

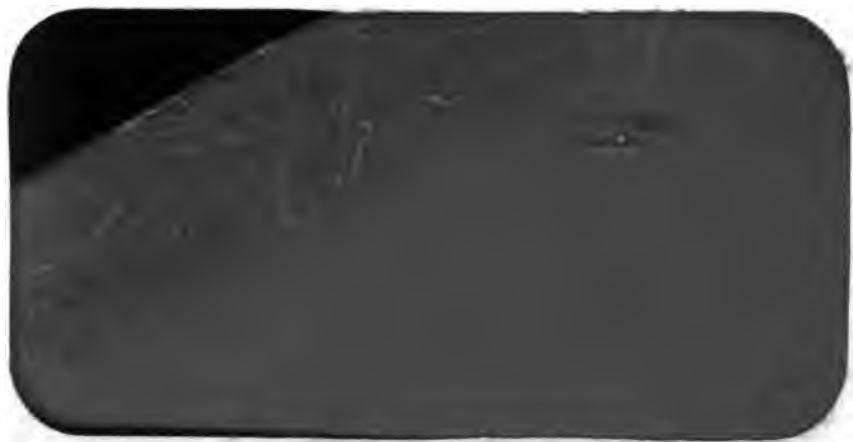
# AGRICULTURA ANDINA



AVANCES EN LAS INVESTIGACIONES  
SOBRE TUBERCULOS ALIMENTICIOS  
DE LOS ANDES

Proyecto: Investigación de los Sistemas Agrícolas Andinos

Lima, Perú



**PROYECTO :**

**INVESTIGACION DE LOS SISTEMAS AGRICOLAS  
ANDINOS**

Centro Interamericano de  
Desarrollo Rural e  
Investigación Agrícola

09 FEB 1987

IICA — CIID

- Universidad San Antonio Abad, Cusco
- Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Puno
- Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho.
- Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.

**AVANCES EN LAS INVESTIGACIONES  
SOBRE TUBERCULOS ALIMENTICIOS  
DE LOS ANDES**

**Nota:** Esta publicación es parte de una serie, que el Proyecto PISCA IICA/CIID ofrece como una contribución al conocimiento de los Cultivos Andinos.

**Editor :** MARIO E. TAPIA.

**Mecanografiado :** Olga Moreno.

00006617

# I N D I C E

## AVANCES EN LAS INVESTIGACIONES SOBRE TUBERCULOS ALIMENTICIOS DE LOS ANDES

### PRESENTACION

I	Presentación del Proyecto "Estudio sobre Tubérculos Alimenticios Nativos de la Región Andina" ( Jorge León ).....	1
II	Informe sobre los trabajos hechos en Bolivia sobre Oca, Ulluco y Mashua ( Martín Cárdenas ).....	5
III	Estructura y Variabilidad de las Ocas Peruanas ( Guillermo Orbegoso ).....	22
IV	Traducciones referentes a estos tres cultivos The cultivated plants of México, Guatemala and Colombia. S.M. Bikasov. Influencia de la longitud del día en la formación de Tubérculos. V. Razumov. ....	33
V	Los Tubérculos Andinos ( Una revisión de la Investigación Actualizada), Mario E. Tapia.....	45
VI	Alcances de la Investigación en tres Tubérculos Andinos Oca, Ulluco, Maswa, Isañu o Añu, Hernán Cortés .....	62
VII	Investigación en Tubérculos Andinos en la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Perú, José L. Lescano .....	
VIII	Bibliografía .....	105
IX	Bibliografía Complementaria.....	113



## PRESENTACION

Los Tubérculos Andinos incluyen además de la papa, especies de los géneros Oxalis , Tropaeolum y Ullucus, que se cultiva desde Colombia hasta el Norte de Argentina y Chile.

Su estudio ha sido muchas veces iniciado pero pocas veces continuado sistemáticamente. Es notable el interés que dedican los grandes estudiosos de los Andes , como el Dr. J. León, Ing. Julio Rea, Dr. Martín Cárdenas , Ing. H. Gandavillas, y recientemente el Ing. Hernán Cortes del Cusco, Ing. Carlos Arvizú de Ayacucho, Ing. Florencio Herquinio de Huancayo, Ing. Mauro Vallenás de Puno y otros Investigadores en la Sierra del Perú.

Una limitación al avance en éstos estudios, es la dificultad de contar con literatura que ha circulado escasamente y se encuentra en bibliotecas, no siempre accesibles al investigador de la extensa región andina.

En esta publicación se resumen los trabajos de esta especialidad y la revisión actualizada de la investigación, que tiene por único objeto ofrecer a los interesados en un solo texto la información más útil. En 1958 apareció una publicación del IICA ( No.63), que incluía los trabajos del Dr. León, Dr. Cárdenas é Ing. Orbegoso, que se han reproducido en esta edición.

El artículo del Ing. Cortes, apareció en el curso sobre Manejo de la Producción Agraria en Laderas, en 1981. Se les reconoce a cada uno de ellos su aporte al conocimiento de estas especies que aun alimentan a un gran porcentaje de la población peruana.





ESTUDIOS SOBRE TUBERCULOS ALIMENTICIOS NATIVOS  
DE LA REGION ANDINA \*

I. PRESENTACION DEL PROYECTO

Jorge León \*\*

Entre las numerosas plantas alimenticias de origen americano hay varios grupos que han sido muy poco estudiados. Estas plantas tienen a menudo gran importancia local, especialmente entre las poblaciones autóctonas, y su valor potencial como alimento en otras regiones es - aún desconocido. Con frecuencia su área de distribución se va reduciendo, sea por que son sustituidos por otros cultivos similares, o porque las poblaciones indígenas vayan desapareciendo.

En esta categoría figuran especialmente ciertos tubérculos nativos de las zonas altas de la cordillera andina, pertenecientes a familias muy diversas, pero cuya apariencia y estructura son a menudo muy semejantes. Tres de ellos se escogieron para estos estudios : la "oca" , "hibia" o "cuiba" ( Oxalis tuberosa Mol ), distribuida de Venezuela a Argentina; el "melloco", "timbos" , "ulluco" (Ullucus tuberosus Loz ) y el "añu" , "isañu" , "mashua" (Tropaeolum tuberosum R. X P. ), respectivamente. La domesticación de estas plantas es evidentemente muy antigua. Según Cárdenas la oca fue probablemente la primera en domesticarse, viniendo después el ulluco y finalmente la mashua. Es interesante notar que estas plantas pertenecen a familias muy separadas sistemáticamente. En el caso de la "oca" , puede decirse que es la única especie comestible de ese género, y que su nivel de ploidia ( $2n=77$ ), siendo el número básico para Oxalis  $2n=11$ , la coloca en un grupo aparte. Ullucus tuberosus es la única especie de su género; en la familia a que pertenece ( Basellaceae) se utiliza por Basella alba sus hojas, y Boussingaultia gracilis por sus tubérculos. La familia de la "mashua" (Tropaeoleaceae) ofrece otras plantas alimenticias de escasa importancia.

---

\* La Fundación Rockefeller suplió generosamente los fondos para el desarrollo de este Proyecto.

\*\* Jefe del Departamento de Fitotecnia, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica.

Es difícil establecer el área de origen de las especies mencionadas. Tomando como base la variación actual podría indicarse la sección colombiana de los Andes como la posible área original de Ullucus, y la región Peruano-Boliviana como centro de origen de Oxalis. Es más difícil indicar donde se originó el Tropaeolum, pues existen formas silvestres muy semejantes a las plantas cultivadas en varias zonas de los Andes.

La dispersión histórica de estas plantas es bastante reducida. - En épocas coloniales un tipo de oca, de tubérculos rojos y "ojos" claros, fue introducida a México, y es común en ciertos lugares de Puebla. Ciertas formas han sido descritas como una especie diferente - (Oxalis Crenata Jacq. ). A mediados del siglo pasado se introdujo a Europa el ulluco y la oca, y por un tiempo recibieron alguna atención de los horticultores; la última aún se encuentra en ciertos lugares del sur de Francia.

### Programa Desarrollado

Para el estudio de los tubérculos andinos el Departamento de Fitosociología del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas contó con el apoyo económico de la Fundación Rockefeller. Esto permitió iniciar un Proyecto Regional, centralizado en Bolivia y dirigido por el Dr. Martín Cárdenas, Prof. de Botánica de la Universidad San Simón, Cochabamba, Bolivia, quien ha mantenido por muchos años un interés constante por las plantas alimenticias de los Andes.

#### 1. Colección general de clones

Se estableció así una colección continental de oca, ulluco y mashua en Bolivia, localizada en la Hacienda Candelaria, situada a 60 Kms. de Cochabamba, a 3400 m. de altura, y en Pillapi, cerca del Lago Titicaca, a 3700 m. Esta colección ha permitido al Dr. Cárdenas observar las variaciones en los tres tubérculos, descritos en su informe adjunto. A formar esa colección han contribuido :

De Bolivia : Ing. Ana Kruger; Ing. Moisés Zavaleta;  
Ing. Elías Meneses; Ing. Julio Rea.

- De Colombia : Ing. Lauro Luján (Tibaitatá)
- De Ecuador : Prof. José E. Muñoz (Quito)
- De Perú : Dr. Carlos Madrid, Director , Zona Andina,  
Proyecto 39, IICA; Dr. César Vargas (Cuzco);  
Ing. Ernesto Gutiérrez (CIA); Ing. A. Félix  
(Junín).

## 2. Viajes

El Dr. Martín Cárdenas, asistido de los Ings. Kruger y Zavaleta, recorrió gran parte de Bolivia; Sur de Perú y Noreste de Argentina - (entre Salta y La Quiaca ).

## 3. Colecciones en Costa Rica

Simultáneamente con los trabajos en Bolivia se establecieron en Costa Rica colecciones de oca para estudios fundamentales sobre la estructura y variación en esa planta. El Ing. Guillermo Orbegoso recorrió la región de Puno (Perú) colectó numerosos tipos, que fueron sembrados en la finca Chicué, de Robert Hos., en el Volcán Irazú, a 2400 m. de altura. La oca creció admirablemente y con esos materiales el Ing. Orbegoso escribió su disertación titulada "Estudio sobre la estructura y variabilidad de la Oca ( Oxalis tuberosa Mol.) "

Colecciones más amplias de los tres tubérculos fueron obtenidas por el Dr. L. Müller, fisiólogo del Departamento de Fitotecnia, en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Dicha colección se ha establecido en cooperación con el Ministerio de Agricultura de Costa Rica, en sus campos experimentales del Irazú, a 2500 m. de altura. Esta colección permitirá estudiar la estructura y variación de Ullucus y Tropaeolum y suministrará material para los análisis bromatológicos.

## 4. Literatura

Se ha recogido la literatura fundamental sobre estos tres tubérculos, una lista de la cual está incluida en estas contribuciones.

Por su importancia para estos estudios se ha traducido del ruso la sección correspondiente de la obra de S.M. Bukasov "Las Plantas Cultivadas de México, Guatemala y Colombia" ; la traducción estuvo a cargo del Ing. W. Gheorgianov, fitotecnista de maíz de la Estanzuela, Uruguay, copia de la cual está incluida en esta publicación.

Se ha conseguido igualmente una traducción al inglés de la Obra completa de Bukasov, vertida del ruso por M.H. Byleveld, cuyo manuscrito se conserva en la Biblioteca del School of Geography, Universidad de California, y ha sido gentilmente cedido por Miss Elinore G. Magee, secretaria del Departamento de Geografía. Una copia mecanografiada de dicha traducción se ha depositado en la Biblioteca Orton del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, de la cual pueden obtenerse copias fotostáticas.

Por su importancia y rareza se incluyen aquí traducciones de resúmenes de dos trabajos sobre el efecto de longitud del día en el crecimiento de tubérculos andinos.

Es de esperar que los agrónomos suramericanos estudien con mayor atención estos cultivos. Sólo ellos podrán realizar los aspectos prácticos de su mejoramiento; el objeto esencial de nuestra colaboración - ha sido y será la de estudiar esas plantas en sus aspectos fundamentales de estructura y variación, y recopilar las informaciones más importantes sobre ellas. La publicación presente ofrece información inédita o traducida, que se espera sea útil a quienes se interesen por estos cultivos.

II. INFORME SOBRE TRABAJOS HECHOS EN BOLIVIA  
SOBRE OCA, ULLUCO Y MASHUA

Dr. Martín Cárdenas \*

OCA (Oxalis tuberosa Mol. )

Según Bukasov habría en cultivo indígena, dos especies de oca:

Oxalis tuberosa Molina y Oxalis crenata Jacq. Nosotros hemos mantenido en cultivo más de 100 colecciones de este tubérculo, procedentes de México, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. De México se recibió una sola colección : de Venezuela otra; de Colombia 17; de Ecuador 2; de Perú 23; de Bolivia 103. De Chile, una muestra de tubérculos blancos, la que se perdió durante el cultivo de esta gran colección internacional. En Tilcara (norte argentino), fuimos informados de que todavía se cultiva en este país la oca, pero no pudimos conseguir ningún material. Hemos observado los caracteres de las plantas de esta colección, que seguramente es más grande que la que mantuvo en Leningrado el botánico ruso Bukasov y de acuerdo a nuestras observaciones, todas las colecciones que hemos cultivado ~~corresponden~~ a una sola especie, (Oxalis tuberosa Molina ).

Tampoco creemos que pudiera establecerse variedades en el sentido taxonómico, porque los caracteres morfológicos de las plantas que hemos visto no lo permiten. Las diferencias más marcadas entre las numerosas colecciones pueden establecerse basadas en el color de los tubérculos y siguiendo este carácter, propondríamos la agrupación de las ocas en tres formas : alba, flava y roseo - violacea.

A la primera forma corresponderían todas las ocas de tubérculos blanco o hialino puro; la oca, descrita por Molina, sería de esta forma, así como la mayoría de las colecciones de ibias de Colombia y las blancas de Ecuador, Perú y Bolivia. En este último país, hay una oca hialina brillante que recibe el nombre Quechua de "pili runtu", que quiere decir "huevo de pato".

A la segunda forma (flava), corresponderían las ocas amarillo claras con pigmento de flavonas posiblemente, y las amarillo intensas y anaranjadas, pigmentadas con carotenos.

---

\* Profesor de Botánica, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

A la tercera forma (roseo-violacea), corresponderían las ocas pigmentadas de antocianinas y cuyo color de tubérculos varía del rosado claro hasta el violado muy oscuro, casi negro. Esta última forma es la más rica en matices de color, puesto que en ella encontramos tubérculos rosado claros, rojos, rojo oscuros, lilacinos, magenta claro y oscuro, púrpureos y violados; estos colores de los tubérculos no son uniformes sino en pocos casos. En las colecciones peruano-bolivianas, por ejemplo, es muy frecuente una oca amarilla con ojos rojos que recibe el nombre quechua de "puca - ñahui"; otra coloración común es la de los tubérculos rojos o magenta con ojos claros. La única colección de México es uniforme por sus tubérculos rojos con ojos claros. En Bolivia y el Perú, hay tubérculos amarillos con zonas aisladas rojas que sugieren un caso de quimera sectorial. Nunca hemos visto tubérculos violado oscuros con ojos claros. Todavía existe un tipo de pigmentación más raro en material boliviano, de líneas oscuras sobre un fondo magenta claro o lilacino uniformes.

La forma de los tubérculos varía menos que su pigmentación y tal vez podríamos reducir todas las formas a tres tipos: ovoide, claviforme y cilíndricos. En los tubérculos de tipo ovoide y cilíndrico el extremo del estolón es acordado. Los ojos de los tubérculos son también muy variados, los hay horizontalmente cortos o largos; próximos o alejados y superficiales o profundos. Los lóbulos tuberculares que rodean a los ojos, no son siempre igualmente prominentes o bajos: cuando son prominentes a un solo lado dan la impresión de una superficie muy tuberculada y cuando son bajos en ambos lados, el tubérculo correspondiente es casi liso. La bráctea que cubre los ojos, es también muy variable en longitud y ancho; hay brácteas anchas y cortas, casi obsoletas, o anchas o estrechas de casi un centímetro de longitud. No hemos determinado el número de yemas que hay en cada ojo.

El tallo aéreo en la oca es siempre erecto y succulento, de 20 a 70 cm. de alto y de 0.5 a 1.5 cm. de diámetro. Las formas colombianas o "ibias" fueron en nuestras plantaciones las más bajas, y las del centro de Perú y sur de Bolivia, las más vigorosas y altas. El color del tallo aéreo varía desde el verde claro uniforme hasta el púrpura muy oscuro.

Hay plantas de oca sin ningún pigmento de antocianina y las hay tan impregnadas de pigmento que aparecen casi uniformemente oscuras . El color más frecuente del tallo aéreo es verde con un ligero tinte rosado.

Existe correlación entre el color del tallo aéreo y el de los tubérculos. El tallo aéreo se ramifica desde su base y las ramas laterales nacen de las axilas de las hojas. Hemos observado una planta que ha producido en las axilas de las hojas, tubérculos pequeños y de ojos - muy aglomerados sin presentar ningún síntoma de enfermedad. En material herborizado hemos encontrado así mismo, formación de tubérculos aéreos, los que tienen el mismo color que los tubérculos subterráneos normales, a pesar de no haberse formado en la oscuridad.

El tallo aéreo así como los tubérculos de la oca, muestran una gran tendencia a la fasciación; hay tallos aéreos fasciados hasta de 10 cm. de ancho. La fasciación de los tubérculos afecta más el extremo opuesto a los estolones. Parece que no hubiera correlación entre la fasciación de los tallos aéreos y la de los tubérculos correspondientes, pues en una plantación de oca en cosecha en Ravelo (Chuquisaca-Bolivia), hemos visto tubérculos cilíndricos normales en una planta de tallo aéreo fasciado. No hemos probado si de tubérculos fasciados nacen plantas de tallo aéreo fasciado.

Las hojas son alternas, trifoliadas, con pecíolos de 2 a 9 cm. de largo; las hojuelas son cordadas y crenadas. Según Salter, no es rara la heterofilia en el género *Oxalis*, habiéndose observado hojas de 4 y hasta 7 foliolos, así como foliolos obcordados y de profundidad variable en los senos interlobulares. Tanto el tallo como las hojas, son pubescentes. Bukasov, observó que las hojas de la oca mexicana eran muy tomentosas en sus dos superficies y que las formas colombianas tenían poco o ningún tomento en el haz y poco en el envés. En nuestra colección de un tan grande número de formas, no hemos constatado esta diferencia de pubescencia correspondiente al material de los diferentes países donde se cultiva esta planta. El grado de pubescencia, es variado en las formas de todos los países. Nunca hemos visto hojas de oca con más de tres foliolos ni con éstos modificados en ningún grado de heterofilia.

Las flores de la oca, se disponen en dos cimas de a 4 a 5 flores.

El pedúnculo común, mide de 5 a 10 cm. de longitud y los pedicelos de 1 a 3 cm; todo el pedúnculo es pubescente, de color verde claro o pigmentado. El cáliz es igualmente verde o pigmentado, de más o menos 1 cm. de largo con 5 sépalos unidos en su base, pubescentes. La corola está formada de 5 pétalos unidos en su base, flabeliformes, de 10 x 6 mm. amarillo anaranjados, de borde trilobado, con tres nervios principales de color rojo. Los estambres están dispuestos en dos verticilos pentámeros; los inferiores miden de 3 a 4 mm. de longitud y los superiores hasta 9 mm; los filamentos son pubescentes. El estilo es pentáfido y de longitud variable dentro de tres límites, pudiendo ser más largo que todos los estambres, más largo que los estambres inferiores, o más corto que éstos. El ovario es súpero con 5 carpelos, quinquelocular, sincárpico y terminado en 5 estilos libres, de 2 mm. de longitud y de color amarillo dorado. Los estigmas son bifidos, laminares, penicilados, de color amarillo ligeramente verdoso.

El fruto es una cápsula de 5 lóculos, de pared membranosa, encerrado en el cáliz persistente. Las semillas se forman en número de 1 a 3 o más en cada lóculo; son elipsoides de más o menos 1 mm. de longitud, de superficie granulada y de color pardo claro u oscuro. La dehiscencia de las cápsulas en Oxalis en general es explosiva al extremo de ser difícil encontrar semillas en frutos maduros y secos. En nuestra gran plantación de oca, hemos observado que la fructificación no es frecuente y al parecer ocurre de preferencia en plantas vigorosas. Dos colecciones, una correspondiente al No. 141 "Oca Blanca" de Huancayo (Perú) y la otra al No. 146 "Puca Oca" de Lagunillas (Potosí-Bolivia), además de presentar frutos maduros, produjeron tubérculos axilares aéreos. En nuestro viaje de abril de 1958 por el sur de Bolivia, hemos examinado todas las plantaciones de oca que encontramos y entre unas 5 plantaciones de superficie regular, no encontramos sino dos frutos con muy pocas semillas. No hemos investigado si las semillas maduras de oca tienen o no endosperma. Según Salter las semillas de muchas Oxalidaceae, mantenidas en seco, no conservan su poder germinativo sino por unos tres días. Nosotros hemos ensayado la germinación de las semillas de la oca después de diferente número de días desde su recolección; germinaron igualmente semillas frescas de 3 a 5 días, como de 10 a 15 días. La germinación fue ensayada en platos de Petri sobre papel filtro húmedo,



musgo de turba y arena esterilizada, notándose una mayor germinación so  
bre el papel filtro. Los integumentos de la semilla se abren longitudi-  
nalmente en un extremo y dejan salir el embrión que luego muestra las -  
dos hojas cotiledonares carnosas. La germinación ocurre a los 10 a 15  
días después de la siembra , y la plántula en el estado de las dos hojas  
cotiledonares, se mantiene por 8 a 10 días, al cabo de los cuales apare-  
cen las dos primeras hojas trifoliadas a los dos lados del plano trans-  
versal de las hojas cotiledonares.

Según Bukasov la formación de tubérculos en la oca requiere días cor  
tos, razón por la cual una serie de tentativas de cultivo, sobre todo en  
Francia, han fracasado. En nuestro cultivo de Candelaria (Cochabamba-Bo  
livia), a una latitud de 17° Sur, la formación de tubérculos fue abundan-  
te así como la floración, dentro de una iluminación de 11 a 12 horas de -  
sol en verano, Bukasov anota que la floración de la oca en días cortos de  
9 horas y en los días largos de Leningrado es muy escasa ,siendo en cam-  
bio abundante en días de 10 horas de sol. Respecto a la formación de tu  
bérculos en relación a la duración del día, habría que estudiar el com-  
pórtamiento de la oca que se cultiva en Concepción (Chile) para ver la  
posibilidad de su cultivo en Europa. Hemos observado que otra planta  
andina de día corto, la "Quinoa" , cuando procede del centro de Chile,  
fructifica en Inglaterra , mientras que las variedades de esta misma plan  
ta procedentes de las vecindades del Lago Titicaca, no lo hacen. Fuera  
de la longitud del día, deben influir otros factores (temperatura) en el  
florecimiento de la oca. Nuestras plantas de Cochabamba, duplicadas de  
la gran colección de Candelaria, mostraron una floración escasa a la misma  
latitud. (Candelaria está situada a 3,400 m. sobre el nivel del mar y Co-  
chabamba a los 2,560 m.). Cabe recordar que al factor altura va asocia-  
da la proporción de los rayos ultravioleta. En cuanto al período de vege  
tación se refiere, la oca es entre los tres tubérculos menores de los Andes  
( Oca, Ulluco y Mashua) el más tardío, porque madura por lo menos en 8 me-  
ses; no hemos investigado si hay variación en el período de maduración de  
esta planta, en relación con las formas.

La oca presenta síntomas de varias enfermedades fungosas. El mate-  
rial enfermo ha sido enviado al Dr. J.A. Stevenson , encargado del Natio-  
nal Fungus Collections del Bureau of Plant Industry en Estados Unidos.

En nuestra colección, ha aparecido un lote de plantas, marcado en el - No. 129 de Acolla (Perú), con las hojas uniformemente moteadas de púrpura. No sabemos si esta pigmentación no mencionada todavía en la literatura, tiene origen genético o fitopatológico.

Para terminar esta relación sobre nuestras observaciones morfológicas y fisiológicas hechas en nuestra plantación de Candelaria, queremos referirnos a la relación existente entre el color del tubérculo y el tamaño del estilo en la oca. W.H. Hodge en su artículo "Three Native Tuber Foods of the High Andes " (Natural History, Dec. 1949), informa que aparentemente la variación de color en los tubérculos está asociada con diferencias florales, habiéndose notado que las ocas amarillas son de flor longistila; las blancas de flor mesostila y las rojas de flor braquistila. Nosotros hemos tenido el cuidado de examinar las flores de un gran número de plantas de la más diversa procedencia, sin encontrar tal asociación. - Mencionamos a continuación la siguiente lista de plantas de nuestra colección, como ejemplo de esta posible correlación :

Ver Cuadro Página 11

Número	Nombre y Procedencia	Color Tubérculos	Longitud estilos
9	Perú	Amarillos	Largos
14	"Yurac oca", Tinguipaya (Potosí-Bolivia)	Amarillos	Más largos que me dianos.
17	"Oca Amajaya", Lagunillas (Potosí-Bolivia)	Magenta claros	Medianos
31	"Chuchulli oca", Pillapi (Lago Titicaca)	Blancos	Largos
34	"Pallihuaya oca", Yampupata (Lago Titicaca)	Amarillo claros Ojos magenta	Cortos
45	"Lari oca", Chachacomani (Tunari-Bolivia)	Violado oscuros	Medianos
65	"Puca oca", Candelaria (Cochabamba-Bolivia)	Rojos	Cortos
88	"Keni pecke oca", Pillapi (Lago Titicaca-Bolivia)	Blancos magenta	Medianos
92	"Jancko Luki oca", Pillapi (Lago Titicaca-Bolivia)	Blancos	Medianos
96	"Oca Rucañahui", Colomi (Cochabamba-Bolivia)	Anaranjados	Cortos
102	"Yurac Kallo oca", (Cochabamba-Bolivia)	Amarillos	Medianos y Cortos al mismo tiempo.
122	"Ibia Amarilla", Zipaquirá (Colombia)	Amarillo claros	Medianos
123	"Ibia Rosada", Zipaquirá (Colombia)	Rosado Claros	Medianos

Por estos datos se ve que existe, sólo en ciertos casos la correlación apuntada. Además Hodge menciona únicamente tres colores fundamentales de tubérculos en asociación con los tres tamaños de estilo en la flor; no menciona los tubérculos violado oscuros ni los variegados.

