diámetro del tallo (mm), el diámetro del tubérculo (mm) y el número de tubérculos.

El diámetro del tallo se asocia con el rendimiento con un $r = 0,73015$, lo que quiere decir que a diferencia de las otras características de la planta,

Cuadro N° 12: Evaluación agronómica preliminar en función al rendimiento (TM/ha)

ENTRADA	RENDIMIENTO
001	31,68
002	32,40
003	39,20
004	51,36
005	46,32
006	74,48
007	48,32
009	47,76
010	75,84
011	79,62
012	44,64
013	49,87
014	36,88
015	37,39
016	46,28
017	64,00
018	69,57
019	93,00
008	98,00
020	70,35
022	68,70
023	29,40
024	36,30

Continuación...

025	49,35
026	54,30
027	29,25
028	26,55
029	58,05
033	33,90
034	30,30
035	33,90
036	98,70
038	24,45
039A	65,25
039B	66,45
042	35,55
049	41,80

Cuadro N° 13: Matriz de correlaciones simples

VARIABLES (X)	RENDIMIENTO (Y)
X1	0,06597/0,8227
X2	0,73015/0,0030
X3	0,03980/0,8926
X4	0,12336/0,6744
X5	-0,20057/0,4917
X6	0,57632/0,0310
X7	0,71619/0,0040
X8	0,39461/0,1626

Nota: Coeficiente de correlación/Probabilidad

X1: Altura (cm)

X2: Diámetro de tallo (mm)

X3: N° de tallos principales

X4: Area foliar (dm²)

X5: Tamaño de tubérculo (cm)

X6: Diámetro de tubérculo (mm)

X7: N° de tubérculos

X8: N° de ojos

ésta se relaciona en mayor grado y directamente con el peso de tubérculos por planta. Del mismo modo, el diámetro del tubérculo y el número de tubérculos se correlacionan con un coeficiente similar: 0,57632 y 0,71619, respectivamente.

Cabe señalar, que las demás variables morfológicas también se asocian con el rendimiento, sólo que no hay evidencia estadística que garantice la correlación. Así, el tamaño de tubérculo (cm) se relaciona inversamente con el rendimiento ($r = - 0,20057$), pero su nivel de significación (0,4917) está muy por encima de un $\alpha = 0,05$, lo que quiere decir que 50 de 100 inferencias es cierta o lo que es igual que hay un 50% de poder rechazar la hipótesis planteada ($H_0: r = 0$) siendo verdadera y cometer un error tipo I.

b. Correlaciones parciales y múltiples.- El análisis de regresión múltiple paso a paso permite hallar las combinaciones de variables independientes (características morfológicas) que explican mejor el comportamiento de la variable dependiente Y, que en este

caso es el rendimiento.

En el primer paso, la variable diámetro de tallo (X_2) muestra que el rendimiento de tubérculos por planta se incrementa en 1,46 Kg/planta cuando la variable aumenta en una unidad; lo que significa que existe una relación directa entre el rendimiento y el diámetro de tallo. Asimismo, el coeficiente de correlación ($r_{wy.x} = 0,73$) de este primer modelo señala una asociación directa.

En la segunda etapa, la combinación diámetro de tallo (X_2) con diámetro de tubérculo (X_1) tiene un coeficiente de correlación mayor que el modelo anterior ($r_{wy.x} = 0,81$) lo que indica que la asociación conjugando las variables es mejor que en forma independiente. Además, la ecuación de regresión muestra que el rendimiento de tubérculos por planta se incrementa en 1,21 Kg/planta y en 0,03 Kg/planta con el aumento en una unidad de las variables diámetro de tallo y diámetro de tubérculo, respectivamente.

El tercer modelo reúne al diámetro de tallo

(X_2) con el diámetro de tubérculo (X_6) y el número de tallos principales (X_3), en donde el comportamiento del rendimiento varía de 1,01 Kg/planta, 0,25 Kg/planta a 0,06 Kg/planta por unidad incrementada en cada una de las variables mencionadas. Por otro lado, el coeficiente de correlación ($r_{wy,x} = 0,89$) de la ecuación señala una alta asociación de las variables con el rendimiento.

La variable altura de planta (X_1) se añade a la ecuación de regresión en el cuarto paso disminuyendo en 0,01 Kg/planta el rendimiento de tubérculos con el incremento en una unidad de la característica mencionada. En cambio, las variables diámetro de tallo (X_2), número de tallos principales (X_3) y diámetro de tubérculo (X_6) varían de 1,11 Kg/planta, 0,43 Kg/planta a 0,08 Kg/planta, respectivamente. Si bien es cierto, que el crecimiento de la parte aérea es proporcional al crecimiento de la parte subterránea en las especies tuberosas, el incremento de la altura de planta genera una descompensación en la distribución de los fotosintatos de la fuente hacia las partes demandantes, puesto que supone la competencia entre los puntos de crecimiento o meristemas que se encuentran en constante

división mitótica. El $r_{wy.1}$ (0,96) del cuarto modelo señala un valor mucho más cercano a la unidad lo que significa que cada vez la combinación de variables se encuentra directamente asociada al rendimiento.

Finalmente, el quinto modelo representa la ecuación de regresión múltiple que luego de haber discriminado todas las combinaciones posibles de variables halla aquella que predice mejor el comportamiento del rendimiento (Y). En esta ecuación se agrega la variable área foliar (X_4) con 0,006Kg/planta.

$$Y = -0,01 X_1 + 0,90 X_2 + 0,45 X_3 + 0,006 X_4 + 0,091 X_5 - 3,71$$

Cabe señalar que todas las variables presentes en el modelo son significativas al nivel 0,15, según el método STEPWISE del programa estadístico SAS. Además, los cambios crecientes o decrecientes del rendimiento (Y) por los cambios en una unidad de las características morfológicas se han acomodado paso a paso en función al grado de efecto producido en la variable dependiente Y.

El coeficiente de correlación múltiple R para dicha ecuación es de 0,97, lo que quiere decir que existe una relación sumamente directa entre la combinación lineal de variables y el rendimiento.

C. Análisis fenológico.- Las entradas de mashua seleccionadas del germoplasma han sido evaluadas a los 36 días de la siembra o a la emergencia (fase 1), a los 175 días o a inicio de la floración (fase 2), a los 213 días o en floración plena (fase 3) y a los 253 días o a la cosecha (fase 4).

Las características evaluadas en el material se han visualizado en los gráficos 3, 3.1, 4, 4.1, 5, 5.1, 6, y 6.1 que representan el comportamiento de los valores numéricos en líneas y en barras.

Este alcance nos muestra, en términos generales que el crecimiento vegetativo de la parte aérea se detiene cuando se inicia la tuberización con el llenado de los tubérculos.

