

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**

(Creada por Ley N° 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA  
ESPECIALIDAD DE AGRONOMIA**

## **TESIS:**

**“CARACTERIZACIÓN CITOLÓGICA A TRAVÉS DE NÚMERO DE  
CLOROPLASTOS EN 52 ACCESIONES DE CULTIVO DE MASHUA  
(Tropaeolum tuberosum Mol)”**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN  
MEJORAMIENTO GENETICO VEGETAL Y BIOTECNOLOGÍA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
CRISTIAN PAUL POMACHAHUA SOTO**

**HUANCAVELICA - 2013**

115

## ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 16 días del mes de noviembre del año 2012, a horas 11:00 a.m.; se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

**Presidente** : Mg. Sc. Ing. Marino BAUTISTA VARGAS

**Secretario** : Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA

**Vocal** : Ing. Carlos Raúl VERASTEGUI ROJAS

**Accesitario** : Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO

Designados con **RESOLUCIÓN Nº 024-2011-FCA-UNH**; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Intitulado:

**"CARACTERIZACIÓN CITOLÓGICA A TRAVÉS DE NÚMERO DE CLOROPLASTOS EN 52 ACCESIONES DE CULTIVO DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum Mol.*)"**

Cuyo autor es el graduado:

BACHILLER: **POMACHAHUA SOTO Cristian Paúl**

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invito al público presente y la sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

**APROBADO**  **POR** .....

**DESAPROBADO**

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Accesitario

**Asesor**

**Ing. Jorge Manuel, Montalvo Otivo**

## **Dedicatoria**

Adios y a mi familia por ser el motivo mas importante para mi desarrollo profesional, por estar a mi lado incondicionalmente en todo los momentos de mi vida.

## Agradecimientos

- A nuestra Casa Superior de Estudios la Universidad Nacional de Huancavelica, en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela Académico Profesional de Agronomía.
- A mi asesor Ing. **Jorge Manuel Montalvo Otivo** por el asesoramiento durante la realización y culminación del presente trabajo de investigación.
- Un agradecimiento muy especial a mis padres y hermanos por el apoyo moral y material que me brindaron durante el desarrollo del trabajo de investigación.
- A mis amigos con quienes se compartió el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- A los docentes, estudiantes y trabajadores de la Facultad de Ciencias Agrarias, por el apoyo oportuno que se nos brindó en la instalación de campo definitivo y en el Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional de Huancavelica.
- Mis sinceros agradecimientos a todas las personas que me brindaron su apoyo y colaboración durante el transcurso del trabajo de investigación.

## Índice

	Pg.
Portada	
Índice	
Resumen	
Introducción	1
<b>Capítulo I: Problema</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Objetivos	1
1.3.1 General	1
1.3.2 Específico	2
1.4 Justificación del trabajo de investigación	2
1.4.1 Medicinal	2
1.4.2. Agroindustrial	2
1.4.3. Científico tecnológico	3
1.4.4. Social	3
	3
<b>Capítulo II: Marco teórico</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas	13
2.2.1 Mashua	13
2.2.2 Clasificación taxonómica	13
2.2.3 Morfología vegetativa	13
2.2.4 Morfología de la hoja	14
2.2.5 Cloroplastos	14
2.2.5.1 Morfología	14
2.2.5.2 Estructuras de los cloroplastos	15
2.2.6 Ploidía	16
2.3 Hipótesis	16
2.4 Variables de estudio.	16
<b>Capítulo III: Metodología de la Investigación</b>	<b>17</b>
3.1 Ámbito de estudio	17
3.1.1 Ubicación política	17
3.1.2 Ubicación geográfica	17
3.1.3 Factores climáticos	17
3.2 Tipo de investigación	17
3.3 Nivel de investigación	17
3.4 Método de investigación	17

3.5	Diseño de investigación	17
3.6	Población Muestra Muestreo.	17
3.6.1	Muestra	18
3.6.2	Técnicas de muestreo	18
3.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	18
3.8	Procesamiento de recolección de datos	19
3.9	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	19
3.9.1	Materiales insumos y equipos	19
3.9.2	Material experimental.	20
3.9.3	Metodología	20
3.9.3.1	Procesamiento de Recolección de Datos	20
<b>Capítulo IV:</b>	<b>Resultados</b>	<b>22</b>
4.1	Presentación de Resultados	22
4.1.1	Distribución del Numero de cloroplastos	22
4.1.2	Relación del rendimiento de tubérculos con cloroplastos	24
4.2.	Discusiones	31
	Conclusiones	32
	Recomendaciones	33
	Referencias Bibliografías	34
	Articulo científico	37
	Anexos	52
	Gráficos, cuadros ,imágenes	58

**Índice de tablas**

	<b>Pg.</b>
<b>Tabla N° 01:</b> Análisis de varianza de número de cloroplastos en 4 grupos	24
<b>Tabla N° 02:</b> Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el 1er cuartil	25
<b>Tabla N° 03:</b> Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el 2do cuartil	26
<b>Tabla N° 04:</b> Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el 3er cuartil	28
<b>Tabla N° 05:</b> Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el 4to cuartil	29

**índice de figuras**

	<b>Pg.</b>
<b>Figura N° 01:</b> Histograma de numero cloroplastos	22
<b>Figura N° 02:</b> Distribución normal de numero de cloroplastos	23
<b>Figura N° 03:</b> Evaluación de cuartiles en 52 accesiones de mashua	24
<b>Figura N° 04:</b> Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos 1er cuartil	26
<b>Figura N° 05:</b> Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos 2do cuartil	28
<b>Figura N° 06:</b> Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos 3er cuartil	29
<b>Figura N° 07</b> Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos 4to cuartil	30

## Índice de anexos

	Pg.
<b>Anexo N° 01:</b> Análisis de comparaciones múltiples de medidas	53
<b>Anexo N° 02:</b> Número de cloroplastos promedio por accesión	55
<b>Anexo N° 03:</b> Rendimiento del tubérculos por planta	56

## Índice de imágenes

	<b>Pg.</b>
<b>Imagen N° 01:</b> Tuberculo, cloroplasto y foliolo	58
<b>Imagen N° 02:</b> Muestra de especies de las células estomáticas	76
<b>Imagen N° 03:</b> Obtención de muestras de foliolo	94
<b>Imagen N° 04:</b> Marcado y codificado de los foliolo	94
<b>Imagen N° 05:</b> Foliolo codificados	95
<b>Imagen N° 06:</b> Anotación de las muestras obtenidas	95
<b>Imagen N° 07:</b> Equipos, materiales e insumos de trabajo	96
<b>Imagen N° 08:</b> Extracción de la epidermis del foliolo	96
<b>Imagen N° 09:</b> Aplicación del lugol a la muestra	97
<b>Imagen N° 10:</b> Observación de la muestra	97

## RESUMEN

La investigación fue ejecutado en el Campo Experimental del Centro Poblado de Añancusi en el distrito de Acoria, provincia y región de Huancavelica durante la Campaña Agrícola 2011 – 2012, titulado “Caracterización Citológica a Través de Numero de Cloroplastos en 52 accesiones del cultivo de Mashua (*Tropaeolum tuberosum Mol.*)”.

El objetivo pues, Caracterizar la citología de accesiones de mashua a Través del número de cloroplastos y su relación en el rendimiento.

Cultivo de Mashua (*Tropaeolum tuberosum mol.*) el cual se determinó mediante el conteo de cloroplastos de las células guardias de la epidermis envés de la hoja en momento donde se tenga buena iluminación; con los materiales, reactivos y equipos adecuados para la realización de dicha actividad; en seguida los datos obtenidos se relacionaron con el rendimiento en las accesiones *tropaeolum tuberosum Mol.*

En cuanto a los cloroplastos contados se tiene diferentes cantidades por célula guarda; teniendo variación en lo que corresponde a la cantidad de cloroplasto que tiene cada célula guarda.

Los datos se procesaron mediante la aplicación de la estadística descriptiva, para lo cual, los resultados se organizaron según las variables de estudio que son el número de cloroplastos. Cuyos datos recopilados se analizaron y procesaron en el laboratorio de la biología de la Escuela de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Huancavelica.

## INTRODUCCION

La mashua es una planta originaria de los Andes centrales, probablemente en las mismas zonas donde se originó la papa. En el Perú ha sido cultivada desde épocas preincaicas y numerosas culturas la han representado en sus ceramios. Cerca de los 3,000 a 4,000msnm. Es una planta C-3 cuya anatomía foliar presenta parénquima en empalizada con tres capas de células que es una forma de adaptación a climas fríos. Los días cortos y las bajas temperaturas nocturnas son factores decisivos para la tuberización en condiciones de días largos no forman tubérculos.

Hoy ha sido introducida con éxito a Nueva Zelanda.

Cerca de los 3,000 msnm se encuentran especies silvestres de **MASHUA** que podrían ser los ancestros de las variedades que hoy se conocen.

La **MASHUA** es una planta de fácil cultivo que puede ser cosechada a los 6 u 8 meses de su siembra, y está asociada a la pobreza en vista que desarrolla en pisos altitudinales elevados. Crece en suelos pobres y no requiere del uso de fertilizantes ni pesticidas, es resistente a las heladas, y en estado natural es capaz de repeler insectos y nematodos. Los tubérculos pueden ser almacenados hasta seis meses en lugares fríos y ventilados, inclusive pueden ser guardados bajo el suelo para ser extraído cuando se necesiten. El cultivo de la **MASHUA** es muy productivo, pudiendo llegar a rendir hasta 25 t/ha. El Perú, posee una gran biodiversidad de especies nativas, de mayor importancia agronómica y alimenticia a nivel mundial motivo por el cual se da estudios de mejoramiento genético morfológico para la obtención de plantas con buena calidad y producción realizando trabajos a nivel de laboratorio

y campo, aplicando tecnologías clásicas o modernas (como el conteo de cloroplastos). En el centro poblado de Añancusi distrito de Acoria provincia y , región Huancavelica, se realizó la instalación del trabajo de investigación acerca y el conteo de cloroplastos de las células oclusivas de la epidermis de las hojas se dio en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica. (**Álvarez et al, 1986**).

## CAPITULO I: Problema.

### 1.1. Planteamiento del problema.

La Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.) conocida también como isaño, es un tubérculo andino cultivado por pobladores de las zonas alto andinas. Constituyo uno de los cuatro productos principales tubérculos de la dieta alimentaria, debido a su rusticidad, rendimiento y potencial nutricional (CIP, 2005). Tiene un alto contenido de componentes antioxidantes (glicosilato) y es inhibidor cancerígeno.

En los últimos años, este especie se encuentra fuertemente afectado en sus áreas cultivados debido a diferentes factores tanto en relación con su distribución y variabilidad como en la pérdida del conocimiento tradicional. Los pobladores de la sierra peruana que viven en los pisos altitudinales entre 3000 – 3600 m.s.n.m de altura enfrentan una deficiencia del recurso hídrico cada vez más severa, siendo estas accesiones tolerantes al estrés hídrico.

En vista que estas accesiones tienen cualidades superiores y rendimiento, se plantea realizar el presente trabajo de investigación.

### 1.2. Formulación del problema

Considerando los aspectos antes mencionados se plantea la siguiente interrogante:  
¿Cuál será la variabilidad del número de cloroplastos en 52 accesiones de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.)?

### 1.3. Objetivo

#### 1.3.1. General

Caracterizar la citología de accesiones de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.) a través del número de cloroplastos y su relación en el rendimiento.

### 1.3.2. Especifico.

- Evaluar el número de cloroplastos en 52 accesiones de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).
- Determinar el rendimiento de 52 accesiones de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).
- Correlacionar el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).

### 1.4. Justificación del trabajo de investigación

El departamento de Huancavelica cubre un área de 2.213.100 hectáreas, lo que representa el 6.1% de la superficie total de los Andes peruanos. La Mashua es uno de los cultivos de importancia. Ocupa aproximadamente el 25% de la superficie total dedicada a cultivos. Entre 1990 y 1998, la Mashua cubría un promedio de 09.681 hectáreas anuales a nivel departamental, representando el 4.8% del área total nacional estimada en 202.317 hectáreas. Para el mismo periodo, los rendimientos promedios fluctuaban entre 5.5 a 7.6 toneladas métricas por hectárea (OIA-MINAG, 1998). La producción de Mashua proveniente de Huancavelica representa el 2.6% de la producción promedio nacional. La papa, al igual que la cebada y otros cereales, constituye un alimento básico para las comunidades altoandinas de Huancavelica.

La ejecución del presente proyecto se justifica de la siguiente manera:

#### 1.4.1. Medicinal:

La Mashua es un producto dulce que se prepara de la misma forma que se hace con una papa tradicional. Según varios agricultores, el tubérculo es ideal para problemas de anemia y próstata. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, tiene registradas 50 variedades del (*Tropaeolum tuberosum* Mol.) en sus laboratorios.

#### 1.4.2. Agroindustrial:

La transformación agroindustrial de las colecciones seleccionados de Mashua permitirá en el futuro obtener extractos que podrían usarse como aditivos en la industria alimentaria o en el campo farmacéutico con el fin de

disminuir riesgos de enfermedades cardiovasculares, tipos de cáncer y otros vinculados directamente con el proceso de envejecimiento, y esto lo usa mucho la cosmética en sus cremas regeneradoras”.

**1.4.3. Científico – tecnológico:**

El presente trabajo aporta conocimientos científicos y biológicos a la ciencia moderna, desde el punto de vista biológico, botánico, ecológico etc. Así mismo será el inicio para los trabajos de investigación posteriores que propongan nuevas formas de mejorar y garantizar la seguridad alimentaria, e incentivará la aplicación de tecnologías para el uso racional de los recursos naturales sin afectar el ámbito de influencia de las especies de Mashua, manteniendo la biodiversidad para la generación humana actual y las futuras.

**1.4.4. Social:**

El desarrollo de un país; está en la generación de conocimientos; y estas cuando son aplicadas generan recursos económicos y desarrollo social. La identificación de la especie a la que pertenece la accesión le dará un mejor manejo a cada uno de estos tubérculos y permitirá seleccionarlas y conservarlas y poder diseñar programas de mejoramiento y conservación. Como también se podrá llevar a otras instituciones para su estudio o consumo.

**1.4.5. Biodiversidad:**

Con el trabajo se conocerá algunas especies nativas con la que cuenta nuestro distrito de Acoria permitirá formalizar e inventariar la riqueza natural; e implementar programas de conservación y preservación de la biodiversidad a través de bancos de germoplasma in situ. Por ende generaremos consciencia, de la preservación y conservación para buscar un posicionamiento de un mundo sin destrucción de nuestra riqueza andina, destacando así la contribución en la conservación y preservación ambiental como soporte del desarrollo sostenible del distrito Acoria, provincia Huancavelica y región Huancavelica.

## CAPITULO II: Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

**Surco (2004)** afirma que, la Mashua cuenta nombre científico (*Tropaeolum tuberosum* Mol). Es una planta cultivada desde la época pre-inca en los Andes y está representada en la cerámica de esos tiempos. Tiene su origen en la región andina desde Colombia hasta Bolivia. Este tubérculo, continúa siendo la base de la alimentación de millones de personas, es una delicia culinaria en muchas regiones del globo que ha generado decenas de platos que la tienen de protagonista y, además, representa un verdadero desafío para científicos de varias disciplinas, que tratan de dilucidar su origen, genética y fisiología. El campo de la tecnología, encuentran una gran cantidad de aplicaciones no convencionales para este tubérculo.

#### **Etimología**

La palabra "Mashua " es un préstamo lingüístico del término quechua *isaño* o *añu* con el mismo significado.

#### **Descripción**

Es un Hierba de follaje compacto y flores con 5 sépalos rojos y 5 pétalos amarillos. Produce tubérculos de 5 a 15 cm de largo, cuyo color varía entre el blanco, amarillo y anaranjado.

- **Hoja**

Determino que esta planta posee un follaje compacto, con hojas de color verde oscuro en el haz y más claras en el envés. Las hojas tienen lámina redondeada y el peciolo inserto centro.

- **Tallo**

Es una planta herbácea, de tallos cilíndricos y hábitos rastreros. Tiene crecimiento erecto cuando es tierna y de tallos postrados con follaje

compacto cuando madura. Las hojas son delgadas de color verde oscuro brillante. Los tubérculos son cónicos y alargados con un ápice agudo.

La **Mashua** es una planta herbácea erecta o semiprostrada, de tallos cilíndricos y hábitos rastreros.

### **Tubérculos:**

**Gómez (2000)** determina que, los tubérculos que produce la **Mashua** miden de 5 a 15 cm de largo, tienen forma cónica alargada, yemas profundas, y variados colores como el amarillo, blanco, rojizo, morado, gris y negro, con jaspes oscuros en la piel. El tubérculo posee una textura arenosa y contiene 15 % de proteínas, con alto porcentaje de carbohidratos y 80 % de agua. Debido a la presencia de isotiocianatos, que también se encuentran en la mostaza y los rabanitos, la Mashua tiene un sabor acre y picante, pero que desaparece con la cocción volviéndose dulce.

### **Raíz**

El sistema radical es fibroso, ramificado y extendido más bien superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m. de profundidad. Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal que permita una adecuada formación de raíces y de rizomas.

A partir de los primeros estados de desarrollo, y hasta el momento en que comienza la formación de tubérculos, las raíces presentan un rápido crecimiento.

### **Inflorescencia y flor**

**Duran (2005)** señala que, la **Mashua** posee flores solitarias de distintos colores que van desde el anaranjado hasta el rojo oscuro. El número de estambres varía de 8 a 13, y el tiempo que permanece abierta oscila entre 9 y 15 días.

### **Taxonomía:**

En el Perú la Mashua cultivada presenta una gran diversidad de especímenes; entendiéndose por la Mashua cultivada a todas sus plantas cuyos tubérculos se utilizan para diversos fines alimenticios, agroindustriales y medicinales; la

Mashua cultivada o Mashua común, se conoce con el nombre Linneano general de *Tropaeolum tuberosum*.

**Variedades:**

**Álvarez (1986)** menciona que, han reconocido más de 100 variedades de Mashua. Existen colecciones de germoplasma en Ecuador y Perú. Por el color se reconocen muchas variedades como: Occe añu, yana añu, puca añu, yurac añu, ckello añu o sapallu añu, checche añu y muru añu. Existen 44 variedades las más conocidas son: zapallo añu, zanahoria, huaca huaca, toquilpo, petiqueña, moro petiqueña, mechi sunja.

Se han reconocido más de 100 variedades de mashwa. Existen colecciones de germoplasma en Ecuador y Perú. Por el color se reconocen muchas variedades como: blanca, amarilla, chaucha, morada y zapallo.

La mashwa blanca es una variedad rara, pequeña y precoz, la Mashua amarilla tardía, es la más difundida y alcanza un tamaño mayor que la amarilla chaucha, para la cual señalan virtudes medicinales, por lo que se la utiliza contra el "mal de orina" (próstata).

**Tabla 01. Nombres Varietales de Mashuas.**

Name	Tuber Attributes	SOURCE
Occe-Añu	Leaden	Herrera 1941
Yana-Añu	Black	Herrera 1941
Checche-Añu	Grey	Herrera 1941
Ckello-Añu, Kello-Añu	Yellow	Herrera 1941
Muru-Añu	Purple	Herrera 1941
Phutilla-Añu	Red	Hermann and cruz 1991
Puca-Añu	Red	Herrera 1941
Yana-Añu	Black	Hermann and cruz 1991
Yurac-Añu	White	Herrera 1941
Zanahoria-Añu	Like A Carrot	Hermann and cruz 1991
Zapallo-Añu	Like A Pumpkin	Herrera 1941
Quillu-Mashua	Yellow	Espinosa <i>et al.</i> 1997
Putsu-Mashua	Yellow Background Covered In Pink Strips	Espinosa <i>et al.</i> 1997
Sucusu-Mashua	Yellow Background	Espinosa <i>et al.</i> 1997

92

	Covered In Pink Strips	
Mashua -Yanasaco	Black	Espinosa <i>et al.</i> 1997
Mashua-Chaucha	Early-Maturing	Tapia <i>et al.</i> 1996
Mashua-Shira	Yellow With Purple Dots	Tapia <i>et al.</i> 1996
Mashua-Zapallo	Yelow And Red	Tapia <i>et al.</i> 1996
Mashua.Zapallo	Yellow	Tapia <i>et al.</i> 1996
Sangre De Cristo	Yellow Background	Tapia <i>et al.</i> 1996
Yawar Waqac	Yellow Background	Hermann and Cruz 1991
Huaka Hasta Or Huagra	Long Curved	Hermann and Cruz 1991
Kella Añu	Foetid Smell	Hermann and Cruz 1991
Take-Añu Or Taqui -Añu	Good For Storage	Hermann and Cruz 1991
Kita-Añu	Wild Mashua	Herrera 1941
Añu-Añu	Wild Mashua	Herrera 1941

**Fuente:** Gaspar (1998).

**Ventajas:**

Muy bien rendimiento.

No ataca ninguna enfermedad.

Si usa medicinalmente para la próstata, riñon, alergia, planificación familiar.

**Desventaja:**

No es comerciable en el mercado.

No tiene precio fijo.

Rasgos irrelevantes para la producción, pero que sirven para identificar cultivares, son el color de las flores, la rugosidad de la epidermis y la profundidad de los ojos. Los cultivares modernos suelen ser de forma redondeada, con la piel amarilla o rosada, la pulpa blanca o amarilla y los ojos poco profundos. En los países altiplánicos de origen del cultivo también se conocen variedades tradicionales con estas formas, pero además, existen muchas otras de piel púrpura, azul o bicolor, de carne azulada, violeta o amarilla y de formas alargadas, curvas o casi esféricas.

**Condiciones de cultivo**

**UNESCO (1973)** menciona que, las condiciones de cultivo, varían de una variedad a otra, pero por lo general prefiere suelos ricos en humus, sueltos y arenosos. Su

cultivo es similar al de la papa. Se le cosecha entre los 6 y 8 meses. Los tubérculos se pueden almacenar hasta seis meses en lugares fríos y ventilados. Es de alta productividad y crece mejor entre los 2,400 y 4,300 m.s.n.m. A continuación se brindan precisiones sobre las necesidades o requerimientos del cultivo de Mashua.

### **Fotoperiodo**

Con respecto a la respuesta a la longitud del día o fotoperiodo, la misma depende de la subespecie y variedad considerada. Algunas accesiones requiere para desarrollar su área foliar de fotoperiodo largo (más de 14 horas de luz) y en su proceso de tuberización (formación y engrosamiento de los tubérculos), de fotoperiodo corto (menor de 14 horas de luz). Bajo condiciones de día corto (latitudes cercanas a la línea ecuatorial) las plantas de *Mashua* muestran una tuberización temprana, los estolones son cortos y el follaje permanece reducido.

### **Luz**

La intercepción de luz por el cultivo depende de la intensidad lumínica, de la arquitectura del follaje (planófila o erectófila), de la edad de las hojas y del porcentaje de suelo cubierto por el follaje. El proceso fotosintético se efectúa cuando los rayos de sol incidan sobre la totalidad de las hojas verdes y no sobre el suelo desnudo. Hojas más viejas fotosintetizan menos que las muy jóvenes. En los cultivos con baja densidad de plantación (menos de 35.000 plantas/ha) no se produce competencia entre plantas, pero parte de la luz se pierde porque no toda el área de suelo está cubierta de follaje. Ello estimula a una mayor producción por planta y a un mayor tamaño de sus tubérculos.

### **Temperatura:**

**Kalliola (1990)** afirma que, el tubérculo en latencia, inicia su brotación y emergencia en forma lenta a 5 °C y se maximiza a los 14 – 16 °C. Esto es importante al considerar la época de plantación ya que esta se debe iniciar cuando la temperatura del suelo haya alcanzado por lo menos 7-8° C. La respuesta fotoquímica a la temperatura tiene estrecha relación con la intensidad lumínica.

El área adecuada para el cultivo de la mashwua, es la misma que se requiere para el cultivo de la papa, es decir con una temperatura media anual que fluctúe entre los 6° y 14° Celsius, con una precipitación lluviosa de alrededor de 700 a 1200 milímetros anuales (7 000 a 12 000 metros cúbicos de agua por ciclo).

Durante el desarrollo del cultivo la planta forma su área foliar profusamente a temperaturas de 20 – 25 °C. Temperaturas sobre los 37 °C afectan el proceso fotosintético al aumentar excesivamente la respiración.

### **Desarrollo del cultivo**

**Villarol (2001)** menciona que, una vez emergida la planta, y hasta que el follaje cubre todo el terreno disponible, la fotosíntesis neta conseguida es usada para el crecimiento general de la planta, tanto su parte aérea como radicular y estolonífera. Dicho desarrollo es de alta intensidad en el uso de nutrientes. Prácticas agronómicas tendientes a lograr una mayor densidad de plantación, suministro adecuado de nutrientes, abastecimiento oportuno de agua, clima con temperaturas de 18 a 25 °C y una alta intensidad lumínica, favorecerán un desarrollo óptimo de esta etapa. Después de la emergencia la parte aérea y las raíces se desarrollan simultáneamente. El crecimiento de los tubérculos puede iniciar lentamente a las 2-4 semanas después de la emergencia y continúa en forma constante a través de un largo periodo.

### **Plagas y enfermedades**

**Cisneros (1992)** afirma que, el Manejo Ecológico de Plagas (MEP), es una práctica esencial para prevenir que estas hagan daño a los cultivos y a la economía de los productores.

La mejor manera de prevenir que las plagas hagan daño al cultivo de la Mashua, es proporcionando a este una fertilización balanceada, a base de abonos orgánicos sólidos como líquidos.