ULLUCO o MELLOCO (ULLUCUS TUBEROSUS LOZANO )

Se ha creado dos géneros para designar a esta planta dentro de la familia Chenopodiaceae : Ullucus Lozano y Melloca Lindl.; la descripción original del género Ullucus fue publicada en el Semanario de Nueva Granada de 1809, y no se la ha mencionado ni transcrito en la literatura corriente; De Candolle ( Prodromus III. 360 (1828) incluye en el género Melloca dos especies : M. tuberosa y M. peruviana ; la primera de Nueva Granada y la segunda del Perú. Actualmente, el ulluco aparece citado en la literatura corriente como Ullucus tuberosus Lozano, dentro de la familia Basella ceae ( Eubasellae). Existe todavía otro nombre, Ullucus Kunthii, creado por Moquin Tandon, Bibl. Univ. Gêneve, XI, 1849, y que es considerado ahora como sinónimo del anterior. En Index Kewensis, aparece Caldas como autor del género Ullucus, aunque en el mismo Index debajo de Melloca Lindl. in Gard. Chron. 1847, se lee Ullucus Lozano. Enrique Pérez Arbeláez en la edición de 1956 de "Plantas Útiles de Colombia", secundando la opinión del Hermano Daniel, aclara que fue Caldas quien creó el género Ullucus. - Actualmente, el nombre vernacular de esta planta en Colombia, es "chugua" y en Ecuador, Perú y Bolivia, "ulluco". El nombre "ulluco" debe ser quechua o aymara y es raro que se lo hubiera empleado en Colombia al describir la "papa lisa". Bukasov indica que el "ulluco" es una planta exclusivamente sudamericana, que se cultiva en los Andes desde Colombia hasta el Perú y Bolivia. Sin embargo, en nuestro recorrido por el norte de Argentina hemos encontrado "ulluco" en los mercados de Jujuy y Humahuaca. En nuestro concepto no hay más que una especie botánica, Ullucus tuberosus, que comprende todas las variedades locales conocidas. En la colección cultivada en Candelaria (Cochabamba) y Pillapi (Lago Titicaca), hemos plantado un clon de Venezuela, 23 de Colombia, 2 de Ecuador, 22 del Perú, 41 de Bolivia y 2 de la Argentina.

Por lo que hemos observado en el campo, pudiéramos considerar al estado de floración dos variedades morfológicas de esta planta: una rastrera y otra erecta. Todas las formas colombianas son rastreras, y de tallo aéreo ligeramente coloreado de rojo, con hojas pequeñas, mientras que las formas del centro del Perú y algunas regiones del sur de Bolivia son erectas, de hojas grandes y gruesas. En el sur de Bolivia existen algunas plantas francamente rastreras. De Candolle, al revalidar la descripción del género Ullucus Loz. en Prodromus III, 360 (1828), no define claramente si el tallo aéreo es rastrero o erecto porque consigna: "caule ramoso angulato".

Al transcribir las dos especies que el admite Melloca tuberosa (Lindl.) y M. Peruviana, de Nueva Granada y del Perú, respectivamente, menciona para la primera : "caulis volubilis, carnosus, glaber", y para la segunda : "calulis haud volubilis", crassus, carnosus, sulcatus, glaber" . Bukasov cita para el ulluco dos clases de tubérculos por su origen: unos, los normales, que se forman sobre estolones cortos, y otros sobre renuevos muy finos que brotan por encima de la tierra y se introducen luego en ella. La formación de esta segunda clase de tubérculos fue muy frecuente en nuestras plantaciones, en las formas colombianas. No la hemos observado en ninguna de las colecciones peruanas y bolivianas del centro del Perú y norte de Bolivia. Sin embargo, en una forma de tubérculos normales de color verde claro, que crecía en un campo de ulluco en Reve<sub>l</sub>o (Chuquisaca-Bolivia), encontramos estos tubérculos que siempre son más pequeños y lisos que los subterráneos normales y de aparición tardía, al finalizar el período de maduración. Como estos tubérculos aéreos aparecen en el extremo de brotes filiformes, dan la impresión de frutos, aunque por sus ojos, no dejan duda sobre su naturaleza morfológica. Una de las ilustraciones más difundidas en los textos de Taxonomía Vegetal, es la del Bot. Mag. XXVII, 4617 (1851), que aparece, por ejemplo en J. Hutchinson "The Families of Flowering Plants". En esta ilustración hay un par de tubérculos aéreos sobre brotes cortos que figuran como frutos; estos tubérculos aéreos, son casi del mismo color que los normales subterráneos.

Los tubérculos corrientes del ulluco son esféricos, ovoides, cilíndricos rectos o encorvados, y de una infinidad de formas intermedias, aunque todos son de ojos muy superficiales y de superficie lisa brillante. El color es muy variado; los hay amarillo claros, amarillo dorados, lilas, pardo claros, verde claros, magenta claro y oscuro, pardo verdusco, pardo oscuro y magenta pardusco, en colores enteros; en colores combinados, los hay pigmentados de dos colores a zonas, en estrías y en puntos. Las formas de colores enteros más vivos en magenta, pardo y verde proceden de Colombia, siendo estos mismos tubérculos de tamaño mediano o pequeño. Entre las formas del sur del Perú y Bolivia son más frecuentes los tubérculos amarillos con puntos rojizos. Las formas de tubérculos magenta pardo verdoso enteros, son raros en los mercados de Bolivia porque al parecer su sabor está relacionado psicológicamente con el color. No hemos visto en nuestra colección de más de 50 formas de ullucos desde

Colombia hasta el norte argentino, ninguna de tubérculos completamente blancos, pero sí tenemos formas de tubérculos blancos moteados de magenta. Por lo demás, hay tubérculos amarillos con ojos rosados, tubérculos verdes con ojos rosados o verdes moteados de rosado.

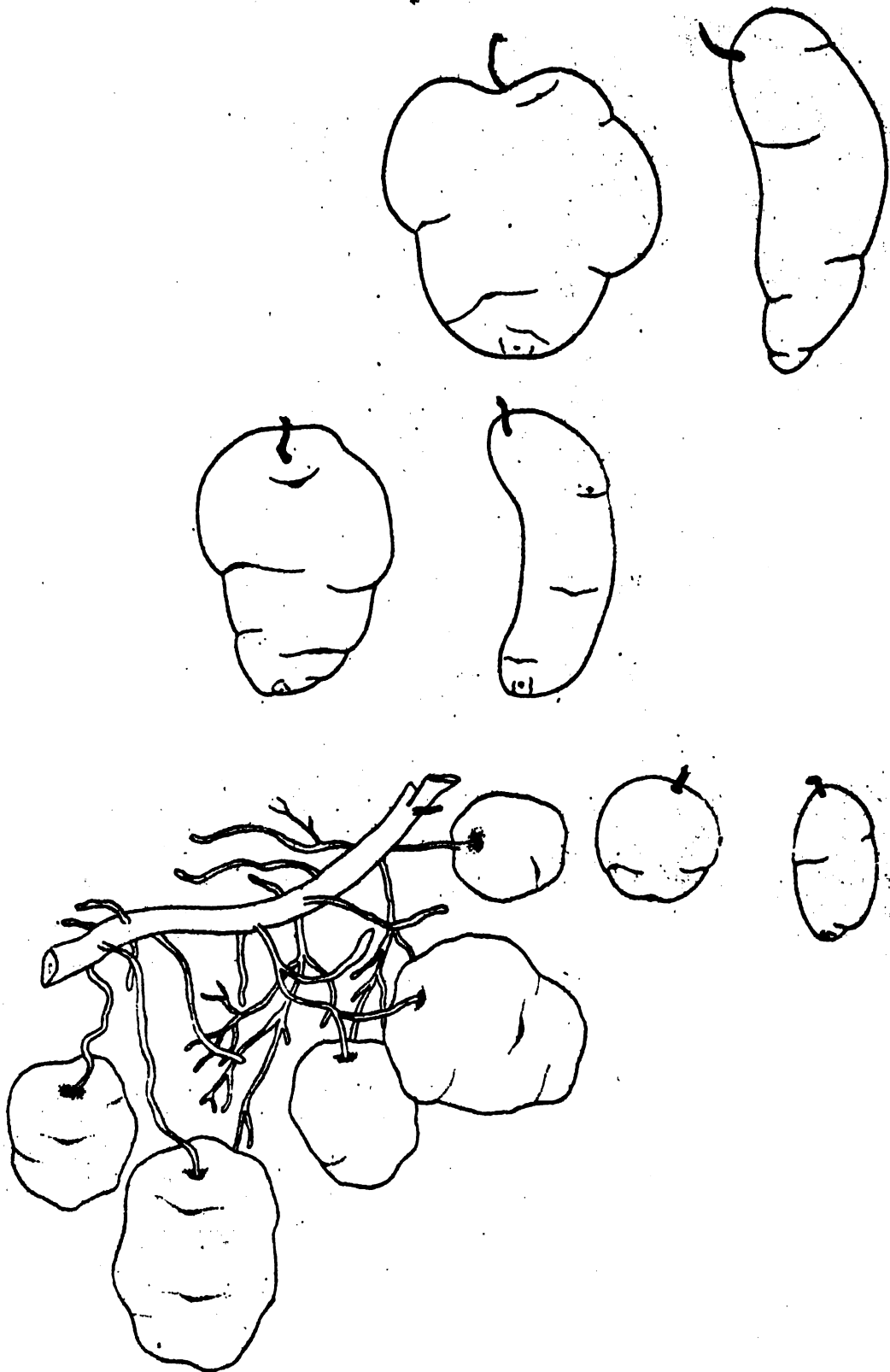
Según Bukasov los tallos aéreos del ulluco, son erectos en las plantas tiernas y posteriormente rastreros. Por lo que hemos observado en nuestra gran colección, hay marcada diferencia entre las formas rastreras de Colombia y las erectas de Bolivia y el Perú. Los tallos en las formas colombianas son además rojizos, mientras que en las erectas de Bolivia los hay completamente verdes. Todos los tallos son suculentos y angulosos. En sus porciones inferiores, cerca de la tierra, presentan varias filas de raicillas adventicias con las cuales se fijan y enraizan. Los tallos erectos llegan a medir de 30 a 60 cm. de talla. Hemos observado asociaciones entre el color del tallo aéreo y el de los tubérculos, pero sin que esta asociación pueda definirse en grupos concretos. Entre las formas colombianas, hemos tenido tallos aéreos rojizos de tubérculos amarillo muy claros. Entre las formas peruano-bolivianas hemos observado tallos purpúreos y envés de la hoja púrpura, nacidos de tubérculos magenta; tubérculos rosa salmón asociados a tallos ligeramente rosados y hojas del todo verdes; tubérculos amarillos con tallo aéreo verde, etc. En los ejemplares herborizados, se observa la formación de tubérculos axilares en las axilas de las hojas y en este caso, tales tubérculos son del mismo color que los normales subterráneos.

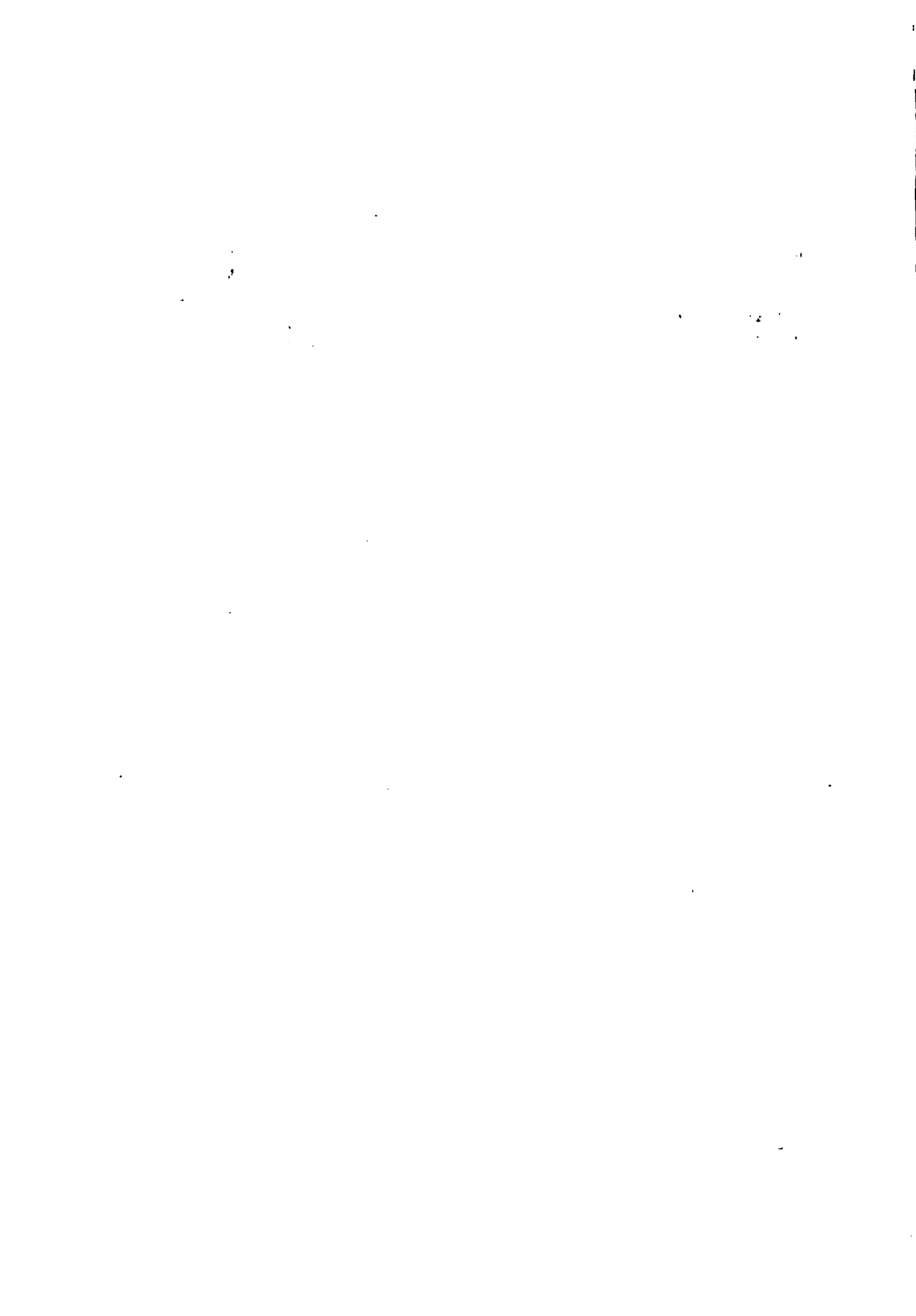
Las hojas del ulluco son cordato-ovadas de base cuneada y ápice obtuso o redondeado, con el pecíolo de 1 a 3 pulgadas de largo y la lámina de 1 a 3 x 2 pulgadas. En las formas colombianas las hojas son grandes, de un color verde mate; en las formas erectas del Perú y Bolivia, las hojas basales son muy grandes, apretadas unas contra otras, mientras que las apicales son pequeñas, pero siempre apretadas. La base del pecíolo y a veces todo el envés de las hojas son pigmentados.

Las inflorescencias especiformes, son axilares y abundantes, con numerosas flores pequeñas. Las flores según Bukasov y De Candolle, son amarillas; en nuestra plantación hemos tenido muy pocas plantas con flores amarillas y muchas con flores pigmentadas de magenta en la base y los mucrones de cáliz. En general las flores no miden más de 5 a 8 mm. de diámetro. Su involucre está formado de dos lóbulos suborbiculares agudos y

Ullucus tuberosus Lozano.

Tubérculos típicos.







unidos en su parte inferior a los tépalos. Los tépalos son 5, ovado-cordados y largamente setáceos o mucronados. Los 5 estambres, opuestos a los tépalos, con anteras pequeñas de dehiscencia apical. El estilo es corto, de estigma obtuso y no bifido como indica Bukasov. El ovario es súpero, globoso.

De Candolle caracteriza el fruto del ulluco como "fructus ovoideus, calycibus inmutatis inferne involutus. Pericarpium baccatum. Semen verticale .....". Este mismo autor al consignar la descripción del género Ullucus asignado a Lozano, anota : "Capsula 17-locul. Semen 1 oblongum". Así, no sabemos si el fruto del ulluco es una baya o una cápsula. En nuestra plantación de cerca de un centenar de colecciones de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina no hemos tenido ningún fruto. Bukasov a su vez, informa que en sus cultivos así como en los efectuados por Vilmorin y otros horticultores, no se han formado semillas.

Para ver la asociación que hay entre el color de los tubérculos, el del tallo aéreo y el de las flores, damos los siguientes números de nuestra colección :

Ver Cuadro Página 16

No.	Tallos	Hojas	Flores	Tubérculos	
59	Chugua blanca Bogotá (Colombia)	rastreros rojizos	verde claras	pigmentadas magenta	
62	Chugua púrpura Facativá (Colombia)	aéreo excepcionalmente erecto apenas de 10 cm. alto	ásperas, verde - claras	casi blancas con mucrones calicinos magenta,	Púrpuras
89	Ulluco amarillo moteado de rosado, del centro del Perú	robustos, verde pigmentados de rojizo	verdes	magenta	
92	Ulluco de color canario, centro del Perú	aéreo, ligeramente rosado	verdes	blanquecinas.	
93	Papa lisa amarilla, - Potosí (Bolivia)	ligeramente rosados	verdes	amarillas	
75	Ulluco morado oscuro, Tinguipaya Potosí - (Bolivia)	aéreo prostrado de color rojo	Verdes	magenta oscuras	

Bikasov indica que el ulluco forma tubérculos sólo en días cortos y que en los días de solo 9 horas la formación de tubérculos es más temprana. En nuestros cultivos de Candelaria en días de 12 horas, la maduración de los tubérculos fue algo más precoz que en la oca y el isaño y tuvo lugar en 7 meses. La floración fue muy profusa. En el cultivo de los tres tubérculos menores, fue el ulluco que comenzó a florecer más antes y continuó mostrando flores después que los otros dos. La temperatura tampoco tuvo influencia en la floración del ulluco, pues mientras que la oca y el isaño o cubio, florecieron muy poco en Cochabamba a 2,560 m. de altura, el ulluco floreció tan abundantemente como en Candelaria a 3,400 m.

En Bolivia, en las regiones húmedas y oscuras hay plantas de ulluco rastreras y con ramas muy largas, que son consideradas como silvestres. Concuerdan en todos sus caracteres con la especie cultivada excepto, en la elongación de sus ramas y en sus tubérculos pequeños. Consideramos a estas plantas como escapadas del cultivo aunque presentan un aspecto que haría pensar que son silvestres. En el Cementerio de Tacacoma (Bolivia) y a una altura de 3,600 m, encontramos un ulluco rastrero que crecía sobre un manto superficial de tierra existente en la bóveda de los nichos y que era conocido con el nombre de "monte ulluco". Sus tubérculos, casi blancos al

cosecharlos, se volvieron verdes y conservaron su tamaño de unos 10 mm. de diámetro, por más de 4 meses sin secarse. De éstos tubérculos nacieron plantas normales con tendencia a la orientación rastrera y de flores de color amarillo de oro puro que no hemos encontrado en ninguna forma cultivada. Consideramos que las formas de tallo voluble o rastrero, como son casi todas las colombianas, serían más primitivas que las formas vigorosas erectas del Perú y Bolivia. Habría que investigar si en Colombia hay estas formas escapadas del cultivo u otras realmente silvestres. El consumo del ulluco en Bolivia está rodeado de cierto temor por su efecto en el organismo. Después de machacar los tubérculos, se acostumbra eliminar su mucílago por expresión o también cambiando una agua de ebullición. Sería interesante investigar si en estos tubérculos existe alguna sustancia tóxica.

ISAÑO, MASHUA o CUBIO (Tropaeolum tuberosum R X P )

Si de las otras dos especies productoras de los tubérculos, oca y ulluco, no se conoce una descripción original clara y acompañada de su correspondiente ilustración, de isaño o mashua disponemos de una magnífica descripción y una lámina muy detallada en Flora Peruviana etc. Chilensis T. III, lámina 314 (1802) de Ruiz y Pavón. Además el número de ilustraciones publicadas sobre esta planta, con posterioridad llega a 26, según Index Londinensis. El isaño es una planta herbácea, semierecta de 20 a 80 cm. de alto. Sus tallos aéreos son cilíndricos, delgados, de 3 a 4 mm. de grosor, ramificados, de color púrpura o violado púrpura oscuro.

Las hojas están colocadas a lo largo del tallo espaciadas por entre nudos de 1 a 8 cm. Los pecíolos son irritables como zarcillos, de 2 a 20 cm. de longitud, de color verde oscuro pigmentado de rojo. La lámina es de mayor tamaño en la base de la planta, peltada, de 5 a 6 cm. de ancho, tri o pentalobada en la misma planta. Según la descripción original la lámina, es "quinkeloba, rarissima septemloba". En nuestra planta - ción de más de 60 colecciones de esta planta, no hemos visto ninguna hoja con siete lóbulos. Bukasov encontró que los lóbulos de las hojas eran más angostas en las formas colombianas; hemos tenido el cuidado de observar este carácter en nuestra colección y no hemos encontrado esa diferencia entre las formas peruano-bolivianas y colombianas. La base de la lámina es transversalmente truncada, tenue, verde oscura, brillante en el haz y

verde más clara en el envés. Una vez hemos visto en nuestro campo de isaños una planta de hojas albomaculadas, y no sabemos si este carácter era de base genética o producida por una infección virósica. En casi todas las colecciones los nervios de la cara inferior de la hoja y sus bordes están pigmentados de púrpura obscuro.

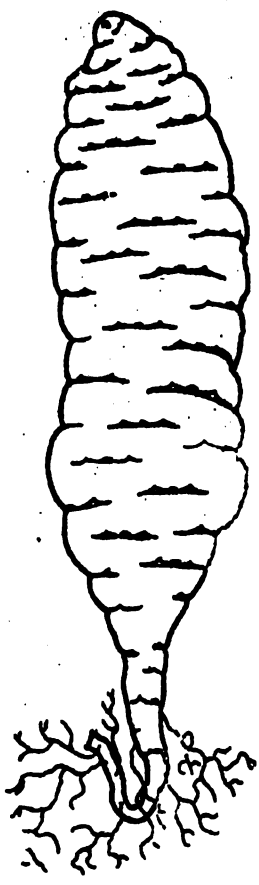
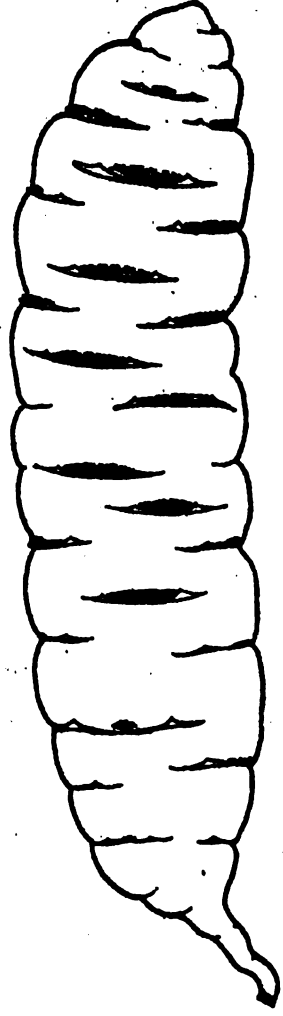
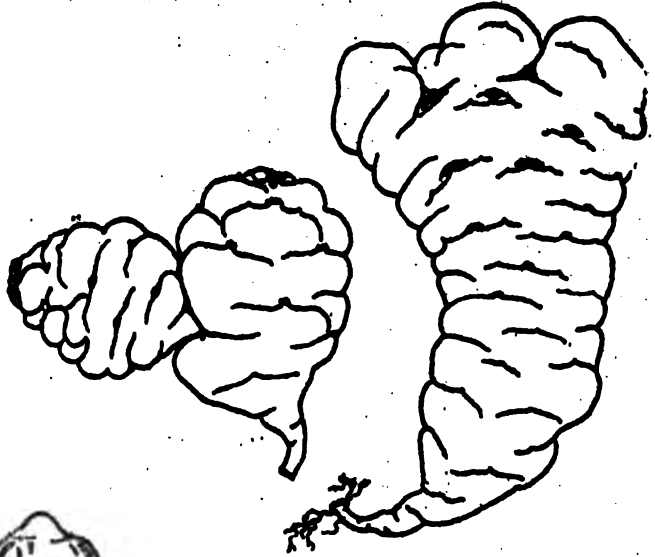
Las flores son solitarias, y aparecen sobre pedúnculos de 10 a 15 cm, intensamente pigmentados. Son zigomorfas, de 2 a 2.5 cm. de longitud; el cáliz es de color rojo intenso, con cinco sépalos unidos por su base; los tres sépalos superiores se prolongan en un espolón de 1 a 1.5 cm. de largo. En la misma planta aparecen flores con espolón sencillo o doble. La corola se compone de cinco pétalos de color rojo anaranjado, cortamente unguiculados y provistos de una nervadura roja obscura. Los dos pétalos superiores son orbiculares, de 5 a 8 mm. de diámetro; los tres inferiores, espatulados, de 10 a 12 mm. de longitud. Los estambres están dispuestos en dos verticilos de a cuatro piezas, y son algo más cortos que los pétalos inferiores y desiguales entre sí. Los filamentos tienen un color magenta, con líneas oscuras y miden unos 8 mm. de largo. Las anteras, son pequeñas, miden apenas 2 a 3 mm. de longitud, aunque excepcionalmente hay flores con anteras normales y anteras hasta de 5 mm. de longitud que parecen estériles. El ovario es trilocular, verde claro. El estilo, es más corto que los estambres, blanco o pigmentado de magenta, trifido.

El fruto es un esquizocarpio, compuesto de tres mericarpios uniseminados que se separan y caen individualmente en la madurez. El isaño, a diferencia de la oca y el ulluco, fructifica abundantemente, pero no hemos tenido oportunidad de probar la germinación de sus semillas.

Creemos que las plantas volubles de esta especie que aparecen como silvestres entre los matorrales húmedos, constituyen formas escapadas del cultivo y nacidas de tubérculos remanentes, ya que no muestran ningún carácter que denote segregación genética. Los tubérculos del isaño, son menos variables en su forma que los de la oca y los del ulluco. En la descripción original se dice que son cónicos; en nuestra plantación de Candelaria, hemos tenido tubérculos cortamente cónicos, cónicos alargados y cilíndricos, siendo estos últimos a veces encorvados. Su color por el contrario, es bastante variado. La mayoría de las colecciones tenían tuber -

Trapaolium tuberosum R & P

Tipos principales de tubérculos,  
mostrando algunos de ellos ramifi-  
caciones típicas.





culos amarillo claros de azufre , con ojos negruzco o anaranjados. Las formas colombianas son inconfundibles no sólo por su color blanco con el extremo distal pigmentado difusamente de lila o violado, sino también por ser delgados y estar provistos en los ojos de raicillas filamentosas. Estos caracteres, no aparecen en el material de ninguna otra región de los Andes. En Colombia, Perú y Bolivia hay otro color de tubérculos, muy llamativo y hermoso, en el que sobre un fondo verdoso o amarillo aparecen líneas de un color rojo muy oscuro, unas veces cortas y gruesas, cerca de los ojos y otras veces muy finas y profusas, dando la impresión de una superficie mármorea. En el sur de Perú y en Bolivia hay también isafios de tubérculos violado oscuros, y una vez, recibimos de Huancayo (centro del Perú) un tubérculo casi esferoidal, violado oscuro con líneas cortas y gruesas amarillas. Hace algunos años, encontramos en Colomi (Cochabamba-Bolivia), isafios de tubérculo blanquecino con pigmentación difusa magenta claro. Basándonos en el color de los tubérculos y la presencia de raicillas adventicias filiformes en los ojos de los mismos, estableceremos las siguientes dos variedades : Tropaeolum tuberosum R. et P. var. pilifera nov. var.

Tubera gracilia alba, apice diffuse violaceo lilacina, gemma pilifera.  
Habitat solum in Colombia.