Por otro lado, la altura máxima del tallo se alcanza en la fase 3 o en plena floración, al igual que

Gráfico 3: Fenología de TR 004

Peso seco

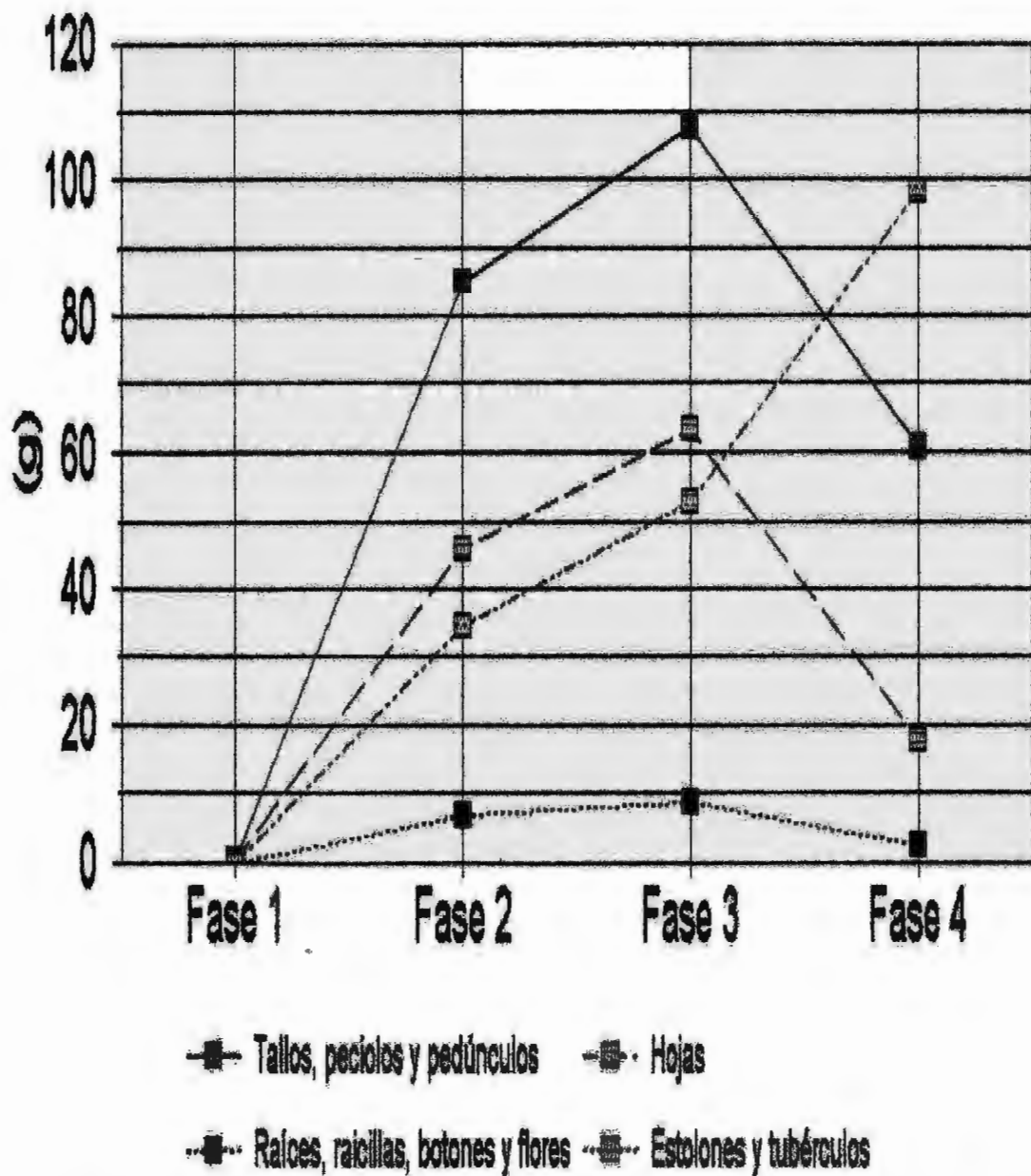


Gráfico 3.1: Fenología TR004

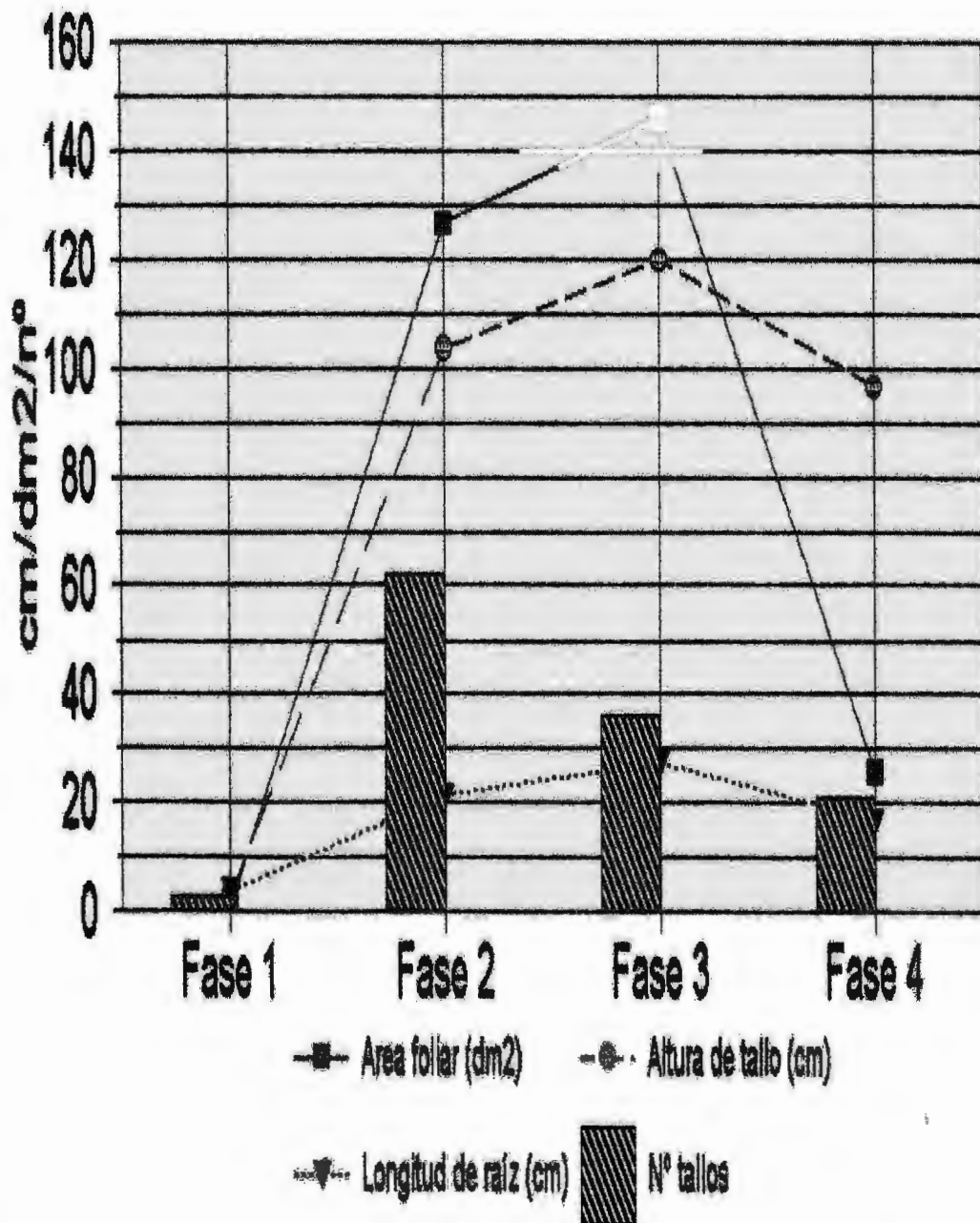
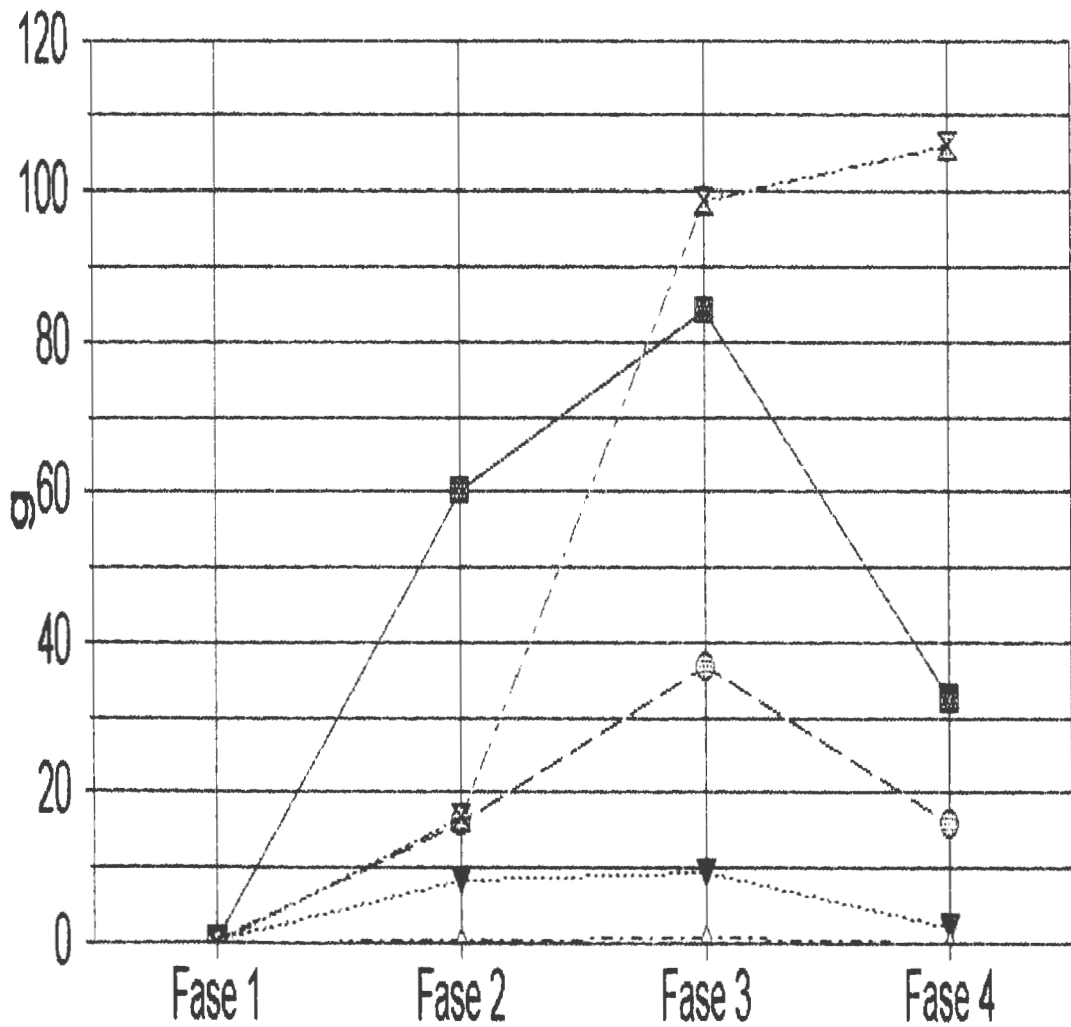