Cuando las plagas se presentan, hay diversos métodos de manejo de las plagas, con los cuales se pueden establecer diversas estrategias que conlleven a prevenir o a controlar el ataque de las plagas, sin contaminar el ambiente, ni impactar negativamente contra la salud de los agricultores y los consumidores. Entre estos métodos, se encuentran los siguientes:

- **Para el manejo de los insectos plaga**

**Cerrate (1981)**, menciona que los principales insectos plaga identificados por los agricultores en este cultivo, son el cutzo, el gusano trozador y el gusano cortador "chuclucuru" que suele atacar a las raíces, provocando el verde amiento y/o un alargamiento de los tubérculos. La incidencia de estos insectos no es mayormente significativa, pero si se presentara con características de plaga, se puede recurrir a los controles que se indican a continuación:

**Insectos que atacan al follaje**

**Gusanos de la hoja.**

Realizar aspersiones foliares cada 8 a 15 días a base de *Bacillus thuringiensis* (2 a 3g/litro de agua). Extracto de Neem (5 a 7 cc/litro de agua).

**Insectos del suelo**

**Gusano Trozador y Cutzos**

**C.I.P. (1997)** menciona que, realizara aplicaciones de cebos a base de una mezcla de Thu ricide, Dipel, Javelin (*Bacillus thuringiensis*), 4 a 6 gramos/litro de agua + 200 cc de melaza/ litro de agua + 4kg de salvado de trigo. El cebo se pone en pequeñas cantidades en la base de la planta.

- **Para el manejo de las enfermedades**

**Roya.**

**Cisneros (1992)** determina que, al realizar aspersiones foliares cada 8 a 15 días, a base de Sulfato de Cobre pentahidratado (Phyton: 1.5 gramos/litro de agua), Hidróxido de Cobre (Kocide101, 2.50 g/litro de agua, o una dilución conidial a base de *Trichoderma viride* o *Trichoderma harzianum* (Concentración 4x 10<sup>8</sup> conidios/gramo de sustrato), en una dosis de 2.5 gramos/litro de agua.

### **Hierbas Indeseadas o Malezas**

**Cisneros (1992)** afirma que, las deshierbas se harán manualmente y se aprovechará esta labor para escarificar el suelo (labor de rascadillo) a fin de evitar la aparición de malezas y la eliminación de insectos plaga y patógenos.

### **Características Morfológicas**

**Arbizu (1994)** menciona que, se han efectuado numerosas colecciones, a nivel nacional. En los últimos años, especialistas de la Universidad de Turku, Finlandia, han reunido material, de cultivo de olluco y Mashua. El Proyecto Raíces y Tubérculos Andinos del Centro Internacional de la Papa ha revisado los avances logrados y está apoyando la evaluación del material colectado con el propósito de establecer mejores criterios de selección.

**Gaspar (1998)** menciona que, las características morfológicas de 10 eco tipos de Mashua. Al observar más de 600 flores encontró que la mitad tiene flores con 8 estambres, un 25% con 9 estambres y el otro 25% varía entre 10 a 13 estambres. El tiempo de duración de la flor abierta es entre 9 y 15 días.

**Barriga (2003)** menciona que, en la actualidad se está estudiando los cloroplastos dentro de las células guardas.

**León (1968)** señala que, es difícil establecer el área de origen de cada una de estas especies. Según la variación genética actual podría indicarse que en el caso del *Tropaeolum sp* es más complicada la definición de su centro de origen, ya que se encuentra homogéneamente distribuido en todos los Andes y se han encontrado formas silvestres muy semejantes a las plantas cultivadas en diversas zonas.

### **Importancia de los estudios citológicos y genéticos**

**Anderson (1991)** afirma que, los cómputos cromosómicos en el cultivo de Mashua establecieron el número básico de  $x = 12$ . Las formas cultivadas muestran ser tetraploides ( $2n = 4x = 48$ ). No se conoce la frecuencia de diploides, triploides y tetraploides. Tampoco se sabe el flujo de genes que podría estar ocurriendo.

**Cerrate (1981)** afirma que, el número de semillas suficientes para conservar la variabilidad filogenética del germoplasma es todavía un tema de discusión, pero mientras más grande sea la muestra mayor es la posibilidad de mantener la variabilidad de una población. el número requerido es de 2,500 semillas o más.

**Cortés (1976)** afirma que, el gran valor estratégico y económico que ha adquirido los recursos genéticos, ha sido consecuencia del rápido desarrollo de la biotecnología y el nuevo orden económico mundial; este nuevo orden ha introducido cambios esenciales en los derechos de la Propiedad Intelectual, en el pasado, estos derechos pertenecían a los inventos tecnológicos que mayoritariamente eran industriales, que se hacían cómo con reconocimiento a los derechos de autor sobre los inventos que son producto del intelecto.

#### **Diversidad de especies nativas**

**Franco (1989)** afirma que, la Mashua cultivada, al igual que el ulluco y oca, se han recolectado ampliamente en el Perú, Ecuador y Bolivia durante los últimos 10 años. Las colecciones de campo del Perú, mantenidas y evaluadas en Ayacucho, Cajamarca, Huancayo, Cuzco y Puno, sobrepasan las 300 accesiones. Muchas de ellas se mantienen in vitro en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Nacional Mayor San Marcos, en Lima; la colección de campo de Mashua ecuatoriana se mantiene y evalúa en la estación experimental de santa catalina de Quito.

**Monteros (1996)** determinó que, seis morfo tipos representativos en la colección de INIAP con colores que van del amarillo pálido al purpura. El principal constituyente secundario de la Mashua es el glucosinolato, meta bolitos biológicamente activos que pueden darle un uso medicinal a esta especie.

**Rea (1980)** afirma que, el género *Tropaeolum* es de amplia distribución geográfica y parece ser muy variable. Se estima que hay 50 especies en México, América Central y del Sur. Especies silvestres de Mashuas en el Perú pueden encontrarse en las «lomas» de la costa, en la ceja de selva y, en forma simpátrica, con la Mashua cultivada en los Andes. (*Tropaeolum ornamentales*) pueden hallarse en jardines de la costa y de los Andes.

## 2.2. Bases teóricas.

### 2.2.1. Mashua

**Cárdenas (1958)** menciona que, es una planta de fácil cultivo que puede ser cosechada a los 6 u 8 meses de su siembra, y crece en suelos pobres y no requiere del uso de fertilizantes ni pesticidas, es resistente a las heladas, y en estado natural es capaz de repeler insectos y nemátodos. Los tubérculos pueden ser almacenados hasta seis meses en lugares fríos y ventilados, inclusive pueden ser guardados bajo el suelo para ser extraído cuando se necesiten. El cultivo de la Mashua es muy productivo, pudiendo llegar a rendir hasta 25 t/ha. Se cuenta 36 entradas, se ha agrupado en 7 grupos, de ellos sobresalen los tipos "Zapallo" o "Sapallo" y "Zanahoria", por su capacidad productiva.

### 2.2.2. Clasificación taxonómica:

Según **Ferreira (1986)**, la Mashua tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Tropaeolaceae
Género:	<i>Tropaeolum</i>
Especie:	Tuberosum

### 2.2.3. Morfología Vegetativa

**Villarreal (1991)** afirma que, es una planta herbácea, de tallos cilíndricos y hábitos rastreros como el mastuerzo . Tiene crecimiento erecto cuando es

tierna y de tallos postrados con follaje compacto cuando madura. Las hojas son delgadas de color verde oscuro brillante. Los tubérculos son cónicos y alargados con un ápice.

#### **2.2.4. Morfología de la hoja:**

**Gaspar (1998)** determina que, esta planta posee un follaje compacto, con hojas de color verde oscuro en el haz y más claras en el envés. Las hojas tienen lámina redondeada y el peciolo inserto centro.

#### **2.2.5. Cloroplastos**

**Carrasco (1982)** los cloroplastos son orgánulos aún mayores y se encuentran en las células de plantas y algas, pero no en las de animales y hongos. Su estructura es aún más compleja que la mitocondrias: además de las dos membranas de la envoltura, tienen numerosos sacos internos formados por membrana que encierran el pigmento verde llamado clorofila. Desde el punto de vista de la vida terrestre, los cloroplastos desempeñan una función aún más esencial que la de las mitocondrias; en ellos ocurre la fotosíntesis; esta función consiste en utilizar la energía de la luz solar para activar la síntesis de moléculas de carbono pequeñas y ricas en energía, y va acompañado de liberación de oxígeno. Los cloroplastos producen tanto las moléculas nutritivas como el oxígeno que utilizan las mitocondrias. Los cloroplastos son un tipo de plastos, orgánulos exclusivos de las células vegetales. Tienen una forma alargada y presentan una organización similar a la de las mitocondrias. Su importancia se debe a que son los orgánulos donde se realiza la fotosíntesis.

##### **2.2.5.1 Morfología**

Según **Tineo (1993)**:

- De color verde.
- Visibles al microscopio óptico, algo más grandes que una mitocondria, tamaño oscila entre 10 a 20  $\mu\text{m}$ .
- Forma: plantas superiores : usualmente discoidal.

### 2.2.5.2 Estructura de los Cloroplastos

Los cloroplastos son orgánulos exclusivos de las células vegetales. En ellos tiene lugar la fotosíntesis, proceso en el que se transforma la energía lumínica en energía química, almacenada en moléculas de ATP y moléculas reductoras (NADPH), que se utilizarán posteriormente para sintetizar moléculas orgánicas.

Tienen una organización muy similar a la de la mitocondria, aunque es de mayor tamaño y tiene un compartimento más, porque presenta un tercer tipo de membrana.

Presentan tres sistemas de membranas, dos de los cuales forman la envoltura externa. Estas membranas son:

- **La membrana externa:** que contiene porinas que le proporcionan una gran permeabilidad.
- **La membrana interna:** menos permeable. Junto con la membrana anterior forma la envoltura externa.
- **La membrana tilacoidal:** se localiza en el interior del cloroplasto y está altamente plegada para formar los tilacoides. Estos se apilan unos sobre otros para formar grana. En esta membrana se localizan los fotosistemas, responsables de la captación de la energía solar, los componentes de una cadena de transporte electrónico y una ATP sintasa. Esta membrana es muy fluida debido a que contiene una elevada proporción de ácidos grasos.

El cloroplasto presenta tres compartimentos diferentes: un espacio intermembranoso, un espacio interno, ocupado por el estroma o matriz del cloroplasto, y un espacio tilacoidal.

**El espacio intermembranoso:** se localiza entre las dos membranas que constituyen la envoltura externa del cloroplasto, y posee una composición semejante a la del citosol.

**El estroma:** está situado entre la membrana interna y la membrana tilacoidal.

En él se encuentran ribosomas, enzimas, varias moléculas de ADN, distintos tipos de ARN, gránulos de almidón y gotas de lípidos.

**El espacio tilacoidal: Talledo, 1995;** menciona que corresponde al espacio interno de los tilacoides que, al estar interconectados, delimitan un único compartimiento común.

### 2.2.6 Ploidía

**Monteros (1996)** afirma que, la ploidía es el número de juegos completos de cromosomas en una célula biológica. En el ser humano, las células somáticas que componen el cuerpo son diploides (con dos juegos completos de cromosomas, una serie derivada de cada uno de los padres), pero las células sexuales (óvulo y espermatozoides) son haploides. En cambio, tetraploide (cuatro juegos de cromosomas) es un tipo de poliploidía y es común en las plantas.

Todas las plantas y muchos hongos y algas, cambian entre una haploide y una diploide estado (que puede ser poliploides), con una de las etapas destacó sobre el otro.

A esto se le llama alternancia de generaciones. La mayoría de las algas y hongos son haploides durante las principales etapas de su ciclo de vida.

## 2.3 Hipótesis

Existe la variabilidad entre el número de cloroplastos en las hojas y el rendimiento del tubérculo en los 52 accesiones de Mashua (*Tropaelum tuberosum* Mol.).

## 2.4 Variables de Estudio.

Variable Independiente: Número de cloroplastos.

Variables Dependientes: Rendimiento de tubérculo.

## CAPITULO III: Metodología de Investigación

### 3.1. **Ámbito de estudio**

#### 3.1.1. **Ubicación política**

El presente trabajo de investigación de campo se desarrolló en el Centro Poblado de Añancusi distrito, provincia y Región de Huancavelica, Provincia de Huancavelica, Distrito de Acoria, en el centro Poblado de Añancusi.

Departamento	: Huancavelica
Provincia	: Huancavelica
Distrito	: Acoria
Lugar	: Centro Poblado Añancusi

#### 3.1.2. **Ubicación Geográfica:**

Altitud	: 3436 m.s.n.m.
Latitud sur	: 12° 45'30" de la línea ecuatorial
Longitud oeste	: 70° 30'12" del meridiano de Greenwich

#### 3.1.3. **Factores Climáticos**

Temperatura promedio	: 12°C
Humedad relativa	: 70%
Precipitación promedio anual	: 600 - 850 mm.

**3.2. Tipo de Investigación:** El presente trabajo de investigación fue básico.

**3.3. Nivel de Investigación:** El nivel de investigación fue descriptivo.

**3.4. Método de Investigación:** Método de investigación es el Método Científico; y la metodología del estudio es lo propuesto por **(Talledo, 1993)**.

**3.5. Diseño de Investigación:** Cuasi experimental no existe distribución en bloques, por no tener un grado de distribución uniforme de los datos, nos apoyaremos en la estadística descriptiva.

**3.6. Población, Muestra, Muestreo.**

- 52 accesiones.
- Muestra.
- Hojas
- Raíces.

### 3.6.1 Muestra

Se utilizaron 52 accesiones como muestra.

### 3.6.2 Técnicas de Muestreo

El criterio utilizado para el muestreo fue no probabilístico y estuvo en función a los objetivos establecidos en el proyecto, por tanto se trabajó con las accesiones de la colección Nacional de INIA; es como se detalla:

**Primero:** se dividió imaginariamente la planta en tres secciones (tercio basal, tercio medio y tercio superior).

**Segundo:** se coleccionó los folíolos del tercio medio y tercio superior, con su respectivo código.

**Tercero:** se procedió a almacenar y transportarlo al laboratorio.

## 3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

El criterio utilizado para el muestreo será probabilístico y estará en función a los objetivos establecidos en el proyecto, por tanto se trabajará con recolecciones de Accesiones de Mashua de colección nacional realizadas.

### **Colección de hojas y tubérculos de los diferentes accesiones de Mashua.**

#### **Herramientas:**

- Bisturí
- Cuadros de trabajo
- Fichas
- Descriptores
- Bolsas de colección.
- Lampa.
- Balanza
- Cajas
- etc.

### **3.8 Procedimiento de Recolección de Datos.**

#### **3.6.1. Propuesto por Huamán (1995):**

1. Recolecte folíolos terminales de varias hojas de la misma planta.
2. Sumérjalos en alcohol etílico al 70% por una hora.
3. Seque un folíolo con papel filtro.
4. Coloque una parte del folíolo en un vidrio de reloj y añada una o dos gotas de una solución de yoduro de potasio y yodo (KI-I) por cinco minutos . Luego corte con los dedos el folíolo por el envés en las zonas próximas a las nervaduras para obtener tejidos epidérmicos.
5. La solución KI-I se prepara mezclando 1g de yodo y 100 ml de alcohol al 80%.
6. Corte la epidermis sobre un portaobjeto y añada una gota de glicerina. Coloque el cubreobjetos y observe al microscopio.
7. El conteo de cloroplastos se realiza en las células guardia de los estomas su número dará una indicación del nivel de ploidia.
8. Para determinaciones rápidas se pueden omitir los pasos 2 y 3. Una vez obtenida la epidermis de los folíolos , colóquela en el portaobjeto sobre una gota de la solución KI-I Tape con el cubreobjetos y observe al microscopio.

### **3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.**

Los datos obtenidos del número de cloroplastos; fueron clasificados, ordenados de accesoión, cuya información se recopiló y analizó, en la Escuela Académico Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Huancavelica.

- Excel.
- Frecuencia de datos.
- Saz.

#### **3.9.1 Materiales, Insumos y Equipos**

Se utilizaron los siguientes:

Materiales	Insumos	Equipos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porta y cubre</li> <li>• objetos</li> <li>• Bisturí</li> <li>• Vaso de precipitación</li> <li>• Estilete</li> <li>• Pico, azadón</li> <li>• Etiquetas</li> <li>• Pulmones, papeles</li> <li>• Lapicero de tinta indeleble</li> <li>• Wincha, cordel</li> <li>• Bandejas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Epidermis de la hoja</li> <li>• Yugol ( I. K.)</li> <li>• Ácido acético glacial.</li> <li>• Alcohol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mochila pulverizadora</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Calculadora</li> <li>• Computadora</li> <li>• Microscopio electrónico</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.9.2 Material experimental

El material que se instalo fue de la colección Nacional de Mashua recolectados por INIA, después de la siembra se tomaron las muestras de la hoja de las accesiones, extrayendo la epidermis para su próxima observación de los cloroplastos dentro de las células guardias que en seguida fueron fotografiada.

### 3.9.3 Metodología

#### 3.9.3.1 Procedimiento de Recolección de Datos

##### Siembra:

La siembra, se realizó de una manera tradicional (chakmeo) con todas las accesiones propuestas, se sembró un surco con a 03 golpes por accesión y cada uno con sus respectivos abonos orgánicos para el buen desarrollo del cultivo.

**Colección de hojas:**

La colección de hojas se dio en horas de la mañana por la buena obtención de luz natural, se extrajo del tercio medio y se marcó para su reconocimiento en la cosecha.

**Identificación:**

Se identificaron las muestras para su respectiva evaluación

**Preparación de la muestra:****Fijación de muestra:**

En primer lugar, con una pinza se extrae la epidermis en vez de foliolo, luego colocar en el porta objeto y cortar la epidermis de 0.25 centímetro cuadrado; se hace la fijación empleando ácido acético glacial.

**Tinción**

Se aplicó una gota de I.K (lugol) en la epidermis realizando el teñido y en seguida se cubrió la muestra para su observación en el microscopio.

**Observación**

La observación se hizo con el microscopio binocular, a un aumento de 40x veces su tamaño normal.

**Conteo:**

Se contó los cloroplastos que tienen cada célula guarda de los estomas tres repeticiones.

## CAPITULO IV: Resultados.

### 4.1. Presentación de Resultados

#### 4.1.1. Distribución del Número de Cloroplastos

Presente trabajo de investigación, realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Académico Profesional de Agronomía; consistió en determinar el número de cloroplastos, obtenidos de 52 accesiones de Mashua. Se distribuyó en 10 clases según el número de cloroplastos en 52 accesiones de la Colección Nacional de Mashua. En la Figura 01 se muestra la distribución del número de cloroplastos en 52 accesiones de Colección Nacional de Mashua, y se observan 10 clases, siendo el límite inferior 5.7 cloroplastos y el límite superior 11.5 cloroplastos; de acuerdo a esto, probablemente pueda existir alguna variación a nivel de poliploidia, ya que esta dispersión de los datos en cuanto al número de cloroplastos, y puede advertir también que existe cierta dispersión a nivel de cromosomas.

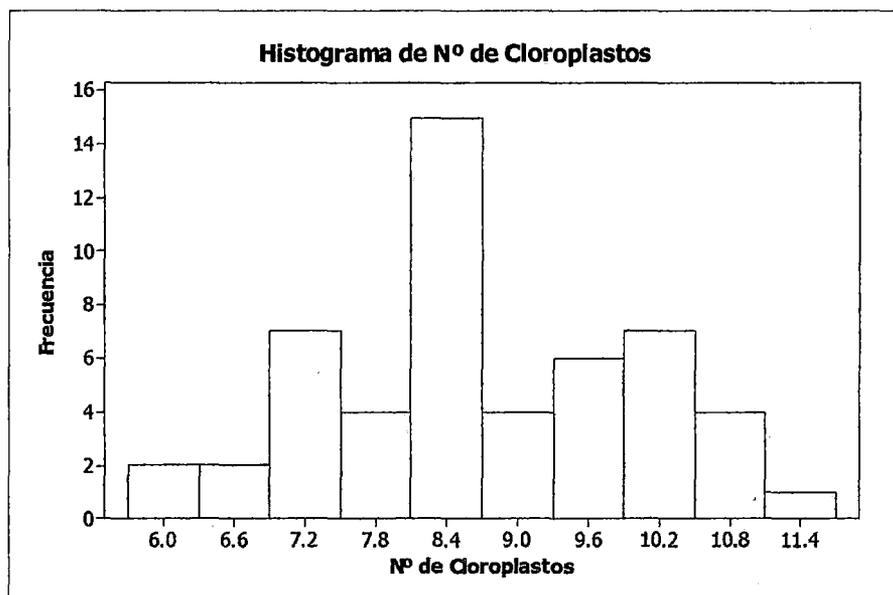
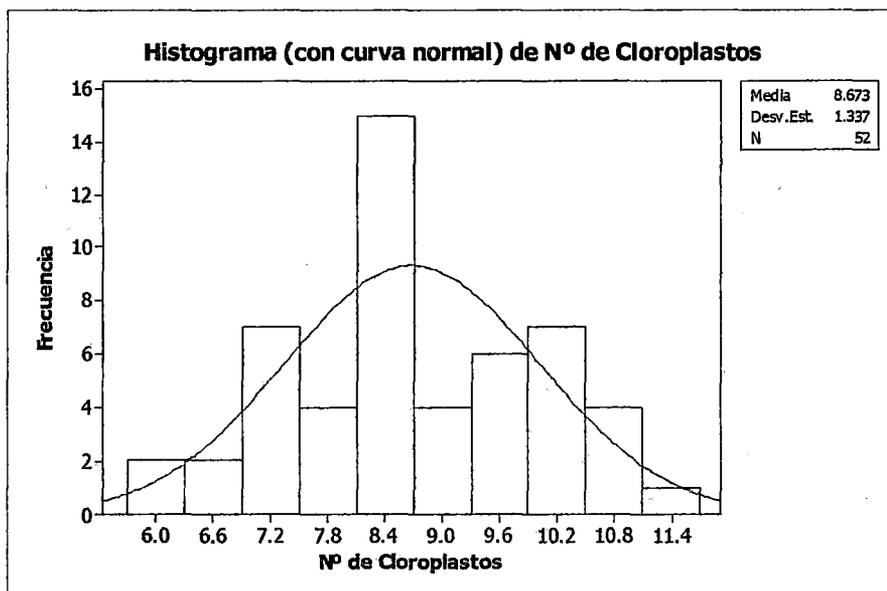


Figura 01. Histograma de Número de Cloroplastos.

La distribución normal del número de cloroplastos, tiene una desviación estándar de 1.337 cloroplastos; y un coeficiente de variabilidad de 15.41%, demostrándose datos medianamente homogéneos, ya que las hojas que se recolectaron entre las 10 a. m. y 12 m.

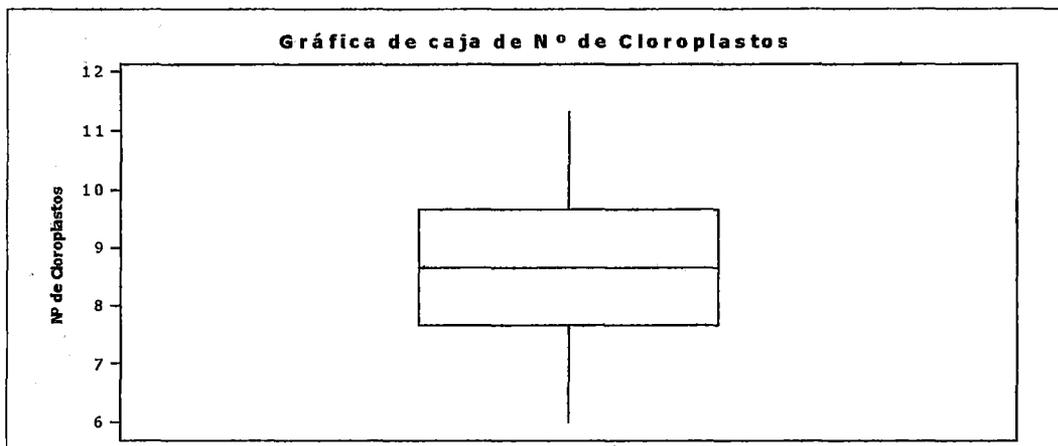


**Figura 02. Distribución normal del número de cloroplastos de 52 accesiones de Mashua a nivel nacional.**

En la Figura 03 se puede, dividir los datos colectados, en cuatro partes "cuartiles", ya que estos datos tienen una cierta dispersión. La conformación de cuartiles puede ayudar a relacionar estos cuatro grupos de números de cloroplastos con 4 grupos de cromosomas, evidenciando así la poliplidia que puede existir en el cultivo de Mashua.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Q1 = 7.66667, Mediana = 8.6667, Q3 = 9.6667, Bigotes en 6 y 11.33, N=52



**Figura 03. Evaluación de cuartiles en 52 accesiones de Mashua.**

En la Tabla 02, se observa que según el ANVA realizado, que existe evidencia estadística para afirmar, que los cuatro grupos de accesiones encontrados en la distribución del número de cloroplastos ( $p < 0.000$ ), y en la Tabla 07 del Anexo 01, se presentan las comparaciones múltiples, por el método de Tukey, los cuales indican diferencias significativas entre todos las accesiones de mashua, con un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 01. Análisis de Varianza de Número de Cloroplastos 4 grupos de accesiones de Mashua.**

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	p
Inter-grupos	273.660	51	5.366	9.848	0.000
Error	56.667	104	0.545		
Total	330.327	155			

**4.1.2. Relación del Rendimiento de Tubérculos con el Número de Cloroplastos**

Para poder relacionar el Rendimiento de Tubérculos con el Número de Cloroplastos, se tuvo en cuenta la distribución por cuartiles del número de cloroplastos; siendo los grupos formados los siguientes:

**Cuartiles                      Rango de número de cloroplastos**

Primer Cuartil                       $Q1 = \leq 7.6667$

Segundo cuartil	$Q2 = >7.6667 \cup \leq 8.6667$
Tercer Cuartil	$Q3 = > 8.6667 \cup \leq 9.6667$
Cuarto Cuartil	$Q4 = > 9.6667$

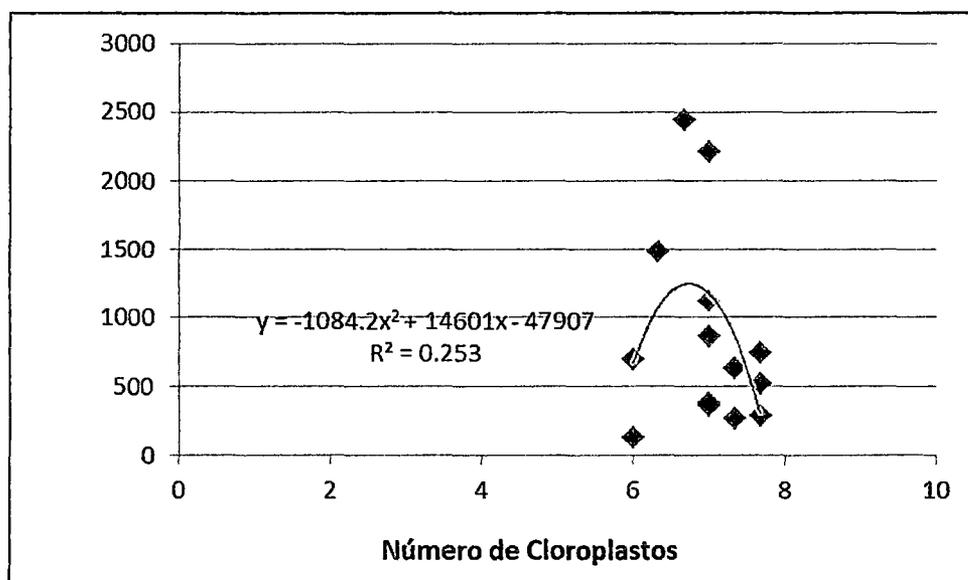
En la Tabla 03, se observan los datos ordenados del número de cloroplastos y rendimiento en el primer cuartil, que serán relacionados para determinar el grado de correlación que se tiene entre ambos datos, siendo la variable independiente el número de cloroplastos y la variable dependiente el rendimiento de tubérculos de mashua.