Tropaeolum tuberosum R. et P. var lineamuculata nov. var.

Tubera lineate distincte vel profusae atro rubra picta.  
Habitat in Colombia, Peruvia et Bolivia.

Los ojos de los tubérculos del isafio, son siempre muy profundos, anchos y estrechos sin bráctea aparente. Según Bukasov el isafio, produce abundantes tubérculos en días cortos de 9 horas. Las colecciones andinas de nuestro cultivo en Candelaria formaron muchos tubérculos en días de 11 a 12 horas de sol. La floración en este mismo cultivo fue influenciada por la altura, en función probable de la temperatura, ya que las plantas mantenidas en macetas en Cochabamba a 2,560 m. casi no florecieron.

Los tres tubérculos menores de los Andes en su conjunto

Queremos referirnos ahora a los tres tubérculos tratados anteriormente en su conjunto a en lo que Hodge llama el trío andino de tubérculos alimenticios. Desde luego, es curioso observar cómo los tubérculos de

estas tres especies correspondientes a tres familias botánicas distintas pueden asemejarse tanto en algunos casos que una persona no entrenada, no distinga un tubérculo de oca de otro de isaño o de un tubérculo cilíndrico y de color entero de ulluco. Por otra parte, los tres tubérculos en cuestión son cultivados en las mismas zonas y a veces en el mismo campo. Un carácter muy especial de este trío de tubérculos, es el referente a la fasciación del tallo que ya hemos mencionado al tratar el capítulo de la oca. Como hemos dicho, en la oca, el tallo aéreo es muy susceptible a una fasciación laminar a veces muy pronunciada, mientras que los tubérculos fasciados conservan más o menos su espesor normal. En ulluco, hemos encontrado en un campo de cultivo de Ravelo (Chuquisaca-Bolivia), un solo tallo aéreo con fasciación laminar. En nuestra plantación de Candelaria no apareció ningún caso de fasciación de tallo aéreo ni en tubérculos de ulluco. La fasciación laminar del tallo aéreo en mashua es raro y la de los tubérculos tal como se observa en la oca, es común. Hemos encontrado un solo tubérculo de mashua pintada con fasciación laminar propia sólo del tallo aéreo, caso que no se observa en la oca. Para terminar esta relación preliminar sobre los tres tubérculos alimenticios de tierra fría, diremos algo sobre su consumo. En los mercados de Colombia estos tres tubérculos son abundantes y su consumo parece ser importante. En los mercados del Perú y Bolivia son abundantes los ullucos y las ocas, mientras que los isaños o mashuas son raros. Tanto en el Perú como en Bolivia, el consumo del ulluco, está más generalizado que el de los otros dos tubérculos. En Bolivia se prepara con el ulluco o "papa lisa" un plato especial picante llamado "sacta" que casi nunca falta en el menú de la Semana Santa. También se prepara una sopa de ulluco que es sabrosa. En todos estos casos, como ya dijimos, hay la creencia popular de que se producen serios trastornos gástricos o hepáticos si se consume el ulluco no desamargado o se bebe agua después de comer un plato de "sacta de papa lisa". La oca asoleada es muy dulce y agradable; se le consume cocida en lugar de la papa y en especial en un plato de "puchero". El uso alimenticio del ulluco y la oca, sería más generalizado si su conservación no fuera tan precaria. Debido a su succulencia y cutícula no suberizada, se secan o pudren fácilmente. No hay en los mercados oca ni ulluco sino por unos dos o tres meses. El isaño crudo es amargo, y cocido es desabrido. Hace algunos años se vendían por las calles de La Paz (Bolivia) isaño cocido y helado sobre los techos de las casas en invierno, con el nombre de "tcayacha".



De ordinario se comía la "tcayacha" con miel de caña. En la actualidad se está perdiendo el uso del isaño por el pueblo en Bolivia y hasta los campesinos no cultivan este tubérculo de sabor agradable sino para engordar a sus cerdos. Si se seleccionara clones podría conseguirse un tubérculo rico en almidón y de un rendimiento abundante.

### III LA ESTRUCTURA Y VARIABILIDAD DE LAS OCAS PERUANAS

Por el Ing. Agr. Guillermo Orbegoso Alvarez \*

#### INTRODUCCION

Entre las muchas plantas alimenticias que caracterizan a la región Andina del Perú y Bolivia, la oca (Oxalis tuberosa Mol.) es una de las más interesantes. Esta especie pertenece al grupo de plantas alimenticias que no han sido estudiadas en forma sistemática ni detallada, a pesar de su importancia, ya que no sólo es un alimento diario en la dieta de los habitantes de los Andes, sino porque se encuentra constituida de principios alimenticios de alto valor nutritivo que la colocan en estrecha rivalidad con la papa. El ulluco (Ullucus tuberosus Loz) familia Basellaceae, y la mashua (Tropaeolum tuberosus R. et P. ) fam. Tropaeolaceae, constituyen los otros complementos alimenticios andinos y son los dos rizomas que le siguen en importancia a la oca. Actualmente se considera a la oca como un cultivo de gran importancia económica, siendo este producto una promesa como fuente de alimento para ciertos países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile.

El material colectado para realizar este estudio, procede de la zona andina del Perú, donde se seleccionaron los rizomas. Varias regiones del país se recorrieron para obtener dicho material como : Otuzco, Usquil, Cusco, Pisac y Puno. Los clones de oca fueron sembrados en la finca Chicué, en el Volcan Irazú, Costa Rica, a 3250 m. de altura. De esa siembra se obtuvieron las muestras para el presente estudio.

---

\* Resumen de estudio presentado como requisito para la obtención del título de Magister Agriculturae, en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. Fue hecho mediante una donación de la Fundación Rockefeller, y dirigido por el Dr. Jorge León, con la asistencia de los Drs. Ludwig Müller y Ernest H. Casseres.

### III LA ESTRUCTURA Y VARIABILIDAD DE LOS OCAS PERUANAS

Por el Ing. Agr. Guillermo Orbegoso Alvares \*

#### INTRODUCCION

Entre las muchas plantas alimenticias que caracterizan a la región Andina del Perú y Bolivia, la oca (Oxalis tuberosa Mol. ) es una de las más interesantes. Esta especie pertenece al grupo de plantas alimenticias que no han sido estudiadas en forma sistemática ni detallada, a pesar de su importancia, ya que no sólo es un alimento diario en la dieta de los habitantes de los Andes, sino porque se encuentra constituida de principios alimenticios de alto valor nutritivo que la colocan en estrecha rivalidad con la papa. El ulluco (Ullucus tuberosus Loz.) familia Basellaceae, y la mashua (Tropaeolum tuberosus R. et P. ) fam. Tro-paeolaceae, constituyen los otros complementos alimenticios andinos y son los dos rizomas que le siguen en importancia a la oca. Actualmente se considera a la oca como un cultivo de gran importancia económica , siendo este producto una promesa como fuente de alimento para ciertos países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile.

El material colectado para realizar este estudio, procede de la zona andina del Perú, donde se seleccionaron los rizomas. Varias regiones del país se recorrieron para obtener dicho material como : Otuzco, Usquil, Cuzco, Pisac y Puno. Los clones de oca fueron sembrados en la finca Chicuá, en el Volcán Irazú, Costa Rica, a 3250 m. de altura. De esa siembra se obtuvieron las muestras para el presente estudio.

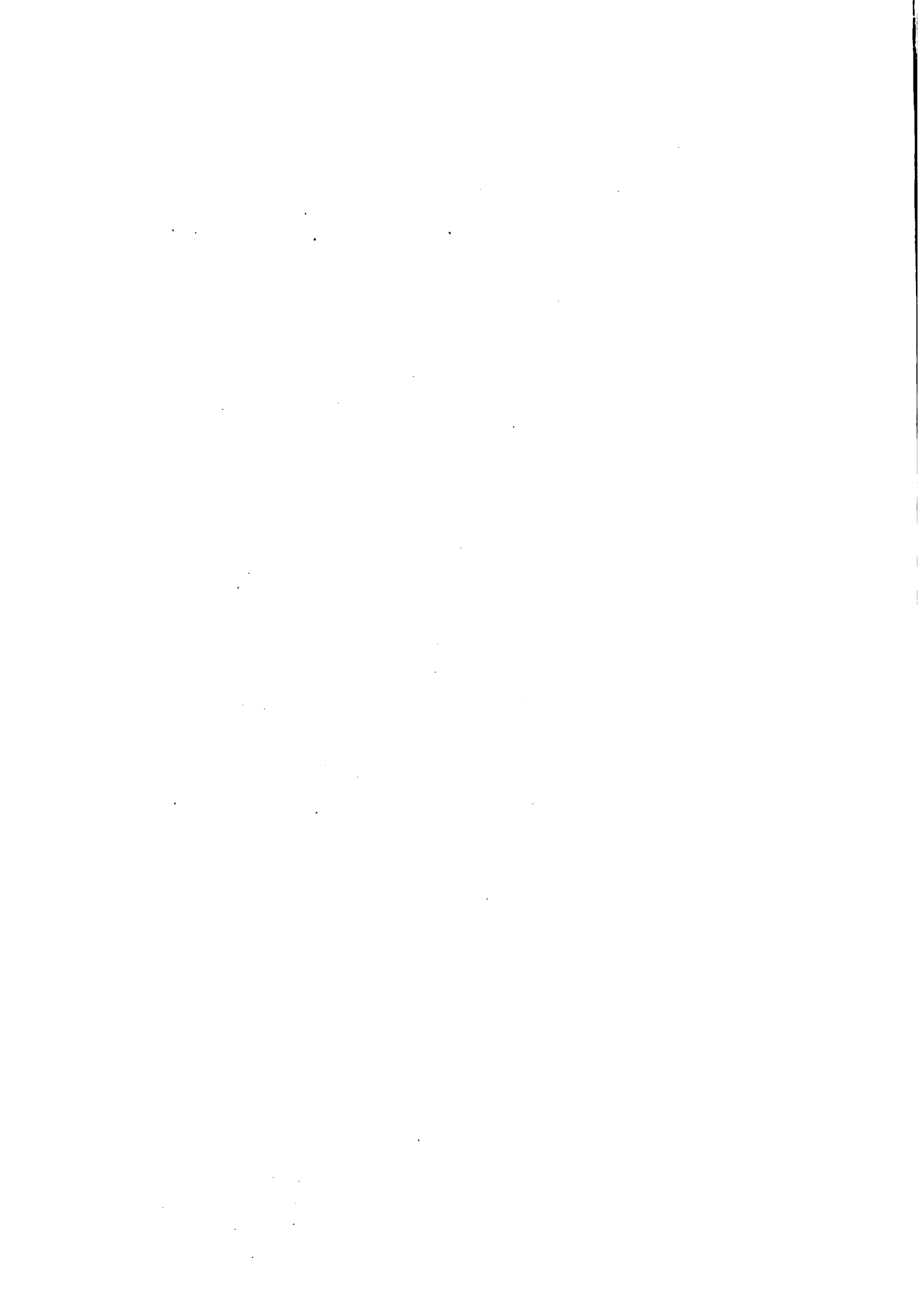
---

\* Resumen de estudio presentado como requisito para la obtención del título de Magister Agriculturae, en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. Fue hecho mediante una donación de la Fundación Rockefeller, y dirigido por el Dr. Jorge León, con la asistencia de los Dres. Ludwig Müller y Ernest H. Casseres.

**FIGURA No. 1**

**Aspecto de un brote joven de oca (Oxalis tuberosa Mol.)  
mostrando su follaje, estolón y raíces adventicias de  
éste.**





## MORFOLOGIA Y ANATOMIA

Caracteres generales : el hábito vegetativo de la oca (Oxalis tuberosa) es la de una dicotiledónea herbácea anual, aunque puede considerársela - como potencialmente perenne, debido a la capacidad para reproducirse vegetativamente por medio de sus rizomas (Fig 1). A diferencia de la papa, la oca sólo posee una sola yema por "ojo" y los brotes nacidos de estas yemas, presentan el aspecto de "matas", cuyo tallo puede ser simple o ramificado, de 45 a 65 cm. de alto, densamente foliado en la mitad y en la copa del mismo.

Tallo. El tallo aéreo de la oca es herbáceo y erecto durante las primeras fases de su desarrollo, haciéndose semiprostrado cuando va alcanzando su madurez. Los primeros entrenudos inferiores del tallo son cortos, de menor grosor que los de la parte media que son más largos y succulentos. Hacia la parte del ápice, los entrenudos van ahysándose insensiblemente. Los pseudonudos del tallo aparecen ligeramente ensanchados, localizándose en la unión del pecíolo con el tallo; ésto se hace más visible cuando se observa un corte transversal a este nivel. Esta configuración coincide con la inserción del pecíolo de las hojas con el tallo.

En el tallo (Fig. 2) se distingue una capa de células muy pequeñas y estrechamente unidas, de sección cuadrangular; en ésta se insertan los pelos unicelulares cuya base es cilíndrica y de menor diámetro que el pelo mismo. Debajo de la capa epidérmica se continúa una o dos hileras de células parenquimáticas que contienen clorofila y pigmentos antociánicos disueltos en el jugo celular. Sobre su cara interna existen 3 a 4 capas de células colenquimáticas y cuyos diámetros aumentan en forma centrípeta de tal manera que ésto viene a formar la corteza. Las células son grandes, redondeadas, de paredes delgadas y con espacios intercelulares entre ellas.

La región estelar del tallo está limitada por la endodermia, estrato celular constituido de células prismáticas, sin meatos entre ellas y con sus paredes radiales ligeramente engrosadas; en algunos casos es bien diferenciada pero es difícil determinarla en su mayoría. La endodermis envuelve cada haz a modo de vaina, constituyendo así una endodermis parcial ó fascicular por el carácter individual de los haces. Los haces fibrovasculares están dispuestos circularmente alrededor de la porción medular y

son colaterales. El fascículo del floema y xilema se halla en el mismo plano radial de forma que la parte interna del floema se aplica directamente sobre la parte externa del xilema. Los elementos floematosos presentan casi igual tamaño entre sí; son tubos cortos, cilíndricos, de paredes delgadas. Existen pocas células anexas, debido a la división longitudinal de los tubos. Los componentes xilemáticos se disponen irregularmente, no poseen una disposición simétrica; sin embargo, hay algunos agrupados en hileras radiales y consisten en grandes vasos y traqueidos. En su totalidad son helicados, habiéndose observado escasos reticulados y anillados. Entre el protofloema y xilema primario, las células se disponen en forma muy regular debido a una serie de divisiones tangenciales que marcan la iniciación del cambium. Esta actividad no es continua, por ello se notan ciertos sectores discontinuos.

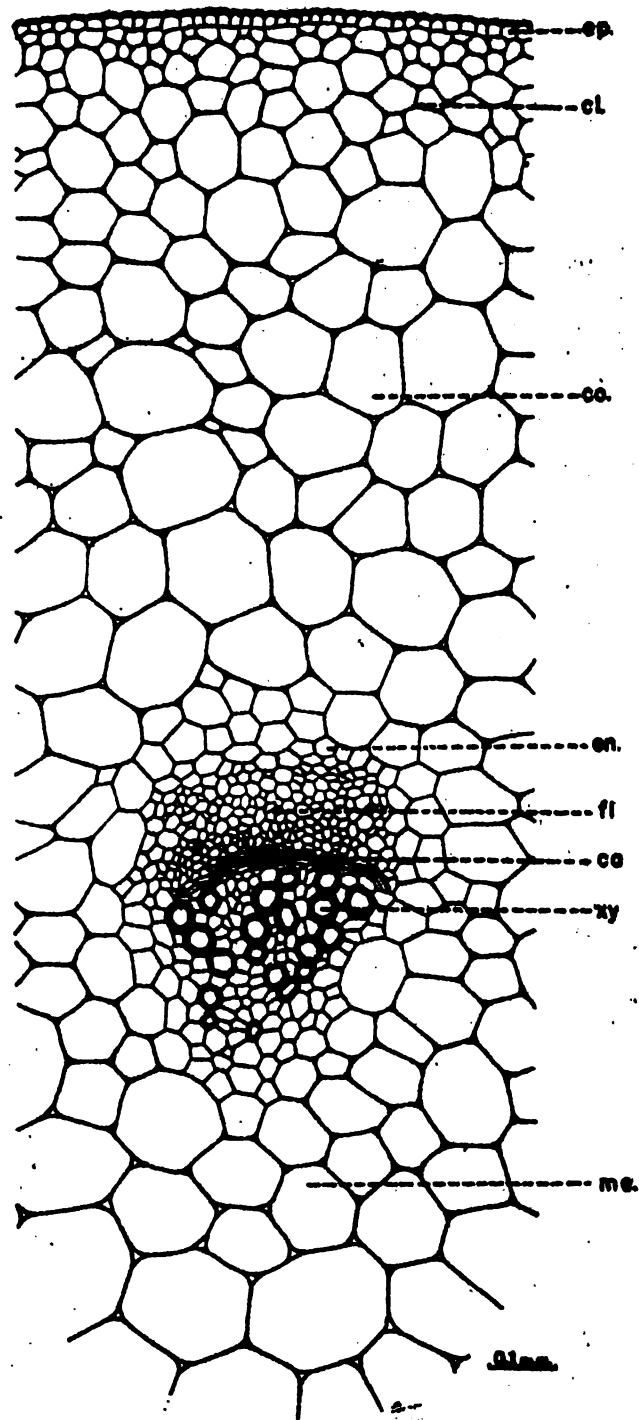
La zona medular se observa como un parénquima constituido de células grandes, redondeadas, de paredes delgadas, dejando meatos entre ellas.

El recorrido que tienen los haces vasculares en el tallo se puede apreciar perfectamente en cortes sucesivos (se han observado 28 haces como máximo y 12 como mínimo), generalmente un haz grande alterna con uno pequeño, pero se encuentran muchas veces 3 ó 4 haces pequeños, más raramente 3 haces grandes juntos.

El grupo de haces (7 haces) destinados a ramificarse en la hoja y yema axilar a medida que van llegando a su nivel de ramificación toman una disposición característica. Los tres haces pequeños que forman el rastro foliar, alternan con dos pares de haces grandes que van en esta misma dirección pero que se encuentran juntos. A medida que ascienden van separándose los haces caulinares del tallo situándose algo cerca de la epidermis, curvándose para tomar la dirección del pecíolo (ninguno de ellos se ramifica). La forma de desviación es igual para todas las hojas y los tres haces que intervienen, es en cada caso diferente de los haces que recorren la hoja inmediata inferior. Los dos pares de haces grandes que alternan con los tres pequeños, siguen similar recorrido hasta pasar el nivel peciolar en que ingresan a la yema axilar, curvando sus rastros en esa dirección. Al llegar a este punto, los haces se anastomosan y forman un anillo vascular; así continúa un pequeño trecho después del cual se ramifican en varios haces que serán los que forman el rastro vascular

**FIGURA No. 2**

Corte transversal por un sector del tallo maduro mostrando:  
ca, cambium; co, corteza; cl, colénquima; en, endodermis;  
ep, epidermis; fl, floema; me, medula; xy, xilema.







de la futura rama.

De la parte superior del anillo sale un haz grande que se curva hacia adentro e ingresa en el conjunto caulinar, dividiéndose más tarde en dos haces, uno grande y otro pequeño.

Hbja. Las hojas de O. tuberosa son trifolioladas, pinnaticompuestas porque el foliolo medio se articula un poco más arriba que los foliolos laterales; son alternas y con una filotaxis de 2/5. En su unión con el tallo, el pecíolo presenta estípulas adnatas a manera de apéndices laminares aleznados, simétricos que siguen un pequeño trecho a cada lado del pecíolo. Presentan en la cara inferior y en sus bordes gran cantidad de pelos unicelulares. La cara superior es glabra.

El pecíolo comienza en un ligero abultamiento de tejidos parenquimático marcado por una leve hendidura, éste es el punto de abscisión. El pecíolo es cilíndrico, largo (5 a 9 cm. ) mostrando en corte transversal una sección circular, con una pequeña hendidura en la parte media superior. Cerca de la unión con los foliolos, el pecíolo se hace levemente angostorramificándose en dirección a éstos por medio de los pulvinos correspondientes.

Los foliolos son levemente obcordiformes y obovado-oblongos, de bordes lisos y subsésiles; presentan una gran pilosidad y poseen movimientos násticos gracias a los pulvinos. Las hojuelas que se desarrollan en las porciones subterráneas del tallo y estolones, son escamiformes.

Los primordios foliares se originan en los estratos externos de células (dermatógeno) en el punto apical germinal del tallo. Al comienzo se muestran como pequeñas protuberancias que se alargan y encorvan adaxilmente sobre el punto vegetativo (Fig. 3) hasta tener un pedicelo corto. En corte longitudinal se observa un nervio medio embrionario que recorre todo su largo. El desarrollo apical cesa y las estípulas crecen notablemente comenzando después a notarse el pecíolo así como la diferenciación de los meristemas foliares. El desarrollo del foliolo central al comienzo es mucho mayor que los laterales. Los primeros pelos epidérmicos aparecen sobre la superficie abaxil cuando la futura hoja es todavía un primordio foliar desarrollándose acrópetamente. Llegan a su madurez antes que el mesofilo está completamente diferenciado.

Los primeros elementos que se distinguen cuando comienza a desarrollarse el mesofilo foliar son las células en empalizada; se forman por el alargamiento del estrato contiguo a la epidermis superior. Posteriormente lo hace la zona de tejido esponjoso cuando la división y el alargamiento celular al ser desiguales provocan la ruptura de las células subepiteliales, formándose los espacios de aire. Posee este tejido 4 a 5 hileras de células irregularmente dispuestas.

Visto en corte las células de la epidermis superior son isodiamétricas, grandes y difieren notablemente de la epidermis inferior en forma, tamaño y disposición. Las células de la epidermis inferior son pequeñas irregulares y con prominencias grandes; en este estrato celular se encuentran los estomas.

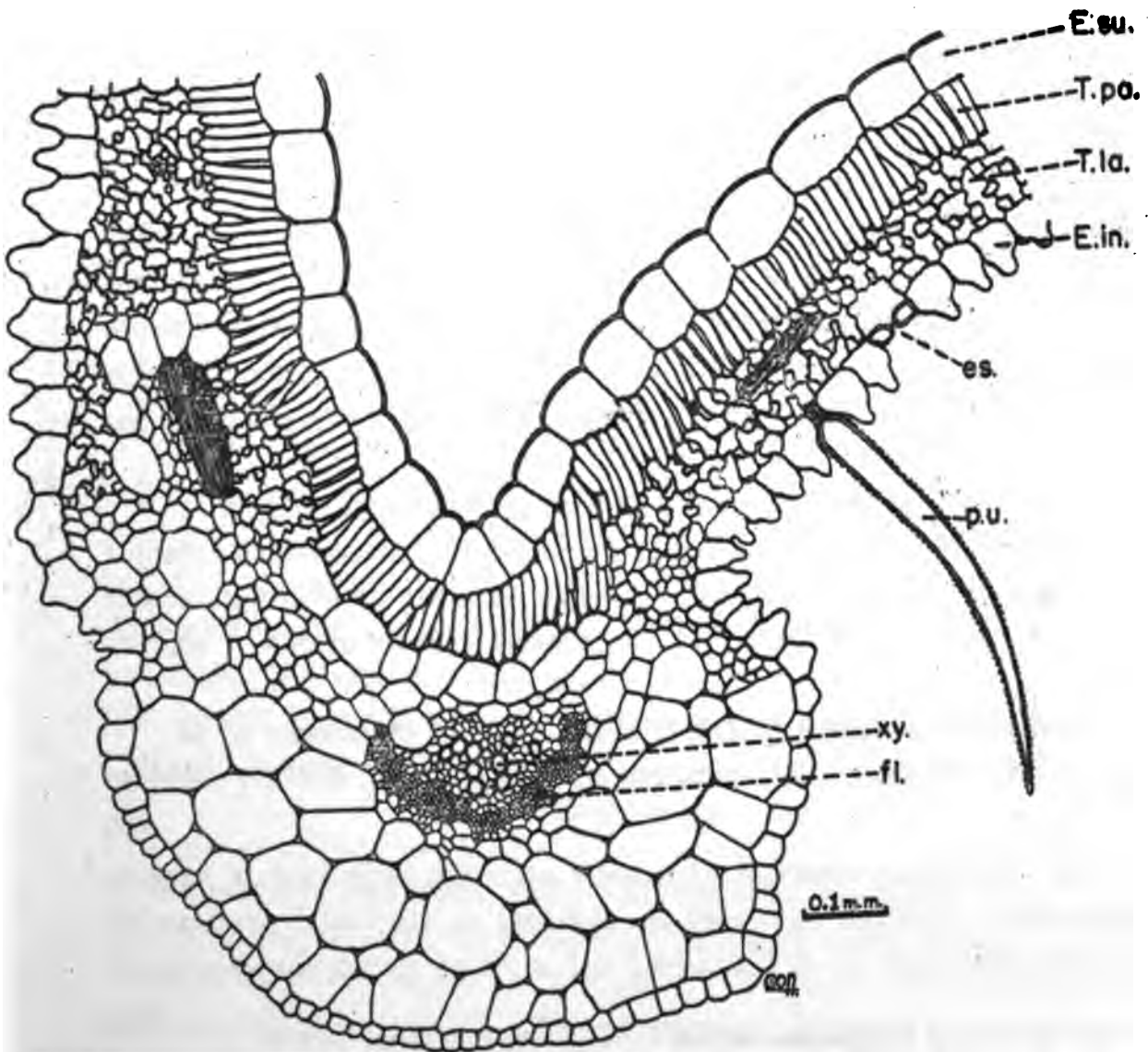
El recorrido de los haces conductores (3 haces) que forman el rastro foliar, entran del tallo a las estípulas en diferentes niveles, dos laterales y uno en el centro un poco más abajo. Estos se anastomosan en el punto de abscisión del pecíolo en un solo haz de tipo anficribal. Al entrar en el pecíolo se ramifica en cinco haces que lo recorren en todo su largo hasta llegar a la unión de los folíolos donde se anastomosan y vuelven a dividirse en tres haces para ingresar a través del pulvino al folíolo respectivo, transformándose en los nervios medios de los mismos; este recorre el folíolo. Ramificaciones laterales forman un sistema de nervios reticulados.