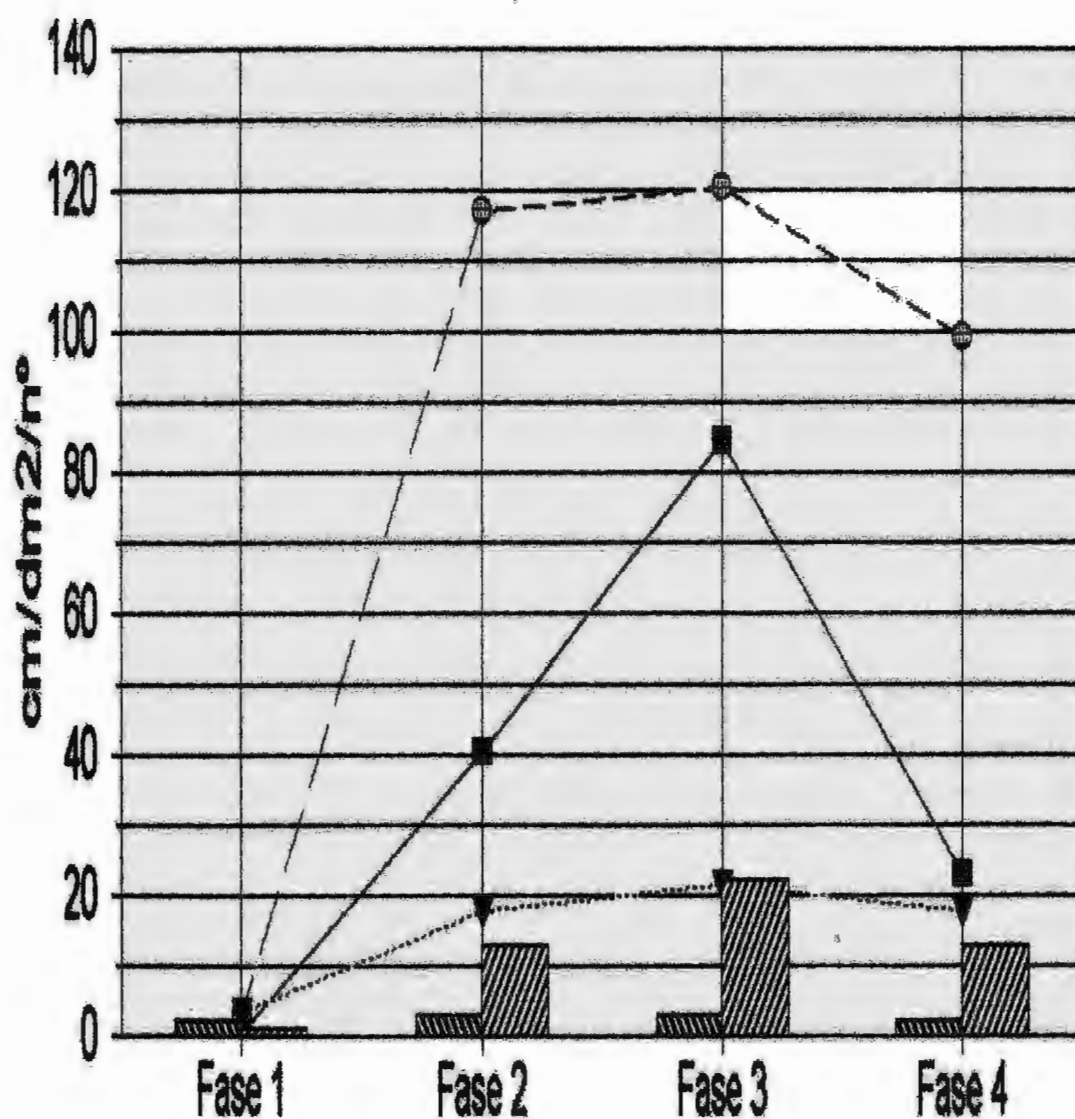
Gráfico 4: Fenología de TR009

Peso seco



- Tallos, peciolo y pedúnculos
- Hojas
- ▼ Raíces y raicillas
- △ Botones y flores
- ⊗ Estolones y tubérculos

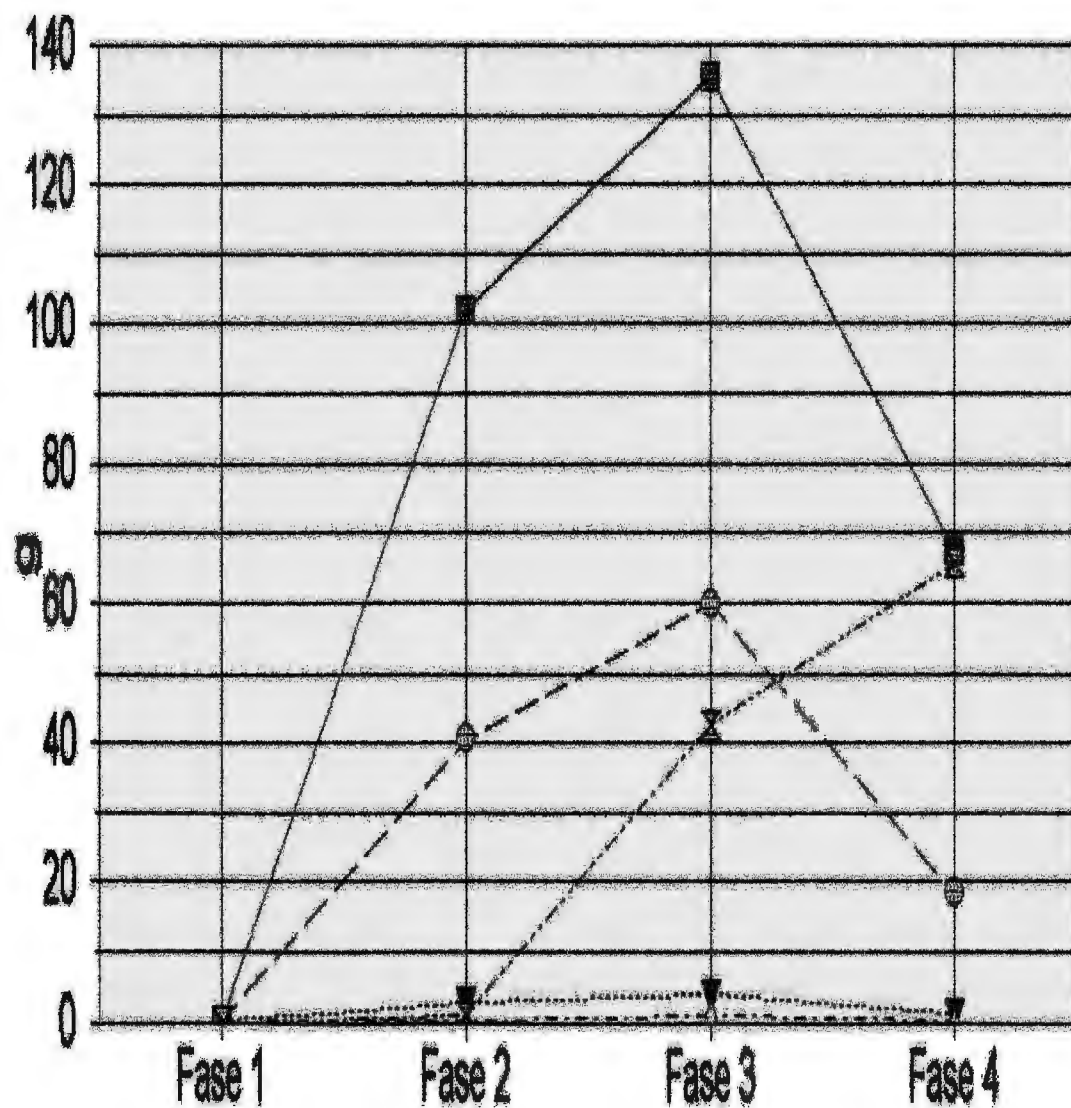
Gráfico 4.1: Fenología TR009



- Área foliar (dm²)
- Altura de tallo (cm)
- ▼ Longitud de raiz (cm)
- ▨ Nº de tallos 1º
- ▩ Nº de tallos 2º