**Tabla 02. Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el primer cuartil.**

Accesiones	Nº Cloroplastos	Rendimiento (g)
RIP12	6.000	695.000
RIP16	7.667	523.333
RIP17	7.333	626.667
RIP18	7.000	363.333
RIP20	7.667	291.667
RIP21	7.333	271.667
RIP23	7.000	2206.667
RIP26	7.000	1120.000
RIP27	6.333	1476.667
RIP35	7.667	743.333
RIP38	7.000	865.000
RIP40	7.000	385.000
RIP42	6.000	128.333
RIP43	6.667	2443.333

En la Figura 04, se muestra el comportamiento del rendimiento de tubérculos en función del número de cloroplastos, y es claro que no existe relación entre las variables, debido a su bajísimo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.253$ ) el cual es muy cercano a cero. Por ello, se

concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en el primer cuartil.



**Figura 04. Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos del primer cuartil.**

En la Tabla 04, se observan los datos ordenados del número de cloroplastos y rendimiento en el segundo cuartil, que serán relacionados para determinar el grado de correlación que se tiene entre ambos datos, siendo la variable independiente el número de cloroplastos y la variable dependiente el rendimiento de tubérculos de mashua.

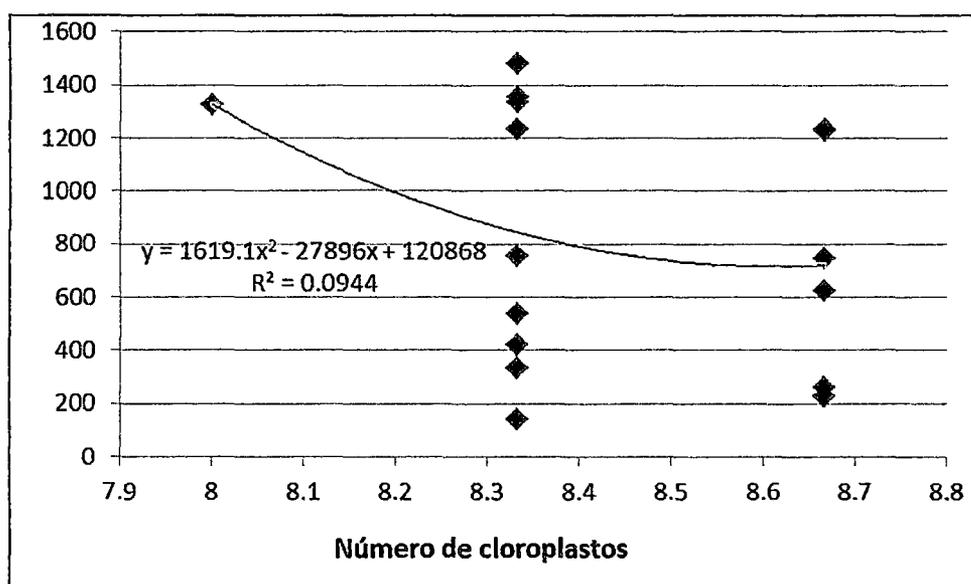
**Tabla 03. Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el segundo cuartil.**

Accesiones	Nº Cloroplastos	Rendimiento (g)
RIP5	8.333	756.667
RIP9	8.333	1481.667
RIP10	8.667	261.667
RIP11	8.333	141.667
RIP15	8.667	226.667
RIP19	8.333	1233.333

72

RIP33	8.333	1355.000
RIP36	8.333	421.667
RIP39	8.333	333.333
RIP44	8.667	1233.333
RIP45	8.333	1333.333
RIP47	8.667	626.667
RIP48	8.667	1228.333
RIP50	8.333	536.667
RIP51	8.000	1326.667
RIP52	8.667	743.333

En la Figura 05, se muestra el comportamiento del rendimiento de tubérculos en función del número de cloroplastos, y es claro que no existe relación entre las variables, debido a su bajísimo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.0944$ ) el cual es muy cercano a cero. Por ello, se concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en el segundo cuartil.



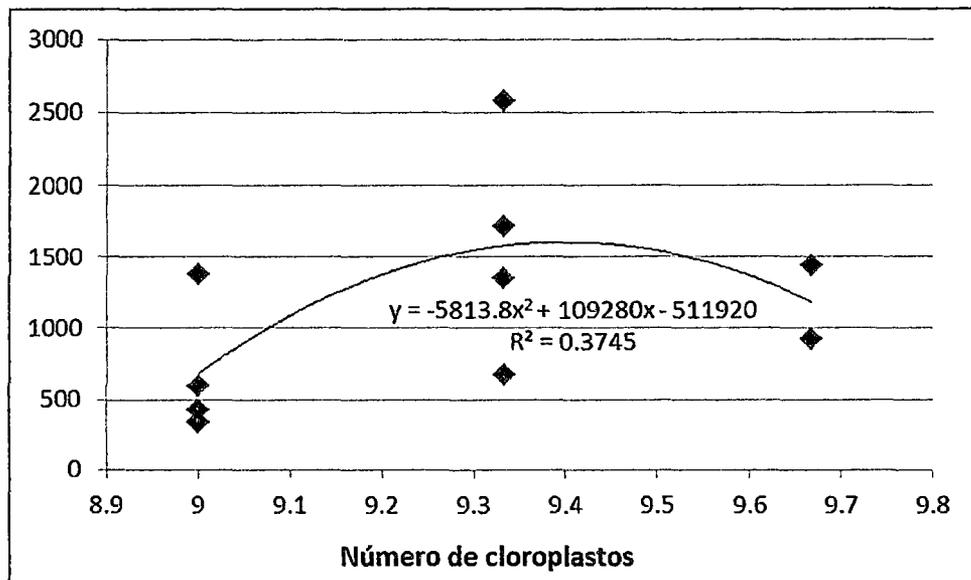
**Figura 05. Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos del segundo cuartil.**

En la Tabla 05, se observan los datos ordenados del número de cloroplastos y rendimiento en el tercer cuartil, que serán relacionados para determinar el grado de correlación que se tiene entre ambos datos, siendo la variable independiente el número de cloroplastos y la variable dependiente el rendimiento de tubérculos de mashua.

**Tabla 04. Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el tercer cuartil.**

Accesiones	Nº Cloroplastos	Rendimiento (g)
RIP6	9.333	1353.333
RIP7	9.000	1376.667
RIP14	9.000	421.667
RIP22	9.000	593.333
RIP25	9.333	1716.667
RIP30	9.000	335.000
RIP32	9.333	671.667
RIP34	9.333	2575.000
RIP41	9.667	925.000
RIP46	9.667	1443.333

En la Figura 06, se muestra el comportamiento del rendimiento de tubérculos en función del número de cloroplastos, y es claro que no existe relación entre las variables, debido a su bajísimo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.3745$ ) el cual es muy cercano a cero. Por ello, se concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en el tercer cuartil.



**Figura 06. Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos del tercer cuartil.**

En la Tabla 06, se observan los datos ordenados del número de cloroplastos y rendimiento en el cuarto cuartil, que serán relacionados para determinar el grado de correlación que se tiene entre ambos datos, siendo la variable independiente el número de cloroplastos y la variable dependiente el rendimiento de tubérculos de mashua.

**Tabla 05. Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el cuarto cuartil.**

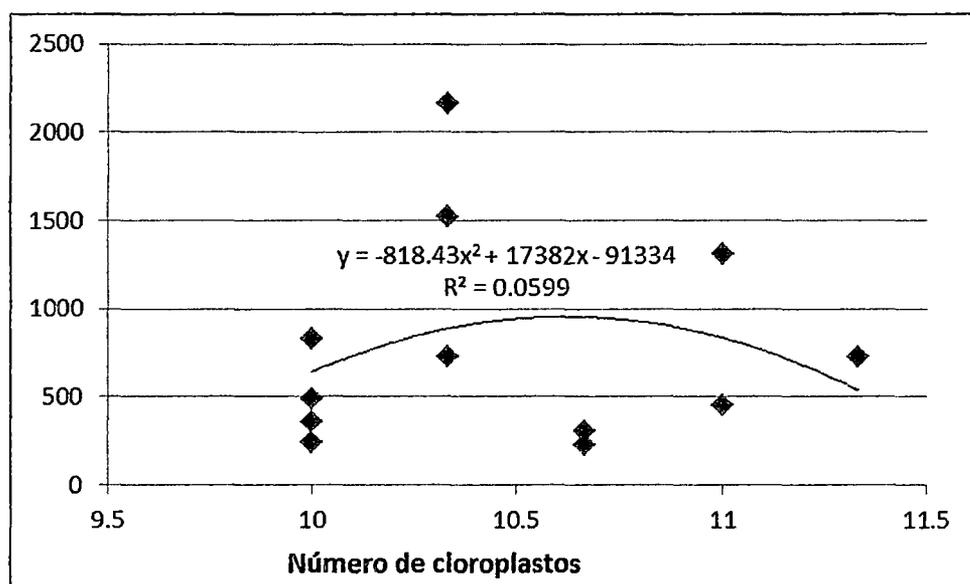
Accesiones	Nº Cloroplastos	Rendimiento (g)
	10.000	243.333
	10.333	726.667
	11.333	725.000
	10.667	305.000
	10.333	2165.000
	11.000	448.333
	10.667	226.667
	10.333	1521.667
	10.000	490.000

	10.000	830.000
	11.000	1310.000
	10.000	356.667

En la Figura 07, se muestra el comportamiento del rendimiento de tubérculos en función del número de cloroplastos, y es claro que no existe relación entre las variables, debido a su bajísimo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.0599$ ) el cual es muy cercano a cero. Por ello, se concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en el cuarto cuartil.

Como es posible verse, no existe ningún tipo de relación entre las variables número de cloroplastos y rendimiento de tubérculos, que es el punto que se deseaba estudiar principalmente.

Además existen diferencias significativas entre todas las accesiones con respecto a su número de cloroplastos.



**Figura 07. Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos del cuarto cuartil.**

## 4.2. Discusiones

El presente trabajo de investigación, realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Académico Profesional de Agronomía; consistió en determinar el número de cloroplastos obtenidos de 52 accesiones de la Colección Nacional de Mashua y se distribuyó en diez 10 clases según el número promedio de de cloroplastos.

Es preciso señalar que en la región de Huancavelica las accesiones de Mashua no se encuentran aún registradas.

De igual manera, la cantidad de número de cloroplastos de las 52 accesiones de la Colección Nacional de Mashua fluctuaron 5.7 y 11.5.

En la Figura 03 se puede, dividir los datos colectados, en cuatro partes "cuartiles", ya que estos datos tienen una cierta dispersión. La conformación de cuartiles puede ayudar a relacionar estos cuatro grupos de números de cloroplastos con 4 grupos de cromosomas, evidenciando así la poliplidía que puede existir en el cultivo de Mashua.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Q1 = 7.66667, Mediana = 8.6667, Q3 = 9.6667, Bigotes en 6 y 11.33, N=52

El número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos; no presentaron una correlación lineal, según su coeficiente de determinación ( $R^2$ ) el cual fue demasiado bajo y cercano al cero (0), y fue de la siguiente manera: en el primer cuartil ( $R^2 = 0.253$ ), segundo cuartil ( $R^2 = 0.0944$ ), tercer cuartil ( $R^2 = 0.3745$ ) y cuarto cuartil ( $R^2 = 0.0599$ ); los cuales indican que la variable número de cloroplastos no explican los cambios o variaciones del rendimiento de tubérculos, según Montgomery (2004). Es preciso señalar que el mismo autor, asevera que al aumentar el grado de la ecuación polinómica el  $R^2$  aumenta, pero es evidente que si es tan bajo a  $n = 2$ , se puede concluir que no existe relación entre las variables.

Por ello, se concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos.

## CONCLUSIONES

- Se determinaron diez (10) clases, en la cual el límite inferior es de 5.7 y el límite superior es de 11.5 cloroplastos. Estos fueron:

Clases	Número Promedio de Cloroplastos
5.7 a 6.3 primer grupo.	6.0
6.4 a 7.0 segundo grupo.	6.6
7.1 a 7.5 tercer grupo.	7.2
7.6 a 7.9 cuarto grupo.	7.8
8.2 a 8.8 Quinto grupo.	8.4
8.9 a 9.4 Sexto Grupo.	9.0
9.5 a 9.9 Séptimo Grupo.	9.6
10.00 a 10.5 Octavo Grupo.	10.2
10.6 a 11.2 Noveno Grupo.	10.8
11.3 a 11.5 Decimo Grupo	11.4

- Se determinaron los rendimientos de tubérculos de las 52 accesiones de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).
- No existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).

## RECOMENDACIONES

- El presente trabajo de investigación se recomienda realizar con las accesiones netamente de la región Huancavelica debido que no existe un reporte exacto.
- Se recomienda a los investigadores realizar el conteo cromosomas para contrastar con los marcadores moleculares para y tener mayor certeza de la ploidia.
- Orientar las investigaciones hacia la conservación y restauración de los materiales biológicos, de los diferentes lugares de la zona, para evitar su extinción.
- Realizar los trabajos de laboratorio, con mucho cuidado y mayor higiene para una buena obtención de resultados.
- El manipuleo de la epidermis de la hoja debe ser de una manera muy delicada y rápida puesto que es de mayor fragilidad y se oxida rápidamente.
- Después de la adquisición de la hoja del campo de cultivo se trabaja en momentos de una buena obtención de luz y solo se obtiene el material para trabajar durante 24 horas del día puesto que las células de la epidermis de la hoja se deshidratan.

## Referencias Bibliográficas

ÁLVAREZ, A. 1986. Recursos genéticos del centro de investigación en cultivos andinos (CICA). En: III Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz. Bolivia.

ARBIZU, C. 1994. Conservación: Éxito de los recursos genéticos de raíces y tubérculos andinos. En: Resúmenes de trabajos presentados en el VIII congreso internacional de sistemas agropecuarios andinos. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

CÁRDENAS, A. 1958. Informe sobre trabajos hechos sobre oca, ulluco y Mashua. Edi. Bruño. Bolivia. 63 p.

CARRASCO, J. 1982. Carlos Los recursos filogenéticos y la propiedad intelectual, Resumen IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Cuzco - Perú.

CERRATE, A. 1981. Agronomía, mejoramiento genito, semillas e informe de avances de investigación en tarwi. UNALM. Lima. Perú.

CORTES, H. 1976. Evaluación de mutaciones somáticas espontaneas en oca. Publicado por el Centro de Investigaciones en Cultivos Andinos, Universidad del San Antonio de Abad del Cusco. Perú.

CISNEROS, H. 1992. Guía de Investigación CIP 7. El Manejo Integrado de Plagas. Centro Internacional de la papa. Lima. Perú. 38 p.

FERREYRA, R. 1986. Flora del Perú dicotiledóneas Universidad de San Marcos. Lima. Perú.

FRANCO, S. 1989. Catálogo de colecciones de recursos filogenéticos de la sierra norte del Perú. INIA. Cajamarca, Perú.

GASPAR, S. 1998. Caracterización morfológica y nivel de ploidia en cultivares de Oca (*Oxalis tuberosa* M.), papaliza (*Ullucus tuberosum* C.), e Isaño (*Tropaeolum*

*tuberosum* R.). Tesis Ing. Agronómica. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba. Bolivia.

DURAN, L. 2005. Caracterización Morfológica de las Acciones de Oca, Olluco y Mashua.

KALLIOLA, R. 1990. Influencia de fotoperíodo en el crecimiento y formación de tubérculos de ulluco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) y añu (*Tropaeolum tuberosum*). Turrialba. Vol 40 (1): 96-105.

MONTEROS, J. 1996. Estudio genética de la variación morfológica de 78 isoenzima entradas de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) Tesis Ing. Agro. Universidad Central de Quito. Ecuador

MONTGOMERY, D. 2004. Análisis y Diseño de Experimentos. 2ª ed. Edit. LIMUSA. México D.F. México. 692 p.

REA, J. 1980. Catálogo de tubérculos andinos. Programa de cultivos andinos. La Paz, MACA-IBTA.

SURCO, L, F. 2004. Correlación entre los hallazgos clínico imagenológicos y los resultados histológicos. Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: Mashua (*Tropaeolum tuberosum*).

TALLEDO, D.; ESCOBAR, C. y ALLEMAN, V. 1995. El ciclo celular en vegetales; su estudio, importancia y aplicaciones. Biotempo. Vol. 2 (2): 13-31.

UNESCO. 1973. Clasificación Internacional mapeo de vegetales. Organización Científica y Cultural.

VILLARROEL, J. 1997. Mediante una práctica combinada de multiplicación rápida por brotes y esquejes de tallo semilla de tubérculos andinos. Programa Nacional de Villarroel.



## ARTICULO CIENTIFICO

### “Caracterización Citológica a Través de Número de Cloroplastos en 52 Accesiones de Cultivo de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.)”.

Cristian Pomachahua<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Jr. Victoria Garma N° 275 – Cercado de Huancavelica.

#### Resumen

La investigación fue ejecutado en el Campo Experimental del Centro Poblado de Añancusi en el distrito de Acoria, provincia y región de Huancavelica durante la Campaña Agrícola 2011 – 2012, intitulado “Caracterización Citológica a través de número de cloroplastos en 52 accesiones del cultivo de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.)”.

El objetivo pues caracterizar la citología de accesiones de Mashua a través del número de cloroplastos y su relación en el rendimiento de tubérculos.

Se hizo el conteo de cloroplastos de las células guardianas de la epidermis en el envés de la hoja, en los momentos que hubo buena iluminación; con los materiales, reactivos y equipos adecuados para la realización de dicha actividad; en seguida los datos obtenidos se relacionaron con el rendimiento de tubérculos en las accesiones *Tropaeolum tuberosum* Mol.

En cuanto a los cloroplastos contados se tiene diferentes cantidades por célula guardiana; teniendo variación en lo que corresponde a la cantidad de cloroplasto que tiene cada célula guardiana.

Los datos se procesaron mediante la aplicación de la estadística descriptiva, para lo cual, los resultados se organizaron según las variables de estudio que son el número de cloroplastos y rendimiento de tubérculos.

La distribución normal del número de cloroplastos, tuvo una desviación de 1.337; un coeficiente de variabilidad de 15.41%, indicando datos medianamente homogéneos.

Finalmente se concluyó que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).

**Palabras clave:** Cloroplastos, rendimiento, tubérculos, Tropaelum, células guardianas.

### **Abstract**

The investigation was executed in the experimental station in the Village of Añancusi Acoria district, province and region of Huancavelica during the agricultural season 2011 - 2012, entitled "Characterization Cytological through chloroplast number in 52 accessions of culture Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.)".

The objective was to have the cytological characterization of the 52 accessions of Mashua through the number of chloroplasts and their relationship with the tuber yield.

It was counted chloroplasts of guard cells of the epidermis on the underside of the leaf, at times there was good lighting, with the materials, the reactive and the equipment for the realization of such activity; immediately the data were related with the yield of tubers in accessions of *Tropaeolum tuberosum* Mol.

As, chloroplasts have different numbers counted per cell guardian; having corresponding variation in the quantity of each cell chloroplast having cell guardian.

The data were processed by applying descriptive statistics, for which the results were organized according to the study variables are the number of chloroplasts and tuber yield.

The normal distribution of the number of chloroplasts had a standard deviation of 1,337, a coefficient of variability of 15.41%, suggesting moderately homogeneous data. Finally it was concluded that there is no relationship between the number of chloroplasts and tuber yield Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).

**Keywords:** Chloroplasts, yield, tuber, Tropaelum, cell guardian.

## 1. Introducción

La Mashua es una planta originaria de los Andes centrales, probablemente en las mismas zonas donde se originó la papa. En el Perú ha sido cultivada desde épocas preincaicas y numerosas culturas la han representado en sus ceramios. Cerca de los 3,000 a 4,000msnm. Es una planta C-3 cuya anatomía foliar anatomía foliar presenta parénquima en empalizada con tres capas de células que es un forma de adaptación a climas fríos. Los días cortos y las bajas temperaturas nocturnas son factores decisivos para la tuberización en condiciones de días largos no forman tubérculos.

Hoy ha sido introducida con éxito a Nueva Zelanda. Cerca de los 3,000 msnm se encuentran especies silvestres de **Mashua** que podrían ser los ancestros de las variedades que hoy se conocen. La Mashua es una planta de fácil cultivo que puede ser cosechada a los 6 u 8 meses de su siembra, y está asociada a la pobreza en vista que desarrolla en pisos altitudinales elevados. Crece en suelos pobres y no requiere del uso de fertilizantes ni pesticidas, es resistente a las heladas, y en estado natural es capaz de repeler insectos y nematodos. Los tubérculos pueden ser almacenados hasta seis meses en lugares fríos y ventilados, inclusive pueden ser guardados bajo el suelo para ser extraído cuando se necesiten. El cultivo de la Mashua es muy productivo, pudiendo llegar a rendir hasta 25 t/ha. El Perú, posee una gran biodiversidad de especies nativas, de mayor importancia agronómica y alimenticia a nivel mundial motivo por el cual se da estudios de mejoramiento genético morfológico para la obtención de plantas con buena calidad y producción realizando trabajos a nivel de laboratorio y campo, aplicando tecnologías clásicas o modernas (como el conteo de cloroplastos). En el centro poblado de Añancusi distrito de Acoria provincia y , región Huancavelica, se realizó la instalación del trabajo de investigación acerca y el conteo de cloroplastos de las células oclusivas de la epidermis de las hojas se dio en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica.

## 2. Materiales y métodos.

El material que se instaló fue de la colección Nacional de Mashua recolectados por INIA, después de la siembra se tomaron las muestras de la hoja de las accesiones, extrayendo la epidermis para su próxima observación de los cloroplastos dentro de las células guardias que en seguida fueron fotografiada.

El material que se instaló fue de la colección Nacional de Mashua recolectados por INIA, después de la siembra se tomaron las muestras de la hoja de las accesiones, extrayendo la epidermis para su próxima observación de los cloroplastos dentro de las células guardias que en seguida fueron fotografiada, La siembra, se realizó de una manera tradicional (chakmeo) con todas las accesiones propuestas, se sembró un surco con a 03 golpes por accesión y cada uno con sus respectivos abonos orgánicos para el buen desarrollo del cultivo. La colección de hojas se dio en horas de la mañana por la buena obtención de luz natural, se extrajo del tercio medio y se marcó para su reconocimiento en la cosecha se identificaron las muestras para su respectiva evaluación

### **Fijación de muestra:**

En primer lugar, con una pinza se extrae la epidermis envés de foliolo, luego colocar en el porta objeto y cortar la epidermis de 0.25 centímetro cuadrado; se hace la fijación empleando ácido acético glacial.