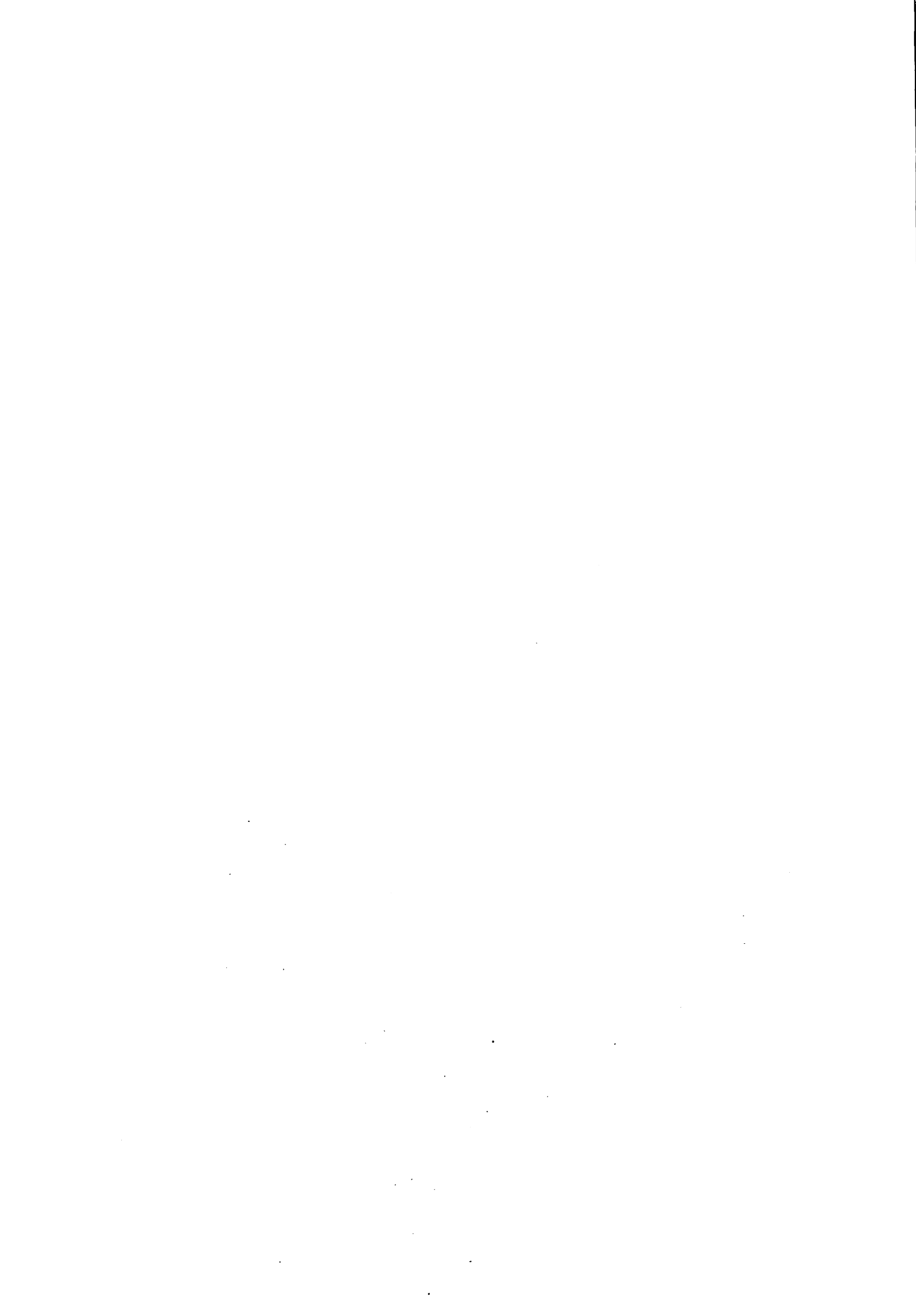
Inflorescencia : La inflorescencia de la oca es muy variable; en algunos casos es umbeliforme y en otros, cimas irregulares, pero en ambos casos sólo una flor. es producida por el pedúnculo principal de cada planta y las diferentes flores agrupadas en cimas simpodiales irregulares aparecen en sucesivos estados de desarrollo. La inflorescencia nace en la axila de una hoja y no es terminal. Se ha observado en la gran mayoría de los casos que al lado opuesto de una inflorescencia se encuentra siempre una hoja, debido a un acortamiento del entrenudo. Han habido casos en que la hoja se encuentra bajo o sobre la inserción de la inflorescencia.

El número de flores por inflorescencia varía notablemente; se han encontrado desde 5 hasta 14 flores pedunculadas ; en la unión con la flor existe un anillo o articulación cuya posición varía, siendo en este punto

**FIGURA No. 3**

Corte transversal de un trozo de folíolo a través del nervio medio. E.si, epidermis inferior; E.su, epidermis superior; es, estoma; fl, floema; T.la, tejido lagunoso; T.pa, tejido palisádico; xy, xilema.





donde se produce la abscisión de la flor. En la unión de las cimas al eje principal de la inflorescencia se observaron dos brácteas pequeñas, así como también a cada lado opuesta de determinados pedúnculos florales.

Flor : La flor es pentámera. El cáliz está constituido de 5 sépalos imbricados y soldados entre sí hasta cierta altura constituyendo el verticilo externo de la flor. Tiene 12 mm. de largo y 2 á 3 mm. de ancho. Su ápice es truncado y termina en dos alas redondeadas.

La corola posee 5 sépalos festoneados, de color amarillo-anaranjado recorridos en todo su largo por delgadas estrías púrpuras. Los pétalos se encuentran unidos basalmente entre sí, y por medio de una "uña" al receptáculo floral; tiene 2 cm. de largo y su ancho varía entre 8 á 9 mm.

Los estambres se encuentran en número de 10 dispuesto en dos verticilos. El verticilo externo alterna con los sépalos y el interno con los pétalos, siendo los estambres del primer verticilo (externo), más pequeños que los del verticilo interno. Los estambres son monadelfos y sus filamentos, acuminados. En el ápice llevan una antera con dos sacos polínicos que a la madurez tienen una dehiscencia longitudinal.

El gineceo está constituido de un pistilo compuesto de 5 carpelos soldados axilarmente. El ovario es súpero y aloja 20 ó más óvulos anátropos sujetos a la placenta central. Cada carpelo posee su propio estigma y estilo respectivamente.

Se ha comprobado lo dicho por Hill (1939) sobre la longitud de los estigmas (TRISTILIA), lo que ha permitido dividir a las flores en 3 grupos :

(Figura . 4) Longistilas, mediotilas y brevistilas habiéndose comprobado así mismo que esta diferencia en longitud del estilo se encuentra estrechamente relacionada con el color de los tubérculos de la siguiente manera:

Flores longistilas	----	Rizoma amarillo
Flores mediotilas	----	Rizoma blanco

Flores brevistilas ---- Rizoma rojo

La forma de los estigmas varía también en cada caso, como puede verse en la figura respectiva.

En cortes sucesivos efectuados en un botón floral, podemos observar como se distribuye el tejido vascular (Fig. 5). Cuando estos entran del pedicelo se ensanchan y divergen para seguir por el receptáculo floral y sobre 5 haces los que se inclinan hacia afuera y arriba para formar los rastros vasculares de los sépalos. Los intervalos parenquimatosos dejados se cierran más arriba y el cilindro aparece nuevamente continuo. A estos sigue la divergencia de 5 haces que serán los rastros de los pétalos que alternan con los rastros de los sépalos. Los 5 haces se dividen al recorrer cada pétalo en tres nervios que siguen algo divergentes por el pétalo. Más arriba de esta divergencia, otros 5 se separan e ingresan en el verticilo externo de estambres; casi al mismo tiempo divergen los otros 5 haces que irán a los estambres del verticilo interno y son opuestos a los anteriores.

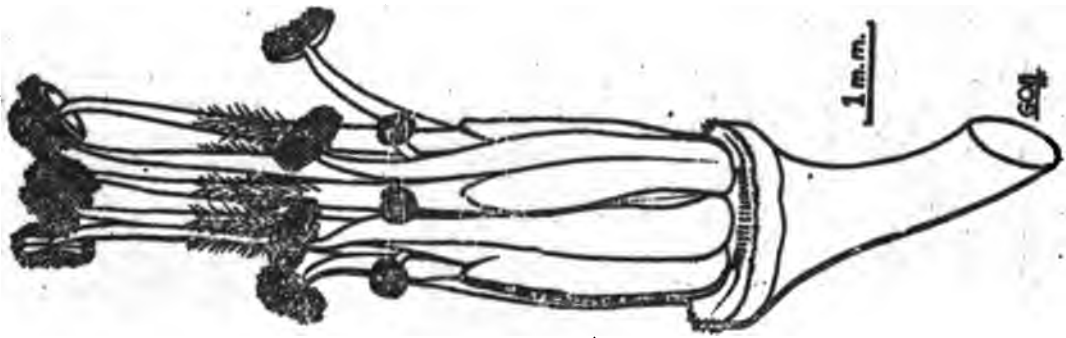
Más arriba del punto de divergencia anterior, el sistema vascular queda reducido a 5 haces que irán a formar los rastros carpelares. Cada uno de divide en 3 ó 4 y cubren el ovario y el tejido placentario.

Fruto y semilla : El fruto es una cápsula con dehiscencia loculicida que a la maduración expelle las semillas en forma explosiva al separarse el arilo de la cubierta seminal elástica. Las semillas son pequeñas (0.8 mm) redondeadas y ariladas, de color castaño amarillentas. Originalmente el tegumento tiene algunas células de espesor pero a medida que avanza su maduración se hace duro y se nota una diferenciación de sus tejidos. El endosperma es blando y succulento en medio del cual flota el embrión derecho que tiene la forma de un tridente.

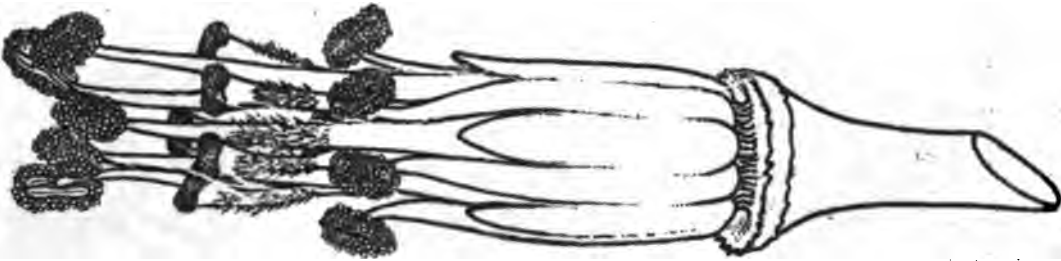
Raíz : La propagación vegetativa de la oca determinan la formación de vástagos aéreos, raíces adventicias, estolones y rizomas. Todo el sistema radicular es adventicio y fasciculado. En general, las raíces adventicias se encuentran en los pseudonudos de los brotes tiernos desarrollados de las yemas ó "ojos" ; son muy ramificadas, lo que le permite a la planta resistir muy bien las sequías porque su sistema r. . .

**FIGURA No. 4**

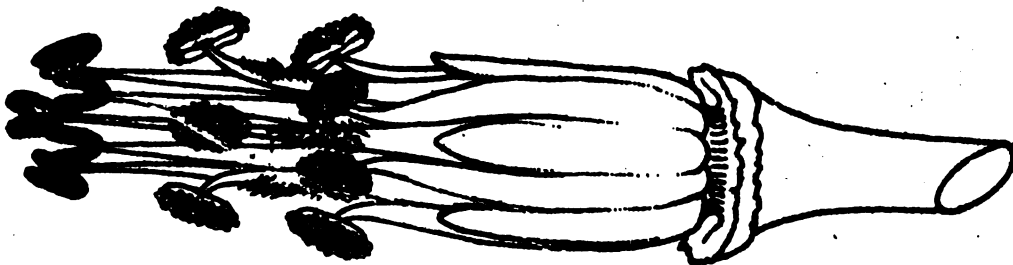
Aspecto que presentan los órganos sexuales de las flores de Oca, mostrando su heterostilia (Fristilia).



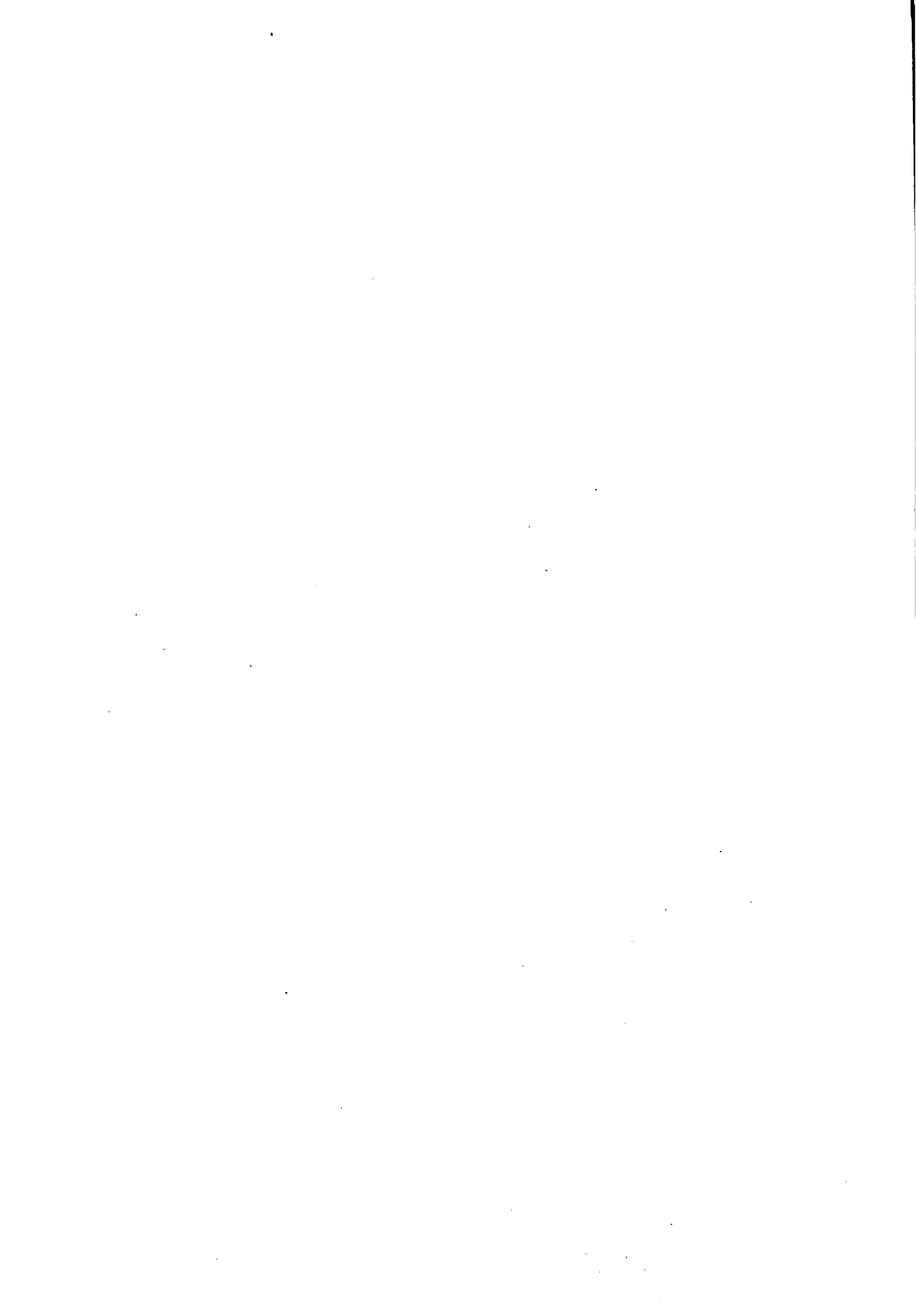
**Brevistila**



**Mediosstila**



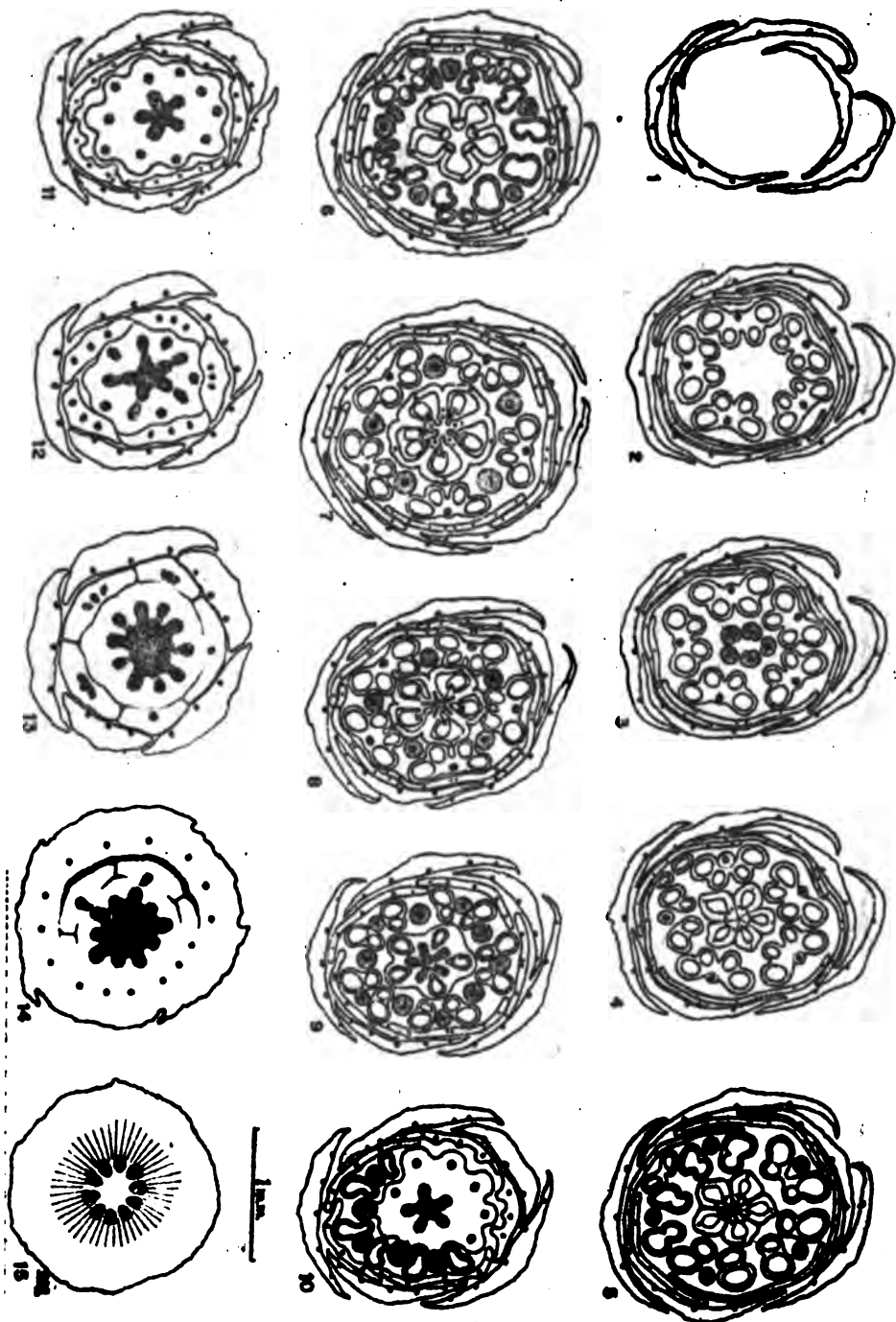
**Longistila**

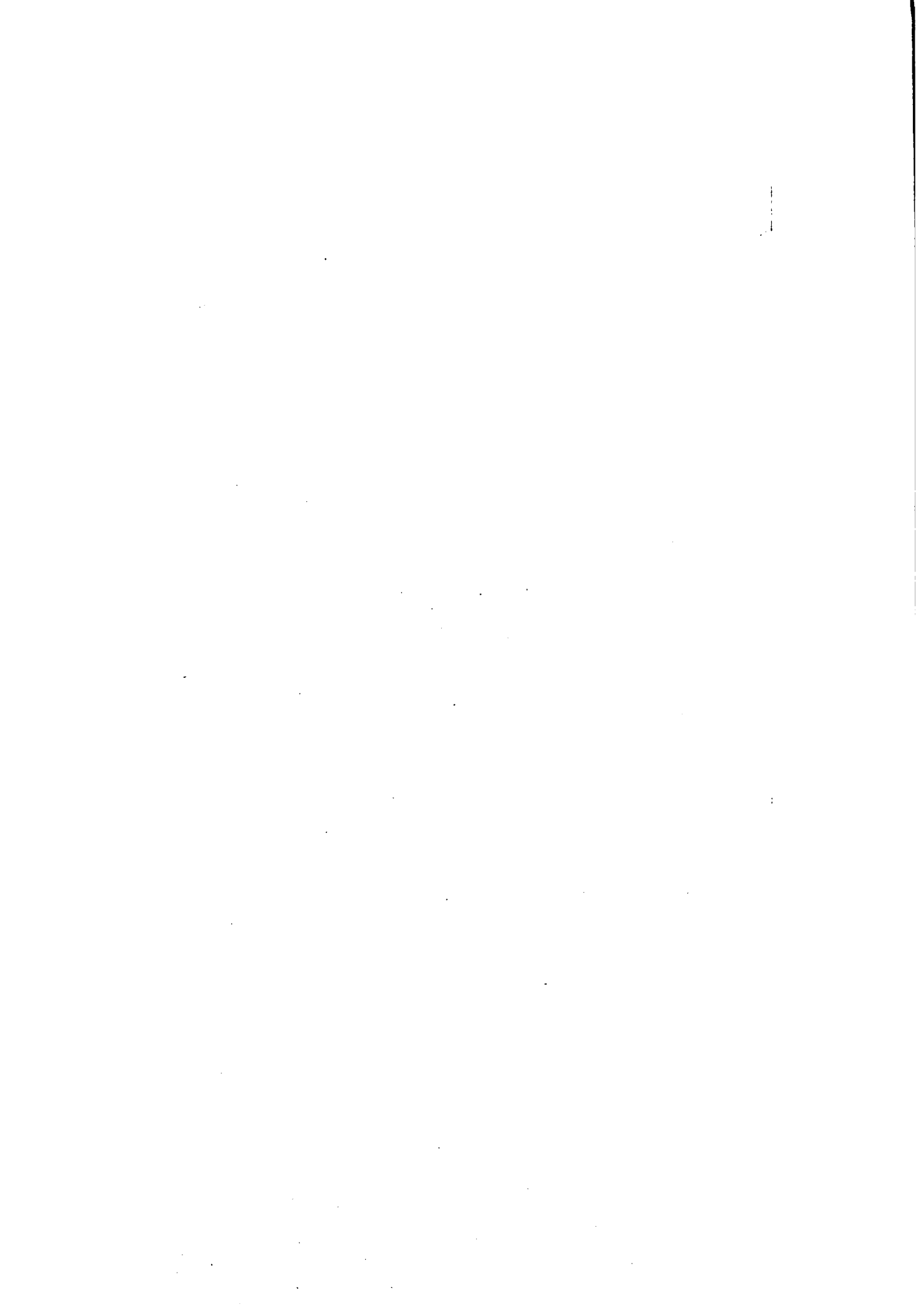




**FIGURA No. 5**

**Cortes transversales sucesivos de un botón floral, mostrando sus partes constitutivas y la disposición de los haces vasculares.**





absorbente es muy eficaz.

En un corte transversal se observa que las raíces son poliarcas. En todos los casos, el xilema primario es centrípeto y la disposición del floema primario es radial. Posteriormente cuando el xilema primario ha llegado a su completa madurez se inicia la actividad cambial en la zona entre el xilema y el floema. Cuando esto ocurre, aparecen elementos xilemáticos secundarios centrípetos y floema secundario dispuesto centrifugamente.

Los vasos del xilema son grandes y están dispuestos en hileras radiales. El floema secundario consiste de tubos cribosos pequeños y algunas células anexas.

Estolón : En la axila de cada hojuela escamiforme de la porción subterránea del tallo hay una sola yema simple (adiferencia de la papa que tiene varias yemas ) que al desarrollarse forma un estolón.

Las observaciones realizadas nos indican que estas ramificaciones subterráneas son de tipo caulinar ya que nacen de una yema axilar y su ontogenia se semeja a la de un vástago aéreo.

Al comienzo los estolones son delgados, pero a medida que van desarrollándose tienen mayor diámetro alcanzando una longitud cercana a los 30 cm. Estos pueden ser únicos o tener ramificaciones secundarias laterales. Generalmente tienen raíces y éstas emergen en número de tres - por debajo de la hoja escamiforme; dos de las partes laterales y una de la parte central un poco más arriba de la yema axilar.

La estructura del estolón se asemeja a la del vástago aéreo y consta de un dermatógeno, procambium y meristema fundamental. El dermatógeno forma la epidermis constituida de una sola capa de células de forma cuadrangular que en un principio son isodiamétricas porque después se alargan radialmente poseyendo una cutícula delgada. La zona del meristema se agranda formando la parte cortical por fuera del anillo procambial y la zona medular por debajo de él.

La corteza contiene un gran número de estratos celulares cuya -

capa adyacente a la epidermis es colenquimática pero muchísimo menos que el tallo. Las células contiguas a la endodermis son de menor tamaño y rodean a los haces vasculares, encontrándose concentrado al almidón en los estratos contiguos a los haces.

El desarrollo del tejido vascular es semejante al del tallo, pero en proporción se forma menos floema que xilema. Entre ambos hay una capa de cambium que formará el floema y xilema secundarios.

Rizoma : Morfológicamente el rizoma de la oca es un tallo engrosado, corto, con hojas escamiformes la mayoría de las veces prominentes y en cuyas axilas u "ojos" se encuentra una sola yema simple ( Fig. 6).

La forma de los rizomas como también la coloración son muy variados tanto como las variedades mismas, esto se ha podido comprobar en el material de estudio, y en los sembrados visitados en el país de origen. Se ha observado que todas las coloraciones de los rizomas se encuentran reunidos en tres grupos definidos : blanco, amarillo y rojo, alrededor de estos colores giran las demás tonalidades existentes con mayor o menos intensidad, pues parece que estos tres colores son básicos.

La anatomía del rizoma maduro se conduce casi como la del tallo aéreo con ciertas modificaciones por su carácter especializado. En un rizoma maduro se diferencian las siguientes partes (Fig. 7) : la epidermis, constituida por una capa celular unidas por sus paredes radiales; hacia la parte interna existe 1 ó 2 estratos celulares colenquimáticos sin espacios intercelulares.

La corteza consiste de una estrecha franja de tejido de reserva - cuyos estratos celulares externos contienen pigmentos antociánicos. Son células con pocos granos de almidón, encontrándose la mayor concentración de éstos en los estratos cercanos a los haces.

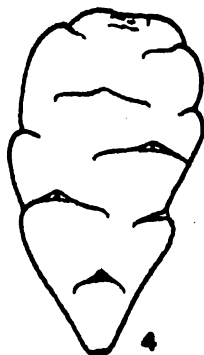
Los haces vasculares situados entre la corteza y la medula son aislados y colaterales, conteniendo floema y xilema secundario.