Gráfico N° 5: Fenología de TR003

Peso seco



■ Tallos, peciolo y pedúnculos

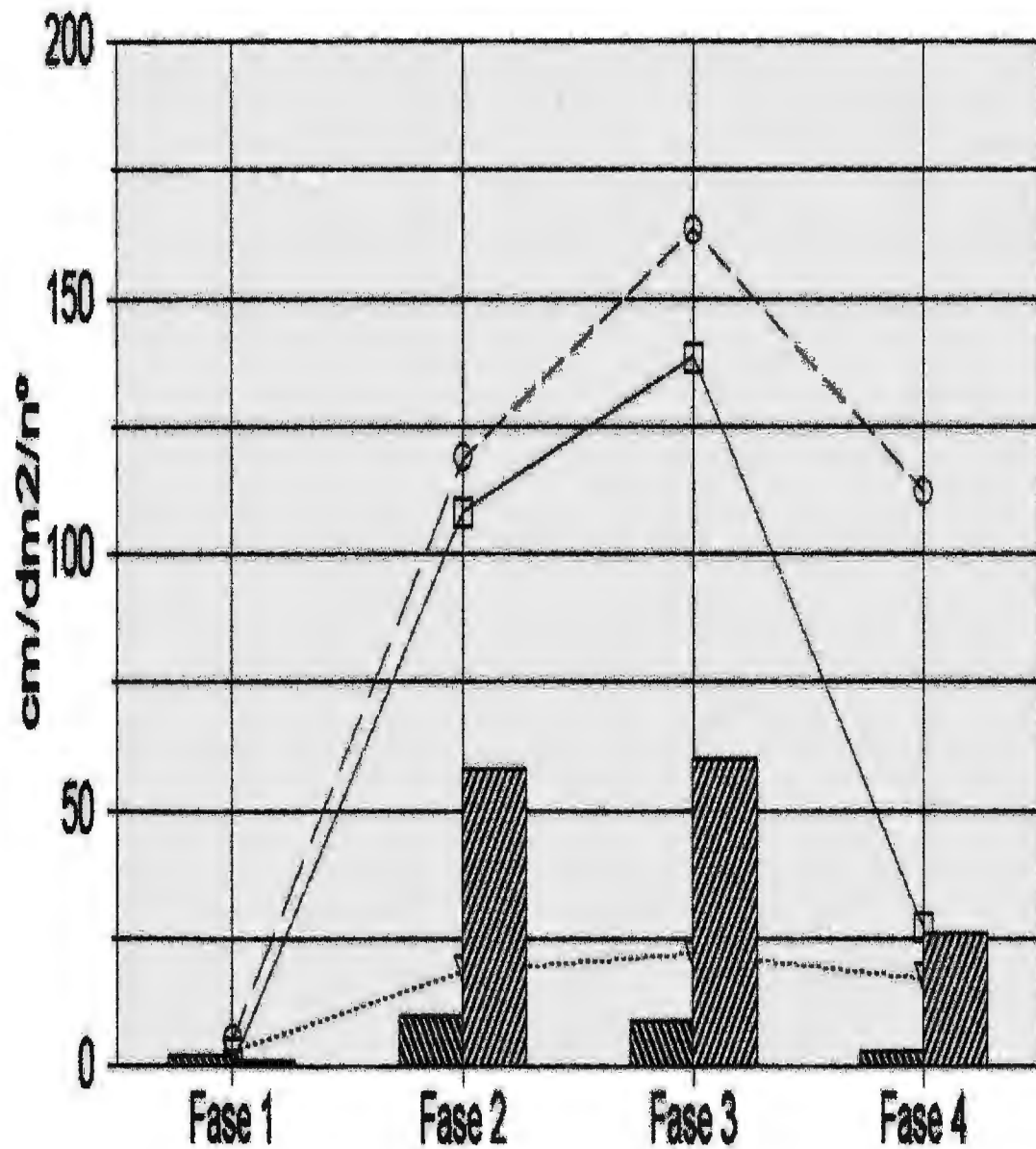
● Hojas

▼ Raíces y raicillas

▲ Botones y flores

■ Estolones y tubérculos

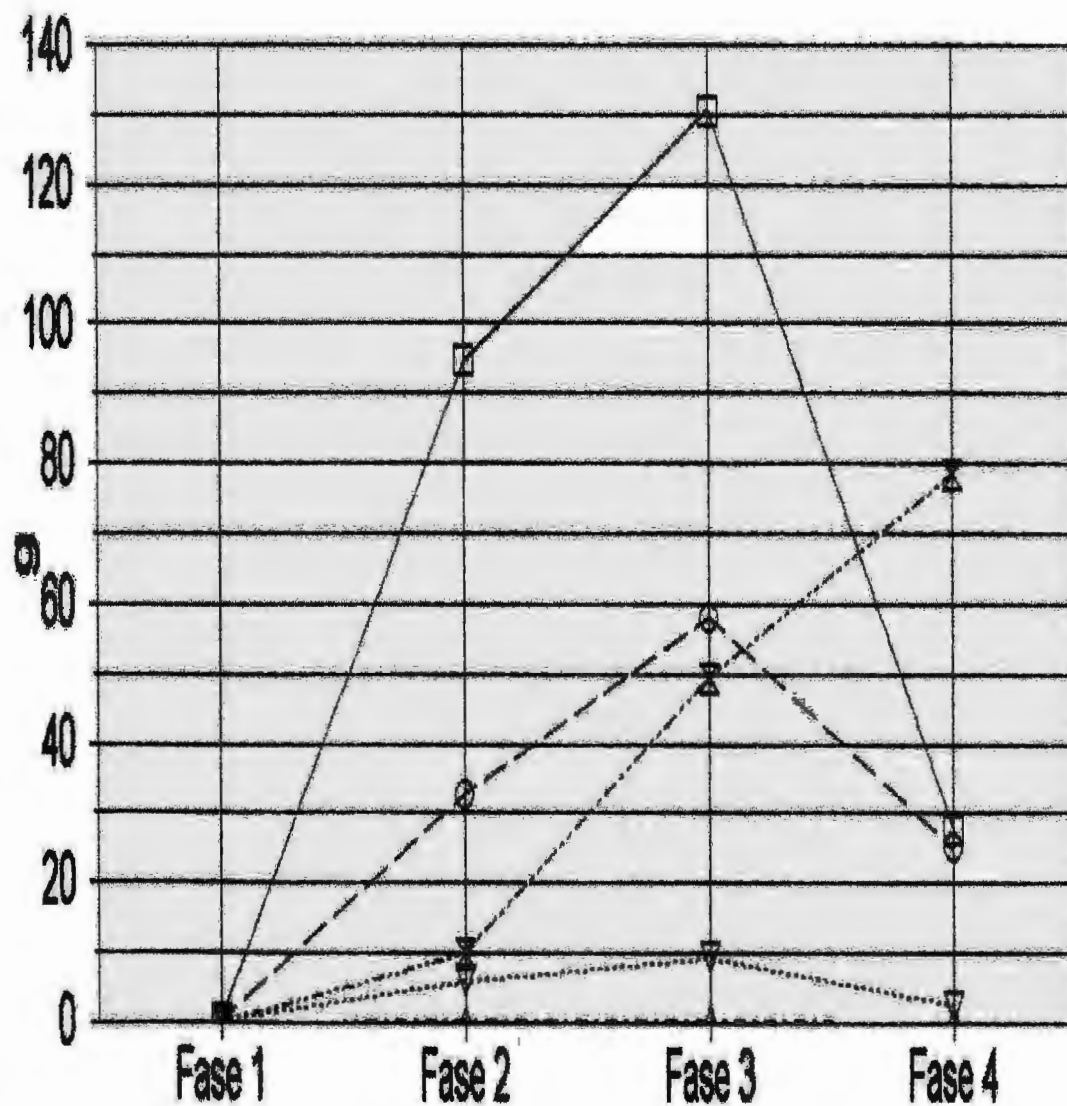
Gráfico N° 5.1: Fenología TR003



—□— Área foliar (dm²) -○- Altura de tallo (cm) -x- Longitud de raíz (cm)
▨ N° de tallos 1º ▨ N° de tallos 2º