### **Tinción,**

Se aplicó una gota de I.K (lugol) en la epidermis realizando el teñido y en seguida se cubrió la muestra para su observación en el microscopio,

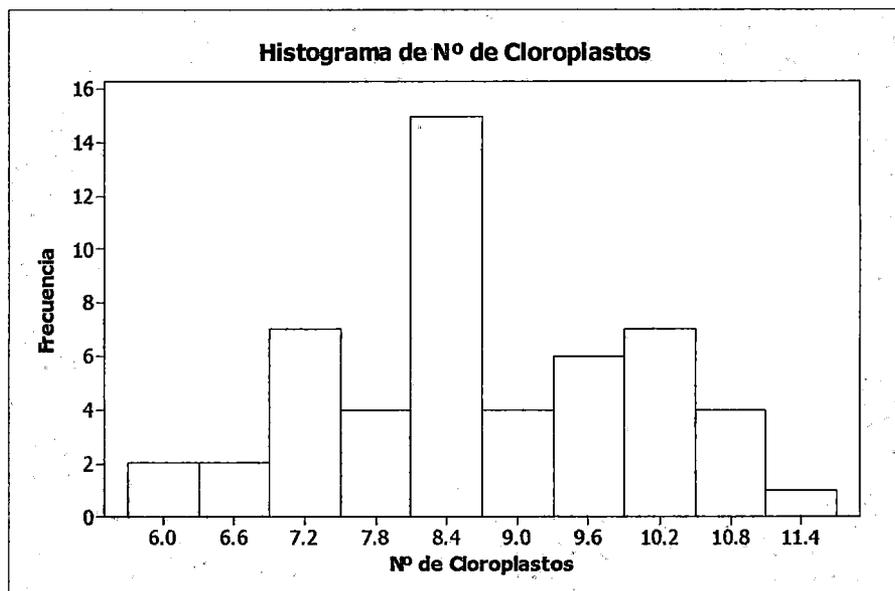
La observación se hizo con el microscopio binocular, a un aumento de 40x veces su tamaño normal. Se contó los cloroplastos que tienen cada célula guarda de los estomas tres repeticiones.

## 3. Resultados y Discusiones

### **3.1. Distribución del Número de Cloroplastos**

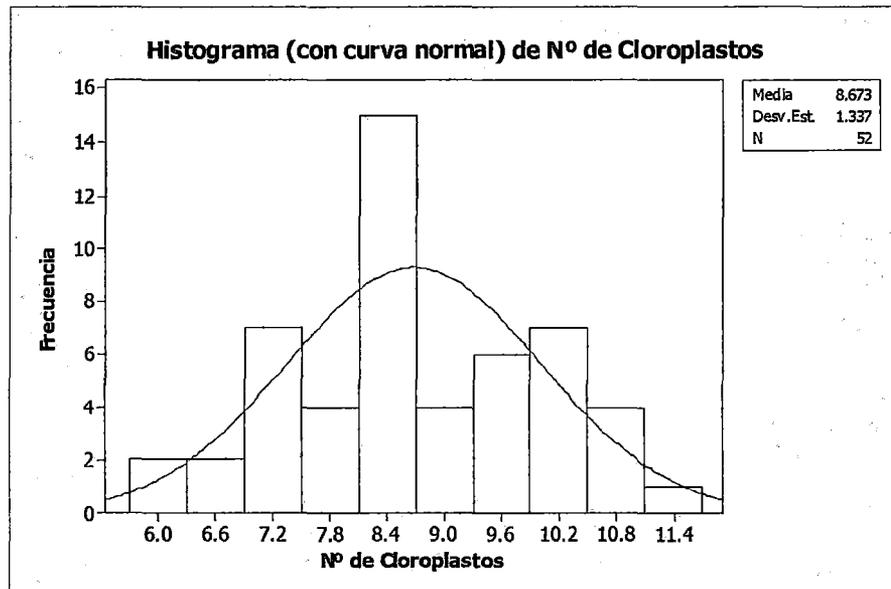
Presente trabajo de investigación, realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Académico Profesional de Agronomía; consistió en determinar el número de cloroplastos, obtenidos de 52 accesiones de Mashua.

Se distribuyó en 10 clases según el número de cloroplastos en 52 accesiones de la Colección Nacional de Mashua. En la Figura 01 se muestra la distribución del número de cloroplastos en 52 accesiones de Colección Nacional de Mashua, y se observan 10 clases, siendo el límite inferior 5.7 cloroplastos y el límite superior 11.5 cloroplastos; de acuerdo a esto, probablemente pueda existir alguna variación a nivel de poliploidía, ya que esta dispersión de los datos en cuanto al número de cloroplastos, y puede advertir también que existe cierta dispersión a nivel de cromosomas.



**Figura 01. Histograma de Número de Cloroplastos.**

La distribución normal del número de cloroplastos, tiene una desviación estándar de 1.337 cloroplastos; y un coeficiente de variabilidad de 15.41%, demostrándose datos medianamente homogéneos, ya que las hojas que se recolectaron entre las 10 a. m. y 12 m.

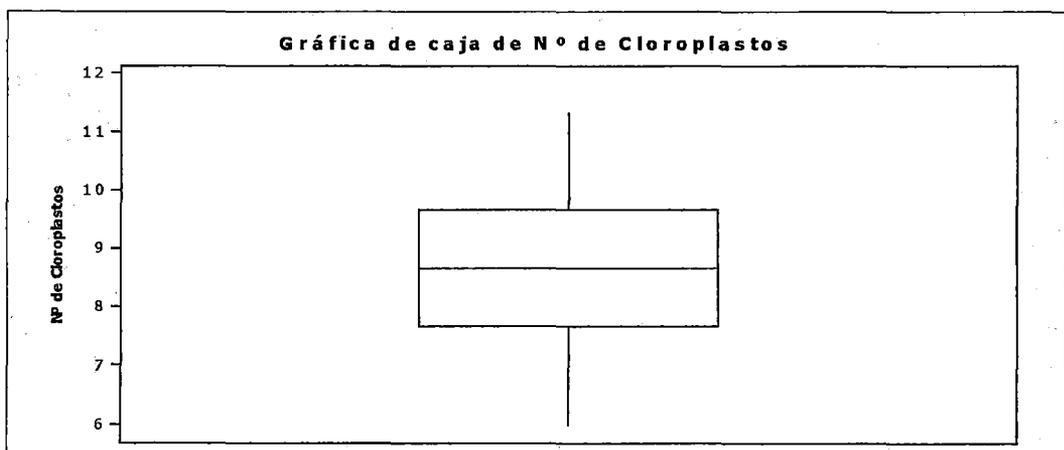


**Figura 02. Distribución normal del número de cloroplastos de 52 accesiones de Mashua a nivel nacional.**

En la Figura 03 se puede, dividir los datos colectados, en cuatro partes "cuartiles", ya que estos datos tienen una cierta dispersión. La conformación de cuartiles puede ayudar a relacionar estos cuatro grupos de números de cloroplastos con 4 grupos de cromosomas, evidenciando así la poliploidia que puede existir en el cultivo de Mashua.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Q1 = 7.66667, Mediana = 8.66667, Q3 = 9.66667, Bigotes en 6 y 11.33, N=52



**Figura 03. Evaluación de cuartiles en 52 accesiones de Mashua.**

En la Tabla 02, se observa que según el ANVA realizado, que existe evidencia estadística para afirmar, que los cuatro grupos de accesiones encontrados en la distribución del número de cloroplastos ( $p < 0.000$ ), y en la Tabla 07 del Anexo 01, se presentan las comparaciones múltiples, por el método de Tukey, los cuales indican diferencias significativas entre todos las accesiones de mashua, con un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 02. Análisis de Varianza de Número de Cloroplastos 4 grupos de accesiones de Mashua.**

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	p
Inter-grupos	273.660	51	5.366	9.848	0.000
Error	56.667	104	0.545		
Total	330.327	155			

### 3.2. Relación del Rendimiento de Tubérculos con el Número de Cloroplastos

Para poder relacionar el Rendimiento de Tubérculos con el Número de Cloroplastos, se tuvo en cuenta la distribución por cuartiles del número de cloroplastos; siendo los grupos formados los siguientes:

#### **Cuartiles                      Rango de número de cloroplastos**

Primer Cuartil               $Q1 = \leq 7.6667$

Segundo cuartil             $Q2 = >7.6667 \cup \leq 8.6667$

Tercer Cuartil              $Q3 = > 8.6667 \cup \leq 9.6667$

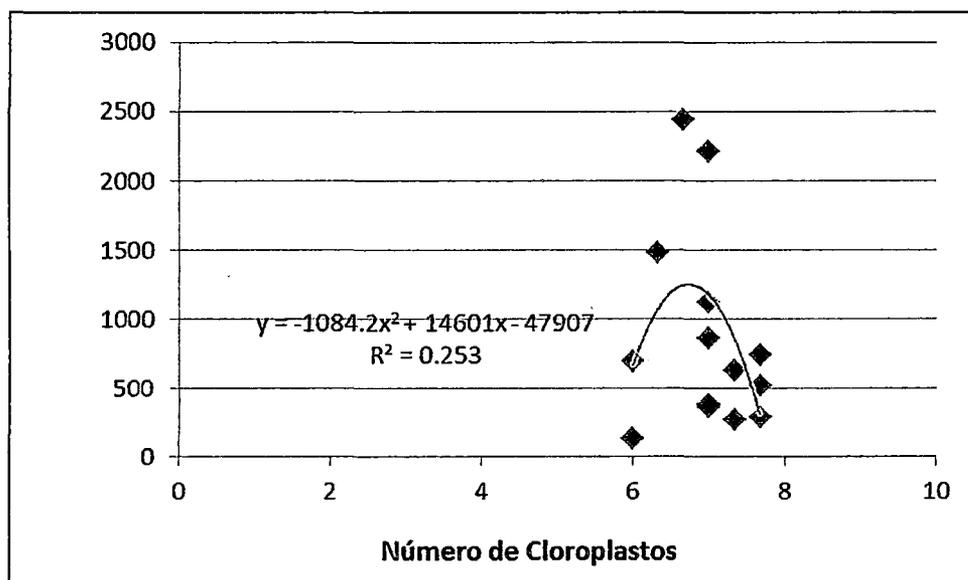
Cuarto Cuartil              $Q4 = > 9.6667$

En la Tabla 03, se observan los datos ordenados del número de cloroplastos y rendimiento en el primer cuartil, que serán relacionados para determinar el grado de correlación que se tiene entre ambos datos, siendo la variable independiente el número de cloroplastos y la variable dependiente el rendimiento de tubérculos de mashua.

**Tabla 03. Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el primer cuartil.**

Accesiones	Nº Cloroplastos	Rendimiento (g)
RIP12	6.000	695.000
RIP16	7.667	523.333
RIP17	7.333	626.667
RIP18	7.000	363.333
RIP20	7.667	291.667
RIP21	7.333	271.667
RIP23	7.000	2206.667
RIP26	7.000	1120.000
RIP27	6.333	1476.667
RIP35	7.667	743.333
RIP38	7.000	865.000
RIP40	7.000	385.000
RIP42	6.000	128.333
RIP43	6.667	2443.333

En la Figura 04, se muestra el comportamiento del rendimiento de tubérculos en función del número de cloroplastos, y es claro que no existe relación entre las variables, debido a su bajísimo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.253$ ) el cual es muy cercano a cero. Por ello, se concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en el primer cuartil.



**Figura 04. Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos del primer cuartil.**

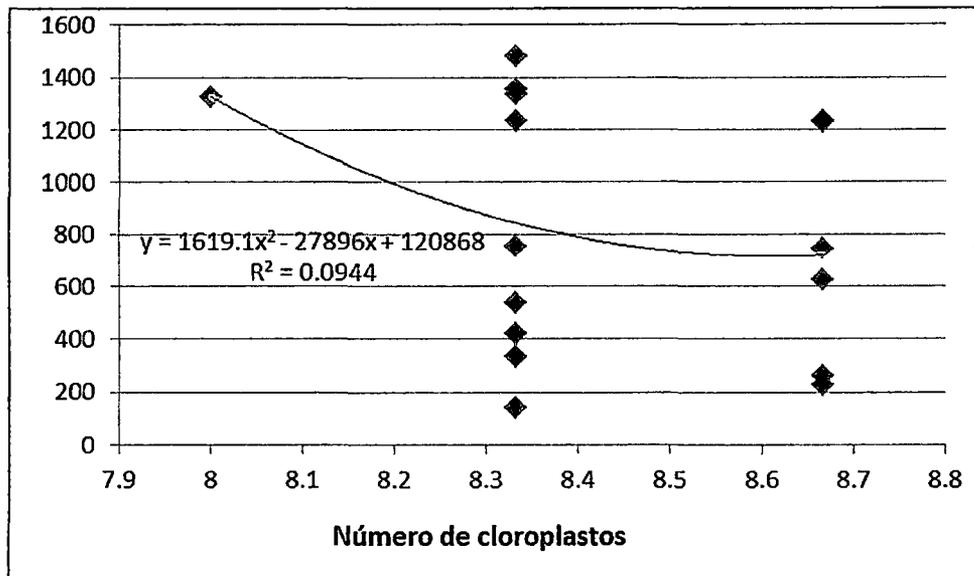
En la Tabla 04, se observan los datos ordenados del número de cloroplastos y rendimiento en el segundo cuartil, que serán relacionados para determinar el grado de correlación que se tiene entre ambos datos, siendo la variable independiente el número de cloroplastos y la variable dependiente el rendimiento de tubérculos de mashua.

**Tabla 04. Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el segundo cuartil.**

Accesiones	Nº Cloroplastos	Rendimiento (g)
RIP5	8.333	756.667
RIP9	8.333	1481.667
RIP10	8.667	261.667
RIP11	8.333	141.667
RIP15	8.667	226.667
RIP19	8.333	1233.333
RIP33	8.333	1355.000
RIP36	8.333	421.667
RIP39	8.333	333.333
RIP44	8.667	1233.333
RIP45	8.333	1333.333
RIP47	8.667	626.667
RIP48	8.667	1228.333
RIP50	8.333	536.667
RIP51	8.000	1326.667
RIP52	8.667	743.333

En la Figura 05, se muestra el comportamiento del rendimiento de tubérculos en función del número de cloroplastos, y es claro que no existe relación entre las variables, debido a su bajísimo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.0944$ ) el cual es muy cercano a cero. Por ello, se

concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en el segundo cuartil.



**Figura 05. Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos del segundo cuartil.**

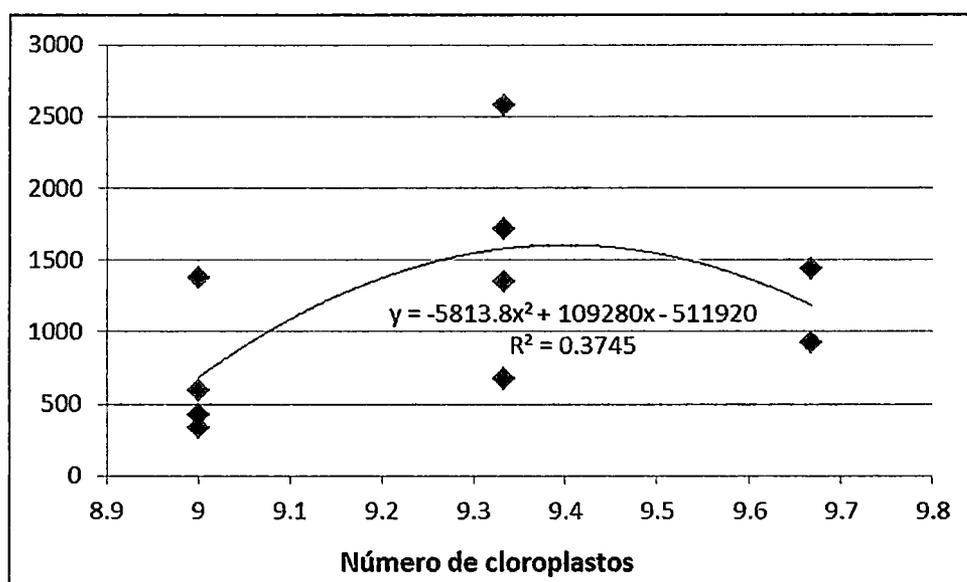
En la Tabla 05, se observan los datos ordenados del número de cloroplastos y rendimiento en el tercer cuartil, que serán relacionados para determinar el grado de correlación que se tiene entre ambos datos, siendo la variable independiente el número de cloroplastos y la variable dependiente el rendimiento de tubérculos de mashua.

**Tabla 05. Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el tercer cuartil.**

Accesiones	Nº Cloroplastos	Rendimiento (g)
RIP6	9.333	1353.333
RIP7	9.000	1376.667
RIP14	9.000	421.667
RIP22	9.000	593.333
RIP25	9.333	1716.667
RIP30	9.000	335.000
RIP32	9.333	671.667

RIP34	9.333	2575.000
RIP41	9.667	925.000
RIP46	9.667	1443.333

En la Figura 06, se muestra el comportamiento del rendimiento de tubérculos en función del número de cloroplastos, y es claro que no existe relación entre las variables, debido a su bajísimo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.3745$ ) el cual es muy cercano a cero. Por ello, se concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en el tercer cuartil.



**Figura 06. Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos del tercer cuartil.**

En la Tabla 06, se observan los datos ordenados del número de cloroplastos y rendimiento en el cuarto cuartil, que serán relacionados para determinar el grado de correlación que se tiene entre ambos datos, siendo la variable independiente el número de cloroplastos y la variable dependiente el rendimiento de tubérculos de mashua.

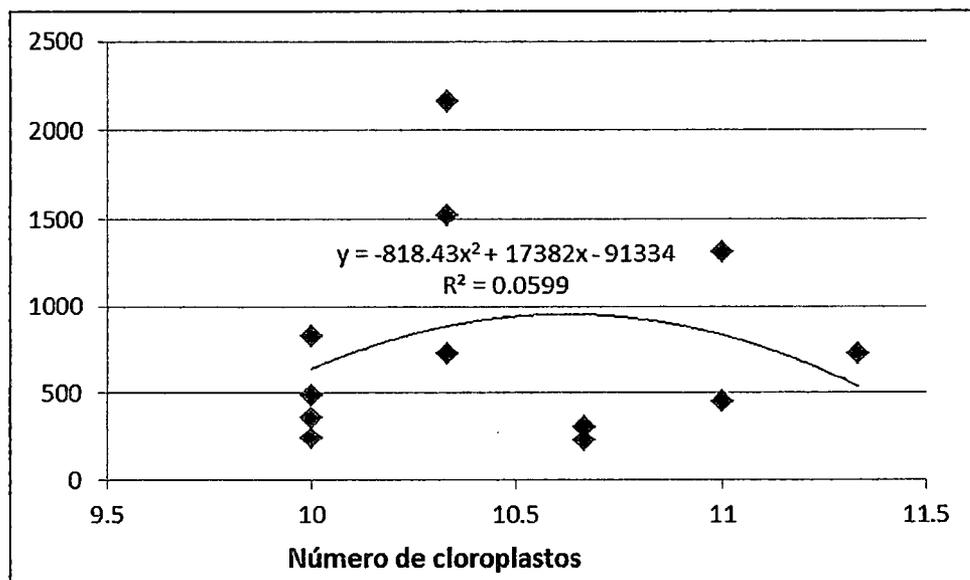
**Tabla 06. Relación del número de cloroplastos y rendimiento en el cuarto cuartil.**

<b>Accesiones</b>	<b>Nº Cloroplastos</b>	<b>Rendimiento (g)</b>
	10.000	243.333
	10.333	726.667
	11.333	725.000
	10.667	305.000
	10.333	2165.000
	11.000	448.333
	10.667	226.667
	10.333	1521.667
	10.000	490.000
	10.000	830.000
	11.000	1310.000
	10.000	356.667

En la Figura 07, se muestra el comportamiento del rendimiento de tubérculos en función del número de cloroplastos, y es claro que no existe relación entre las variables, debido a su bajísimo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.0599$ ) el cual es muy cercano a cero. Por ello, se concluye que, no existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos en el cuarto cuartil.

Como es posible verse, no existe ningún tipo de relación entre las variables número de cloroplastos y rendimiento de tubérculos, que es el punto que se deseaba estudiar principalmente.

Además existen diferencias significativas entre todas las accesiones con respecto a su número de cloroplastos.



**Figura 07. Rendimiento de tubérculos versus número de cloroplastos del cuarto cuartil.**

#### 4. Conclusiones

- Se determinaron diez (10) clases, en la cual el límite inferior es de 5.7 y el límite superior es de 11.5 cloroplastos. Estos fueron:

Clases	Número Promedio de Cloroplastos
5.7 a 6.3 primer grupo.	6.0
6.4 a 7.0 segundo grupo.	6.6
7.1 a 7.5 tercer grupo.	7.2
7.6 a 7.9 cuarto grupo.	7.8
8.2 a 8.8 Quinto grupo.	8.4
8.9 a 9.4 Sexto Grupo.	9.0

9.5 a 9.9 Séptimo Grupo.	9.6
10.00 a 10.5 Octavo Grupo.	10.2
10.6 a 11.2 Noveno Grupo.	10.8
11.3 a 11.5 Decimo Grupo	11.4

- Se determinaron los rendimientos de tubérculos de las 52 accesiones de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).
- No existe relación entre el número de cloroplastos y el rendimiento de tubérculos de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Mol.).

## Referencias Bibliográficas

CORTES, H. 1976. Evaluación de mutaciones somáticas espontaneas en oca. Publicado por el Centro de Investigaciones en Cultivos Andinos, Universidad del San Antonio de Abad del Cusco. Perú.

CISNEROS, H. 1992. Guía de Investigación CIP 7. El Manejo Integrado de Plagas. Centro Internacional de la papa. Lima. Perú. 38 p.

FERREYRA, R. 1986. Flora del Perú dicotiledóneas Universidad de San Marcos. Lima. Perú.

FRANCO, S. 1989. Catálogo de colecciones de recursos filogenéticos de la sierra norte del Perú. INIA. Cajamarca, Perú.

GASPAR, S. 1998. Caracterización morfológica y nivel de ploidia en cultivares de Oca (*Oxalis tuberosa* M.), papaliza (*Ullucus tuberosum* C.), e Isaño (*Tropaeolum tuberosum* R.). Tesis Ing. Agronómica. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba. Bolivia.

DURAN, L. 2005. Caracterización Morfológica de las Accesiones de Oca, Olluco y Mashua.

KALLIOLA, R. 1990. Influencia de fotoperíodo en el crecimiento y formación de tubérculos de ulluco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) y año (*Tropaeolum tuberosum*). Turrialba. Vol 40 (1): 96-105.

## ANEXOS

ANEXO 01

Análisis de Comparaciones Múltiples de medias de 52 accesiones de Mashua

ACCESIONES	N	Subconjunto para alfa = 0.05									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	3	a									
42	3	a									
27	3	a	b								
43	3	a	b	c							
18	3	a	b	c	d						
23	3	a	b	c	d						
26	3	a	b	c	d						
38	3	a	b	c	d						
40	3	a	b	c	d						
17	3	a	b	c	d	e					
21	3	a	b	c	d	e					
16	3	a	b	c	d	e	f				
20	3	a	b	c	d	e	f				
35	3	a	b	c	d	e	f				
51	3	a	b	c	d	e	f	g			
5	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
9	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
11	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
19	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
33	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
36	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
39	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
45	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
50	3	a	b	c	d	e	f	g	h		
10	3		b	c	d	e	f	g	h	i	
15	3		b	c	d	e	f	g	h	i	
44	3		b	c	d	e	f	g	h	i	
47	3		b	c	d	e	f	g	h	i	
48	3		b	c	d	e	f	g	h	i	
52	3		b	c	d	e	f	g	h	i	

Dimensión 1

	7	3			c	d	e	f	g	h	i	j
	14	3			c	d	e	f	g	h	i	j
	22	3			c	d	e	f	g	h	i	j
	30	3			c	d	e	f	g	h	i	j
	6	3				d	e	f	g	h	i	j
	25	3				d	e	f	g	h	i	j
	32	3				d	e	f	g	h	i	j
	34	3				d	e	f	g	h	i	j
	41	3					e	f	g	h	i	j
	46	3					e	f	g	h	i	j
	1	3						f	g	h	i	j
	29	3						f	g	h	i	j
	31	3						f	g	h	i	j
	49	3						f	g	h	i	j
	2	3							g	h	i	j
	8	3							g	h	i	j
	28	3							g	h	i	j
	4	3								h	i	j
	24	3								h	i	j
	13	3									i	j
	37	3									i	j
	3	3										j
	Sig.		,114	,114	,114	,114	,114	,114	,114	,114	,114	,114

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

## ANEXO 02

## Número de Cloroplastos Promedio por Accesión.

ACC.	Nº CLORO.								
RIP1	10.000	RIP12	7.000	RIP23	7.000	RIP34	10.000	RIP45	8.000
RIP1	10.000	RIP12	6.000	RIP23	7.000	RIP34	11.000	RIP45	8.000
RIP1	10.000	RIP12	5.000	RIP23	7.000	RIP34	7.000	RIP45	9.000
RIP2	10.000	RIP13	12.000	RIP24	11.000	RIP35	7.000	RIP46	9.000
RIP2	10.000	RIP13	12.000	RIP24	11.000	RIP35	7.000	RIP46	10.000
RIP2	11.000	RIP13	9.000	RIP24	10.000	RIP35	9.000	RIP46	10.000
RIP3	12.000	RIP14	9.000	RIP25	9.000	RIP36	9.000	RIP47	8.000
RIP3	11.000	RIP14	9.000	RIP25	9.000	RIP36	8.000	RIP47	9.000
RIP3	11.000	RIP14	9.000	RIP25	10.000	RIP36	8.000	RIP47	9.000
RIP4	11.000	RIP15	9.000	RIP26	7.000	RIP37	11.000	RIP48	9.000
RIP4	10.000	RIP15	9.000	RIP26	7.000	RIP37	11.000	RIP48	9.000
RIP4	11.000	RIP15	8.000	RIP26	7.000	RIP37	11.000	RIP48	8.000
RIP5	8.000	RIP16	8.000	RIP27	7.000	RIP38	7.000	RIP49	10.000
RIP5	8.000	RIP16	8.000	RIP27	6.000	RIP38	7.000	RIP49	11.000
RIP5	9.000	RIP16	7.000	RIP27	6.000	RIP38	7.000	RIP49	9.000
RIP6	8.000	RIP17	7.000	RIP28	9.000	RIP39	8.000	RIP50	8.000
RIP6	10.000	RIP17	7.000	RIP28	11.000	RIP39	9.000	RIP50	8.000
RIP6	10.000	RIP17	8.000	RIP28	11.000	RIP39	8.000	RIP50	9.000
RIP7	10.000	RIP18	7.000	RIP29	10.000	RIP40	7.000	RIP51	7.000
RIP7	9.000	RIP18	7.000	RIP29	10.000	RIP40	7.000	RIP51	8.000
RIP7	8.000	RIP18	7.000	RIP29	10.000	RIP40	7.000	RIP51	9.000
RIP8	10.000	RIP19	8.000	RIP30	9.000	RIP41	8.000	RIP52	9.000
RIP8	11.000	RIP19	8.000	RIP30	9.000	RIP41	11.000	RIP52	8.000
RIP8	10.000	RIP19	9.000	RIP30	9.000	RIP41	10.000	RIP52	9.000
RIP9	8.000	RIP20	8.000	RIP31	10.000	RIP42	6.000		
RIP9	9.000	RIP20	8.000	RIP31	10.000	RIP42	6.000		
RIP9	8.000	RIP20	7.000	RIP31	10.000	RIP42	6.000		
RIP10	8.000	RIP21	7.000	RIP32	10.000	RIP43	7.000		
RIP10	9.000	RIP21	8.000	RIP32	10.000	RIP43	7.000		
RIP10	9.000	RIP21	7.000	RIP32	8.000	RIP43	6.000		
RIP11	9.000	RIP22	9.000	RIP33	8.000	RIP44	8.000		
RIP11	8.000	RIP22	9.000	RIP33	8.000	RIP44	9.000		
RIP11	8.000	RIP22	9.000	RIP33	9.000	RIP44	9.000		