Los elementos del floema se encuentran reunidos más o menos simétricamente, no así los elementos del xilema cuya disposición es radial

**FIGURA No. 6**

**Forma y tamaño de los rizomas de oca empleados en este trabajo:**

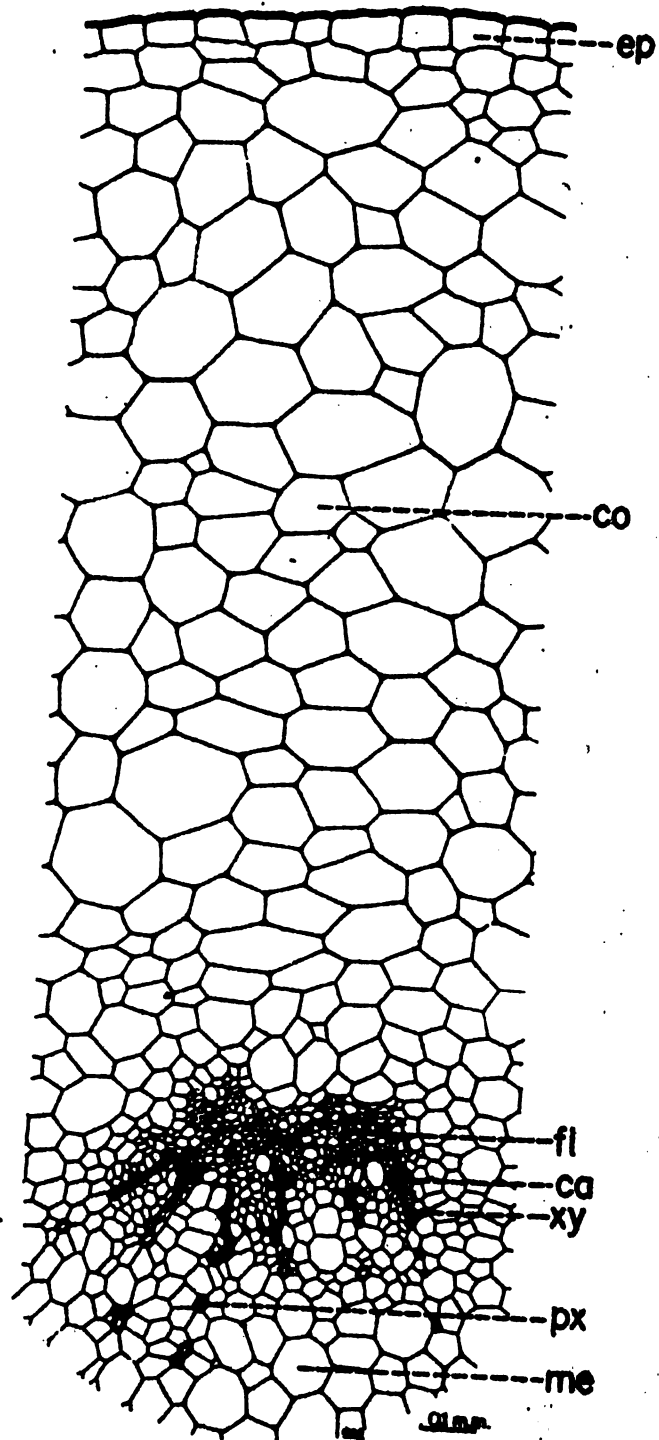
- |    |                  |                        |
|----|------------------|------------------------|
| 1. | Variedad No. 1 - | "Blanca Chica"         |
| 2. | "                | 2 - "Blanca Larga"     |
| 3. | "                | 3 - "Rosada"           |
| 4. | "                | 4 - "Espeja"           |
| 5. | "                | 5 - "Anaranjada Larga" |
| 6. | "                | 6 - "Negra"            |

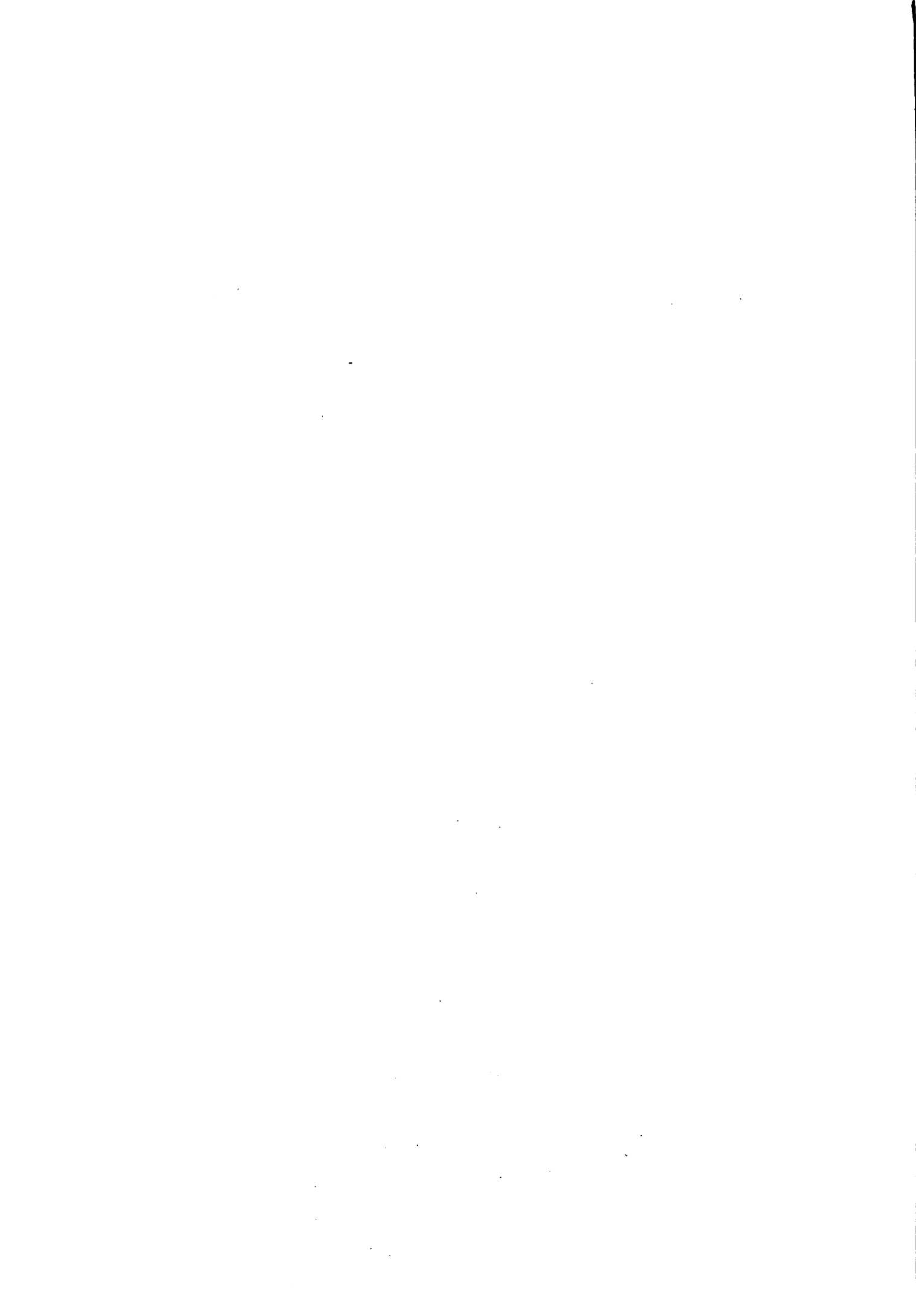




**FIGURA No. 7**

Corte transversal del sector de un risoma de 28 mm de diámetro mostrando: ca, cambium; co, corteza; ep, epidermis; fl, floema; me, medula; px, protoxilema; xy, xilema.







debido a la proliferación celular de la zona perimedular motivada por el crecimiento diametral del rizoma. Estos elementos son conductos helicados y escasos anillados.

Para que se produzca el desarrollo del rizoma, cesa el crecimiento apical del eje del estolón y se produce una gran poliferación de los tejidos de reserva que forman la parte principal del rizoma maduro.

La actividad inicial se produce en la medula y corteza, pero la zona perimedular es la más activa y produce la mayor parte del tejido del rizoma maduro. La medula es la región que crece activamente y como resultado de su aumento de tamaño, los elementos vasculares se desvían oblicuamente hacia afuera del curso normal que siguen. Para compensar el crecimiento medular en las regiones cortical, perimedular y vascular se produce un ensanchamiento tangencial y divisiones radiales de células. Durante este período en que comienza la formación del rizoma, las células corticales acumulan gran cantidad de almidón principalmente cerca de los haces vasculares. Las zonas pericíclica y perimedular se convierten en las regiones de máxima actividad de crecimiento. La capa endodérmica cuando aumenta el contenido celular en esa región, desaparece como capa distinta. En algunas zonas de la parte perimedular se producen variaciones semejantes a las que tiene lugar en el periciclo, lo que lleva a la extensión y desviación centrípeta del protoxilema.

Mientras esto sucede las células epidérmicas forman una capa compacta cubriéndose de una cutícula brillante y lisa. Esta capa y algunos de los estratos inferiores de ésta, contienen los pigmentos que dan el color característico al rizoma.

Cuando ha llegado el rizoma a su completo desarrollo las yemas se van diferenciando detrás de las hojuelas escamiformes estableciéndose conexiones definitivas con la estela del rizoma.

Se ha observado que los rizomas se presentan de mayor tamaño cuando provienen de un estolón único, no así si son de estolones ramificados; además, la longitud del estolón y el tamaño del rizoma están asociados con la posición de éste sobre la porción subterránea del tallo, habiéndose establecido que aquellos estolones que se encuentran en los pseudonudos más

inferiores producen rizomas de mayor peso, siendo más largos aquellos que se encuentran cerca a la superficie del suelo.

Se ha determinando asimismo la extrema susceptibilidad de la oca a los cambios en la duración del día mayormente pronunciados que en la papa. La longitud del día óptimo para la formación de los rizomas es de 9 horas, siendo 13 horas las indicadas para el desarrollo vegetativo. Si los días se acortan, los estolones en lugar de emerger (para formar los vástagos) se introducen en la tierra e inician la formación de rizomas. Si en cambio el régimen de luz cambia a días largos, los estolones buscarán la luz y saldrán a la superficie para transformarse en tallos.

En la variabilidad se correlacionaron varias características de la planta como color del tallo aéreo, color del rizoma, longitud de los estilos y forma de los estigmas, para tratar de agrupar las diferentes variedades en los tres grupos básicos tomando como base las tres coloraciones de los rizomas: blanco, amarillo y rojo. En el material estudiado la correlación fue la siguiente:

Estigmas divididos	- rizoma amarillo	- tallo verde claro	- flores longistilas
Estigmas ovales	- rizoma blanco	- tallo verde	- flores mediestilas
Estigmas redondos	- rizoma rojo	- tallo rosado	- flores brevistilas

Es muy difícil correlacionar la hoja porque ésta casi no varía de una variedad a la otra, lo mismo para con las inflorescencias.

#### IV. TRADUCCIONES REFERENTES A ESOS TRES CULTIVOS

S. M. Bukasov : "The Cultivated Plants of México, Guatemala and Colombia"  
(Traducción del ruso por V. Gheorghianov )

#### CAPITULO 15

#### TUBERCULOS DE LA ZONA DE LA PAPA

#### A. CUBIO

Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón. Pertenece a la familia de las Tro-paeoláceas, y su cultivo, muy semejante al de la papa, rinde un tubércu-lo comestible. Es semejante al "Capuchino común", o "Tacón de Reina" (T. majus), pero sus flores son más pequeñas. Forma sobre estolones - cortos, tubérculos tan grandes como papas, largos, cilíndricos, hasta de 10 cm. de longitud y 2-4 de diámetro, con ojos profundos, pareci-dos a la papa Vitelotte o Tannezapfen. La coloración de los tubércu-los es blanca en las formas colombianas, a veces con áreas de colora-ción difusa, rojo violeta o azul violeta, alrededor de los ojos. Las formas peruano-bolivianas tienen tubérculos amarillos. En las plantas colombianas hay dibujos violetas muy particulares, en forma de rayas cortas, en la base de los ojos. Los tallos aéreos son delgados, lar-gos, rastreros, y forman matas que alcanzan hasta 50 cm. de altura. Las hojas tienen el borde liso, y están divididas en cinco lóbulos; és-tos son estrechos en las formas colombianas, y anchos en las peruano-bolivianas. La coloración de las hojas es verde azulado. Las flores - son solitarias, en pedúnculos de 15 cm. de largo; el cáliz pentáfilo, - con sépalos de 1 cm. de largo, de color anaranjado intenso o rojo vino-so; el espolón de la flor es de 2 cm. de largo, y a veces el doble; - los pétalos son algo más largos que los sépalos y de color anaranjado. Los tres pétalos inferiores tienen nervaduras rojas; los dos superiores rojo oscuras; los estambres, en número de 10, son un poco más cortos - que los pétalos; el pistilo es pentáfilo, más corto que los estambres; el ovario es trilocular. Las semillas son parecidas a la del "capuchino".

Además de la especie cultivada Tropaeolum tuberosum (de proceden-cia peruana) se conocen tres especies con tubérculos comestibles en - los Andes chilenos, T. edule Pax, T. polyphyllum Cav., y T. sessilifolium

Poepp. et Endl. y una especie en Chubut (Argentina), T. patagonicum - Spegazz.

Las especies de Tropaeolum que forman tubérculos son pues, todas sudamericanas y su mayor número ocurre en Chile. En este país, sin embargo, se cultivan poco (en Villarrica ).

La especie Tropaeolum tuberosum es cultivada desde muy antiguo en el Perú y Bolivia, aunque ha tenido menor importancia que la oca y el ulluco. Sus nombres indígenas son "añu" , "ysañu" y "mashua" . Los Chibchas y los actuales colombianos, la llaman "cubio" . Los historiadores antiguos, Oviedo, Herrera y Simón mencionan frecuentemente el - cubio. El cultivo del cubio en Colombia es actualmente de importancia secundaria, y está localizado en la zona fría, preferentemente en los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Considerando el cultivo de - los tres tubérculos sudamericanos de zona fría: cubio, ulluco y oca, - se observa que en Colombia el del cubio es el más difundido. Su cultivo es semejante al de la papa; se propaga mediante tubérculos y también fácilmente mediante renuevos.

En cuanto se refiere al ataque de parásitos animales, el cubio, es afectado por muchas larvas de insectos.

Para la alimentación se emplean los tubérculos de cubio cocidos como ocurre en Colombia o también cocidos y helados ("tcayacha"), en Bolivia.

La composición química de los tubérculos según los análisis del Laboratorio Bioquímico de V.I.P.B., es la siguiente : agua 88%; sustancia seca : ceniza : 6.62% ; proteínas ( N X 6.25 ) ; 23.75% ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 1.69%. Los granos de almidón son muy pequeños (A.V. Pigulevski).

El cubio al igual que el ulluco y la oca, es una planta muy sensible a la duración de la luz del día. En las condiciones del día largo de Leningrado, no forma tubérculos. Al acortarse los días (hasta un -

óptimum de 9 horas), según datos de Rasumov, la formación de tubérculos es abundante. Las plantas de cubio forman tubérculos grandes en gran número y semejantes a una papa mediana. En las latitudes nórdicas esta planta puede cultivarse en condiciones hortícolas de días cortos. Para darles sombra artificial pueden emplearse esteras. Son especialmente indicadas para este objeto, las utilizadas en las platabandas calientes.

Los datos anteriores respecto al cultivo de estas plantas, demuestran a menudo poca formación de tubérculos aún en países más cálidos como Francia. Este escaso rendimiento, como consecuencia de días largos, es una de las causas de que estos tubérculos son poco atacados por los hongos, no tengan un cultivo más difundido ni hayan podido sustituir a la papa como habría ocurrido considerando las serias enfermedades endémicas que sufre ésta.

El sabor particular del cubio contribuyó así mismo a la limitación de su difusión. Los tubérculos crudos del cubio tienen un gusto especial como el que muchos han probado al masticar los espolones dulces del "capuchino". Por esta razón, serían apropiados para escabeche y encurtidos.

Según el método boliviano de preparación, empleando los tubérculos del cubio helados después de su cocción ( a una temperatura de 72° y una altura de 4,000 m), su sabor, según Weddell, es muy agradable. El cubio cocido en nuestras pruebas de sabor, es comible, siendo su gusto parecido al del nabo.

Para aumentar el rendimiento del cubio, sería interesante experimentar con las variedades de latitudes más altas y con días largos, de un modo análogo a lo que se observa con la papa chilena Solanum tuberosum. Se conoce informes (Autran en Anales del Departamento de Ganadería de 1904 ) que Tropaeolum patagonicum dá rendimientos grandes y tubérculos sabrosos que además se conservan bien. El cultivo de este tubérculo, según Autran, es posible más allá del límite de cultivo de la papa.

La floración del cubio en cuanto a la duración del día, es inversamente proporcional a la formación de los tubérculos . En días cortos

(9 horas ) no hay floración. En días de 10 horas, las muestras peruanas florecieron abundantemente. En los días largos de Leningrado, los ejemplares peruanos florecieron sólo en el año 1929, pero no en el de 1930 . Las muestras colombianas no florecieron en cuatro años, bajo ninguna condición. Estas - circunstancias hacen dudar si las formas colombianas y peruanas, corresponden a la misma especie. Una serie de consideraciones, favorecen la idea de que las formas colombianas, representan una especie distinta. En las formas colombianas las hojas son menos hendidas y no tienen la capa azulada que es característica de las formas peruanas. La coloración de los tubérculos es completamente diferente. La formación de tubérculos es menos intensa, y estos son más finos en las formas colombianas. La floración en latitudes altas, no se verifica. Su área de distribución sobre el nivel del mar es casi de 1,000 m. para abajo. Si los caracteres de la flor confirman la suposición de la necesidad de separar el cubio de Colombia en una especie distinta , se podría proponer el nombre de Tropaeolum Cubio .

#### ULLUCO

Ullucus tuberosus Lozano (Fam. Basellaceae ), Melloca tuberosa Lindl., es especie exclusivamente sudamericana, difundida en los Andes desde Colombia hasta el Perú y Bolivia. Fue antiguamente cultivada por los Incas, y parece que fue cultivada también por los Chibchas. Se conoce con los nombres de "ulluco" , "mellico" y "olloco" y tiene varias formas. En importancia está a la par de la oca, después de la papa. Actualmente está muy difundida en Colombia, en el Altiplano de Bogotá, y tiene allí menos variación que las formas peruanas. Los indígenas en Colombia la llaman "chugua" , nombre que según Cortés se aplica a U. Kunthii. En Venezuela su nombre indígena es "ruba" o "timbo" . El estudio de los ullucos sudamericanos llevó a Juzepczuk a la conclusión de que todos ellos, forman una sola especie U. tuberosus y que U. Kunthii es un sinónimo. Los tubérculos de ulluco, se asemejan por su tamaño, a una papa mediana. Son de forma ovalada, un poco achatada, pocas veces redondos, con superficie lisa, sin depresiones en los ojos. Por esta superficie lisa que aparece en los tubérculos de todas las variedades sin excepción, se diferencia el ulluco de la papa y al mismo carácter obedece el nombre de "papa lisa" que le dieron los españoles.

Los tubérculos se forman sobre estolones cortos. Hacia el final del período de desarrollo, cuando la aglomeración de las hojas forma sombra sobre la parte inferior del tallo, los tubérculos también se forman sobre renuevos muy finos que brotan por encima de la tierra y se introducen luego en ella. La formación de tubérculos se efectúa solamente en días cortos, hacia el final del período de crecimiento, en los últimos meses del otoño (octubre) o en días acortados artificialmente. En este último caso, en días de 9 horas (Razumov) la formación de los tubérculos ocurre más temprano y de una manera más intensa. El desconocimiento de este hecho por los primeros introductores de este tubérculo en Europa (Francia), fue la causa del fracaso de su cultivo

El color de los tubérculos es lila (con un tinte rojo vinoso, en las variedades colombianas), pocas veces amarillo. Las variedades del Perú y Bolivia, tienen una gran variación de tintes y dibujos. Es particularmente especial la coloración abigarrada en forma de pequeñas manchas a menudo aisladas y distribuidas irregularmente sobre el tubérculo.

La composición química de los tubérculos, según datos del Laboratorio Bioquímico del Instituto de Botánica Aplicada (Análisis de P. Isaykin), es la siguiente : agua 81%; materia seca, con almidón 56.7%, proteína - - (N x 6.25) 9.06 % ;  $P_2 O_5$  - 1.43% ; ceniza 5.15%. Según Chablee la composición es : almidón 3%, azúcar 10%, proteína 12% , goma 4% grasa 3%. Por su tamaño, los granos de almidón, se diferencian muy poco de los de la papa.

Los tallos aéreos son herbáceos, jugosos, erectos en las plantas nuevas, posteriormente rastreros. En la parte inferior del tallo hay 4 a 5 hileras de raicillas en forma de pezoncillo de 5 mm. de largo. Al encontrar contacto con la tierra, estas raicillas, se convierten en raíces activas por lo que el "ulluco", se acoda fácilmente. Las plantas tienen una altura de 40 a 50 cm. El tallo aéreo de un diámetro menor a 1 cm. - presenta 5 aristas poco conspicuas y que son la continuación de las nervaduras apenas prominentes de las hojas.

En las formas con tubérculos coloreados, el tallo es coloreado del lado externo y de color lila en un corte transversal. El tallo aéreo produce yemas o renuevos axilares y como todas las demás partes de la planta

es glabro. Las hojas son alternas, simples, algo acorazonadas, de borde entero, carnosas, de una longitud aproximada de 13 cm. con un pecíolo lo igual a la mitad de su largo y de ancho casi igual al largo. El pecíolo y la base del nervio central, son frecuentemente coloreados.

Las inflorescencias son axilares, con muchas flores, en racimos espiciformes. Las flores son hermafroditas, pequeñas, con cáliz simple, de color amarillento, de 5 sépalos; estambres en número de 5; pistilo de estigma bifido; ovario unilocular. En nuestros cultivos así como en los efectuados por Vilmorin y otros horticultores franceses, no se han formado semillas. Contrariamente a lo que pasa con el cubio y la oca, el día corto tiene menos influencia sobre la floración del "ulluco".

Las hojas carnosas del "ulluco", pueden consumirse como espinaca. Masson (Revue Horticole, 1848), fue el primero que hizo esta indicación al comparar el sabor de esta planta y el de los granos verdes de los porotos. El sabor de los tubérculos del "ullucos" es semejante al de la repolacha. En Colombia se comen los "Ullucos" hervidos en agua y en el Perú y Bolivia se preparan además una especie de "chuño, como el de la papa.

#### OCA

Según Sturtevant el género Oxalis tiene seis especies que forman tubérculos y que son : Oxalis tetraphylla Cav. (México), O. Deppei - Lodd. (México y SudAmérica), O. crassicaulis Zucc. (México y Perú), Oxalis crenata Jacq. (Perú), O. carnososa Molina y O. tuberosa Molina - (Chile).

En el cultivo indígena, Oxalis tuberosa y O. crenata, son conocidas desde tiempo muy remoto. No se sabe si se han cultivado o no las otras especies. La variación en las especies de Oxalis que forman tubérculos se concentra en los Andes de América del Sur, y particularmente en el Perú. La especie O. tetraphylla de México, debiera separarse de las que forman tubérculos porque en vez de tubérculos, forma rizomas y bulbos mediante los cuales se multiplica.

Los Incas ya conocieron el cultivo de la "oca" (Perú, Bolivia y Ecuad.). Aquí la diversidad de formas es grande. Los tubérculos son de diferentes formas y colores. Por la difusión de su cultivo, la



la oca sigue la papa. Actualmente también se cultiva en Colombia bajo el nombre de "ibia" o "Hibia". En Venezuela se la conoce como "cuiba", "quiba" o "huisisai". La falta de citas en la literatura antigua sobre el cultivo de la "oca" en Colombia y la poca difusión de su cultivo, hacen suponer que su cultivo estuvo entre los Chibchas restringido o no era del todo conocido.

En México el cultivo de la "oca", llamada "papa extranjera", lo encontramos solamente en los alrededores de Toluca (La Gavia). Según una información verbal de Max Martínez, éste lo encontró en el Estado de Puebla.

Los tubérculos de la oca en Colombia y México son de color rojo obscuro. En Colombia existen también variedades blancas. En el Perú y Bolivia, la diversidad de colores es muy grande. La forma de los tubérculos es alargada, cilíndrica con ojos bastante profundos. Su tamaño se acerca al de los tubérculos de una papa mediana. Los tubérculos se forman sobre estolones cortos.

La composición de los tubérculos de oca según el análisis de A. Isaykin (Laboratorio Bioquímico de I.B.A.), es la siguiente: agua 84.6%. La materia seca consta de: almidón 72.8%, proteína 11.19%, cenizas 5.38% en substancia seca y  $P_2O_5$  - 1.55%, en substancia seca. Según Payen: agua 80-83%, almidón 12-13.7%. Según A.V. Pigulevsky, los granos de almidón de la oca son por su tamaño, casi como los de la papa.

Los tallos aéreos son erectos, redondeados, jugosos, en su base hasta de 2 cm. de grosor y de una altura que llega a 50 cm. o más, con numerosos renuevos axilares. Tanto el tallo como toda la planta tiene un peso y corto vello. El espesor de este vello es diferente en las diversas formas, así como también la coloración del tallo que va desde el verde hasta el lila. Las hojas son alternas, trifoliadas, de pecíolos largos, muy tomentosas por arriba y abajo en las variedades mexicanas. Las variedades colombianas de tubérculos sin color, llevan en sus hojas poco o ningún vello arriba y poco abajo. El pedúnculo de la flor, de 13 cm. de largo, sobrepasa a las hojas. La inflorescencia tiene dos cimas de 4-5 flores cada una. El cáliz es verde, velludo, de 1 cm. de largo

con 5-7 divisiones; la corola es amarilla con nerviación roja, de 3.5 cm. de diámetro con pétalos hasta de 2 cm. de largo ; estambres dispuestos en dos series de diferente longitud; estilo pentáfido ; los estilos pueden ser más largos que los estambres, más largos que los estambres de la primera serie o más cortos que ella.

La formación de tubérculos requiere días cortos, razón por la cual, una serie de tentativas de cultivo de la oca, sobre todo en Francia, han fracasado. Actualmente se vende en el mercado de París, muy rara vez.

En Leningrado la floración en días cortos de 9 horas y en los días largos es muy escasa; en cambio , en días de 10 horas de duración del sol, es más abundante. En ese lugar no ha formado semillas. En días cortos da un buen rendimiento de tubérculos grandes.

El fracaso en las tentativas de obtener tubérculos, indujo a los horticultores franceses a utilizar las formas de follaje abundante, ya que las hojas y los renuevos pueden emplearse como los de la acedera y el -ruibarbo. Contienen muchas sales del ácido oxálico y por su sabor se parecen a las de Oxalis acetosella, a la que sobrepasan por su jugosidad.

Los tubérculos de oca pueden emplearse en la alimentación hervidos o fritos. La oca hervida recuerda por su sabor , a la calabaza hervida o a las batatas según la variedad, ya que las variedades difieren entre sí. La acidez de los tubérculos que vaxen contra de su sabor agradable, puede ser eliminada con el tratamiento que se sigue en Bolivia de hacerlos asolear al sol por unos 10 días. En este caso, según Weddell, el sabor recuerda al del fruto del castaño. Si se prolonga la exposición de los tubérculos al sol , se obtiene un producto de sabor dulce. Los indios del Perú y Bolivia, preparan con la oca, una especie de chuño. Los tubérculos de algunas variedades pueden ser empleadas crudas en la alimentación como ensalada.

El Oxalis tetraphylla mexicano que a veces es cultivado por los horticultores , no pertenece a las plantas que forman tubérculos. Proporciona raíces comestibles y yemas en forma de bulbos.

V. Razumov : "Influencia de la longitud del día en la formación de tubérculos ". Bull. Appl. Bot. Genet. and Plant Breed. Leningrad. 27(5) : 3-46. 1931.