Gráfico N° 6: Fenología de TR016

Peso seco



■ Tallos, peciolo y pedúnculos

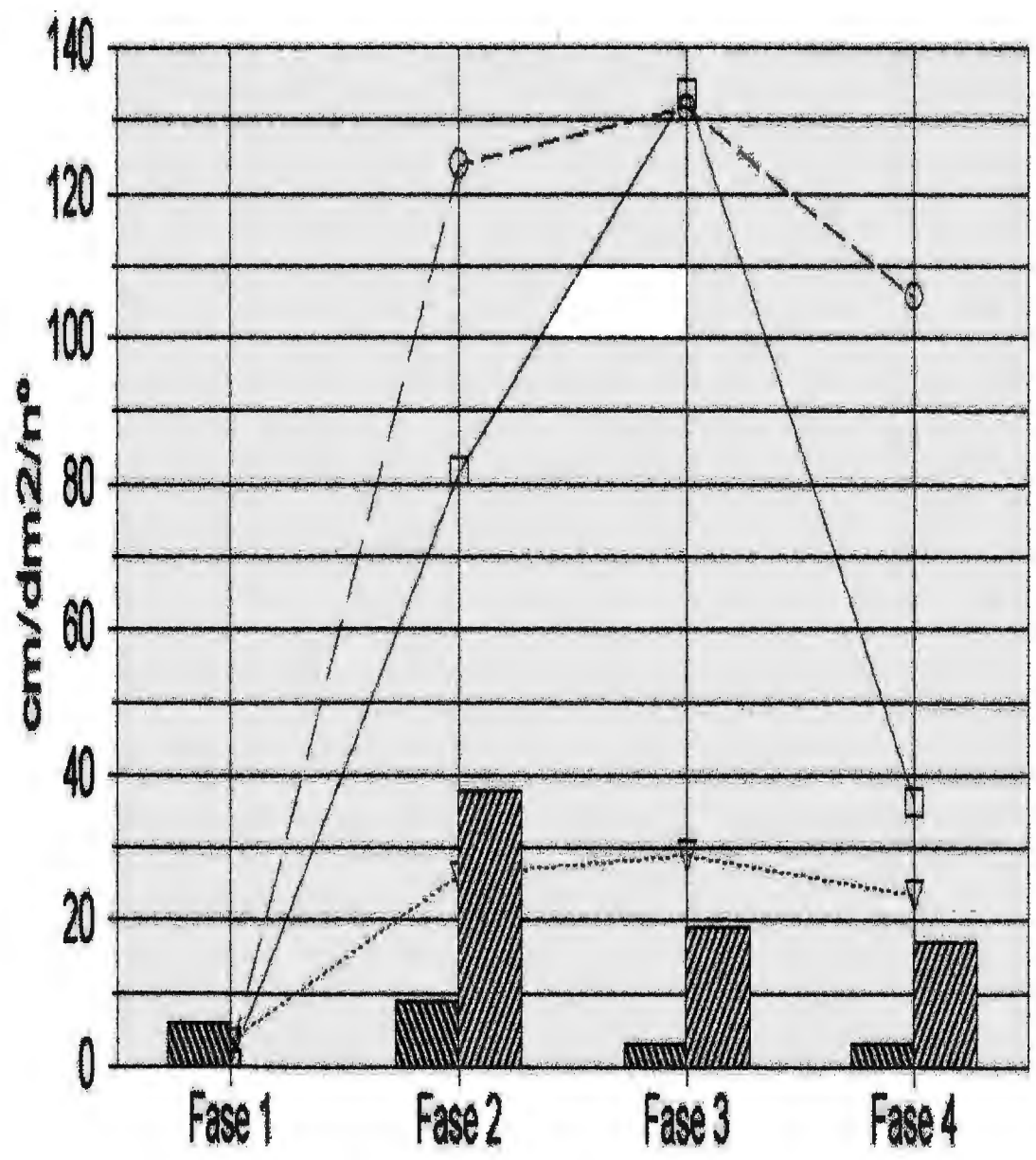
○ Hojas

▽ Raíces y raicillas

▲ Botones y flores

⊠ Estolones y tubérculos

Gráfico N° 6.1: Fenología de TR016



- Area foliar (dm²)
- Altura de tallo (cm)
- Longitud de raíz (cm)
- N° de tallos 1°
- N° de tallos 2°

la longitud de la raíz (ver Gráficos 3.1, 4.1, 5.1 y 6.1).

Sin embargo, las diferencias entre las fases fenológicas no sólo se observan en los cambios de altura y longitud, sino que vienen acompañados por un aumento en el peso de los órganos de la planta y de una marcada diferenciación de los tejidos.

De esta manera, todos los gráficos (3, 3.1, 4, 4.1, 5, 5.1, 6 y 6.1) muestran la curva típica sigmoide de crecimiento con una fase logarítmica seguida de una fase linear culminando con la fase de la senescencia.

La primera fase o logarítmica mide el incremento de tamaño o peso por unidad de tiempo y generalmente es lenta.

En el caso de las cuatro entradas evaluadas, la fase logarítmica tiene una tasa de crecimiento continua y ligeramente rápida, puesto que la semilla es vegetativa en donde se diferencian los meristemas de los tubérculos en tallos aéreos. Obviamente la duración de

esta fase va a variar en función al órgano de la planta muestreado.

Así, la fase logarítmica del peso seco de botones, flores, raicillas y raíces (ver Gráficos 3, 4, 5 y 6) va lentamente de la emergencia al inicio de la floración en las cuatro entradas de mashua. Del mismo modo, la longitud de raíz (ver Gráficos 3.1, 4.1, 5.1 y 6.1). En cambio, esta primera fase del peso seco de tallos, peciololes, pedúnculos y hojas, del área foliar y de la altura de tallo es más rápida para la mayoría de accesiones (ver Gráficos 3, 3.1, 4, 4.1, 5, 5.1, 6 y 6.1).

Sin embargo, la lenta fase logarítmica se observa mejor en las curvas de peso seco de estolones y tubérculos de TR009, TR003 y TR016 (Gráficos 4, 5 y 6) y que va desde la emergencia al inicio de la floración.

En la fase lineal, el incremento continúa pero a un ritmo constante alcanzando un valor máximo en algún momento. Se cree que una de las razones del crecimiento constante que caracteriza a esta fase sea que los tallos

y las raíces provienen de los meristemos que producen células que crecen principalmente en longitud.