## ANEXO 03

## Rendimiento de Tubérculos por planta de 52 accesiones de Mashua.

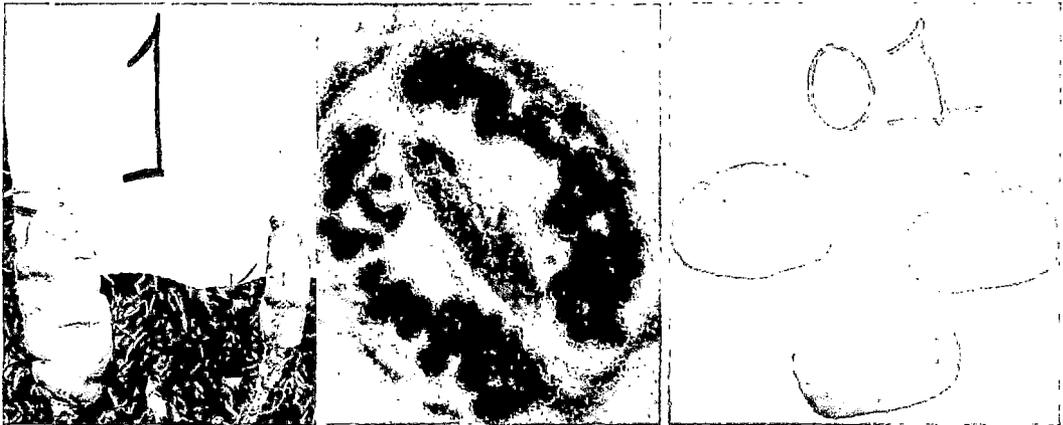
Accesiones	Rendimiento de Tubérculos (g/planta)	Número de tubérculos
1	200	9 tubérculos
2	700	18 tubérculos
3	730	14 tubérculos
4	300	10 tubérculos
5	750	10 tubérculos
6	1250	36 tubérculos
7	1400	37 tubérculos
8	2150	45 tubérculos
9	1450	35 tubérculos
10	250	16 tubérculos
11	100	6 tubérculos
12	680	27 tubérculos
13	400	22 tubérculos
14	410	27 tubérculos
15	200	13 tubérculos
16	500	22 tubérculos
17	600	14 tubérculos
18	350	10 tubérculos
19	1050	34 tubérculos
20	280	12 tubérculos
21	250	9 tubérculos
22	610	17 tubérculos
23	2100	37 tubérculos
24	230	5 tubérculos
25	1800	40 tubérculos
26	1010	31 tubérculos
27	1500	34 tubérculos
28	1530	26 tubérculos
29	490	12 tubérculos
30	300	13 tubérculos
31	800	20 tubérculos
32	650	18 tubérculos
33	1300	31 tubérculos
34	2600	46 tubérculos
35	700	17 tubérculos
36	420	22 tubérculos

37	1280	14 tubérculos
38	850	32 tubérculos
39	300	8 tubérculos
40	350	11 tubérculos
41	900	28 tubérculos
42	50	4 tubérculos
43	2450	26 tubérculos
44	1100	22 tubérculos
45	1200	38 tubérculos
46	1400	33 tubérculos
47	500	20 tubérculos
48	1100	17 tubérculos
49	200	11 tubérculos
50	550	14 tubérculos
51	1350	44 tubérculos
52	700	24 tubérculos

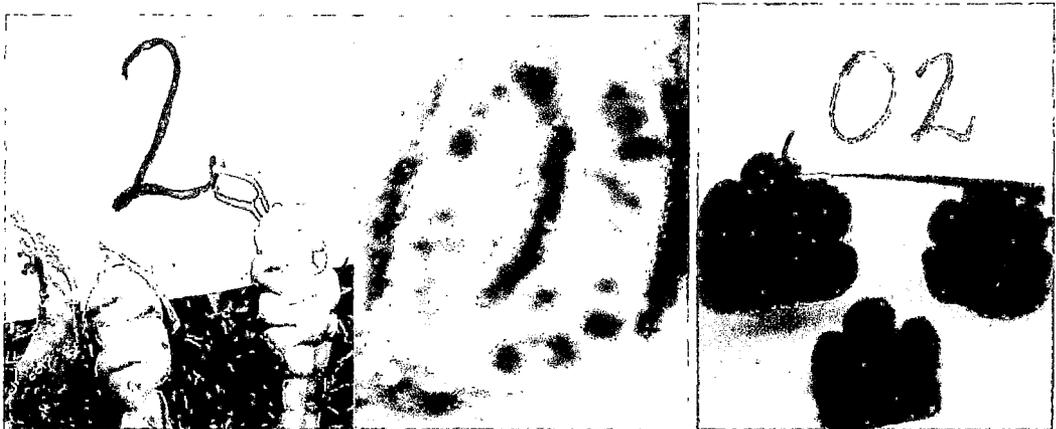
# Imágenes

Imagen N° 01 tubérculo, cloroplasto y foliolos.

Poma 001



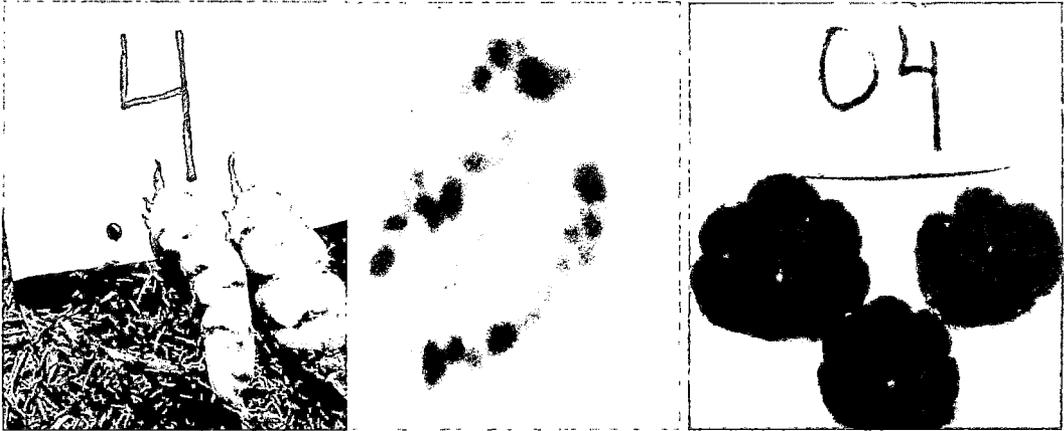
Poma 002



Poma 003



Poma 004



Poma 005



Poma 006



Poma 007



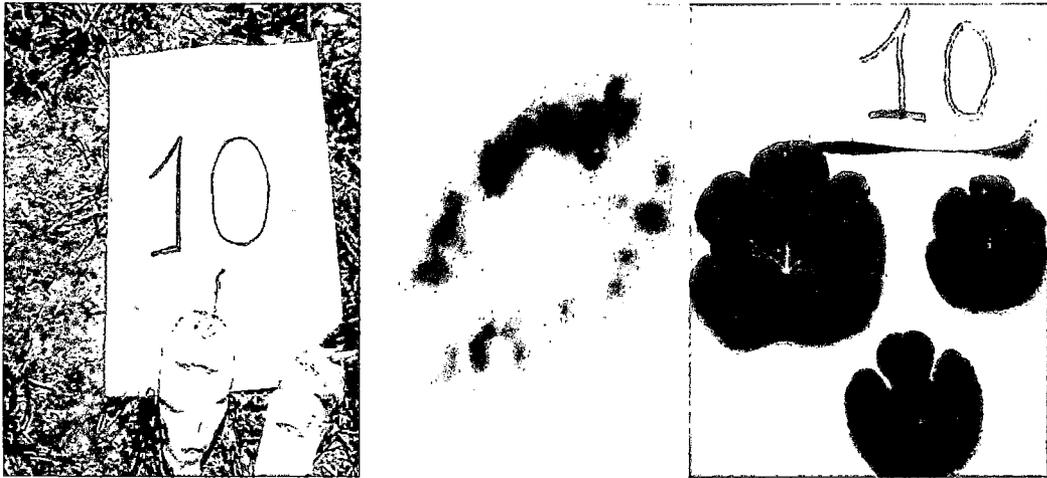
Poma 008



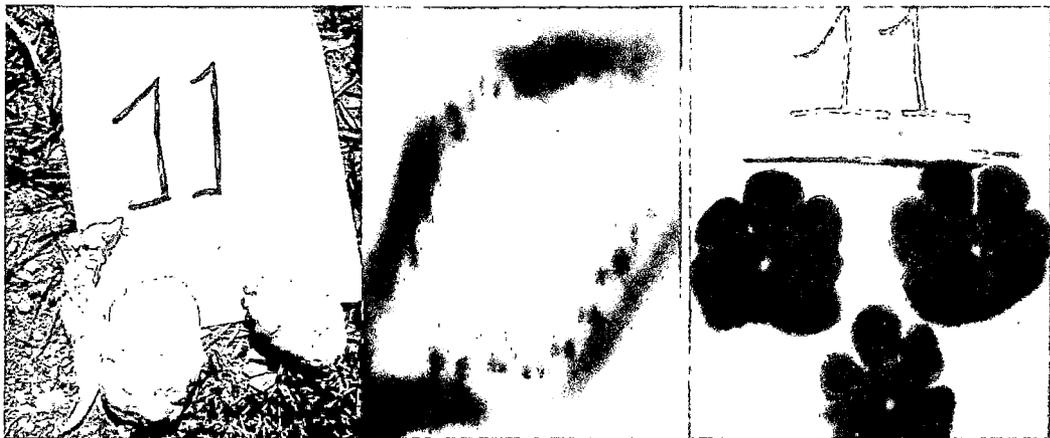
Poma 009



Poma 010



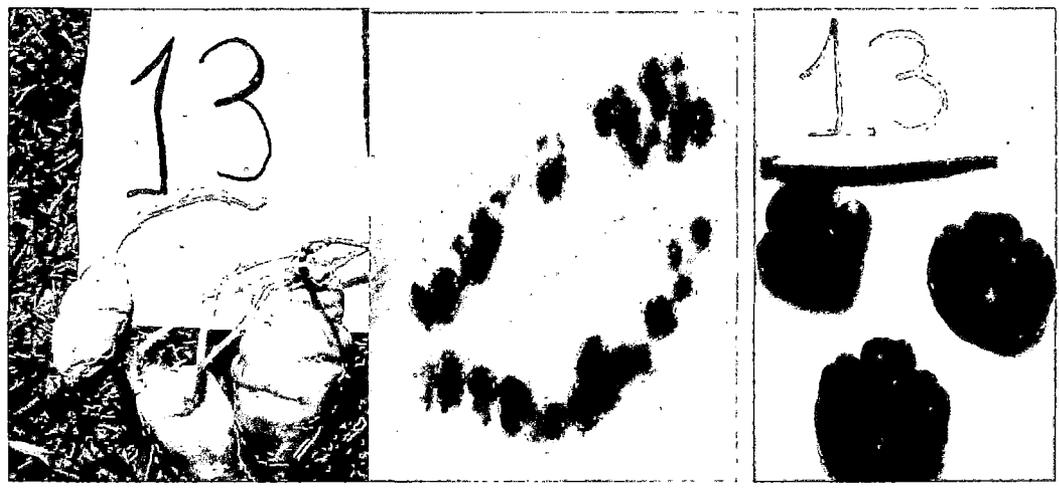
Poma 011



Poma 012



Poma 013



Poma 014



Poma 015



Poma 016



POMA 017



Poma 018



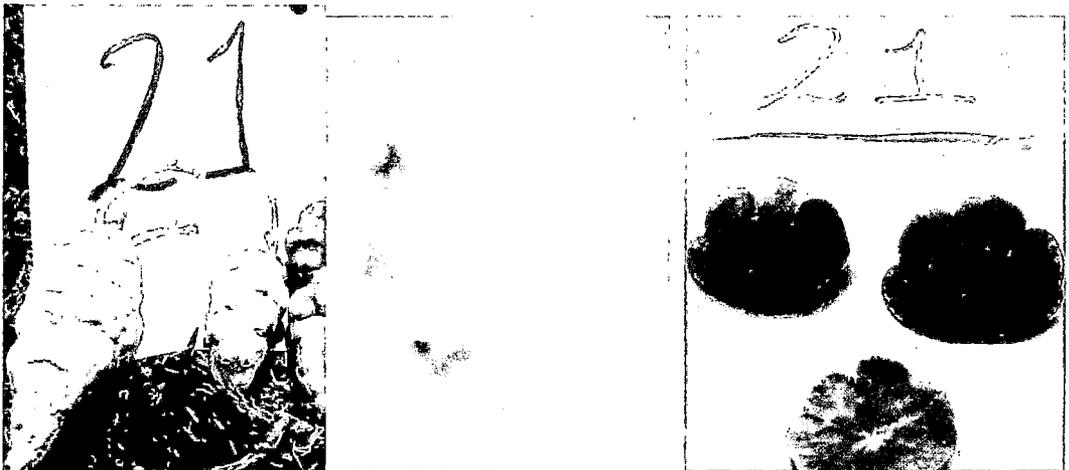
Poma 019



Poma 020



Poma 021



Poma 022



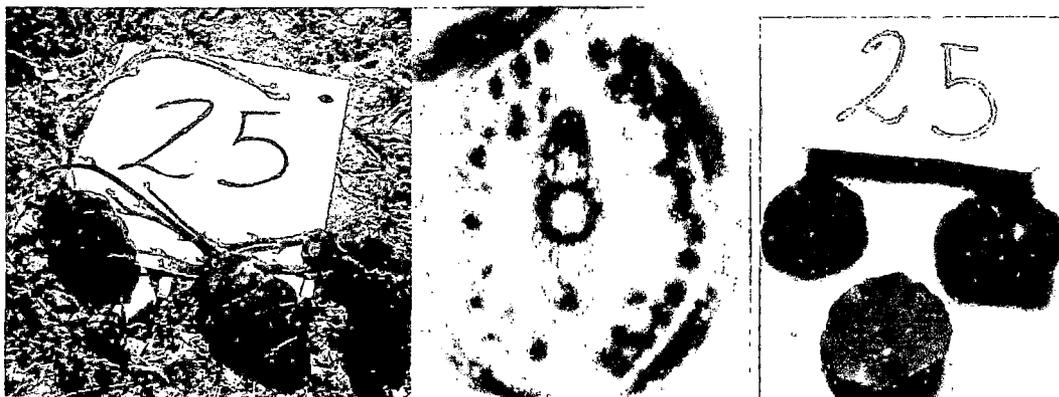
Poma 023



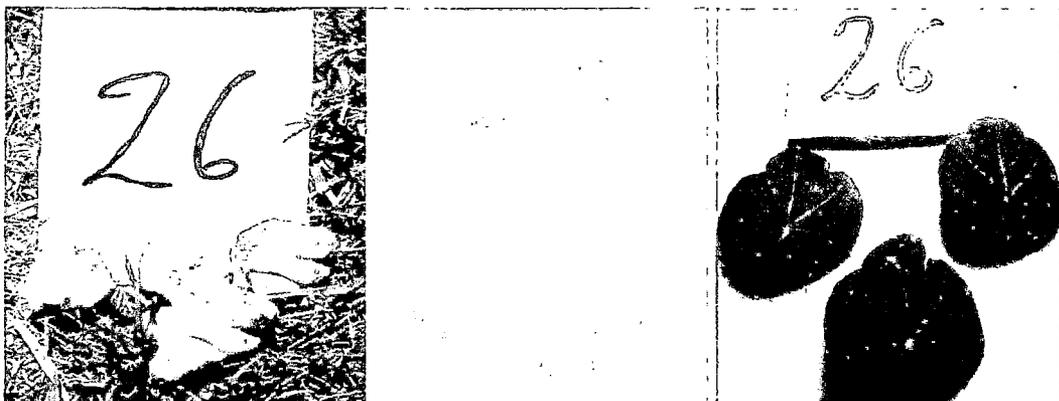
Poma 024



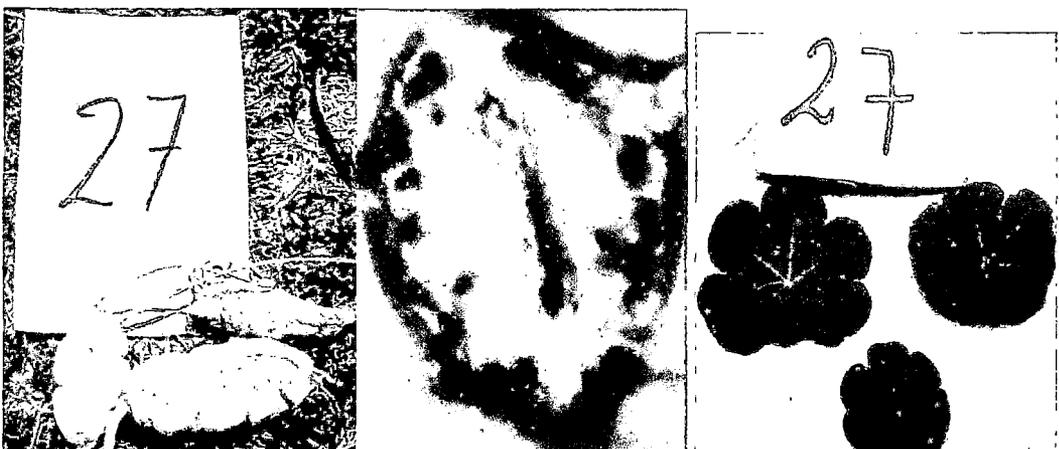
Poma 025



Poma 026



Poma 027



Poma 028



Poma 029



Poma 030



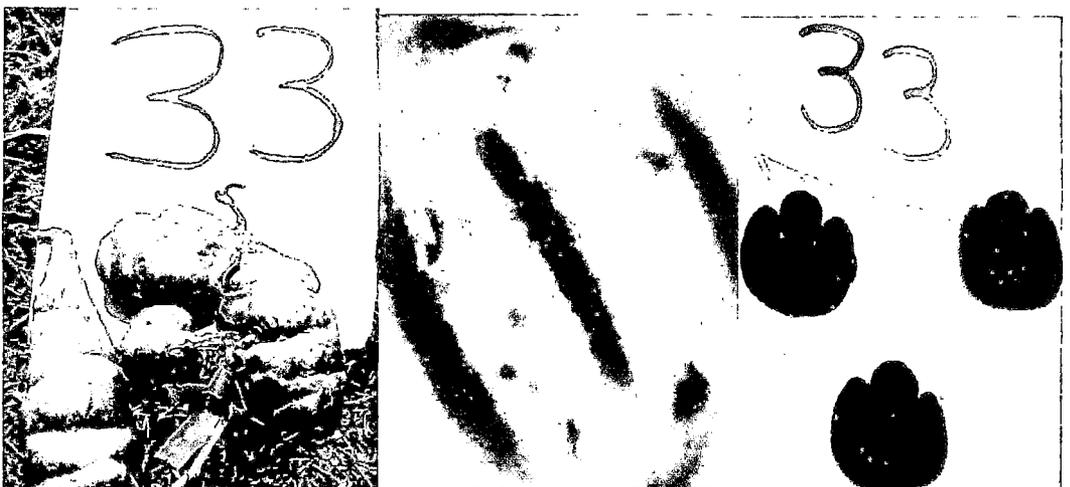
Poma 031



Poma 032



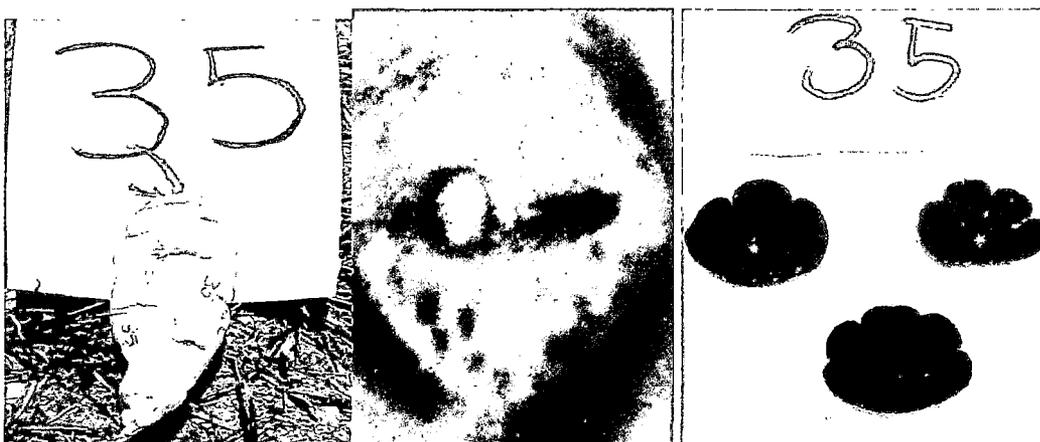
Poma 033



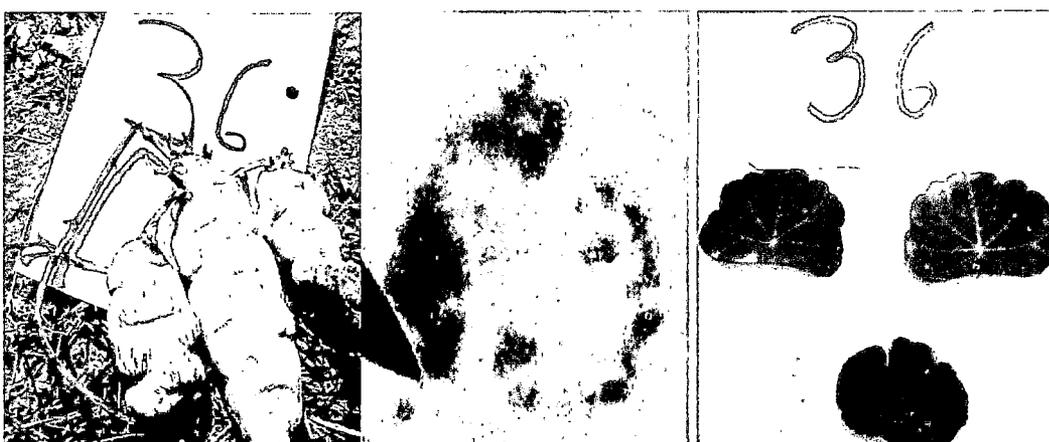
Poma 034



Poma 035



Poma 036



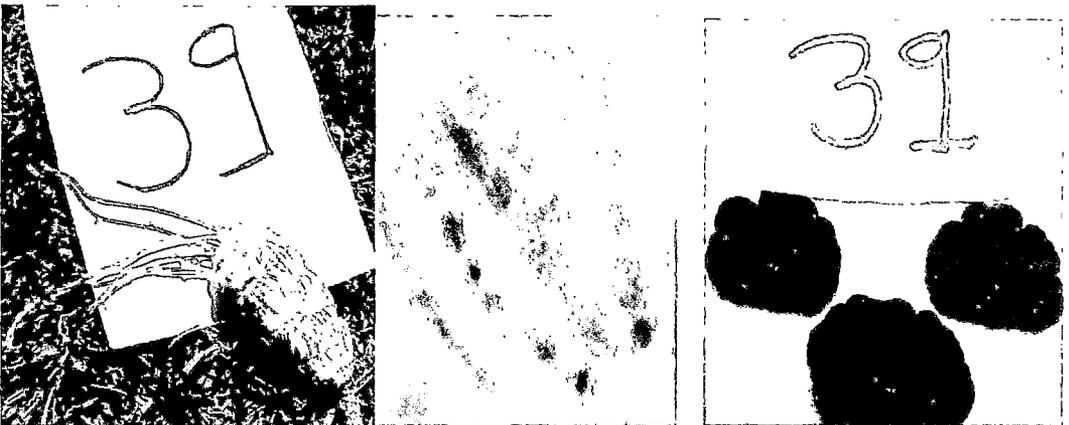
Poma 037



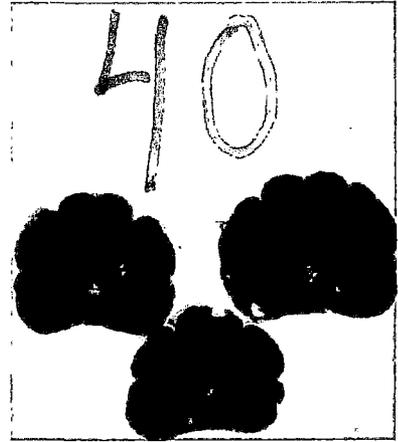
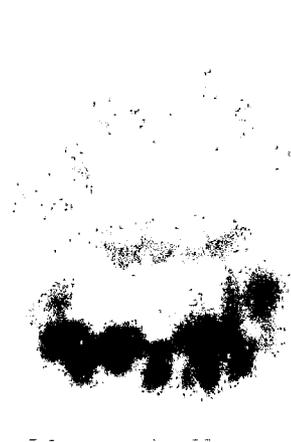
Poma 038