(Traducción del resumen en Inglés)

Contribución del Laboratorio de Fisiología del Instituto de Fitotecnia, Leningrado

El trabajo presente fue realizado en 1929 en el Laboratorio de Fisiología del Instituto de Fitotecnia de la Academia Lenín de Ciencias Agrícolas.

El propósito de este estudio fue elucidar problemas sobre la formación de tubérculos en ciertas plantas silvestres.

La expedición del Instituto mencionado a Sud América trajo una colección de esas plantas tuberosas. Cuando éstas fueron sembradas en Detskoje Selo ( cerca de Leningrado , 60° Lat. N. ) , se comprobó que algunas especies perdían su capacidad de producir tubérculos, cuando en las condiciones de Sud América, los producían en abundancia. Se hacía necesario investigar cuáles eran las condiciones que interferían con la formación de tubérculos y buscar los factores que permiten su formación

Para ese fin se hicieron crecer las plantas bajo diferentes condiciones de longitud de día, y con duración alternada. En el último caso las plantas iniciaron su crecimiento bajo condiciones de día largo, y después de cierto tiempo fueron sometidas a día corto; o a la inversa, primero a día corto y luego a día largo.

Se basó ese criterio en el hecho de que en la naturaleza no se observan días de igual longitud por periodos muy largos. Los días cortos de primavera se transforman en los días largos del verano, para acortarse de nuevo en el otoño. Según esto las plantas de acuerdo con la fecha en que se siembran, crecen bajo días que se van haciendo gradualmente más cortos o más largos.

Los ensayos conducidos en ese criterio han permitido establecer los efectos posteriores de longitud del día. Así los pocos días recibi

dos por la planta en sus primeras etapas de crecimiento, determinan su comportamiento posterior en forma definida, así sea que el factor determinante que inició el proceso se suprima o sea reemplazado por otro, aunque éste sea de influencia opuesta.

El material usado en este ensayo fue el siguiente:

- 1) Solanum tuberosum L. var. "Guapo", de Quetalmahue, Chiloé; 2) S. Rubinii Juz. et Buk. ; 3) S. gonolocalyx Juz. et Buk. ; 4) S. andigenum Juz. et Buk., var. "caiceda". de Sta. Helena, Colombia; 5) S. phureja Luz. et Buk.; 6) S. ahanhuiri Juz. et Buk.; 7) S. acaule Bitt.; 8) S. Fukasovii Juz. ; 9) S. demissum Lindl. var. adperssoacuminatum - Buk.; 10) Ullucus tuberosus Lozano, de Perú y Colombia; 11) Oxalis tuberosa Molina, de Perú y México; 12) Oxalis tetraphylla; 13) Tropaeolum tuberosum.

De los resultados obtenidos se infieren las conclusiones siguientes:

- 1.- De acuerdo con sus diferencias específicas, los Solanum responden en formas diferentes en la formación de tubérculos a la duración del día. Plantas del grupo S. tuberosum son indiferentes a diversas longitudes del día; S. andigenum muestra un retardo considerable en la formación de tubérculos bajo condiciones de día largo, y finalmente S. demissum, S. acaule y otros no forman del todo tubérculos cuando crecen bajo día largo. Las diferentes respuestas de estas plantas están conectadas a su distribución geográfica.
- 2.- Todas las plantas usadas en el ensayo, sin excepción, alcanzaron el mayor crecimiento vegetativo y una floración abundante, cuando crecieron bajo días largos.
- 3.- Días cortos, aún cuando no favorecen el crecimiento vegetativo ofrecen condiciones óptimas para la formación de tubérculos. Si bajo días cortos la producción de tubérculos no es siempre la máxima en término absoluto, muestra sin embargo, los valores más altos en referencia al desarrollo general de la planta.
- 4.- Al aplicar el método de crecer las plantas bajo longitudes alternas de día, se puede elucidar no sólo las causas que en algunas especies

impiden la tuberización, sino también determinar las condiciones en que ciertas especies que no producen tubérculos, pueden ser inducidas a producirlos.

a) Plantas que en un principio crecen bajo condiciones de día largo, y después de día corto, casi siempre producen el mayor rendimiento de tubérculos, debido a una combinación de desarrollo vegetativo vigoroso - con condiciones favorables para la tuberización creadas por los días cortos.

b) Cuando las plantas se someten primero a un período de días largos y luego cortos, el efecto posterior debido a días cortos, determina la formación de tubérculos, aún bajo condiciones de día largo, cuando éstas normalmente no se desarrollan o lo hacen con mucho retraso. Sin embargo, en estos casos, la fuerza de desarrollo de los tubérculos es poca y su rendimiento es bajo.

En cierto grupo de plantas (Solanum demissum, S. acaule, etc.) la influencia del día largo posterior a días cortos, es tan fuerte, que los tubérculos formados durante los últimos, se convierten en estolones y dan origen a tallos vegetativos.

5.- Cuando cualquiera de estas plantas se siembren en latitudes septentrionales para obtener tubérculos, la combinación mejor es días largos en la primera etapa de crecimiento, seguida por días cortos.

6.- Además de los factores que determinan la tuberización, se ha observado la susceptibilidad de esas plantas a cambiar según la longitud del día. Así, Solanum demissum, S. acaule, S. bukasovii, Ullucus tuberosus, Oxalis tuberosa, de acuerdo con la longitud del día a que son sometidas, cambian de una forma de roseta a la forma erecta, o el tallo puede detenerse del todo en su crecimiento. Con día largo los estolones y los tallos laterales muestran un geotropismo positivo; cuando se cambian a día corto el carácter de su tropismo se cambia al opuesto. Los cambios de régimen de luz, pues, implican cambios en la fisiología de la planta, que a su vez se revelan en cambios de su morfología.

A.V. Doroshenko, H.D. Carpetchenko y H.I. Nesterov: "Influencia de la longitud del día en la producción de tubérculos en papas y otras plantas".

Bull. Appl. Bot. Genet. & Plant Breed. Vol. 23, No. 2 31-60 , 1930.

(Traducción de la parte correspondiente del resumen en Inglés)

Trabajo del Laboratorio de Fisiología del Instituto de Botánica Aplicada  
Leningrado

.....

4. La supresión de formación de tubérculos debida a longitud del día, se ha confirmado también en series de formas de Ullucus y Oxalis, y en estas especies es aún más marcado que en la papa. El óptimo de duración del día para esas plantas es de 9 horas. En días de 12 horas, aunque se forman tubérculos, el proceso es más lento y el rendimiento muy bajo. Un día largo suprime del todo la formación de tubérculos. Para el crecimiento vegetativo la duración óptima es de 13 horas; los días de 9 horas aunque inducen una buena formación de tubérculos, no favorecen especialmente el desarrollo vegetativo.

## LOS TUBERCULOS ANDINOS

(Una versión de la Investigación actualizada)

Mario E. Tapia

### LOS TUBERCULOS

En ningún otro lugar del mundo se han domesticado tubérculos que se usan en la alimentación humana como en los Andes.

#### La Papa ( Solanum sp.)

Es el cultivo que mayor éxito ha tenido fuera de su lugar de origen, los Andes. Prueba de esto es la enorme extensión cultivada y la existencia de cientos de científicos en el mundo dedicados a esta especie, incluso se ha creado un Centro Internacional que se dedica únicamente a esta especie.

En esta ocasión no se piensa revisar la numerosa investigación producida sobre esta especie, sin embargo, es necesario mencionar algunos aspectos de importancia para la región andina.

Uno de los ecosistemas más extensos, en los Andes, es el denominado puna, provincia alto-andina o sumi que está entre los 3,500 a 4,000 m.s. n.m. En esta área el factor climático no controlables son las bajas temperaturas ( - 3º grados o menos ), que ocasiona heladas. Cuando ocurren durante las épocas de crecimiento de los cultivos pueden dañarlos seriamente y disminuyen las producciones.

Siendo el área andino el centro de origen de la papa, existen numerosas especies que ofrecen un material muy rico para seleccionar o hibridar y que presenta alta resistencia a las heladas. Según Bukasov(1971),- las especies S. juzepzukii, S. curtilobum y S. ajanhuiri entre las domesticadas y S. acaule entre las silvestres, han demostrado alta tolerancia a las heladas.

Sin embargo, los programas de fitomejoramiento han puesto menos interés en éste aspecto, ya que deben contemplarse cualidades culinarias, para hacer más atractivas las variedades llamadas "amargas" .

En la actualidad, las tierras de los "laimes" , "muyus" (terrenos de largos periodos de descanso) en quechua, o "ainocas" en aimará, cubren extensas áreas altas de los Andes, que están cultivadas con papas de esas variedades y son el alimento fundamental para importantes grupos de población de Perú y Bolivia. La importancia de la papa data de tiempos prehispánicos, a tal punto que el tiempo se medía en unidades equivalentes al tiempo de cocción de la papa (Murra, 1954).

Unida a la producción de estas especies está la tecnología de liofilizar el tubérculo (chuño), para conservarlo por largos periodos. Esta técnica utiliza el medio adecuadamente, congelando y secando los tubérculos al exponerlos al frío de las noches e intensa radiación solar de los días, en los inviernos de la puna. La atención que se ha dado en utilizar y mejorar esta tecnología es muy reducida. Se conoce además del proceso de producción de "chuño negro" (sin lavar), el chuño blanco "moraya" o "tunta" , que incluye un proceso de lavado.

Cárdenas (1977) ha estudiado los cambios nutricionales que ocurren en la producción de chuño blanco, comparando una variedad amarga "chiri" Solanum juzepzukii y un híbrido, la variedad Renacimiento. La pérdida de la proteína, es elevada en el proceso del lavado. Se ha determinado además que el tubérculo pierde cenizas y vitamina C, cuando se prepara "moraya". Ravines (1978) indicó que éstas pérdidas son menores en el chuño negro.



CUADRO No. 1

Contenido de nutrientes en la elaboración de chuño negro y moraya sobre materia seca, ( Ravines, 1978 ).

<u>Nutriente</u>	<u>Papa</u>	<u>Chuño</u>	<u>Papa</u>	<u>Moraya</u>
Cenizas	5.1	5.2	4.66	0.92
Proteínas	10.3	9.3	3.33	2.00
H. de carbono	84.0	84.0	82.40	96.66
Grasa	0.4	0.4	2.66	0.20

Una descripción de la tecnología de producción de los diferentes tipos de chuño la hizo Mamani (1978). Este autor, conocedor de la tecnología aymará, diferencia varios tipos de productos según la calidad del material que se utiliza. La preparación varía de acuerdo al tipo de producto a obtenerse, los de inmediata elaboración son "lopta" y "khachu-chuño" y no requieren de heladas muy fuertes .

Según Christiansen (1977) , en el procedimiento del chuño negro, se pierde el 41% del total de glicoalcaloides y en el chuño blanco se pierde el 89% de este compuesto, que le da un sabor amargo a las papas del grupo "Rucki" o (amargas). Este mismo autor indica que durante todo el proceso de elaboración del chuño negro hay pérdidas del orden del 18% al 30% de proteínas, mientras que el chuño blanco las pérdidas son del 77 al 83%.

Se sugiere como alternativa la preparación de la "papa seca", técnica en la cual se reduce de 1 a 20% la pérdida de proteína. Este último producto se prepara sometiendo la papa a cocción leve, y con una papa que no se deshaga , luego se pela la cáscara y se expone a pleno sol durante 10 -15 días. Una vez seca se muele hasta obtener una granulación fina. La papa seca es muy usada en un plato popular, la "carapulcra" (Christansen, 1967).

Es necesario mencionar que existen variedades nativas de papa con contenidos de proteína entre el 11 al 12% (Bacigalupo, 1972) que justifican un mayor uso de este tubérculo.

En relación a la conservación de la semilla , se desarrolló una tecnología en épocas prehispánicas que incluye el uso de plantas protectoras contra el ataque de insectos en los depósitos o kollcas. La planta denominada "muña" (*Mintostachis setosa*) de la familia de las labiadas , ha sido utilizada como repelente. En la Universidad del Cusco se han desarrollado investigaciones para aislar los principios químicos de esta planta.

La Oca (quechua ) Oxalis tuberosa Mol

Se conoce también como Apilja, apilla (aymara); Ibia en Colombia; Cuiba en Venezuela; papa extranjera en México.

Después de la papa, es la especie tuberosa más cultivada, se estima que en la región andina del Perú, Ecuador y Bolivia se cultivan 32,000 ha. con rendimientos entre 6 a 12 T.M./Ha.

La Oca, según Bukasov (1965) podría estar incluida en dos especies:- O. tuberosa originaria de Chile y O. crenata que tendría como origen el Perú. Sin embargo, los estudios de Cárdenas (1964) , con una colección de más de 100 accesiones de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia no demostraron diferencia suficiente para asignar a esta planta dos especies; incluso menciona que no se justifica la necesidad de establecer variedades botánicas.

Darlington (1965) en su "Atlas de cromosomas para las plantas cultivadas " menciona de 63 a 70 cromosomas. En una colección de ocas procedentes de Bolivia y analizadas en Inglaterra, se encontró el número 60, diploide.

Distribución geográfica.

La oca está distribuida desde Venezuela hasta el norte de Chile en alturas que varían desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m.

En un trabajo de Hodge (1951) se señala la quebrada de Cuyo-Cuyo, en el flanco oriental de los Andes del norte del departamento de Puno, como uno de los centros de cultivo mas intensos . La oca se encuentra

aquí en una extensa andenería que va de los 3500 a 3900 m.

Patino (1964) , hace referencia a diferentes trabajos donde se habla del cultivo de "cuiba" en Trujillo, Venezuela. Desde 1701 se tiene noticia del cultivo de las "ibias" en el reino de Nueva Granada. Se señala, que se consumía ordinariamente en Bogotá, pero que el cultivo es más intenso en las regiones del Sur, lo que es actualmente el departamento de Nariño.

En Colombia se cultiva también en el sector de la Cordillera Central al sur del Rio Palo, arriba de los 2500 m. por la población indígena Paez-Guanbiana.

En 1877, el naturalista francés Edwar André, vió en Pasto cerca de 10 variedades. Cuando llegó Sebastián Benálcazar en 1534 a las costas del Ecuador, los Cañaris le ofrecieron comida, una de las cuales fueron las ibias, siendo en la actualidad muy común encontrarlas en los mercados de la sierra ecuatoriana.

Probablemente donde encontró mayor difusión es la región del Collao, el actual departamento de Puno, Perú.

Investigación agronómica.

Blanco (1977) analizó la investigación sobre los mal llamados "tubérculos menores" que acompañan a las papas en las tierras altas de los Andes. Señala que la situación relegada que tienen los tres tubérculos no se debe a una inferior capacidad de producción ni de calidad nutritiva , sino a que éstos tubérculos no se adaptaron a las condiciones de Europa ni Norte- América. En la actualidad, los esfuerzos de investigación de este tubérculo son aislados y poco apoyados por los organismos públicos.

Cárdenas (1958) encontró en una colección de ocas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Bolivia, que la diferencia más notoria era el color de los tubérculos y con base en este carácter propone tres formas hortícolas: alba, flava y roseoviolácea. A la primera forma corresponden todas las ocas blancas o hialinas.

En la forma flava están incluidas las ocas amarillas claras, pigmentadas probablemente de flavonas y las amarillas intensas y anaranjadas con

pigmentos de caroteno.

Las ocas de color pigmentadas de antocianinas que varían del rosado claro hasta violeta muy oscuro, casi negro, pasando por los rojos diversos, liliáceos, magenta y púrpuras pertenecerían a la forma roseo-violácea.

Según la descripción efectuada por Rea y Morales (1980) existe un númeroso grupo de tubérculos que presentan más de un color en la superficie

En los clones de Perú y Bolivia, es muy común el tipo de "ojos rojos" o "puca ñahui" (quechua), es amarillo y con las yemas de color rojo así como con coloraciones jaspeadas.

Los estudios botánicos de esta especie han encontrado una diferencia en el desarrollo de los estilos (heterostilia); según este carácter existirían flores de tres grupos y estarían relacionadas al color del tubérculo (Orbegozo, 1956) :

Flores longistilas	tubérculo amarillo
Flores mesostilas	tubérculo blanco
Flores brevistilas	tubérculo rojo

En 1967 se ha iniciado en el Centro Agronómico de K'aira en el Cusco un Programa de mejoramiento de la oca, iniciado por O. Blanco y continuado bajo la dirección de H. Cortés. El Proyecto de Cultivos Andinos del IICA, entregó a la Universidad de Cusco, una colección de varios clones.

Los resultados obtenidos a la fecha en este Programa sugieren la posibilidad de usar la oca, no sólo como producto natural, sino en industrialización, por su contenido de materia seca (hasta 30%) y capacidad harinera ( 20% sobre base húmeda), que permitirían mejorar su comercializa-ción.

Se ha colectado germoplasma en forma coordinada con las Universidades de Ayacucho y Puno. En la actualidad se cuenta con más de 600 accesiones que complementan el material genético que el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria ha colectado, permite concluir que el material genético está preservado en gran parte.

Utilizando esta colección, se han efectuado numerosas evaluaciones de carácter morfológico, fisiológico, químico y agronómico.

---

CUADRO No. 2

Variación del período vegetativo en la colección de ocas del Cusco, (Cortés 1977).

<u>Rango de días</u>	<u>% de los clones</u>
220 - 249	16.2
250 - 269	72.3
más de 269	11.5

---

CUADRO No. 3

Distribución del carácter heterostilia en la colección de ocas del Cusco, ( Cortés, 1977 ).

<u>Heterostilia</u>	<u>%</u>
Brevistilas	36.1
Mesostilas	52.6
Longistilas	11.3

---

León (1968) ha encontrado correlación entre el color de los tubérculos y la longitud del estilo floral, tubérculos de color blanco generalmente tienen estilos medianos.

Un problema aún no definido es el origen de una formación aplanada que pueden presentar los tallos aéreos y los tubérculos, denominado "fasciación". Se ha encontrado que plantas con tallos aéros fasciados tienden a producir tubérculos fasciados. Algunas veces el tallo puede llegar a tener hasta 12 cm. de ancho. Gutierrez (1978), estudió más de 100 clones y encontró que el 17% mostraban signos de fasciación.

El ritmo de tuberización ha sido estudiado por Alarcón (1976), el proceso se inicia a los 110 días después de la siembra y alcanza su valor

máximo entre 180 a 220 días. Se sugiere que a partir de esa fecha el follaje puede ser removido utilizando especialmente en la alimentación animal.

En general se considera a la oca como un cultivo rústico al cual no se le debe dar mayores atenciones.

Sin embargo, en las pruebas efectuadas se ha visto que responde bastante bien al control de malezas, a niveles medios de fertilización y al control de plagas.

En un ensayo sobre el deshierbe a mano y el uso de herbicidas, se ha encontrado que los rendimientos se incrementan en un 27 a 65% , lo cual justificaba plenamente su aplicación, (Cuadro No. 4 )

Los campos cultivados con oca son generalmente pequeños, por lo común en rotación con papa. En Ecuador se ha observado en asociación con el maíz y olluco. Cuando se siembra sola, se coloca en surcos distanciados de 50 a 90 cm., variando el espacio entre planta de 20 a 45 cm. El primer aporque ~~se efectúa~~ a los 30 a 50 días después de la siembra, operación que se puede repetir 2 a 3 veces según las características del año.

---

CUADRO No. 4

Respuesta al deshierbe manual y uso de herbicidas químicos en rendimiento de oca en el Cusco, (Rodríguez, 1976).

<u>Tratamiento</u>	<u>Dosis</u> <u>Kg/ha.</u>	<u>Peso verde</u> <u>maleza TM/ha.</u>	<u>Rendim. %</u> <u>de oca/ha.</u>	<u>Incremento</u> <u>%</u>
Sin deshierbe	- -	24.5	14,070	- -
Deshierbe a mano	- -	11.1	22,310	59
Afalon	2.5	4.0	20,120	42
Lorox	2.0	5.2	23,240	65
Sencor	1.0	3.7	17,940	27

---

Según la forma del tubérculo, se pueden agrupar las ocas en ovoideas, claviformes y cilíndricas. También se encuentran diferencias en los ojos,

existiendo ojos horizontales rectos algo curvos, cortos o largos, muy aproximados los unos a los otros o alejados, superficiales o profundos. La apariencia puede ser de una superficie muy tuberculada o de superficie lisa. Las brácteas que cubren los ojos pueden ser anchas y cortas, a veces inconspicuas o también muy alargados hasta de un centímetro.

Alandia (1967), en Bolivia ha efectuado trabajos sobre la biología floral de esta especie, en la Estación Experimental de Patacamaya. Estudió la producción de semilla sexual e indica que la antesis tiene una duración de 60-84 horas. La oca es autógama no obstante la presencia del carácter heterostilia. Se ha encontrado además que es posible efectuar con éxito cruzamientos varietales o autofecundación que abren las posibilidades de mejoramiento.

Las ocas se cosechan entre 7-8 meses en Colombia (2600-3100 m), 7 meses (2500m.) 10-12 meses (3500 ) en Ecuador y 6-8 meses en Perú y Bolivia a 3800 m. (FAO, 1975).

Para las condiciones del Cusco se ha estudiado el ciclo vegetativo de las colecciones del germoplasma, encontrándose que este varía entre 220 a 280 días, (Cortés, 1977).

Se han efectuado ensayos experimentales en el Cusco para evaluar los rendimientos, habiéndose logrado un máximo de 97 TM/ha, lo cual es poco común y en condiciones normales que supera el obtenido a nivel de campo que varía entre 12-15 TM/ha.

Se ha descrito la morfología y los hábitos del insecto conocido como gusano de la oca ( Chrysomelydae), y se ha descubierto que es fácilmente controlado por los insecticidas comerciales (Guevara , 1974). Esta plaga es la que mayores daños causa, la larva barrena los tubérculos y el adulto devora el follaje (Blanco , 1972).

La oca responde a niveles medios de nitrógeno y muestra una alta respuesta al fósforo y potasio. El nivel de fertilización más adecuado para las condiciones del Cusco se ha encontrado que es de 60-120-120.

## Variedades

Para Bolivia, Cárdenas ( 1969) ha descrito las variedades más comunes y que reciben generalmente nombres compuestos.

Se conoce la variedad "camuesa" de tubérculos largos y amarillos, "puca fishui" de tubérculos anaranjados y con ojos rojos, la "ketu-parco" y "lari oca" de tubérculos medianos y de color morado y ceniciento, la "sauciri", de tubérculos medianos amarillos con una pigmentación rojiza difusa alrededor de los ojos.

Para el Altiplano los diferentes nombres son "chuchulli", oca de tubérculos blancos y largo, "pallihuaya", tubérculos cortos amarillo claro y ojos magenta, "kefi-peke", mediano blanco magenta y "jankoluki" medianos blancos. Puch (1979) ha llevado a cabo un ensayo de rendimiento comparativo de ecotipos bolivianos y peruanos.

Habiéndose obtenido rendimientos hasta de 30 T.M/ha., en condiciones alrededor del Lago.

### CUADRO No. 5

Rendimiento de ecotipos peruanos y bolivianos de ocas, (Puch, 1979) Altiplano de Bolivia.

Variedad	Localidad Rendimiento TM/ha			
	Huatajata a orilla del lago	E.E. Belen Planicie	Muro-Mamani pie de Cordillera	Promedio
Ecotipo 191	15,95 bc	33.0 b	11.15 bc	20.03
Ecotipo 289	13.50 d	28.48 bc	15.08 ab	19.02
Cusco	28.32 a	47.56 a	19.61 a	31.83
K'ayra	16.20 b	31.41 bc	13.37 bc	20.32
Janko apilla	15.84 bc	33.07 b	14.58 b	21.16
Keny	7.65 d	26.19 c	9.07 cd	14.30
Promedio	16.24	33.29	13.81	21.11



Arroyo (1974) estudió el rendimiento de 20 clones y su correlación con otros parámetros. Encontró que el rendimiento está altamente relacionado con el área foliar y número de tubérculos. Otras correlaciones encontradas son el tallo rojo vinoso con tubérculos más amargos y el tallo verde oscuro con tubérculos dulces. En general encontró que todos los ecotipos producían más de 20 TM/ha. cuando se efectuaban los cuidados adecuados.

Evaluación nutritiva y utilización.

Antúñez de Mayolo (1978) añade los análisis químicos efectuados por el Instituto de Nutrición.

---

CUADRO No. 6

Composición de los tubérculos de oca, helada, deshidratada y secada ( Khaya ), Blanco, 1977

	<u>Oca fresca</u> <u>g/ 100 g.</u>	<u>Khaya</u> <u>oca helada</u>
Materia seca	25.9	86
Proteína	1.0	2.7
Grasa	0.6	- . -
Carbohidratos	13.3	- . -
Cenizas	1.0	2.8

---

Se ha concluido que se obtiene una relación 4.9/1 de oca por Khaya. Los trabajos sobre obtención de almidón dan un rango de 6.7 - 9.1% que transformados en los rendimientos por Ha. (15 - 35 TM.) dan una producción de 1300-2350 Kg/ha. de almidón. Este rendimiento es bastante alto y convierte a la oca en una excelente fuente de este producto.

Las pruebas de uso de la harina de oca en panificación permiten estimar que ésta podría reemplazar hasta un 20% la de trigo, solucionando parcialmente las necesidades regionales. Pruebas efectuadas en el Cusco

han mostrado también la posibilidad de extraer alcohol de oca.

Ulluco, Ullucu en el Perú y Bolivia. Ullucus tuberosus Loz.

También llamado melloco en Ecuador, Chigua en Colombia y Ruba en Venezuela.

#### ORIGEN Y GENETICA

El "olluco" es una planta exclusivamente sudamericana y se cultiva en los Andes desde Venezuela hasta el norte de Argentina. No está definido su origen pero de las características observadas se podrían considerar dos formas hortícolas: las de la región norte hasta Ecuador con tubérculos más desarrollados y plantas algo rastreras, mientras en el sur los tubérculos son más pequeños y de tallos erectos.

Brücher (1967) sugiere que la especie Ullucus aborigeneus sería la forma silvestre del olluco.

Darlington (1955) indica para el olluco de los Andes el número de cromosomas  $2n=36$ . Trabajos de Cárdenas encontraron que los ollucos de Bolivia y del Perú son  $2n=24$  y los de Colombia  $2n=36$ .

Según Bukasov (1930) el olluco es una planta de días cortos lo que lo favorece la formación de tubérculos.

Los tubérculos del olluco varían en forma desde esféricos hasta casi cilíndricos. Algunos ecotipos en el Ecuador llegan a pesar 100gr. pero la mayoría en la región del sur del Perú y Bolivia son de tamaño pequeño. El nombre español de "papas lisas" proviene de que las yemas u "ojos" son superficiales.

Según el porte se pueden distinguir dos grupos.

- 1) Tipo de ramificación rastrera, tallos ligeramente coloreados, hojas pequeñas, tubérculos largos o especies de tamaño grande que proceden de Colombia y Ecuador (León 1964) ; Bukasov ( 1930 ) cree que son las formas más primitivas.

2) Plantas de porte erecto, cortas, hojas basales grandes verde oscuro, tubérculos de colores muy variados, pequeños y cortos, provienen del Perú y Bolivia.

Según el color de los tubérculos se ha propuesto la siguiente clasificación ( León 1964 ).