Las curvas de altura de tallo, área foliar, peso seco de tallos, peciolo, pedúnculo, hojas, estolones y tubérculos muestran una marcada fase lineal (ver Gráficos 3, 3.1, 4, 4.1, 5, 5.1, 6 y 6.1). Sobretudo en el peso seco de estolones y tubérculos que abarca desde el inicio de la floración hasta la floración plena.

La fase final de senescencia se caracteriza por un ritmo decreciente y es así como la planta alcanza la madurez y empieza a marchitarse.

Para el caso de la mashua, se observa en todos los gráficos (3, 3.1, 4, 4.1, 5, 5.1, 6 y 6.1) que las curvas muestran el comportamiento normal, es decir con una fase final decreciente tanto en peso seco, como en altura, longitud, área y número de la mayoría de los órganos de la planta.

Sin embargo, las curvas del peso seco de los estolones y tubérculos (ver Gráficos 3, 4, 5 y 6)

muestran un incremento en el momento de la cosecha. Esto se puede entender porque el proceso de la estolonización comienza al inicio de la floración con la elongación de los tallos subterráneos a través de una constante división mitótica de los puntos de crecimiento o meristemas y que continúa a lo largo de la floración plena, pero que se combina con la tuberización como proceso siguiente y que conlleva no sólo una diferenciación propiamente dicha, sino que empata con la fructificación.

Entonces, al empezar el llenado del tubérculo en plena floración al igual que el llenado del fruto se detiene toda división celular trayendo consigo la translocación de sacarosa u otros carbohidratos transportables via floema hacia los tejidos recién formados. Y el llenado culmina a la madurez de cosecha.

Finalmente si se mantuvieran los tubérculos en el campo por más tiempo estos alcanzarían un peso constante hasta perder poco a poco lo ganado por la incidencia de plagas y enfermedades y esta fase sería la etapa de senescencia.

IV. CONCLUSIONES

A. Caracterización morfológica

Las entradas 020, 022, 008, 029 y 033 del total evaluadas tienen en común al ser plantas semi-erectas (50-100cm) con tallos y peciolo verde claro-púrpura claro; hojas verde oscuro a verde con borde de lámina púrpura; brotes amarillo claro; tubérculos cónicos, cónicos acortados a cónicos alargados y anaranjados.

B. Evaluación agronómica

Las accesiones cultivadas estudiadas oscilan entre rendimientos muy altos como la 006 con 74,48TM/ha y rendimientos muy bajos como la 038 con 24,45TM/ha.

1. Correlaciones simples

Las características morfológicas que se correlacionan significativamente con el rendimiento son el diámetro del tallo ($r= 0,73015$), el diámetro del tubérculo ($r= 0,57632$) y el número de tubérculos ($r= 0,71619$) para un $\alpha = 0,05$.

2. Correlación múltiple

Las variables diámetro de tallo (X_1), diámetro de tubérculo (X_2), número de tallos principales

(X_2), altura de planta (X_1) y área foliar (X_3) presentan un coeficiente de correlación múltiple R igual a 0,97, lo que quiere decir que existe una relación sumamente directa entre la combinación lineal de variables y el rendimiento.

C. Interpretación conjunta de las características morfológicas y el rendimiento

Los grupos formados por las entradas que presentan características morfológicas similares (ver Cuadro N°14) muestran además procedencias diversas; así el grupo 2 contiene a 002 que viene de Llumay y a la entrada 007 que procede de Machi, ambas localidades de Ancash lo que denotaría que la misma accesión se encuentra distribuida en la provincia de Iuzuriaga a pesar de ser conocida con nombres vulgares distintos, pero cuyas características morfológicas asociadas al rendimiento, al igual que este último son semejantes. Lo mismo ocurre con el grupo 8 cuyas entradas proceden de localidades distintas, lo que estaría explicando no sólo la gran distribución de las accesiones sino también el recorrido cumplido por la semilla.

En cambio, existen grupos que si bien es

Cuadro N° 14: Interpretación conjunta de las características morfológicas asociadas al rendimiento

GRUPO	ENTRADA	PROCEDENCIA	RDTO TM/ha	CARACTERISTICA		
				1	2	3
2	002	Llumay Machi	32,40	30	1,93	31,90
	007		48,32	25	2,01	39,30
6	006	Machi Tollobamba	74,48	38	2,42	40,00
	026		54,30	41	2,40	41,00
8	010	Llumay Chincheros	75,84	42	2,42	30,50
	016		46,28	35	2,42	33,50
12	014	Huamanguilla Chogoy	36,88	25	1,57	29,90
	036		98,70	58	2,00	35,80
17	020	Machi	70,35	72	2,30	33,82
	022	Chogoy	68,70	56	2,85	38,80
	008	Pausha	98,00	62	1,60	35,56
	029	San Miguel	58,05	59	1,60	32,44
	033	Chogoy	33,90	38	1,58	37,84
18	023	Wiscash nn	29,40	28	1,60	29,36
	039B		66,45	76	2,50	29,34
23	034	Chogoy	30,30	23	2,00	36,94
	038	Champis	24,45	14	1,95	37,52
24	035	Chogoy Jalcán	33,90	25	1,60	35,92
	049		41,80	58	1,40	31,20

Nota:

1) Número de tubérculos 2) Diámetro de tallo (mm) 3) Diámetro de tubérculo (mm)

cierto muestran similitudes a nivel de características morfológicas, no lo presentan en cuanto al rendimiento. Tales son los casos de los grupos 12 y 18, cuyas procedencias extremas, es decir el componente medio ambiente debe estar influenciando en el componente genético.

D. Análisis fenológico

Las cuatro entradas estudiadas presentan la curva típica sigmoide de crecimiento con una fase logarítmica lenta de la emergencia al inicio de la floración en el peso seco de botones, flores, raicillas, estolones, tubérculos y raíces, y en la longitud de raíz y con una fase más rápida en el peso seco de tallos, peciolo, pedúnculos y hojas, en el área foliar y en la altura de tallo debido a que las células ya están formadas.

Las curvas de altura de tallo, área foliar, peso seco de tallos, peciolo, pedúnculos, hojas, estolones y tubérculos muestran una marcada fase lineal porque provienen de los meristemas que producen células que crecen principalmente en longitud.

La fase final de senescencia se presenta en

forma decreciente en peso seco, altura, longitud, área y número de la mayoría de los órganos de la planta; excepto en la curva del peso seco de los estolones y tubérculos debido a que el llenado del tubérculo culmina con la madurez de cosecha.

V. RECOMENDACIONES

A. El manejo de los descriptores de la mashua se facilita con las siguientes sugerencias:

1. A nivel de planta

a. (4.3.2) Tipo de planta.