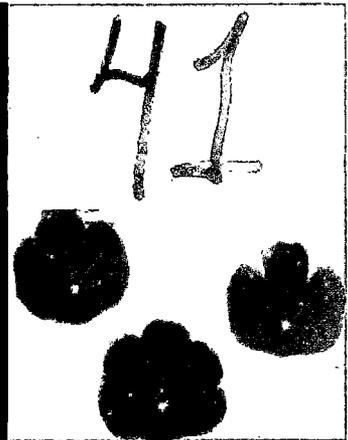
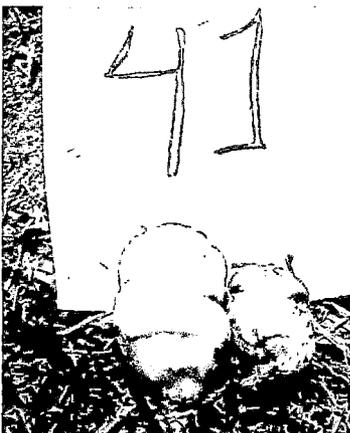
Poma 039



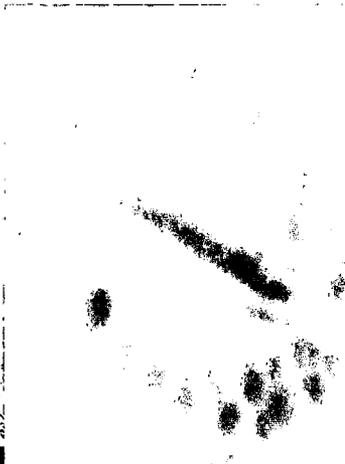
Poma 040



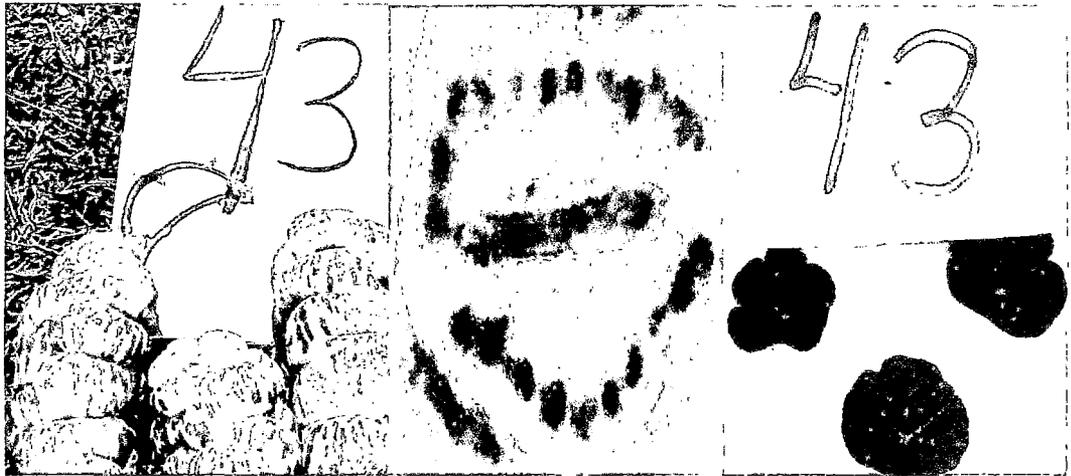
Poma 041



Poma 042



Poma 043



Poma 044



Poma 045



Poma 046



POMA 047



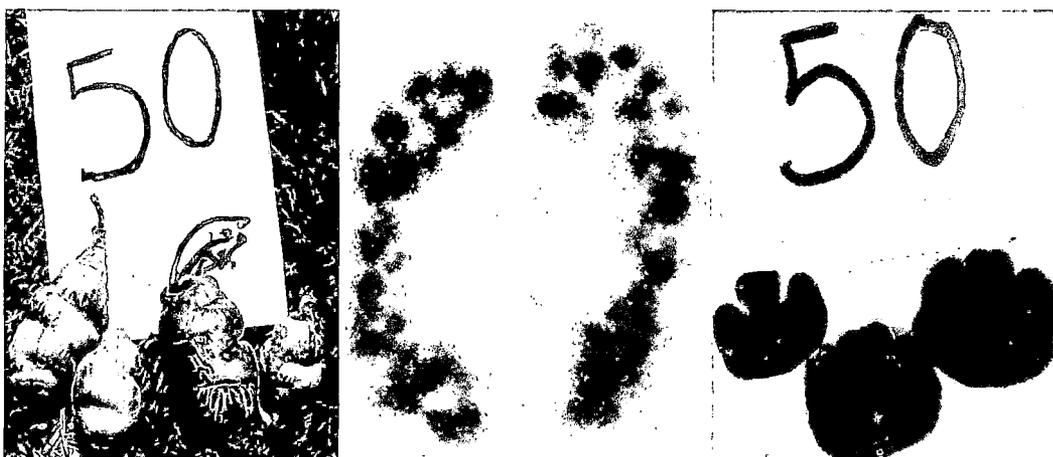
Poma 048



Poma 049



Poma 050



Poma 051



Poma 052

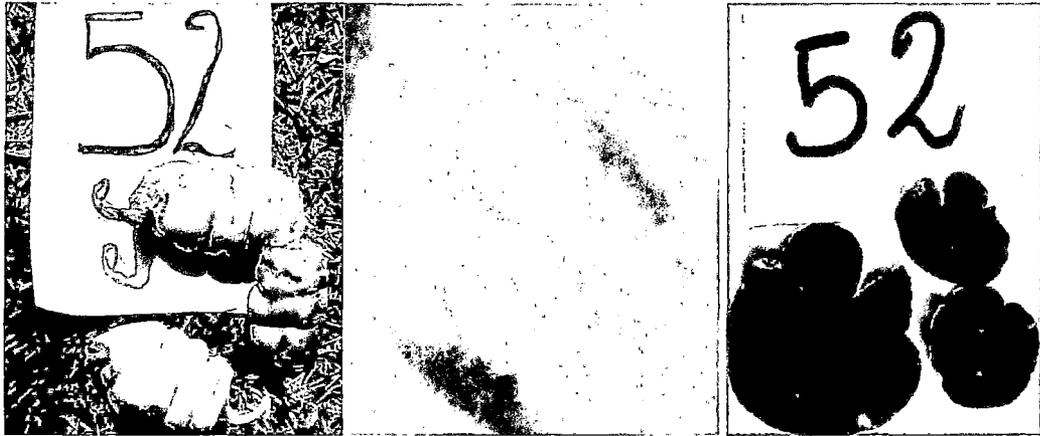
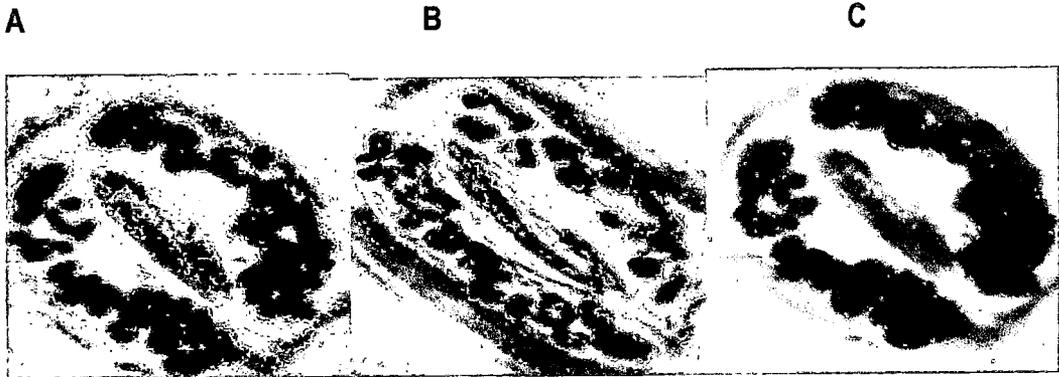
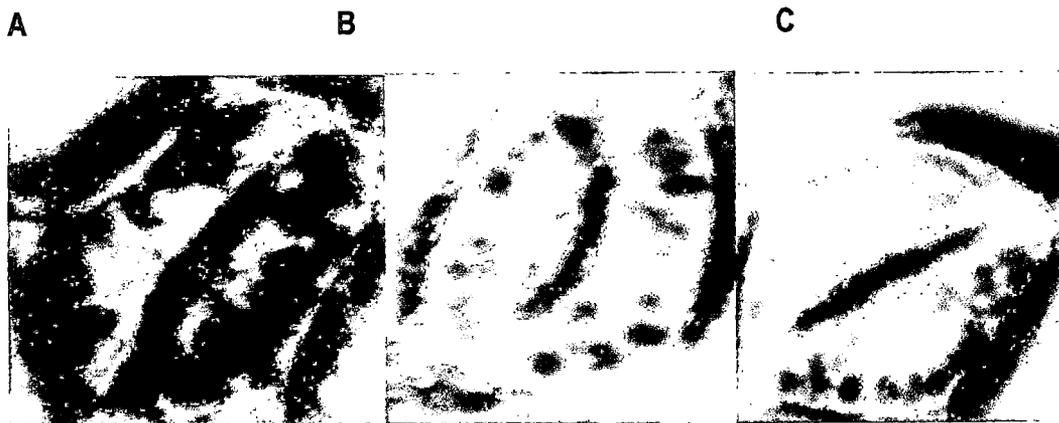


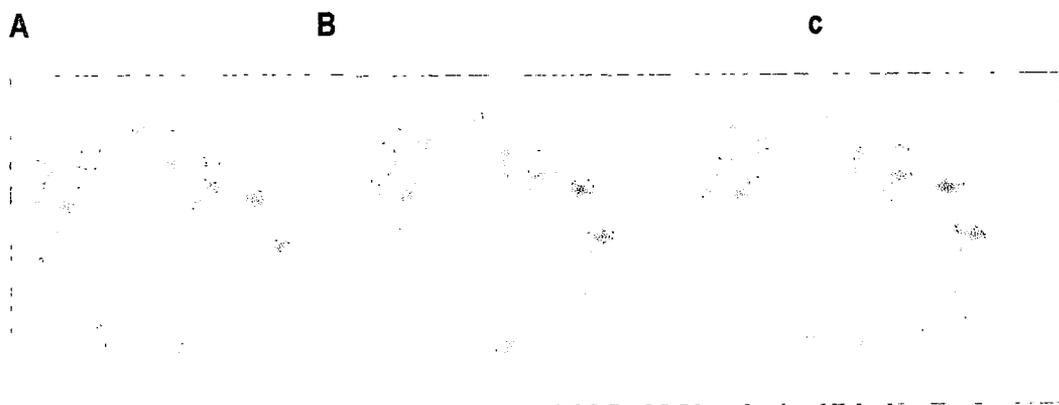
Imagen N° 02: 52 muestras de especies de las células estomáticas  
Poma001