- a) Tubérculos con antocianinas, varían desde rosado pálido hasta morado oscuro, casi negro.
- b) Tubérculos amarillos oscuros y superficie opaca, yemas algo profundas.
- c) Tubérculos amarillos de superficie lisa y brillante con manchas púrpuras, que cuando se someten a la luz cambian a verde oscuro: "clon tarmeño" el más común en el Perú.
- d) Tubérculos blancos, uniformes o con manchas rosadas.
- e) Tubérculos de color verde claro.

#### Distribución geográfica.

El olluco se siembra a alturas mayores de 3000 m. s.n.m. en Bolivia y Perú, en Colombia y Ecuador sobre los 2000 m, mostrando una gran resistencia a las heladas.

Crónicas del siglo XIX indican que los ollucos se cultivaban profusamente en Riobamba y Quito. También se encuentran referencias entre los cronistas para la zona de Vilcashuamán, Huamanga. Sin embargo, la gran distribución probablemente se debe a las afirmaciones que hace Cobo, citado por Patiño (1964), sobre los usos medicinales que se les daba a los tubérculos para facilitar el parto y para curar los traumatismos internos, explica por qué el cultivo de esta planta alcanzó una difusión tan grande, incompatible con las cualidades relativamente sápidas de la parte comestible.

#### Investigación agrobotánica.

Los mayores esfuerzos se han concentrado en la recolección del material genético. Después del trabajo que efectuó el IICA de 1963-1966, las Instituciones nacionales que mayor interés han mostrado son: la Universidad

San Cristobal de Humanga en Perú y el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria.

Arvisur (1981) ha publicado el catálogo de los tubérculos bajo estudio, indicando 300 accesiones de material cultivado y 10 de especies silvestres.

En el Cusco, se han evaluado clones de olluco, con rendimientos entre 6.8 TM/ha y 10.6 TM/ha, (Vargas, 1976).

Vargas (1973) estudió la biología floral del "olluco" y encontró que la viabilidad del polen varía entre 20-80% y que su duración es de 24 a 35 horas dependiendo de que la iniciación sea en la mañana o en la tarde.

El peso de la semilla para las condiciones de Puno es entre 50-60 gr, sugiriéndose colocar los tubérculos por golpe, de este modo pueden lograrse 19 TM/ha, (Salcedo, 1978).

El olluco tiene pocas enfermedades foliares. Los tubérculos son atacados por las larvas de noctuidas, nematodos y el "gorgojo de los Andes", (Praxmotrypes solani)

#### Evaluación nutritiva y utilización .

Según Cárdenas (1969) los ollucos son amargos, siendo necesario hervirlos varias veces cambiando el agua, antes de consumirlos. El olluco tiene gran variedad de usos culinarios, pudiendo consumirse tanto fresco, especialmente en un plato conocido como "olluquito con charqui", o deshidratando los tubérculos. Se los expone a las heladas nocturnas y durante el día se les exprime para escurrir el agua. Este "chuño de olluco" se llama "lingli" o "shilgui".

En los mercados del Ecuador es corriente encontrar un plato dulce "mellico" que aparentemente tiene muy buena aceptación.

---

CUADRO No. 7

Composición nutricional de tubérculos de ollucos, sobre base húmeda, Blanco (1977).

<u>Nutriente</u>	<u>%</u>
Materia seca	16.3
Proteína	1.1
Grasa	0.1
Carbohidratos	14.3
Fibra	0.8
Ceniza	0.8

---

Isaño, añu, mashua ( Perú y Bolivia ) cubios (Colombia)

Tropaeolum tuberosum R. y P.

Por razones de su sabor suigéneris y hábitos alimenticios de nuestra población esta especie perteneciente a la familia tropeolácea, pariente del mastuerzo ( T. majus ), ocupa el último lugar entre los tubérculos andinos.

Origen genético.

León (1964) menciona que probablemente el T. tuberosum es originario de la zona del Altiplano del Perú y Bolivia. Sin embargo, especies silvestres se encuentran frecuentemente en las partes altas de los valles interandinos.

Las referencias de los cronistas señalan al grupo Muiscos del reino Chibcha, como poblaciones que consumían los cuibos, así como la chigua Ullucus tuberosus, incluso se menciona que los Tropaeolum de Colombia se comportan diferente a los del Perú y Bolivia en cuanto a las horas de luz, y se les cultiva a más bajas alturas, por lo cual Bukasov (1930) sugirió crear T. cubio para diferenciar a las especies sabaneras.

Esta especie se considera única dentro de los alimentos, se le incluye propiedades de reprimir el deseo sexual, por lo cual se utilizaba para los ejércitos que tenían largas campañas, durante el Imperio Inca.

Cárdenas (1969) señala para Bolivia dos grupos : 1) tubérculos de un sólo color, amarillo, limón anaranjado, morado oscuro o púrpura diluido, 2) tubérculos matizados de rojo vivo sobre fondo anaranjado y amarillo oro sobre fondo morado.

Arvisur (1981) informa haber recolectado 264 clones de especies domésticas y 10 silvestres del área del centro del Perú.

#### Distribución geográfica.

Como se ha indicado, el T. tuberosum se cultiva desde Venezuela hasta Bolivia, aunque su mayor concentración está en la región de la puna, en el Perú y Bolivia

Aunque no se tienen estadísticas sobre el cultivo de esta especie, se pueden estimar unas 2000 has. cultivadas en Perú y Bolivia.

#### Investigación agrobotánica.

Vallenas (1977) ha efectuado estudios de la biología floral de esta especie, utilizando 10 clones colectados de la zona de Puno.

Las flores de T. tuberosum tienen un número variable de estambres : 56% de las flores tienen 8 y 25% 9 estambres. Las demás varían entre 10 hasta de 13 estambres.

El período vegetativo para las condiciones de Puno varía de 185-207 días, siendo la precoz la "chiar isaño". La forma del tubérculo varía entre cónico, cilíndrico y ovalado.

Los autores que han efectuado ensayos de rendimiento con esta especie concuerdan que son relativamente altos, variando entre 20 y 30 TM/ha.

T. tuberosum, según Darlington (1955) tiene  $2n=42$  cromosomas, mientras

que otras especies del género tienen 24 a 28 cromosomas, según esto T.tuberosum sería un poliploide.

### Evaluación nutritiva y utilización.

El T. tuberosum se consume cocido para eliminar su sabor propio, así se asemeja al nabo.

También se puede consumir cocido y helado, entonces recibe el nombre de "thayacha".

En la Universidad de Huamanga se han seleccionado variedades con un 11% de proteínas sobre materia seca y se han venido utilizando en la alimentación de vacunos con regular éxito. Bateman (1961) ha incluido tubérculos cocidos y crudos en raciones para ganado, obteniendo mejores resultados en ganancia de peso y eficiencia de alimentos, comparado con raciones comerciales.

---

### CUADRO No. 8

Composición nutritiva de tubérculos de T. tuberosum, en base húmeda.

J. León (1964)

<u>Nutrientes</u>	<u>Porcentaje</u>
Materia seca	12.6
Proteína	1.5
Grasa	0.7
Carbohidratos	9.8
Fibra	0.9
Ceniza	0.6

---

ALCANCES DE LA INVESTIGACION EN TRES TUBERCULOS  
ANDINO: OCA (Oxalis tuberosa), OLLUCO (Ollucus tuberosus),  
MASWA, ISAÑO O AÑU (Tropaeolum tuberosum)

Hernán Cortés Bravo (\*)

1.- INTRODUCCION

Cuando se tiene oportunidad de dar un vistazo a la literatura referente a los problemas de la alimentación humana y a la agricultura, las conclusiones a las que se arriban son inquietantes, por decir lo menos desde que la mayoría de dichos artículos describen un panorama para el futuro no muy halagüeño que digamos.

Los autores proponen una serie de alternativas para conjurar el espectro del hambre, que se está viviendo en algunas zonas del mundo, dentro de las que desafortunadamente, se encuentra también nuestra Región Andina. Las propuestas para la solución del problema de la escasa provisión de alimentos tienen diversos matices, mas, teniendo presente la región donde nos toca actuar, esta contingencia podría ser atenuada, en buena medida, teniendo en cuenta el potencial que desde nuestros ancestros ha venido siendo usado con fines alimenticios, considerando el aprovechamiento de : TARWI (Lupinus mutabilis), KIWICHA (Amaranthus caudatus), QINUA (Chenopodium quinoa), KAÑIWA (Ch. pallidicaule), YACON (Polymnia sonchifolia), ACHIRA (Canna edulis), OCA (Oxalis tuberosa), OLLUCO (Ollucus tuberosus), MASWA (Tropaeolum tuberosum), y otras especies cuyo rescate y reivindicación se hace perentorio si queremos llegar a tiempo para contribuir a la solución del problema alimenticio de nuestra región.

Considerando que las pautas para un pleno aprovechamiento de estas especies conlleva reencontrar tecnologías perdidas u olvidadas desde los inicios de la conquista, es que, el artículo que pone a consideración tratará de enfocar los alcances a los que se han arribado en el

---

(\*) Ing. Agr., Profesor Principal de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, (UNSAAC), Centro de Investigación en Cultivos Andinos.



estudio de la Oca, principalmente; y del OLLUCO Y MASWA de manera más restringida, mediante trabajos realizados en el Centro de Investigación en Cultivos Andinos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

## 2. OCA (Oxalis tuberosa )

La variabilidad presente en esta especie hace tentador el encarar algunos aspectos de su estudio. En este entender se han realizado una serie de evaluaciones cuyos resultados hacen presagiar un futuro positivo para esta especie, ya que a sus cualidades nutritivas acompaña una marcada rusticidad, con poca incidencia de plagas y enfermedades, prosperando en terrenos inaparentes para otros cultivos (marginales ) y en altitudes donde es problemático implantar cultivos de rentabilidad económica. Al mismo tiempo su buen rendimiento hace ver la posibilidad de un cultivo más racional.

En este entender, el Centro de Investigación en Cultivos Andinos, ( CICA ) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, (UNSAAC), mantiene una colección de clones de esta especie, que como sabemos, se cultiva para la utilización de sus tubérculos. Esta colección de Ocas Cusco, ( COC ) cuenta con un número de entradas superior a los quinientos, procedentes de diversas regiones del Perú y también de Bolivia. El IICA hizo su aporte a esta colección, cuando se iniciaba el acopio del material vivo. Las evaluaciones han sido realizadas desde diferentes aspectos, cuyos resultados se pasan a detallar.

### 2.1 Evaluaciones en la C O C

La gran mayoría de los datos obtenidos en estas evaluaciones han servido para proponer por parte del CICA, una lista de Descriptores para esta especie al Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos/FAO a publicarse próximamente.

#### 2.1.1 Evaluaciones morfológicas

Con la finalidad de tipificar morfológicamente a los clones componentes de la COC, se tienen evaluados algo más de cuatrocientos clones, tomando en cuenta principalmente los siguientes aspectos : Hábito de crecimiento, vigor de planta, conformación de mata, altura de planta, características del tallo aéreo, número de tallos por planta, propensión a la fasciación; tamaño de foliolos, color de foliolos (haz y envés), pubescencia; flor, heterostilia, número de flores por inflorescencia ,

número de inflorescencias por planta; fruto, características cuantitativas de fructificación ; estolones, número y longitud; tubérculos: forma, color, dimensiones, presencia de ojos, color de pulpa, corteza y médula; número y peso de tubérculos por planta; brotes : color y forma, posición, etc., de tal manera que la utilización de los descriptores se verá facilitado.

### 2.1.2 Ciclo vegetativo

A nivel de colección se tiene registrado una duración del ciclo vegetativo comprendida entre 220 a 270 días, distribuyéndose el material de la siguiente manera :

Cuadro No. 1. Clasificación de los clones de la COC de acuerdo al ciclo vegetativo.

Rango en días	Porcentaje de clones en la colección
220 - 249	16,2
250 - 269	72,3
más de 269	11,5

### 2.1.3 Evaluaciones fisiológicas

#### a. Ritmo de tuberización

Con el fin de acomodar los requerimientos agronómicos al ciclo vegetativo de la planta y, teniendo en cuenta que el objeto primordial del cultivo de la Oca es el tubérculo, se ha evaluado el ritmo de tuberización en diez clones seleccionados. Los datos obtenidos sirven para diagramar los tratamientos agronómicos, además de haber dado los primeros indicios de la posibilidad del aprovechamiento del follaje, cuando ya no es necesario para la tuberización, ya sea para la obtención de tubérculos a partir de follaje separado de la planta, o para su utilización en otros fines.

El comportamiento de la tuberización en diez clones de la

COC se puedan apreciar en el Cuadro No. 2.

Como informa el Cuadro No. 2, hay una diferencia de un buen número de días entre el ciclo vegetativo total (decaimiento del follaje) y el tiempo necesario para una máxima tuberización.

Este tiempo, que en el clon 138 alcanza 50 días; en los clones COC 291, COC 289, COC 46, COC 290 y COC 257 registra 30 días; en los clones COC 71 y COC 191, 40 días; significaría que el follaje ya no cumple función alguna en los procesos de la tuberización, pudiendo entonces aprovecharse con otros fines, cortando la parte aérea, cuando aún se encuentre turgente.

Cuadro No. 2 Datos de tuberización en diez clones de la COC

COC No.	Ciclo vegetativo en días	Días desde la siembra para máxima tuberizac.	Peso promedio fresco tubérculos por planta (gr.)
291	230	200	1107
138	230	180	1245
289	230	200	1100
66	230	220	1191
71	230	190	1195
191	230	190	1034
33	220	200	860
46	220	190	1038
290	220	190	799
257	230	200	912

Todos los clones en estudio empezaron a tuberizar a los 110 días después de la siembra, a excepción del COC 191 que lo hizo a partir de los 118 días.

Con los datos que sirvieron para determinar las características de la tuberización, se ha tratado de establecer el grado

de asociación que existe entre los factores que intervendrían en la tuberización. (Cuadro No. 3)

Cuadro No. 3. Asociación de algunas características que intervienen en la tuberización en Oca.

Caracteres	Correlación Significación	Coefficiente de Determinación
Número de tubérculos y peso, fresco tubérculos	( + ) al 1%	51.12% a 75,34 %
Número de estolones y número de tubérculos	( + ) al 1%	40,00% a 85,38 %
Número de tallos aéreos y número de tubérculos	N. S.	
Expansión foliar y número de tubérculos	( + ) al 1%	45,43% a 58,06 %
Peso fresco follaje y número de tubérculos	N. S.	
Número de tallos aéreos y peso, fresco tubérculos	N. S.	
Peso Fresco follaje y peso, fresco tubérculos	( + ) al 1%	33,00% a 64,80 %

#### v. Ciclo vegetativo

La persistencia de follaje fresco, después de que las plantas hayan alcanzado un nivel de tuberización máximo, permite vislumbrar la posible disponibilidad del follaje fresco con fines de alimentación animal, teniendo en cuenta la gran masa foliar formada por las plantas de Oca.

Una implicancia de mucho interés relacionado con este aspecto, es la capacidad de formación de nuevas plantas que tubericen normalmente o formación directa de tubérculos a partir de follaje

{ramas), cortado de la planta madre y luego enterrado en condiciones adecuadas. Así, ramas cortadas a los 60, 80 y 100 días después de la siembra, y enterradas dieron lugar a nuevas plantas que después de un ciclo vegetativo normal tuberizaron también en forma normal. Las ramas que se someten a este mismo procedimiento, pero que han sido separadas de la planta madre, aproximadamente a los 120 días después de la siembra dan lugar a nuevas plantas a partir del extremo de corte, pero simultáneamente a la formación del follaje, hay emisión de estolones que tuberizan, antes de que la parte aérea originada del extremo de corte hayan alcanzado un crecimiento y un desarrollo adecuado. Las ramas cortadas con posterioridad a los 120 días, ya no forman follaje, sino que inmediatamente entran en proceso de formación de tubérculos. Este último hecho es posible observar también en el Olluco. Con el siguiente cuadro trataremos de explicar gráficamente lo indicado. Los clones utilizados para esta determinación son : COC 138, COC 10, COC 291, COC 46, COC 71 y COC 66.

Cuadro No. 4. Comportamiento de ramas enterradas con respecto a la formación de follaje y formación de tubérculos

Clones	138		10		291		46		71		66	
	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T
Epoca de Corte del Follaje												
60 días	X	T	X	T	X	T	X	T	X	T	X	T
80 días	X	T	X	T	X	T	X	T	X	T	X	T
100 días	X	T	X	T	X	T	X	T	X	T	X	T
120 días	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
140 días		X		X		X		X		X		X
160 días		X		X		X		X		X		X
180 días		X		X		X		X		X		X

El comportamiento uniforme de los seis clones posiblemente se deba a que son seleccionados para mayor rendimiento. Los tubérculos obtenidos por este procedimiento no difieren de las características del clon y son completamente viables, lo que amplía las posibilidades de multiplicación en casos que así lo requieran, vale decir, por tubérculos, por brotes y por ramas.

c. Fasciación

El aplanamiento de tubérculos y tallos aéreos, a la fecha, aunque no suficientemente explicado, tiene bastantes indicios de que se debe a una reacción fisiológica a acciones mecánicas a las que pueden estar sometidas las yemas y los brotes de los tubérculos, esto es, para la presencia de tallos aéreos fasciados, mientras que análogamente, para la presencia de tubérculos fasciados habría una reacción a la acción mecánica ejercida sobre los estolones, en las primeras etapas de la formación de los tubérculos. Esta acción mecánica estaría representada por presiones, sobre los tubérculos en estado de reposo, próximos a emitir brotes. Lo mismo ocurriría con los estolones.

Esta aseveración se realiza teniendo en cuenta que en el campo, es posible encontrar plantas con tallos aéreos fasciados, mas al lado de éstos existen tallos con la conformación normal típica. Al mismo tiempo, en plantas que producen tubérculos fasciados también es posible encontrar tubérculos con las características típicas de cada clon. Esto se debería a que si la yema o estolón correspondiente estuvo sometido o no a la acción de presión mecánica. Es posible descartar un posible factor patológico, desde que, en observaciones de campo se encuentran plantas con tallos aéreos fasciados que producen tubérculos normales, y paralelamente, de tubérculos fasciados se obtienen plantas con la conformación normal y típica del clon respectivo.

Las evaluaciones cuantitativas relacionadas con la producción arrojan los siguientes resultados. Cincuenta plantas de tallos aéreos fasciados se contrastan con cincuenta plantas de tallos normales. Cuadro No. 5.

Cuadro No.5. Presencia de tubérculos fasciados y tubérculos normales en plantas de tallos aéreos fasciados y plantas de tallos aéreos normales

	Plantas Fasciadas	Plantas Normales
No Tubérculos Fasciados	142	72
No. Tubérculos Normales	945	1044
Totales	1087	1116

La observación del cuadro precedente permite indicar lo siguiente: si bien es cierto que las plantas de tallos aéreos fasciados tienden a producir una mayor proporción de tubérculos fasciados que las plantas de tallos aéreos normales, también es cierto que el número de tubérculos normales en plantas de tallos aéreos fasciados sobre pasa en mucho a la proporción de tubérculos fasciados, no descartándose la presencia de tubérculos fasciados en plantas de tallos normales. El número de tubérculos es igual estadísticamente en ambos tipos de plantas.

#### 2.1.4 Sanidad Vegetal

##### a. Aspecto entomológico

Este es el principal problema en el cultivo de Oca, y está constituido por la presencia de un Chrysomélido (Coleoptera), que en estado adulto ataca al follaje, y en estado larvario los estolones y los tubérculos, pudiendo ocasionar daños de consideración en algunos clones.

La postura de este insecto empieza desde los últimos días del mes de enero (condiciones del Cusco) y termina en los primeros días de marzo, siendo la capacidad promedio de postura de veinticinco huevos por hembra. El estado larval empieza desde el inicio de la tuberización y dura hasta la cosecha y el almacenaje. Las pupas pueden notarse cuando los tubérculos semilla almacenados se siembran nuevamente, significando que los estados inmaduros vienen de la cosecha anterior. Los adultos aparecen en el mes de enero, cuando la planta está en pleno estado vegetativo, presentando una sola generación por año.



Ante la presencia de esta plaga, en algunas campañas y sectores agrícolas de características serias, se ha realizado una evaluación de la resistencia de 260 clones de la COC al ataque de este Coleóptero, teniéndose los siguientes resultados : ( Cuadro No. 6 )

Cuadro No. 6. Evaluación de la resistencia al "Gusano de la Oca" (Chrysomélido) en tubérculos de 260 entradas de la Colección de Ocas Cusco.

% de daño en tubérculos (Promedio)	No. de clones que presentan dicho porcentaje de d a ñ o
0.00	39
5.00	130
10.00	51
15.00	26
20.00	10
30.00 y más	4
Total :	260 clones

El control químico de esta plaga se ha ensayado, en condiciones de un 31.5% de tubérculos infestados en el control sin aplicación de insecticida. Los plaguicidas utilizados son : Furadan, Dipterex, Aldrin ( 5% y 2,5% ), Tamarón, Parathion. Los plaguicidas tienen un efecto significativo al 5% contrastados los promedios con el del control sin aplicación.

b. Control de malezas

El efecto de herbicidas sobre la población de malezas y el rendimiento final de tubérculos se resume en el cuadro siguiente :

**Cuadro No. 7. Efecto de herbicidas en el control de malezas y en rendimiento de tubérculos de Oca.**

Herbicida	Dosis/Ha.	Peso de maleza fresca en T/há.	Rendimiento en Tubérculos T/Ha.
DEshierbe a mano	--	11,08	22.31
Control botánico	--	24,54	14.07
Tribunil	2.0 Kg.	6,43	17.88
Lorox	2.0 Kg.	5.18	23.24
Karmex	1.5 Kg.	5.11	12.88 (*)
Afalón	2.5 Kg.	4.01	20.12
Sencor	1.0	3.70	17.94

(\*) Fitotóxico

Para el control de malezas, los promedios alcanzados como efecto de los herbicidas son superiores estadísticamente al Control Botánico y al tratamiento con deshierbe a mano, aunque los promedios de los herbicidas entre sí, no guardan diferencias estadísticas.

#### c. Pudrición de tubérculos en almacén

El principal problema en la etapa final de la producción de Oca, el almacenaje, es el representado por la pudrición ocasionada por microorganismos, produciendo pérdidas que se suman a aquellas causadas por la deshidratación. En general, la Oca es de un proceso de almacenamiento más difícil que la papa. La evaluación de este aspecto tiene singular importancia, si se tiene en cuenta lo informado por el cuadro siguiente : ( Ver Cuadro No. 8)

Cuadro No. 8. Porcentaje de merma y pudrición en tubérculos de Oca al final de cuarenta días de almacenaje.

Color de Tubérculos	Amarillo	Amarillo de "ojos" rojos	Rojo
Porcentaje de "Merma"	42,18	43,83	47,87
% Pérdida por Pudrición	6,65	6,32	6,15

En el caso de la pérdida de peso, se tiene en el momento un ensayo de inhibidores de brotamiento de los tubérculos, utilizando Bikartol, Aceite Esencial de Muña ( *Minthostachis* sp.), Aceite Esencial de Eucalipto.

El microorganismo causante de la pudrición de los tubérculos en almacén ha sido aislado e identificado, correspondiendo a la siguiente posición taxonómica :

Clase : Zygomycetes  
 Orden : Mucorales  
 Familia : Mucoraceae  
 Género : Rhizopus

d. Posible virus

Aunque en forma muy aislada, en una de las comunidades campesinas del Distrito de Pisac, de la Prov. de Caica y Departamento del Cusco, se han encontrado algunas plantas con presencia de mosaico en los foliolos. Se sospecha que sea alguna forma de ataque de algún virus.

2.1.5 Rendimiento

El aspecto más saltante de la Oca es su buena capacidad rendidora. Ensayos experimentales revelan rendimientos superiores a los 90 mil kilogramos por hectárea. Las selecciones para constituir variedades principalmente inciden en los clones de rendimientos superiores. En este menester, uno de los ensayos experimentales de comprobación donde intervinieran catorce clones de la colección, en 1978, sufrió la incidencia de una

granizada severa, a los 130 días de la siembra, es decir, en pleno proceso de inicio de tuberización con un daño equivalente al 90% de destrucción del follaje, en estas condiciones los clones que mejor rendimiento alcanzaron, registraron producciones de 11,24 Ton/Ha, mientras que los que acusaron, bajo estas condiciones, los más bajos rendimientos alcanzaron en promedio 4,20 Ton/Ha.

Con estas consideraciones, se han seleccionado clones que en promedio y sin contratiempos en el cultivo, alcanzan producciones de por lo menos 3,0 Kilogramos por metro cuadrado, en condiciones experimentales. De éstos se tienen cinco clones seleccionados, los que después de los ensayos exactos han sido sometidos a prueba crucial, cultivándolos en las mismas condiciones practicadas por el campesino, es más, el cultivo ha sido realizado por el campesino y dentro de las parcelas bajo su dominio y uso, con su tecnología, etc. Las evaluaciones registran un rendimiento mínimo de 17,3 Ton/Ha. y un máximo de 21,9 Ton/Ha para los clones seleccionados.

#### 2.1.6 Fertilización

Con el siguiente cuadro se resume los efectos de los elementos fertilizantes en la producción de tubérculos en Oca.

Cuadro No. 9. Efecto NPK en el rendimiento de Oca

---

N60:	44,8	Ton/Ha	N 120:	43,9	Ton/Ha.
N <sub>0</sub> :	29,99	" "	N 80:	25,73	" "
P60:	43,2	" "	P 120:	45,5	" "
P0:	26,6	" "	P 160:	28,2	" "
			P 240:	26,5	Ton/Ha.
K60:	43,05	" "	K 120:	45,6	" "
K <sub>0</sub> :	27,5	" "	K 160:	28,2	" "

---

#### 2.1.7 Utilización

El consumo de tubérculos frescos de Oca por parte de la población citadina es muy restringido, y muchas veces con matices.

folclóricos. La mayor parte de la producción nacional se destina al autoconsumo en las comunidades nativas, y una pequeña proporción se elabora en forma de "Kjaya". Examinando más detenidamente los aspectos de la producción, comercialización y usos, estaríamos en condiciones de afirmar que la producción de Oca a nivel nacional se está desperdiciando, a falta de conocimiento de otras formas de aprovechamiento, aparte de las tradicionales en forma de tubérculos fresco o como Kjaya. En este entender resulta positivo una búsqueda de sus bondades como alimento o como fuente de materia prima para la industria. Además, bajo las condiciones actuales, con problemas de almacenamiento, problemas de transporte de los centros de producción a los posibles centros de consumo, dicha labor se hace más imperativa.

a. Elaboración de Kjaya

Tiene un proceso similar al proceso para obtener Moraya. Las condiciones bajo las que se ensayaron son: Exposición de los tubérculos de Oca a la acción de bajas temperaturas ( -5, 0º C; -4 , 4º C; -5, 0º C ) por tres noches consecutivas, tapando de día el material para evitar acción negativa de los rayos solares sobre la calidad del producto; prensado y sometido a maceración durante 25 días, para proceder al secado.

Los cuadros siguientes informan acerca de los resultados.