Ramas principales

3 Semi-erecta (50 - 100cm)

5 Postrada (100 - 150cm)

7 Muy postrada (> 150cm)

2. A nivel de brote

a. (4.2.5) Formas de coloración secundaria

0 Ausente

1 Jaspes

2 Bandas

3 Jaspes y bandas

3. A nivel de hoja

a. (4.4.4) Longitud de peciolo

Especificar numéricamente la longitud

b. (4.4.7) Color borde lámina

0 Verde

c. (4.4.13) Color nervadura del envés

4 Verde-púrpura

4. A nivel de floración

a. (4.5.2) Duración de la floración

3 Corto (<20 días)

5 Medio (20 a 25 días)

7 Largo (>25 días)

B. Para determinar si un accesión es susceptible a un estrés abiótico como la helada, dada la naturaleza del fenómeno en su comportamiento hace suponer que el material experimental no está expuesto en la misma intensidad, lo que hará inválida dicha observación.

BIBLIOGRAFIA

APAZA M., V. 1993. "Selección de cultivares sobresalientes de tubérculos andinos oca - olluco - mashua 1991 - 92". En: Avances y logros de investigación agropecuaria. (Vol. 2 N°2). (Puno). Julio: 40-50.

ARBIZU, C. y TAPIA, M. 1992. "Tubérculos andinos". En: Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. (Italia). pp: 147 - 161.

_____ y VALLADOLID R., J. 1982. "Lista de descriptores para maswa". En: Tercer Congreso Internacional de Cultivos Andinos. (La Paz - Bolivia). Febrero: 321 - 329.

BRAKO L. & ZARUCCHI J. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Missouri Botanical Garden.

CASTILLO, R.; NIETO, C. y PERALTA, E. 1988. "El germoplasma de cultivos andinos en Ecuador". En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. (Santa Catalina - Ecuador). pp: 323 - 331.

DE LA CRUZ L., G. F. y BARRANTES DEL AGUILA, F. 1988.
"Caracterización de la epidermis foliar en 17 cultivos andinos parte 1: células epidérmicas". En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. (Santa Catalina - Ecuador). 30 mayo - 2 junio: 466 - 470.

_____ y VALLADOLID R., J. 1988.
"Clasificación de los cultivos andinos en plantas de fotosíntesis C-3 y C-4 de acuerdo a las características anatómicas del mesófilo de la hoja". En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. (Santa Catalina - Ecuador). 30 mayo - 2 junio: 471 - 473.

DELGADO N., C. 1978. Características morfológicas asociadas al rendimiento en mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.) bajo condiciones de Allpachaka (3600 msnm) Ayacucho. UNSCH. Tesis. 50p.

ESQUINAS A., J. 1982. Los Recursos Fitogenéticos: una inversión segura para el futuro. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos/ Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias Ministerio de Agricultura,

Pesca y Alimentación. (España). 3ª edición. 44p.

FRANCO, S. y RODRIGUEZ, J. 1988. "Colección de cultivos andinos en la sierra norte del Perú". En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. (Santa Catalina - Ecuador). pp: 342 - 347.

GROSS, R.; KOCH, F.; MALAGA, I.; MIRANDA, A.F. de; SCHOENEBERGER, H. and TRUGO, L.C. 1989. "Chemical composition and protein quality of some local andean food sources". In: Food Chemistry. (UK). 34: 25-34.

HERMANN, M. 1988. "Conservación de germoplasma de cultivos andinos y la contribución del IBPGR". En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. (Santa Catalina - Ecuador). pp: 308 - 310.

JOHNS, T. 1980. Ethnobotany and phytochemistry of *Tropaeolum tuberosum* and *Lepidium meyenii* from andean South America. The University of British Columbia. Thesis M.S.: 87 - 90.

_____. 1986. "Chemical selection in andean

domesticated tubers as a model for the acquisition of empirical plant knowledge". In: Plants in indigenous medicine and diet: Biobehavioral approaches. (New York - USA): 268 - 288.

KING, S. 1988. Economic botany of the andean tuber crop complex: *Lepidium meyenii*, *Oxalis tuberosa*, *Tropaeolum tuberosum* and *Ullucus tuberosus*. New York (USA). Thesis Ph. D. 282p.

KÜPPERS, H. 1979. Atlas de los colores: más de 5500 matrices con su caracterización y las instrucciones para su mezcla. Editorial Blume, 1ª edición. España. 161p.

MACBRIDE, F. J. 1949. Flora of Peru. Field Museum of Natural History. Botanical Series. Volume XIII, Part II, Number 2. March 18, 1949: 622.

MELCHIORRE , P. 1985. "Identificación de tubérculos andinos (*Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus* y *Tropaeolum tuberosum*) mediante caracteres anatómicos y exomorfológicos". En: Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (Argentina).

6(3): 141 - 153.

MORALES V., D. y REA C., J. 1982. "Evaluación del banco de germoplasma de tubérculos andinos". En: Tercer Congreso Internacional de Cultivos Andinos. (La Paz - Bolivia). Febrero: 317 - 320.

OLIVERA FERNANDEZ BACA, R. 1968. Variabilidad morfológica del *Tropaeolum tuberosum* R. et P. (Añu). Clave de identificación de los clones. Tesis Ing. Agr. UNSAAC. 88p.

PEREYRA V., J. 1977. Ritmo de tuberización en cinco formas cultivadas de añu (*Tropaeolum tuberosum* R. et P.). Tesis Ing. Agr. UNSAAC. 84p.

PIETILÄ, Leena and JOKELA, Paula. 1988. "Cultivation of minor tuber crops in Peru and Bolivia". In: Journal of Agricultural Science in Finland. 60: 87-92.

QUEROL, D. 1988. Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado. Industrial S.A. Lima - Perú: 133 - 147.

STEEL, R. y TORRIE, J. 1992. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2ª. Mc Graw Hill. México: 263 - 303.

TORRES O., PEREA - DALLOS, M. and FANDIÑO T. J. 1992. "Micropropagation of cubio (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.)". In: High - tech and micropropagation III. (Berlin - Germany). Springer - Verlag. pp: 160 - 171.

VALLADOLID R., J.; BARRANTES DEL AGUILA, F.; PRADO, A.; ZAMBRANO, L. y VILLANTOY, A. 1984. "Análisis de crecimiento de tres especies de plantas tuberosas andinas (mashua, olluco, papa) bajo condiciones de cultivo de secano en Allpachaka (3600 msnm⁹". En: Investigaciones - Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (Perú). 2(2): 38 - 48.

VALLENAS, M. 1977. "Biología floral en isaño (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.)". En: Primer Congreso Internacional de Cultivos Andinos. (UNSCH/IICA-OEA). Octubre: 254-267.

VIMOS, C.; NIETO, C. y CASTILLO, R. 1988. "Caracterización y evaluación preliminar agronómica de 36 entradas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) del Banco

de Germoplasma del INIAP". En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. (Santa Catalina - Ecuador). 30 mayo - 2 junio: 274 - 277.