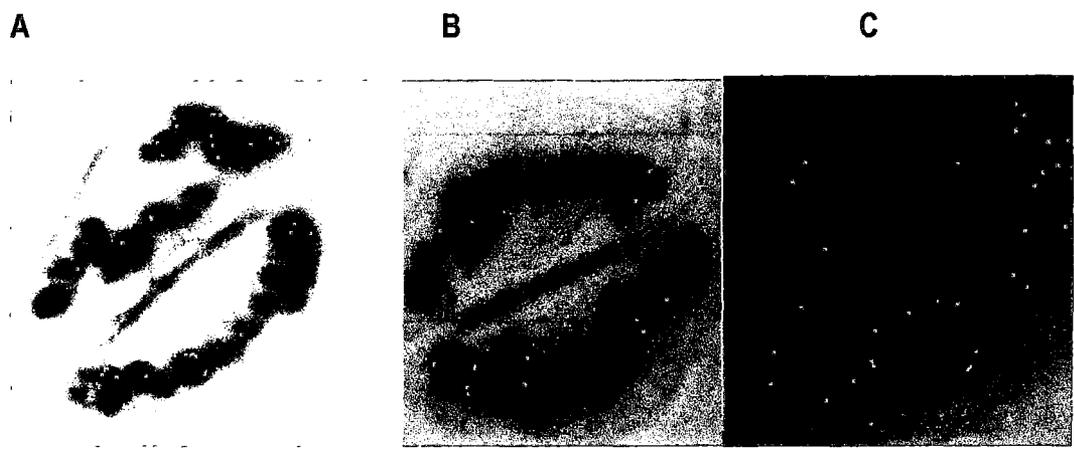
Poma 002



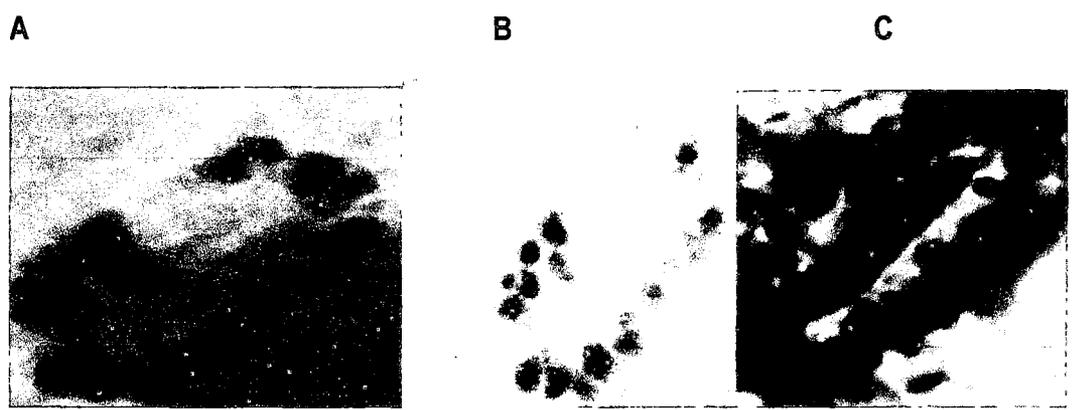
Poma 003



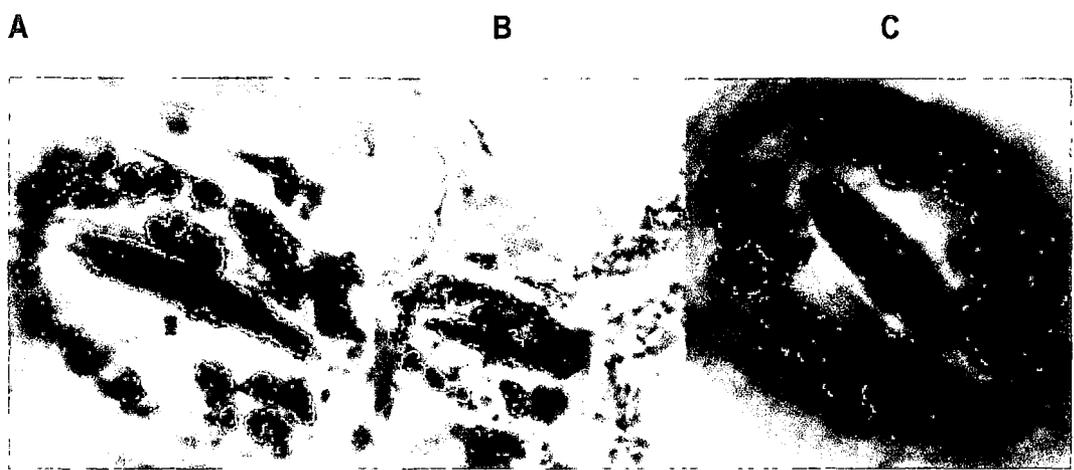
Poma 004



Poma 005



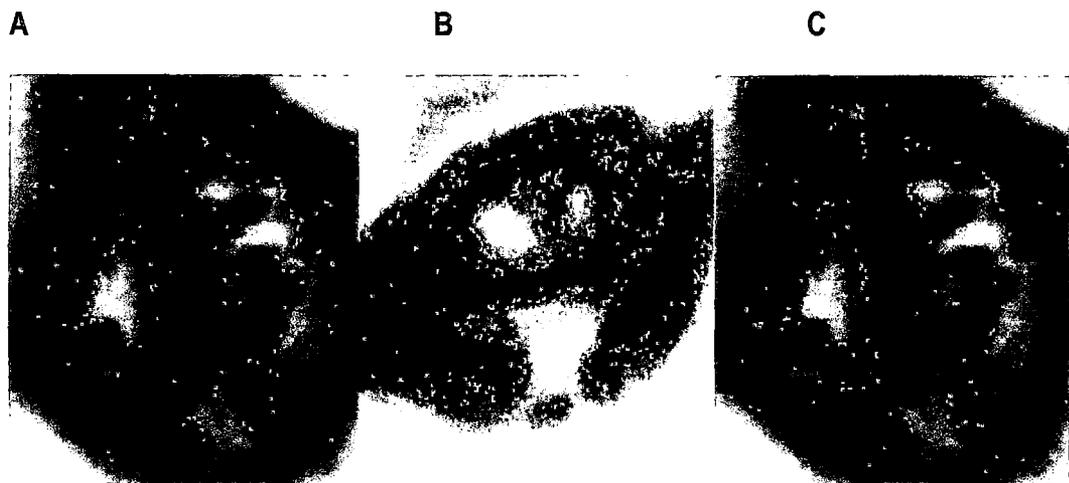
Poma006



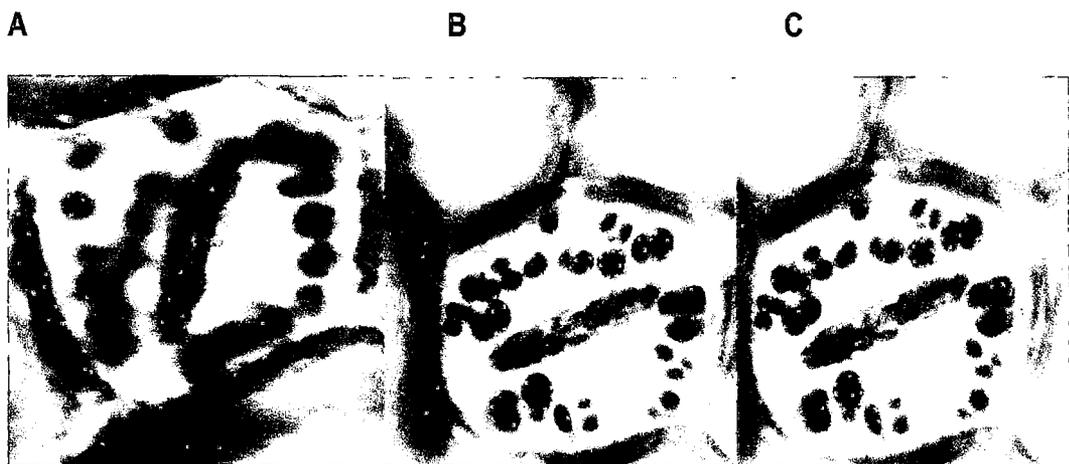
Poma007



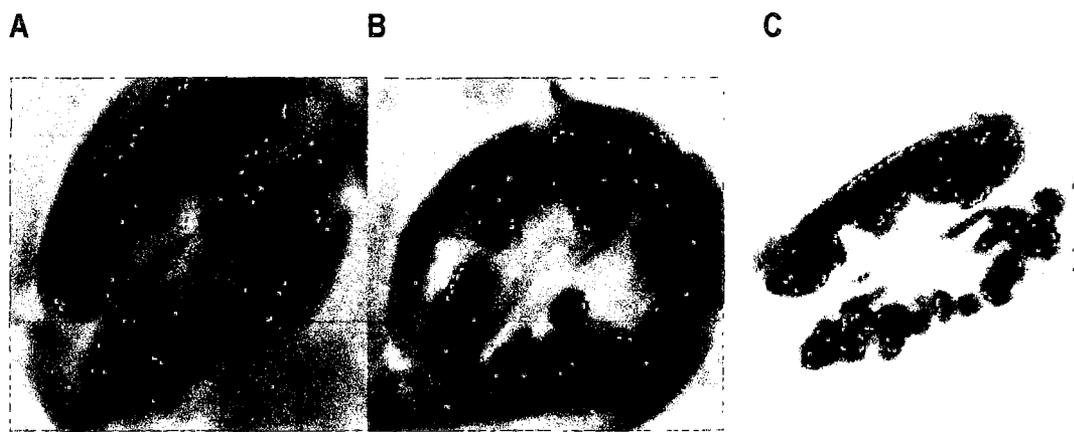
Poma008



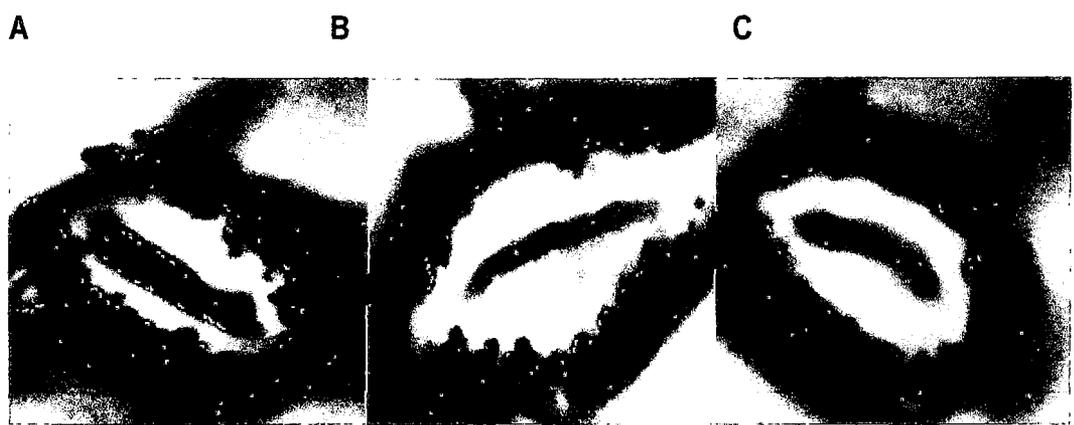
Poma009



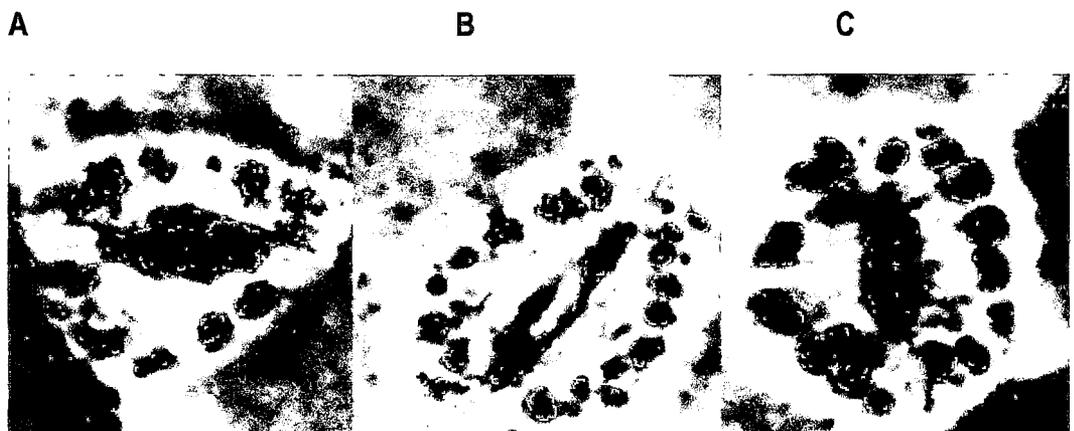
Poma 010



Poma 011



Poma012



**Poma 013**

**A**

**B**

**C**

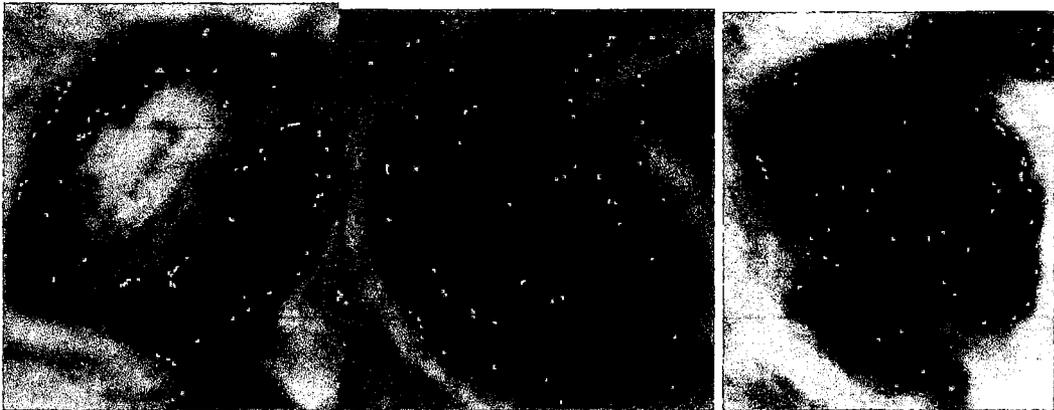


**Poma 014**

**A**

**B**

**C**



**Poma 015**

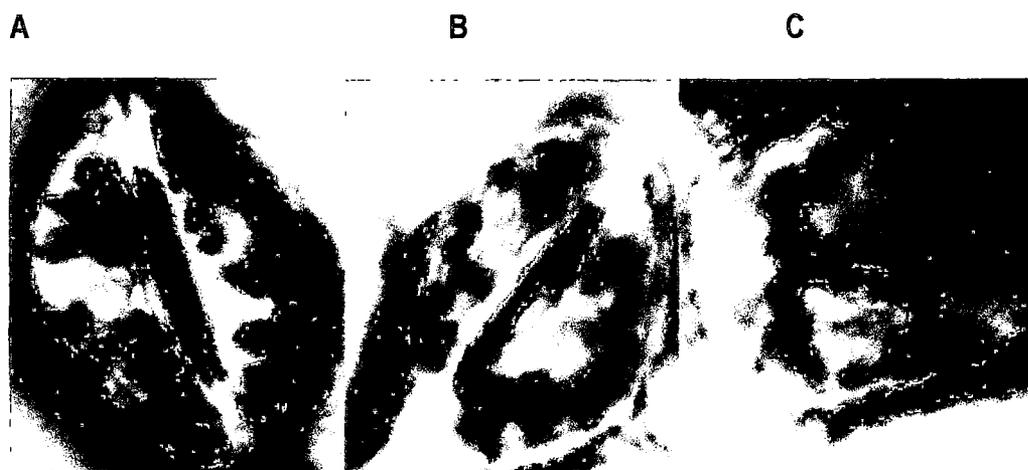
**A**

**B**

**C**



Poma 016



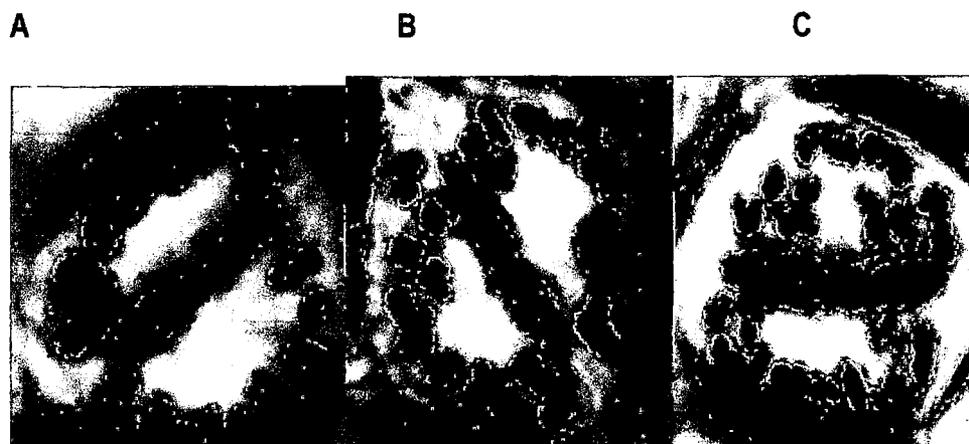
Poma 017



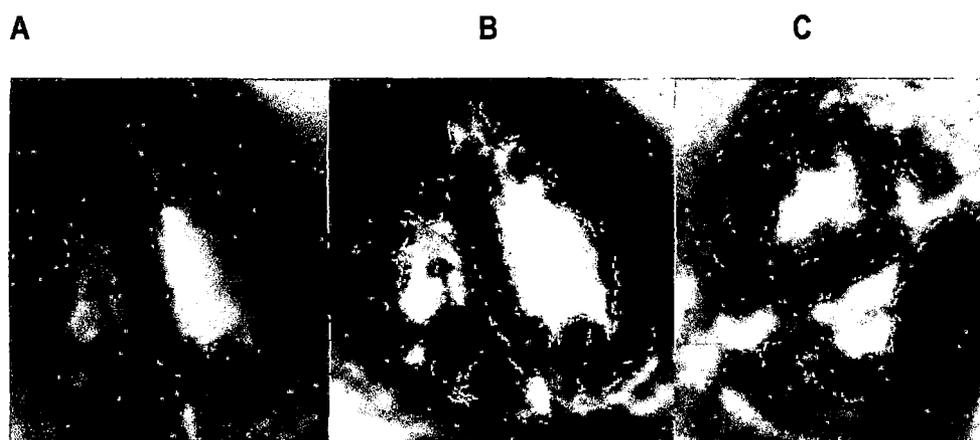
Poma 018



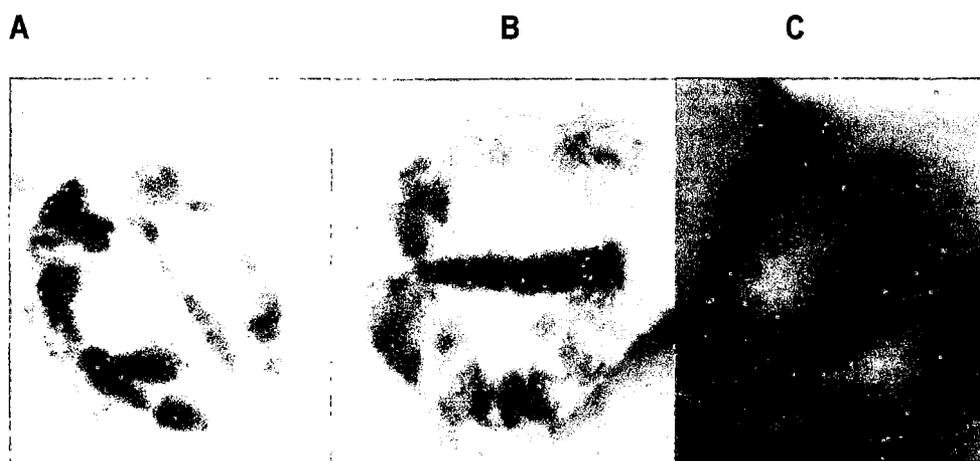
Poma 019



Poma 020



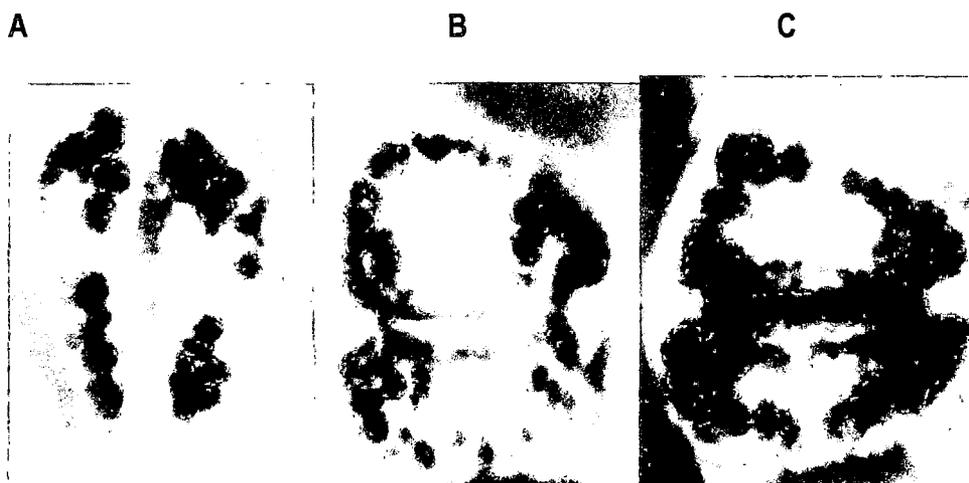
Poma 021



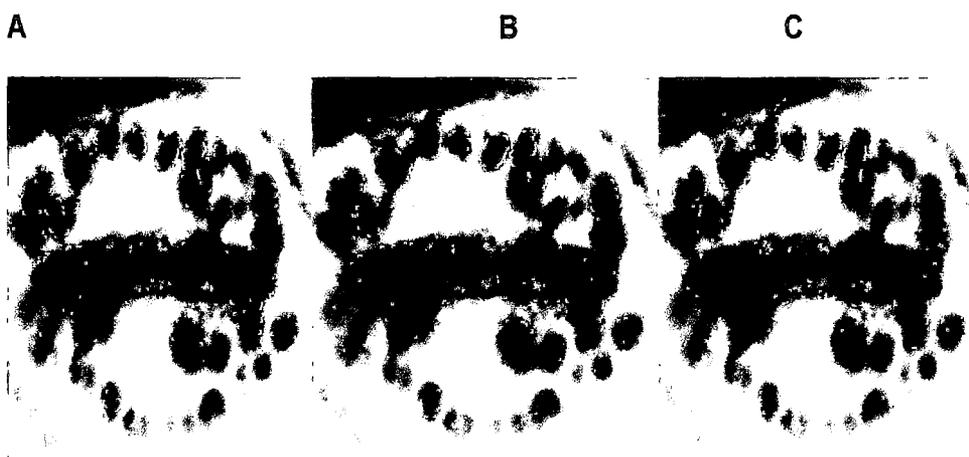
Poma 022



Poma 023



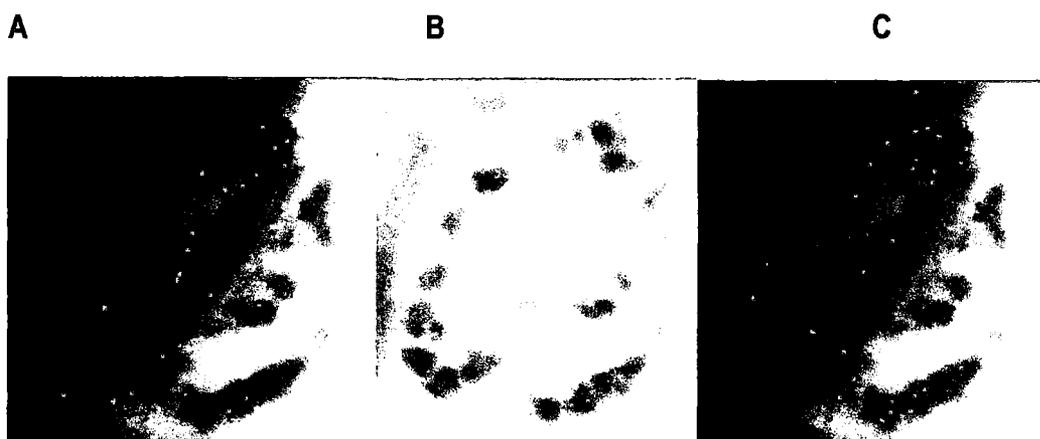
Poma 024



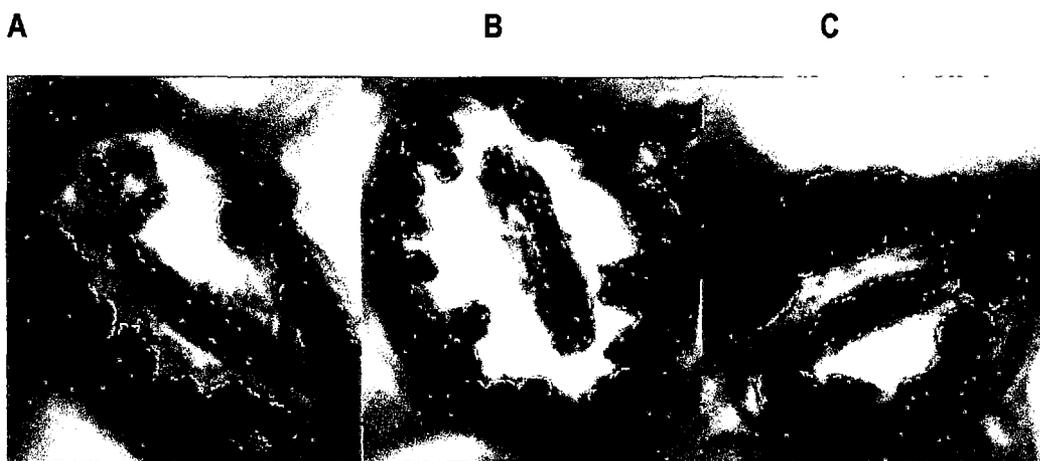
Poma 025



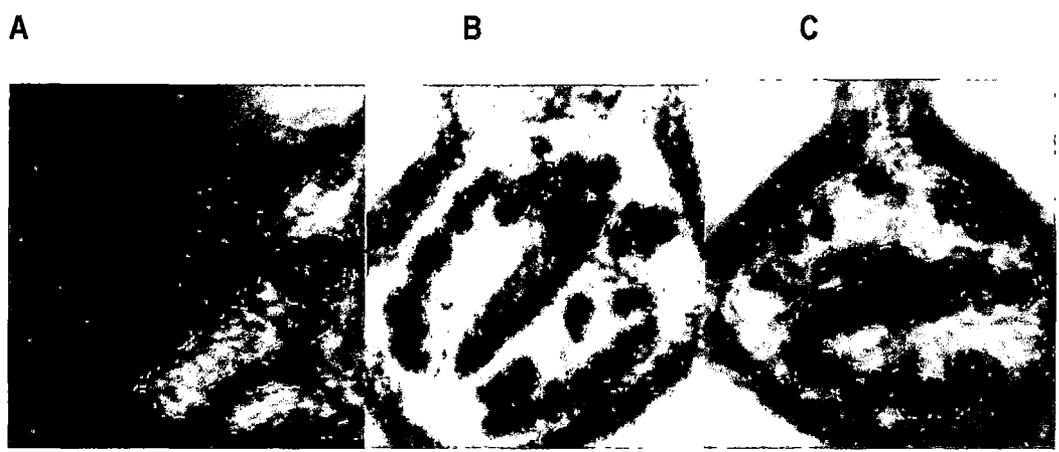
Poma 026



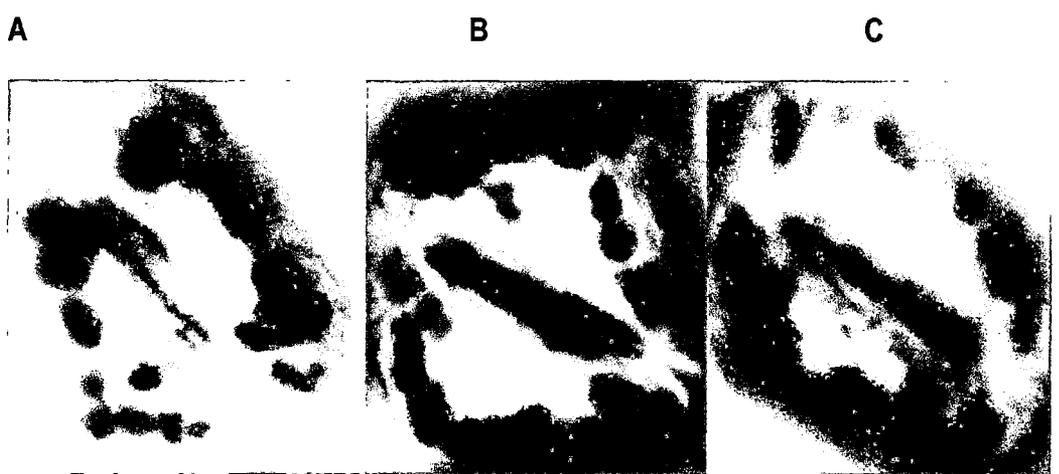
Poma 027



Poma 028



Poma 029



Poma 030

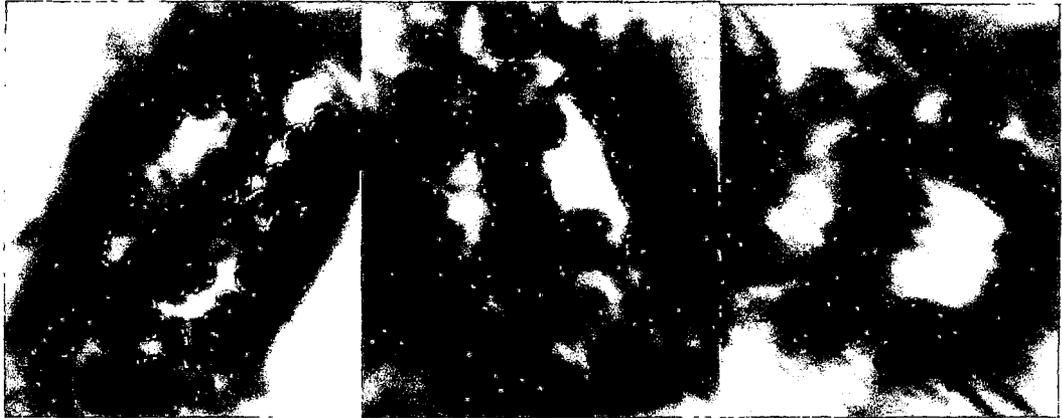


Poma 031

A

B

C



Poma 032

A

B

C

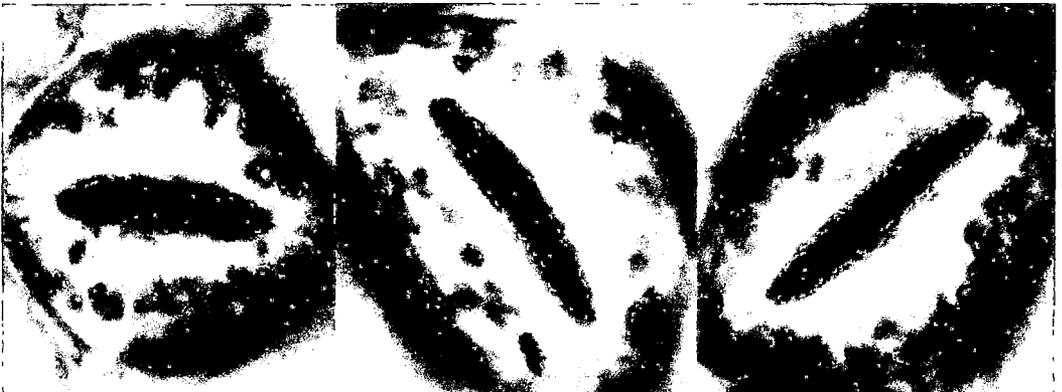


Poma 033

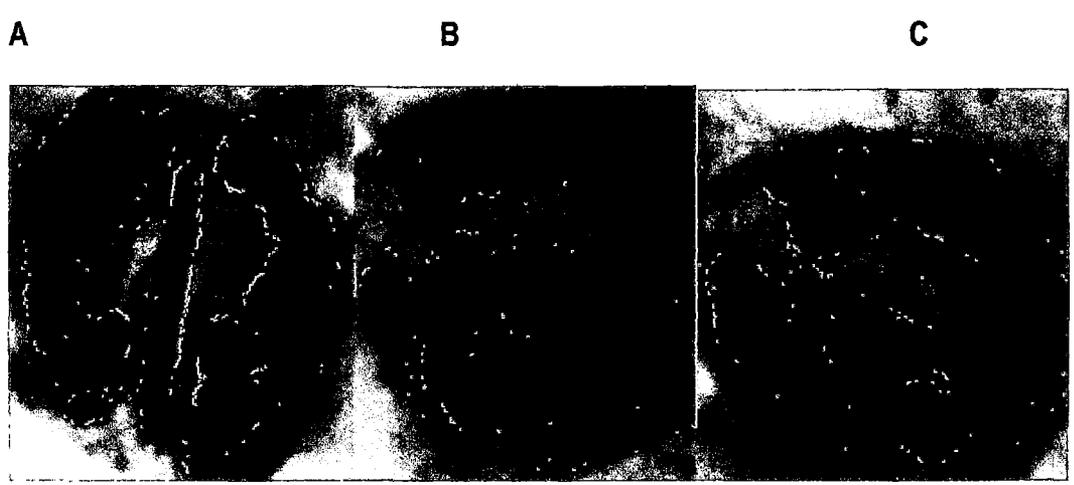
A

B

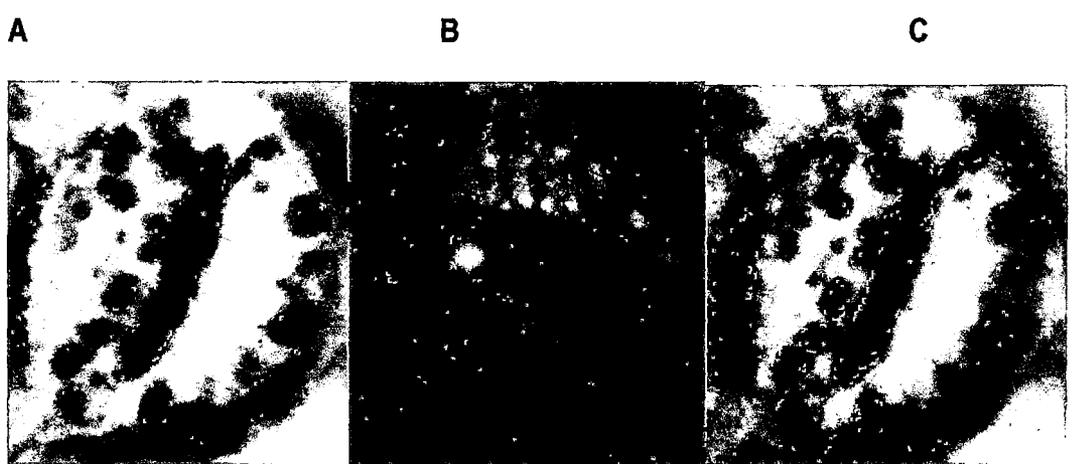
C



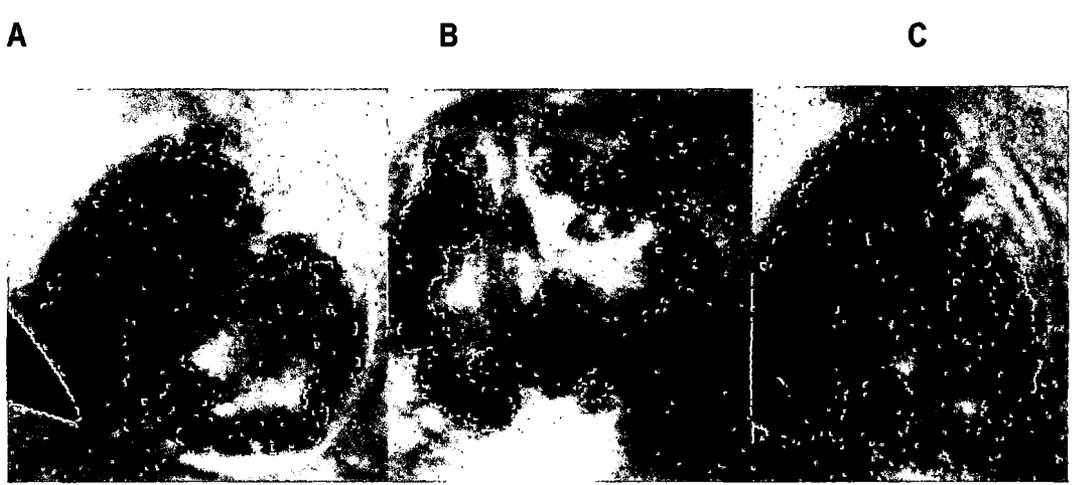
Poma 034



Poma 035



Poma 036



11

Poma 037

A

B

C



Poma 038

A

B

C

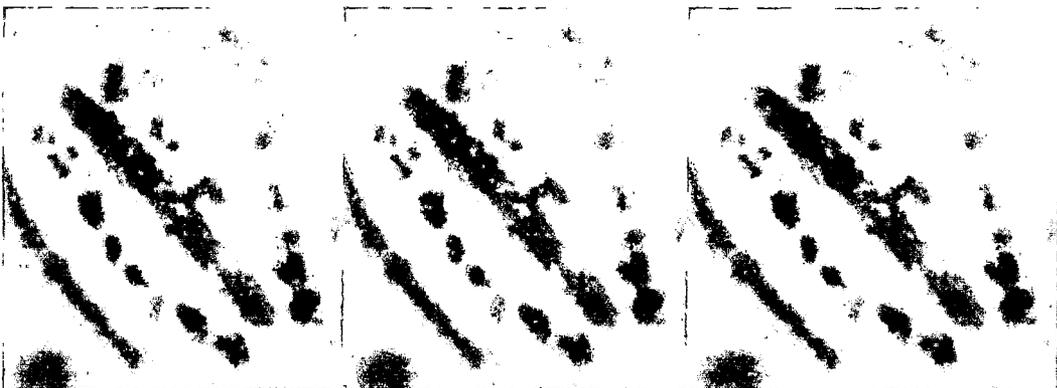


Poma 039

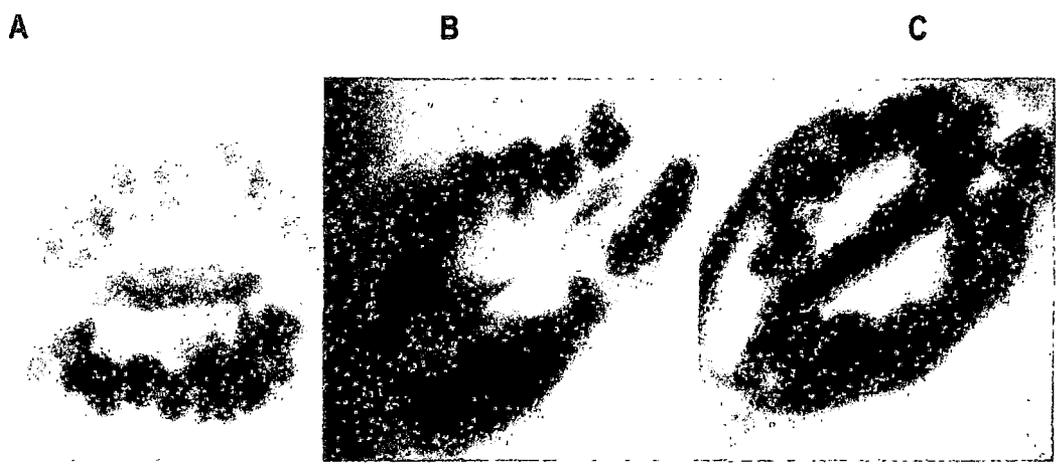
A

B

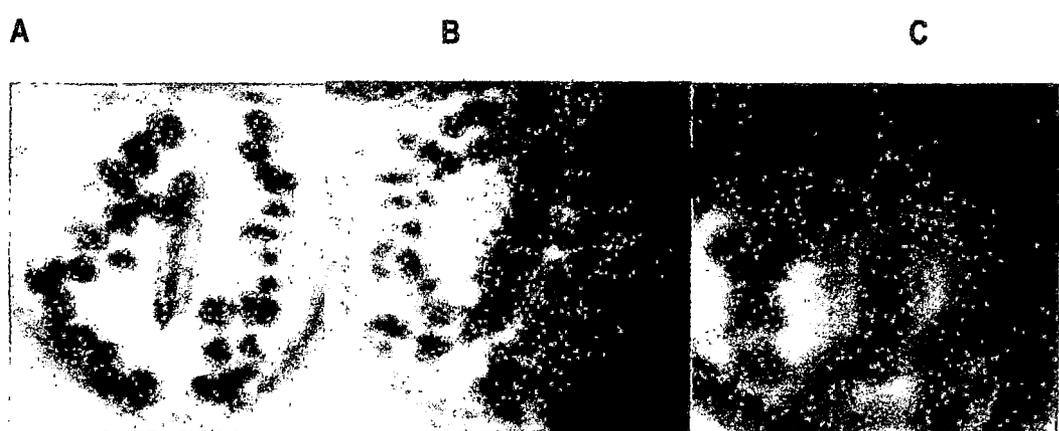
C



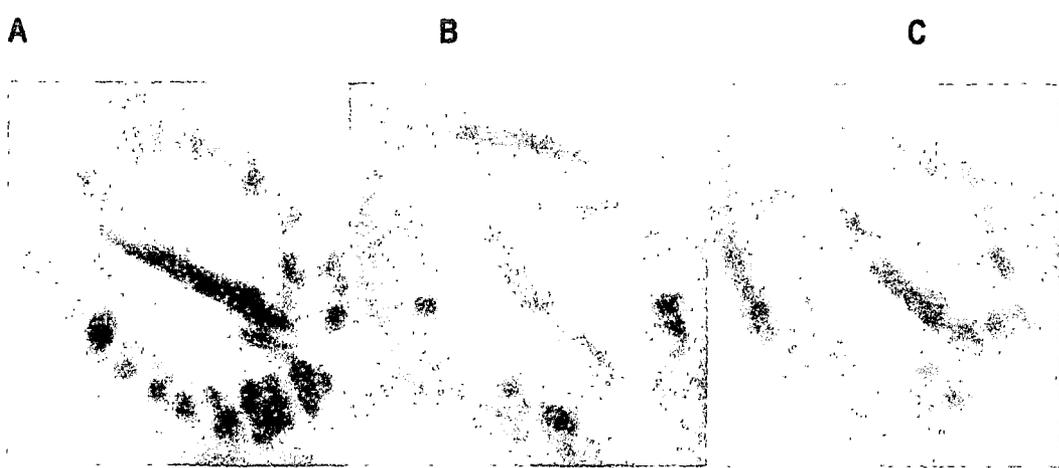
Poma 040



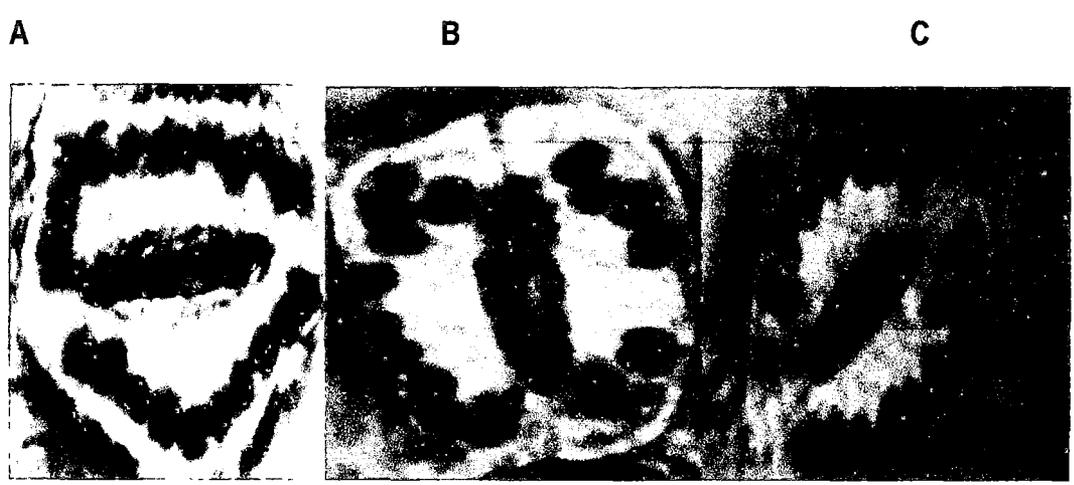
Poma 041



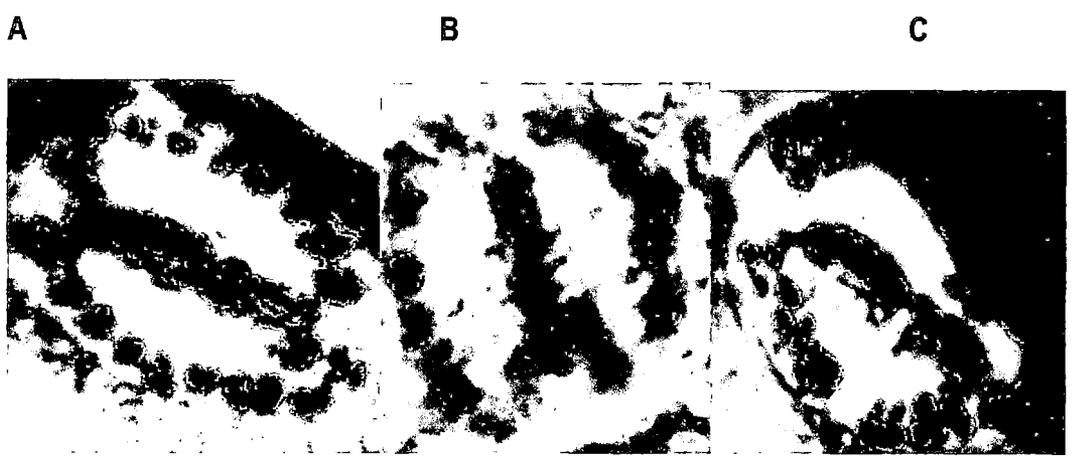
Poma 042



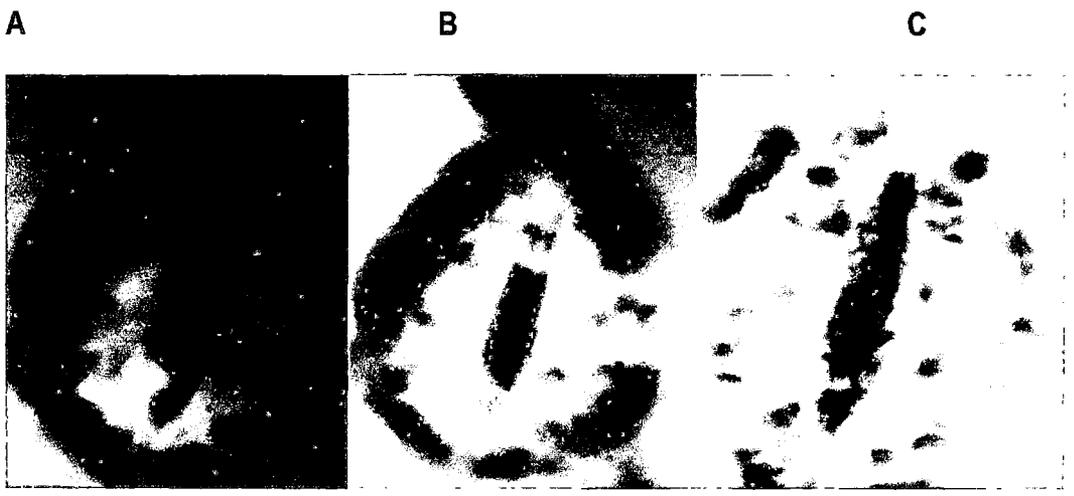
Poma 043



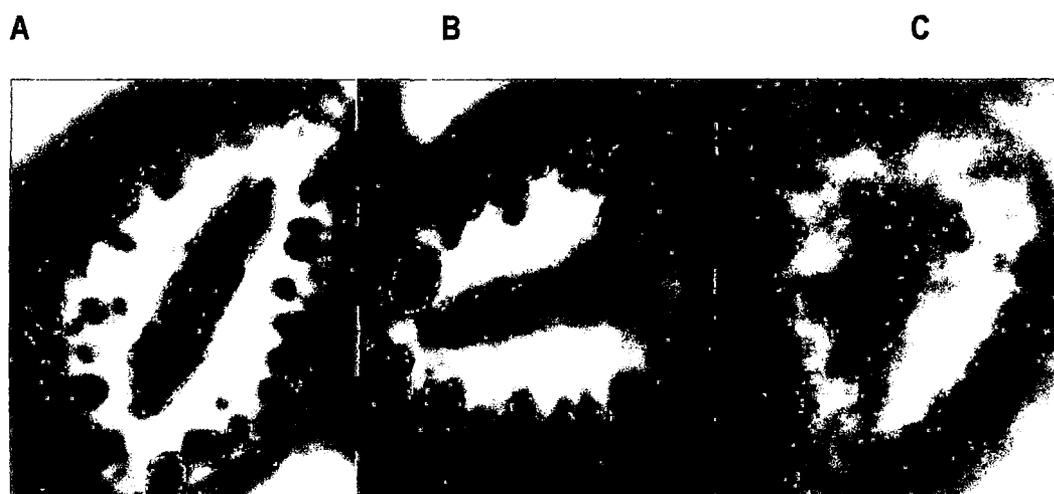
POMA 044



POMA 045



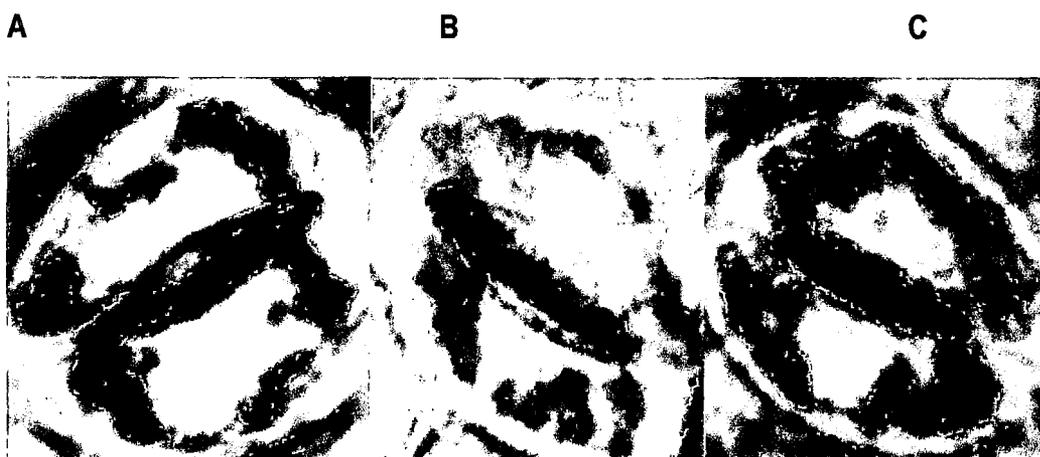
POMA 046



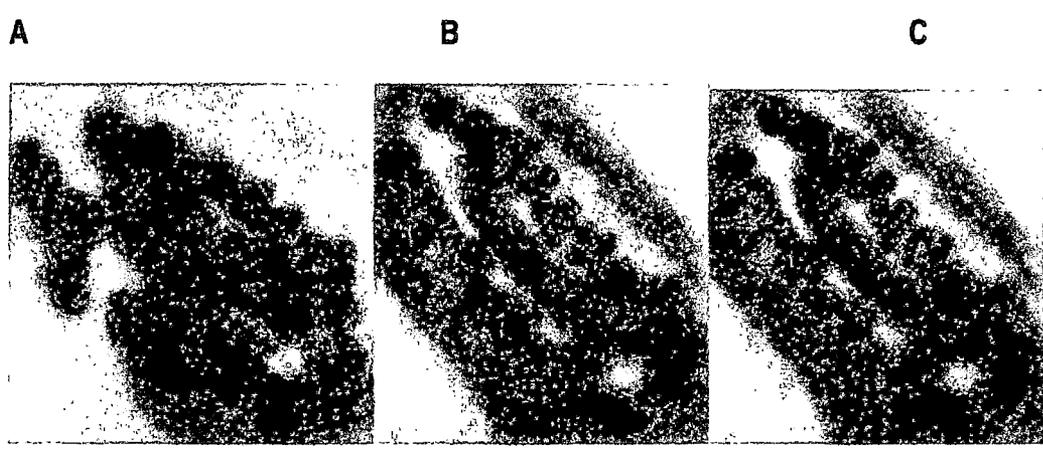
POMA 047



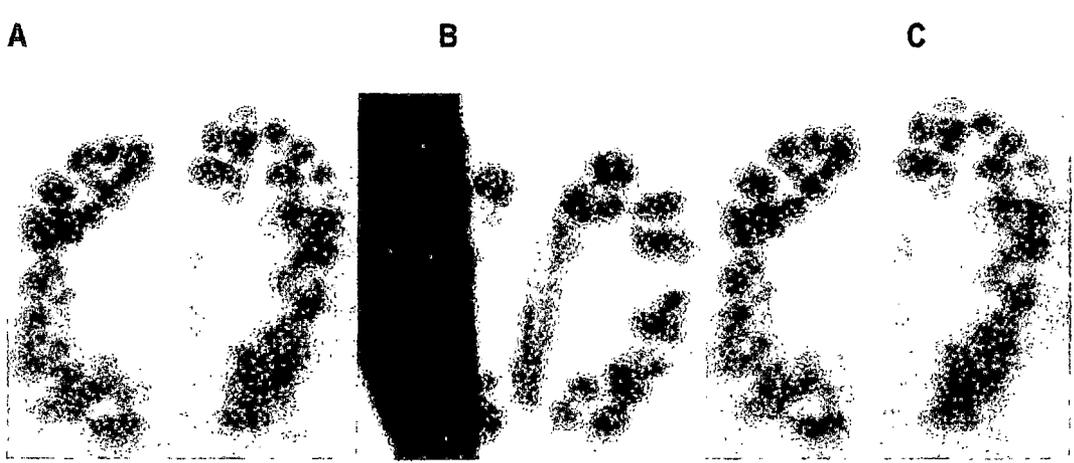
POMA 048



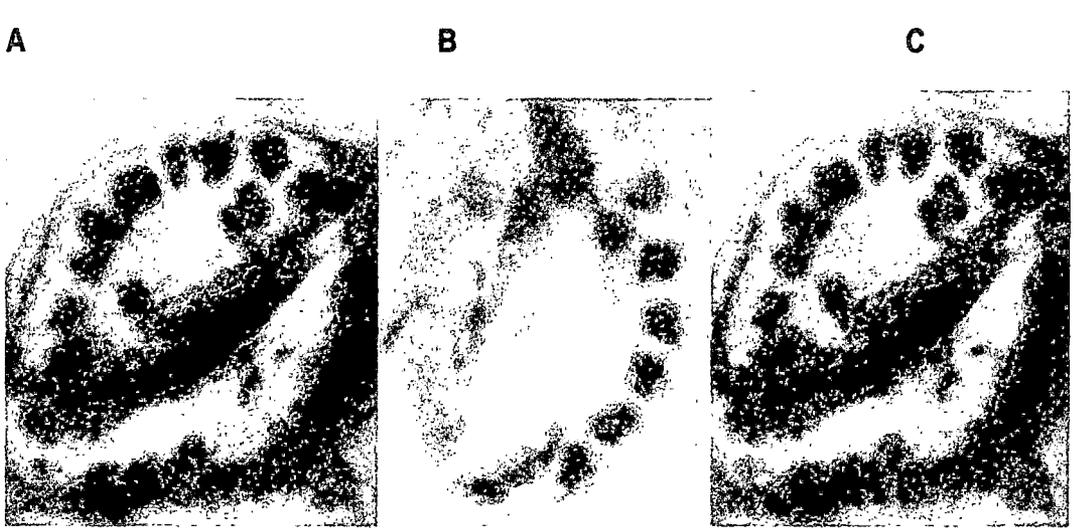
POMA 049



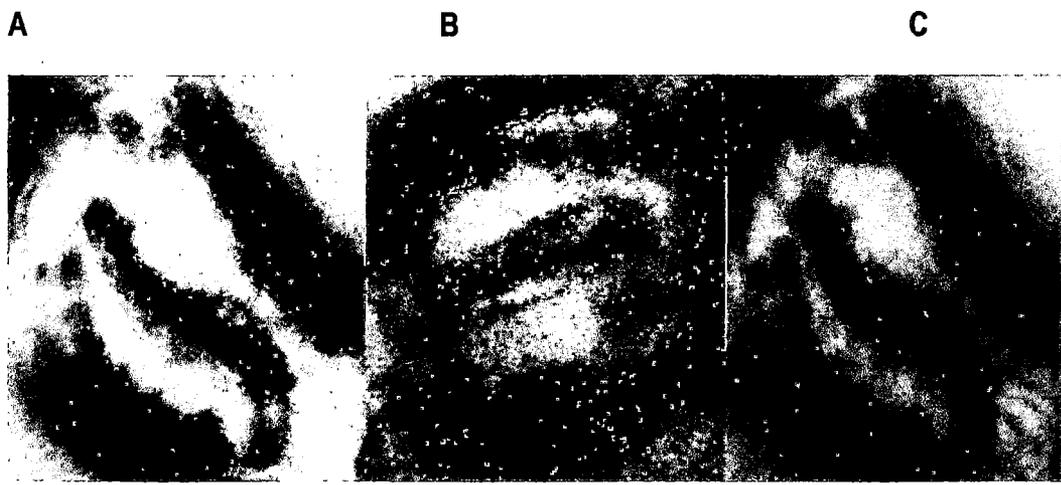
POMA 050



POMA 051



Poma 052





**Imagen N° 03: Obtención de muestras de foliolos**



**Imagen N° 04: Marcado y codificado de los foliolos**

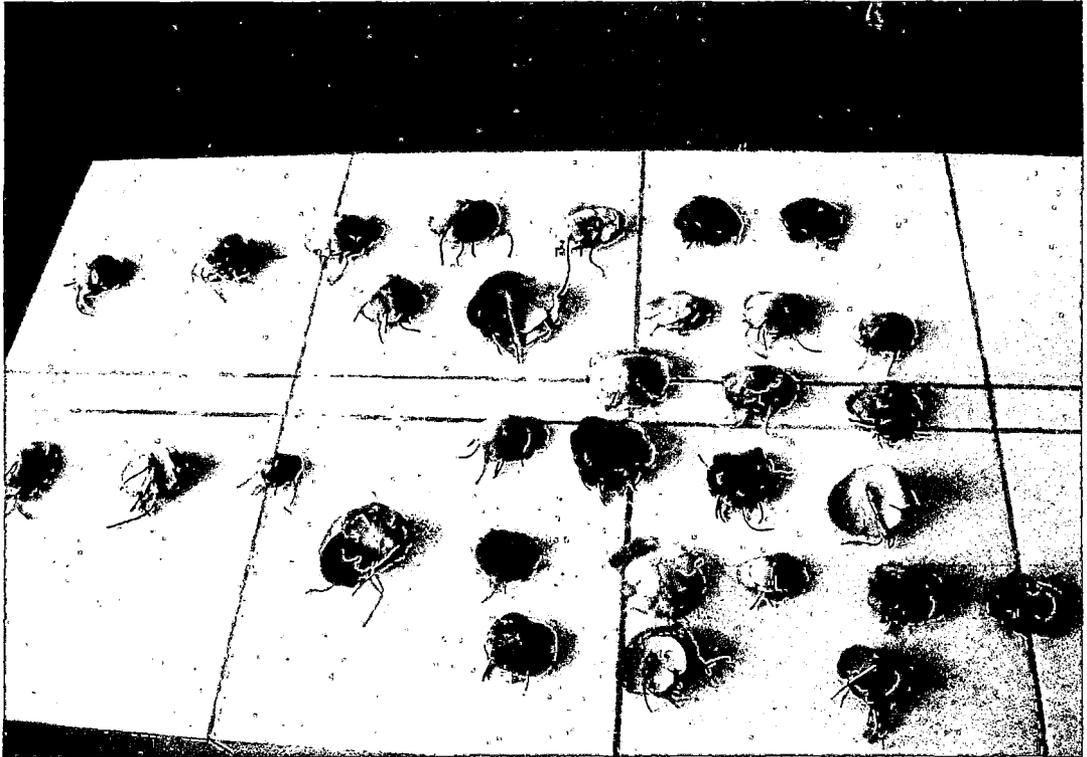
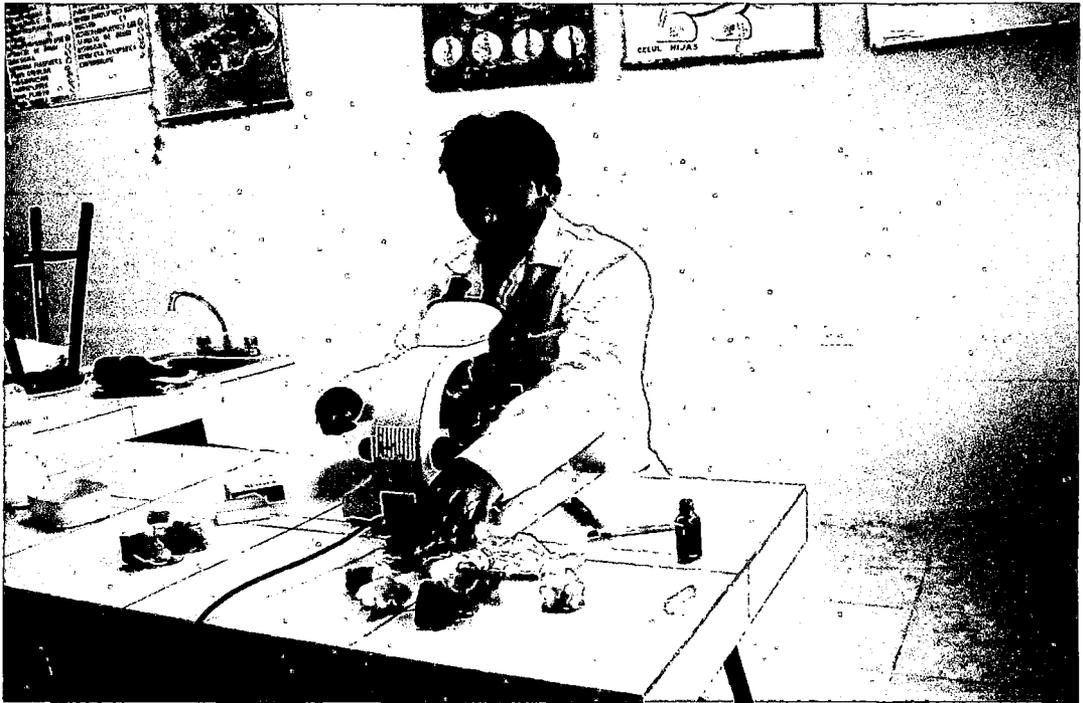


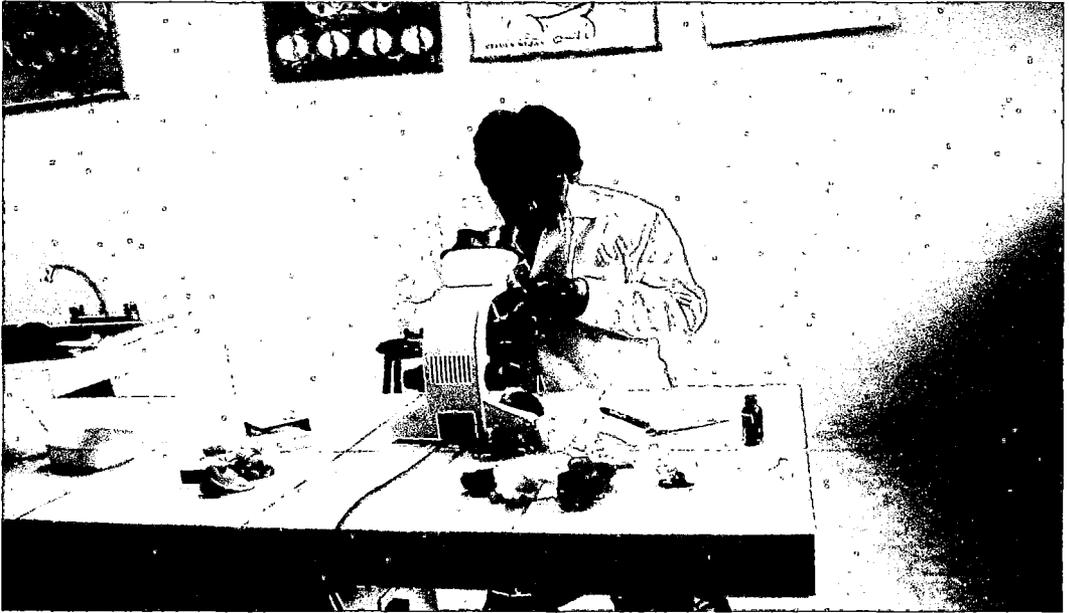
Imagen N° 05: Foliolos codificados



Imagen N° 06: Anotación de las muestras obtenidas:



**Imagen N° 07: Equipos, materiales e insumos de trabajo**



**Imagen N° 08: Extracción de la epidermis del foliolo**



**Imagen N° 08: Aplicación de lugol a la muestra**



**Imagen N° 09: Observación de la muestra**