Cuadro No. 10. Proporción de Kjaya en relación a Oca fresca

COC No.	Oca Fresca Kg.	Kjaya Kg.	% Kjaya en relación a Oca Fresca.
240	40	8,66	21,65
206	40	8,12	20,30

Cuadro No. 11. Análisis comparativo de Oca fresca y Kjaya

	% Contenido en Oca Fresca		% Contenido en Kjaya	
	Clon 240	Clon 206	Clon 240	Clon 206
Proteína	1,29	1,20	2,80	2,67
Almidón	12,39	10,60	63,14	61,26
Azúcares	4,79	3,29	1,27	13,57
Fibra	1,09	0,92	2,94	2,81
Cenizas	0,88	0,74	2,92	2,74
Humedad	79,16	82,67	13,59	14,33

b. Obtención de materia seca, almidón y harina

Tomando en cuenta 356 clones (entradas) de la CCC, se ha evaluado desde tres aspectos: Contenido de materia seca, contenido de almidón y capacidad de rendimiento harinero. El primer aspecto por el método gravimétrico. El segundo, mediante trituración con licuadora y tamizado del material fresco; y, el tercer aspecto mediante desecado de Oca cortada en rodajas, secado al sol y molienda con molinos manuales. Esto con fines de acercar en lo posible a las condiciones bajo las cuales se procesaría en los centros de producción de tubérculos, de tal manera que la comercialización dejaría de realizarse en estado de tubérculo fresco, y más bien, a los centros de consumo llegarían los productos procesados. Los resultados son :

Cuadro No. 12. Contenido de materia seca, almidón y rendimiento harinero evaluado sobre trescientos cincuentiseis clones de la CCC.

	% Mínimo	% Máximo	% Promedio	Desv. Estánd.
Materia Seca	9,86	26,89	21,38	2,61
Almidón (base fresca)	5,16	15,71	10,33	2,15
Harina (base fresca)	7,86	24,56	18,82	2,72

Nota: Las evaluaciones se han realizado con tres repeticiones de 0,5 Kg. cada repetición.

c. Obtención de Alcohol a partir de tubérculos de Oca

Conocido el contenido de hidratos de carbono en los tubérculos de oca, se abre la posibilidad de obtención de alcohol. Los ensayos realizados utilizando tres cepas de lavaduras y tres colores de tubérculos, con tres repeticiones de 1,0 Kg. por repetición, los resultados son :

Cuadro No. 13. Obtención de alcohol a partir de tubérculos de Oca (1,0 Kg.)

Color del Tubérculo	Rojo		Amarillo		Blanco	
	Vol.cc	Grado Alcohol	Vol.cc	Grado Alcohol	Vol.cc	Grado Alcohol
<u>Cepas de Levadura</u>						
Caña de Azúcar	179,5	49,8	175,0	48,2	172,2	44,8
Cerveza	176,7	48,0	173,2	46,5	169,8	42,2
Panificación	176,7	41,8	171,2	40,2	168,3	38,8

Rendimientos promedio de dos condiciones de tubérculos; Soleados durante 160 horas sol, y sin solear.

características :

El alcohol obtenido tiene las siguientes

Contenido de Etanol : 70%  
Aldehidos : 0,05%  
Esteres : 2,00%  
Alcohol Amílico : 0,15%  
Acidez como acético : 0,06%

d. Efecto de los rayos solares sobre el contenido de glucosa y humedad

Teniendo en cuenta que el consumo de los tubérculos de Oca se realizan sometiendo los previamente a la acción de los rayos solares, se evaluó el efecto modificador sobre el tenor de glucosa y el contenido de humedad en los tubérculos.

Cuadro No. 14 Efecto de los rayos solares sobre el tenor glucosa y contenido de humedad en tubérculos de oca.

	% Glucosa Base Seca		% Humedad	
	Soledado	Sin Solear	Soleado	Sin Solear
COC 276	69,83	36,84	69,96	78,82
COC 71	65,62	41,87	75,59	83,47
COC 222	78,06	46,12	71,70	79,62
COC 251	64,95	51,23	78,00	84,39
COC 289	62,38	44,97	75,65	82,84

e. Caracterización del almidón de Oca

- Tamaño : 0,02 mm
- Temp. Gelatinización : 68 °C
- Densidad aparente : 0,78 gr/cc
- Densidad verdadera : 1,511 gr/cc

2.1.8 Mejoramiento

a. Calificación de clones por Heterostilia

Por tener la Heterostilia importancia en procesos de fecundidad de flores se ha clasificado con los siguientes datos:

- = Clones Brevistilos : 31,1%
- Clones Mesostilos : 52,6%
- Clones Longistilos : 11,3%



b. Calificación de los clones por capacidad de formación de semilla botánica

Teniendo en cuenta que la producción de semilla botánica es una condición para realizar mejoramiento genético por vía sexual, se tiene categorizado el material de Oca de acuerdo al tipo de heterostilia y de la capacidad de producción de semilla botánica.

(Cuadro No.15).

Cuadro No. 15. Calificación de los clones por capacidad de formación de semilla botánica.

Capacidad de formación de semilla botánica	TIPO DE FLOR EN LOS CLONES	Brevistilo	Mesostilo	Longistilo
Buena	26,5%	35,2%	46,7%	
Regular	50,0%	43,0%	26,7%	
Mala	23,5%	21,8%	26,6%	

c. Mutaciones espontáneas somáticas para calor de tubérculo

En campañas sucesivas es posible notar, durante la cosecha de tubérculos de la colección, la presencia de plantas que dentro del conjunto de tubérculos de colores característicos del clon también presentan algunos con sectores de un color diferente al resto del tubérculo. Tras comprobar que este hecho se debía a la ocurrencia de eventos mutacionales de tipo somático se cuantificó, de donde resultan los siguientes datos:

Cuadro No. 16 Frecuencia de mutaciones somáticas espontáneas en la COC

COC	Color Original	Color Sector	No. Tubérc. Clon	No. Tubérc con Sector	Frecuencia x 1000 Tub.
11	Fresa	Blanco	413	4	9,68
52	Amarillo	Rojo Vino	524	1	1,91
88	Anaranjado	Rojo	220	1	4,53
110	Rojo Gris	Blanco	585	1	1,71
161	Amarillo	Rosado	464	1	2,16
171	Rojo Vino	Blanco	820	11	13,41
178	Amarillo	Rojo	656	1	1,52
184	Frambuesa	Blanco	424	5	11,79
179	Rubí	Blanco	740	18	24,32
227	Amarillo	Rosado	1112	19	17,09
263	Amarillo	Rosado	584	9	15,41
266	Amarillo	Rojo Vino	1200	16	13,33

d. Clones obtenidos mediante selección

Se tienen cinco clones próximos a constituirse en Variedades, que serían las primeras obtenidas en los tiempos modernos. Es tos están signados en la colección con los siguientes números de entrada: 46, 38, 191, 290 y 287.

Se caracterizan sobre todo por su buen rendimiento.

3. O L L U C O (Ullucus tuberosus)

El Olluco presenta otro aspecto en cuanto a su comercialización y consumo se refiere. Ha establecido su presencia de manera permanente en los mercados de las grandes ciudades del Perú. A pesar de ello, no tiene debida atención de parte de los investigadores agrícolas. Su manejo, co mo especie sujeta a investigación, para el CICA de la UNSAAC, ha sido un tanto problemático, pues una colección entera de cerca de 100 entradas

ha desaparecido como consecuencia del ataque de la larva de Liriomyza sp. (Díptera) que en dos campañas diezmó la colección.

Sin embargo, se pueden rescatar algunos datos preliminares.

**Cuadro No. 17 Resultados de Análisis de Olluco sobre Veinte Entradas**

Componentes	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
Humedad (%)	85,28	90,11	87,59
Materia Seca(%)	9,89	14,72	12,39
Proteína (% B.S.)	5,88	8,35	6,88
Azúcares (%B.S.)	13,63	31,50	22,76
Almidón (%B.S.)	48,34	68,11	58,55
Cenizas (%B.S.)	4,13	5,38	4,91
Fósforo (%B.S.)	0,31	0,43	0,36
Densidad Tubérculos(gr/cc)	1,008	1,0037	1,0024

De acuerdo a nuestros resultados, los rendimientos promedio por hectárea varían de 10,63 Ton/Ha. a 6,87 Ton/Ha. La duración del ciclo vegetativo se determinó en 235 días. Los efectos de la fertilización pueden apreciarse en la lista siguiente:

NPK Fórmula	Rendimiento Ton/Ha.	NPK Fórmula	Rendimiento Ton/Ha.
60-60-60	7,75	120-120-60	9,75
120-120-120	15,64	120-60-120	12,90
60-60-120	10,50	60-120-120	11,45
60-120-60	10,42	120-120-80	15,48
120-60-60	9,18	100-100-80	13,03
		00-00-00	6,46

#### 4. MASWA, ISAÑO o AÑU ( Tropaeolum tuberosum )

Si asumiéramos la catalogación de especies cultivadas que proponen algunos autores, en Especies Desarrolladas y Especies Subdesarrolladas, la Maswa sin lugar a dudas pasaría a formar parte de las últimas.

Pareciera que esta especie estuvo en pleno proceso de domesticación que fue interrumpida cuando la conquista irrumpió en el Perú.

El ciclo vegetativo de esta especie dura entre 220 días y 245, llegando a su máxima tuberización ya al final de su ciclo. El análisis de los tubérculos de Maswa muestra los siguientes resultados:

Cuadron No. 18. Resultados del análisis de tubérculos de Maswa

Componentes	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
Humedad (%)	79,17	88,18	84,39
Materia Seca (%)	11,82	20,83	15,61
Almidón (% B.H.)	7,05	10,54	8,91
Proteína(% B.H.)	1,13	2,65	1,55
Azúcares (% B.H.)	5,37	9,33	7,34
Cenizas (% B.H.)	0,56	1,08	0,795
Potasio (%de cenizas)	1,28	1,76	1,51
Fósforo (%de cenizas)	0,61	0,83	0,68

Los rendimientos registrados en Maswa, para ensayos experimentales varían desde 21,4 Ton/Ha a 50,1 Ton/Ha, resultados obtenidos en pruebas de rendimientos de 25 entradas de la Colección de Añu Cusco, (CAC).

El rendimiento harinero de la Maswa varía de entre 88,30% y 92,20% sobre base seca.

Posibilidades de mejoramiento se presentan con buena perspectivas puesto que a diferencia de la Oca que forma semillas en poca cantidad, y el Olluco no los forma, la Maswa tienen tendencia a formar gran cantidad de semillas viables.

Un mayor porcentaje de plántulas se logran en camas de almácigos con un pH 7,0 o Próximo.

En almácigos de Maswa, es posible determinar una carga genética muy fuerte, pues se presentan hasta 50% de plántulas albinas.

Las plántulas son susceptibles de ser transplantadas, resistiendo muy bien al manipuleo, al mismo tiempo que cualquier daño en el talluelo de la plántula no anula a la futura planta pues tiene capacidad de rebrote.

VII. INVESTIGACION EN TUBERCULOS ANDINOS EN LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO, PERU

José L. Lescano Rivero \*

Los Tubérculos Andinos: "Oca" (Oxalis tuberosa Mol.), "Olluco" (Ullucus tuberosus Caldas.) y "Mashua" o "Izaño" (Tropaeolum tuberosum), como patrimonio del agro alto andino juegan un papel importante en el campo alimentario del poblador rural principalmente.

Los de mayor consumo son la Oca y el Olluco, siendo de menor consumo la mashua. Su alto valor biológico como contenido de minerales (fósforo, calcio y hierro), vitaminas (ácido ascórbico) y almidones, hacen posible establecer dietas balanceadas conjuntamente con los granos como la quinua, kañihua y tarwi.

La investigación realizada, responde a las características ecológico-ambientales del altiplano peruano, a una altura que varía de 3,825 a 3,900 m/n.m., con un régimen de precipitaciones distribuidas en 2 épocas, una lluviosa, (Noviembre a Marzo), una época seca (Mayo-Setiembre) y 2 meses de transición (Abril y Octubre). El promedio de precipitación acumulada es de 650-700 m m./año. Durante la campaña agrícola (Octubre-Mayo), las temperaturas varían en promedios de 14.7°C. como máximo y 3.7°C. como mínimo.

I. MEJORAMIENTO :

A.- Banco de Germoplasma:

En la Estación Experimental de Camacani, se mantiene una pequeña colección de clones, principalmente provenientes de Puno, Cusco, Ayacucho, Apurímac y la Zona del Altiplano Boliviano, las mismas que están compuestas de la siguiente manera:

---

\* Coordinador del PISCA-Puno, Profesor Principal de la Universidad Nacional del Altiplano.

Oca	: 150	entradas
Olluco	27	"
Mashua	19	"

La evaluación y multiplicación se hace en forma permanente, donde se evalúan los siguientes caracteres:

- I. Datos de recolección.
- II. Características fenológicas
  - a.- Emergencia
  - b.- Floración
  - c.- Fructificación
  - d.- Período vegetativo
- III. Características fenotípicas
  - a.- Tubérculo
    - Color de piel
    - Tipo de piel
    - Forma de tubérculo
    - Color de pulpa
    - Número de ojos
    - Profundidad de ojo
    - Forma de ojos
    - Pilocidad del brote
  - b.- Planta
    - Tipo de crecimiento
    - Tamaño de planta a plena floración
    - Color de tallos
    - Número de tallos
    - Sección de tallo
    - Área foliar.
  - c.- Hojas.
    - Color

- Pilocidad
- Tamaño de hoja
- Pigmentación del peciolo

d.- Flores:

- Color de flor
- Tamaño de corola
- Color de antera
- Intensidad de floración

e.- Fruto:

- Forma de cápsula
- Número de semillas por cápsula

IV.- Condiciones adversas :

- a.- Bajas temperaturas
- b.- Inundaciones
- c.- Enfermedades
- d.- Plagas
- e.- Otros

V.- Rendimientos:

- a.- Número de tubérculos por planta
- b.- Peso promedio de tubérculos por planta.

Estos parámetros son ajustados para cada una de las especies. Se tiene como base, los descriptores de Oca, publicados por la Secretaría del CIRF- FAO, (1982).

B.- Biología floral de Oca:

Para este estudio inicial, se empezaron 3 clones de la zona de Ilave (Puno), cuyos tubérculos se caracterizaron por su coloración : Los clones estudiados fueron:

"Kello Keni" de tubérculo claviforme, de color amarillo de yemas rojas,



con tipo de flor longistilia.

"Luki oca" de tubérculo cilíndrico cónico de color amarillo claro, con tipo de flor mesostilia.

"Puka Keni" de tubérculo cilíndrico largo, de color rojo vinoso ligero con tipo de flor brevistilia.

Del estudio se desprende:

- La viabilidad del polen tiene una duración de 32 horas (Kello Keni ), 24 horas (Luki oca) y 28 horas (Puka Keni).
- El rango de receptividad del estigma es de 48 horas a partir del inicio de la antesis, en los 3 clones.
- La viabilidad del polen y receptividad del estigma son simultáneos en los 3 clones.
- La duración de la antesis es de 53 a 54 horas

#### C.- Caracteres Fenológicos, Fenotípicos y Proteínicos en Oca

De una colección de ocas de las provincias de San Ramón, Puno y Huancané, se evaluaron 25 clones dulces y amargos.

La Proteína se analizó por el método de microKjeldahl, no encontrándose clones sobresalientes en el contenido de proteína, las mismas que promedian el 5.59% en base seca y 1.13% en base húmeda. El contenido de materia seca se encuentran en los rangos de 16.41 a 28.63%.

Se han encontrado algunas conclusiones tal como se muestran en los cuadros siguientes :

CUADRO No. 1      Correlaciones de Rendimiento en Oca

Caracteres	Coefficiente Correlación	Coefficiente de Regresión
No. de tubérculos	r = 0.3676    **	b = 0.079
Area foliar	r = 0.2804    *	b = 1.839
Altura de Planta	r = 0.1169    N.S.	

CUADRO No. 2      Correlaciones de Materia Seca en Oca

Caracteres	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de Regresión
Proteína B-S	$r = -0.5015$ *	$b = 3.7853$
Proteína B-H	$r = 0.460$ *	$b = 0.0377$

No se ha encontrado grados de asociación notable del color de la piel de tubérculos con el contenido de proteína B.S y B.H, así como con el contenido de materia seca.

D.- Cariotipo del Olluco :

Se estudió el cariotipo del olluco (Ollucus tuberosus Loz.) en el clon 1408, procedente de la zona de Sicuani (Cusco); empleándose el método propuesto por Shatoro o método del aplastamiento con algunos ajustes, aplicándose granos de polen en porciones sub-apicales.

Se determinó que el número básico es de  $n = 12$ , encontrado en granos de polen o células gaméticas, y en células somáticas se encontró  $2n = 24$  en punta de raicillas.

Todos los cromosomas son submetocentricos a excepción del par 2 que es metocéntrico en donde también se observa un satélite

E.- Análisis bromatológico en Izaño

Se emplearon 15 clones de Izaño o Mashua (Tropaeolum tuberosum Ret P) provenientes de la Provincia de Puno y registrados en el Banco de Germo plasma de la Universidad Nacional del Altiplano (Puno).

Los porcentajes de humedad varían de 82.5% a 86.1 %.

La composición química promedio de 15 clones de Oca se resumen de la siguiente forma :

CUADRO No. 3      Composición bromatológica en 15 clones de Izaño o mashua

Característica	Contenido Promedio	Contenido Mayor	C L O N
Proteína	5.67%	6.79	CIUP - 03
Grasa	5.79%	7.15	CIUP - 09
Fibra	5.00%	6.58 gr.	CIUP - 15
Ceniza	5.02%	5.87 gr.	CIUP - 11
Carbohidratos	12.50%	12.82	CIUP - 03
Humedad	83.72%	86.1%	CIUP - 13
Materia Seca	16.27%	17.5%	CIUP - 08

F.- Biología Floral del Olluco :

Se estudiaron 6 clones provenientes de la Provincia de Huancané (Puno) diferenciados por su color en amarillo-anaranjado (Lak'acho zapallo), jaspeado (chijche lak'acho), rosado amarillento (Rosado) rojo (chupica), amarillo (Morak'o zapallo) amarillo claro (Morak'o).

Se ha determinado que la flor de Olluco, presenta 5 estados de desarrollo :

- I.- Completamente inmaduro
- II.- Inicio de maduración
- III.- Proceso de maduración
- IV.- Maduro
- V.- Antera deshiscente.

Así mismo se ha determinado que la viabilidad alcanza a 70-80% , esta viabilidad del polen para las flores que inician su desarrollo floral en la mañana es de 24.98 horas promedio y para flores que inician su desarrollo floral en la tarde es alrededor de 35.16 horas. La receptividad

del estigma coincide con la viabilidad del polen.

Las flores del Olluco son de tipo acrópeto, hermafrodita, gineceo sincárpico con estilo corto estigma redondo y ovario súpero. Son flores casmógamas no se han encontrado aberraciones florales.

La castración de anteras se debe efectuar entre la dehiscencia, o sea entre el III y IV estado floral.

#### G.- Biología Floral del Izaño (Tropaeolum tuberosum R. et. P.)

Se estudiaron 3 clones provenientes de la Provincia de Huanconé (Puno) diferenciados por su color de tubérculo (anaranjado, amarillo verdoso y amarillo). Se encontró que la viabilidad del polen es de 50-65%, presentándose la mayor viabilidad a las 24 horas de iniciado la antesis, en los 3 clones estudiados.

La receptibilidad del estigma está comprendida entre 8 y 32 horas después de la antesis, por lo tanto la flor de la mashua o izaño es homogama.

La duración de la antesis varía de 54 a 56 horas.

La flor es solitaria, nace en las axilas de las hojas, el caliz es de color rojo formado por 5 sépalos, los 3 superiores se prolongan en un espolón típico de esta familia, presenta 5 pétalos de color anaranjado, los 2 superiores más anchos y orpiculares con venas de color rojo, y los 3 inferiores son espatulados con nervaduras oscuras, posee de 8-10 estambres. El estilo es de color amarillo más corto con un estigma trifido de color amarillo, ovario súpero trilocular.

#### h.- Correlación de caracteres fenotípicos en Oca

Al estudiar 20 clones de Oca, provenientes de la Zona de Yunguyo (Puno-Perú), se ha encontrado que existe una gran variabilidad fenotípica, entre los clones, siendo, mucho menor cuando se trata de condiciones

climáticas adversas (baja temperatura, granizada).

Para los clones del altiplano (Yunguyo), se ha encontrado que existe correlación lineal positiva del rendimiento total de tubérculos con área foliar y con el número de tubérculos.

Existe diferencia de comportamiento, ligado al color del tubérculo como se resume en el Cuadro No. 1.

CUADRO No. 4 Grado de asociación de rendimiento total de tubérculo con área foliar y No. de tubérculos en 3 colores de Oca.

Color Tubérculo X n.	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de Regresión
<u>Ocas Rosadas</u>		
Área Foliar	$r = 0.893$	$b = 75.66\%$
No. de Tubérculos	$r = 0.789$	$b = 22.53\%$
<u>Ocas Amarillas</u>		
Área Foliar	$r = 0.985$	$b = 72.79\%$
No. de Tubérculos	$r = 0.900$	$b = 27.18\%$
<u>Ocas Blancas</u>		
Área Foliar	$r = 0.448$	$b = 23.25\%$
No. de Tubérculos	$r = -0.880$	$b = -30.63\%$

Así mismo se ha encontrado cierta asociación de tubérculos rojo vinosos con sabor amargo y los tubérculos verde oscuro asociado a tubérculos dulces.

Por último, existe una relación del color del tubérculo con el tipo de flor, Ocas amarillas tienden a flores longistilias, Ocas blancas con flores mesostilias y Ocas rojas y rosadas con flores brevistilias.

II.- FISIOLOGIA Y NUTRICION :

A.- Curva de Tuberización en Oca

Para determinar la curva de tuberización se emplearon 6 clones provenientes del Distrito de Ylave (Puno), diferenciados por el color de tubérculo y en condiciones de precipitación ligeramente superior a los normales, temperaturas y heliofonia normales con los promedios de 11 años.

CUADRO No. 5. Distribución de Precipitación durante la campaña agrícola.

M E S	Campaña Agrícola m.m.	Promedio 11 años m.m
Octubre	53.3	26.5
Noviembre	24.7	44.2
Diciembre	235.2	84.1
Enero	200.2	136.1
Febrero	149.5	130.6
Marzo	169.2	129.3
Abril	25.6	39.5
Mayo	9.9	13.4

Los clones ensayados fueron los siguientes:

CUADRO No. 6 Color de tubérculo en el estudio de tuberización de Oca

Color de Tubérculo	Nombre Vulgar
Blanco	Lluchi apilla janco
Amarillo	Ckeni apilla kello
Rosada	Ckani apilla rosado
Jaspeada (rojo/amarillo)	Lluchi apilla media chupica
Rojo	Lluchi apilla chupica
Morado	Lluchi apilla chiara

Las observaciones se realizaron cada 15 días, a partir de los 40 días de la siembra, hasta la maduración a los 220 días muestreando 4 plantas en cada observación y en cada clon.

1. La tuberización se inicia al rededor de los 115 días de la siembra.
2. La curva de tuberización comprende 3 fases :

- Primera fase : De crecimiento lento, apreciado principalmente en el clon Ckeni apilla kello. Esta fase se produce en los 6 clones desde los 100 a 115 días de la siembra.

- Segunda fase : De crecimiento rápido, con incremento de peso de tubérculo. Para los clones Lluchi apilla jancco, Ckeni apilla kello, Lluchi apilla media jancco, y Llupi apilla chupica abarcan los 115 a 205 días y los clones Ckeni apilla rosado y Lluchi apilla chiara entre los 115 y 190 días de la siembra.

- Tercera fase : Caracterizada por una disminución en el peso de los tubérculos por planta y clon.

En todos los clones termina a los 220 días de la siembra.

3. La mayor velocidad de tuberización corresponde al clon Ckeni apilla rosada, en el periodo de 175-190 días de la siembra con 556.81 Kg/Ha./día.

4. La época adecuada de cosecha determinada por la curva de tuberización es la siguiente:

Lluchi apilla jancco	175-205 días
Ckeni apilla kello	195-205 días
Ckeni apilla rosado	186-190 días
Lluchi apilla media chipica	189-205 días
Lluchi apilla chupica	189-205 días
Lluchi apilla chiara	184-190 días

#### B.- Deficiencias nutricionales en Oca .

Para este trabajo se empleó el método de elemento faltante utilizando solución HUGLAND, se provocó los síntomas carenciales de elementos mayores y menores.

Las deficiencias de elementos estudiados son evidentes y afectan el crecimiento de la planta de Oca con fuerte intensidad, manifestándose los síntomas en el follaje.

La Oca es un cultivo muy sensible y exigente especialmente en lo que se refiere a su nutrición.

Se ha establecido una clave tentativa para determinar la carencia de elementos mayores y menores como se muestran a continuación:

TABLA No. 1      Clave tentativa para la determinación de deficiencias nutricionales de elementos mayores y menores en el cultivo de la Oca ( Oxalis tuberosa Moll. ).

Síntomas	Deficiencias
I. Crecimiento de la Planta fuertemente afectada.	
A. Síntomas que se generalizan en todo el follaje.	
a. Plantas de color verde oscuro.	
1. Tallos cortos y finos, con poco macollaje y el tercio inferior verde pálido y el tercio medio y superior rojo vinoso. Abscisión foliar prematuro en el tercio medio o inferior.	
En el tercio superior, hojas pequeñas, clorosis manifiesta en los bordes foliares, con el ápice verde oscuro, que gradualmente se generaliza en todo el follaje.....	FOSFORO
2. Tallos cortos, gruesos con entrenudos muy reducidos, tomando aspectos arrossetados.	



Síntomas	Deficiencias
Yemas axilares abortivas, hojas superiores, con folíolos pequeños abiertos, apergaminados, con clorosis generalizada verde blanquecina	NITROGENO
c. Follaje parduzco.	
4. Tallos con entrenudos cortos, dando la apariencia de pequeños brotes, en su mayoría, muertos. Hojas con el haz verde parduzco y el envés violáceo; ambas páginas fuertemente pubescentes, folíolos enrollados y pequeños.....	AZUFRE
c. Follaje verde claro.	
5. Tallos cortos y gruesos, con entrenudos reducidos. Hojas pequeñas en general, folíolos con clorosis tenue, con ligeros encarrujamientos.....	ZINC
B. Síntomas localizados en las hojas jóvenes (superiores).	
a. Follaje verde blanquecino.	
1. Tallo de crecimiento extremadamente pobre, ápice caulinar y brotes laterales muertos, hojas superiores blancas fuertemente abarquilladas. Hojas de tercio medio de textura gruesa de color cobrizo.....	BORO

Síntomas	Deficiencias
<p>C. Síntomas localizados en las hojas más viejas de la planta (inferiores).</p> <p>a. Follaje de color verde oscuro.</p> <p>1. Tallos cortos y finos de color rojo vinoso y de gran macollaje.</p> <p>Hojas basales cloróticas, muy pequeñas y de defoliación prematura, folíolos pequeños pubescentes, con el haz verde oscuro y márgenes violáceos, envés violáceo, ápice foliar, marcadamente bifido.....</p> <p>2. Tallos cortos y macollaje pobre. Hojas basales pequeñas, cloróticas, alcanzan senescencia prematura, manteniéndose insertas en la planta.</p> <p>El crecimiento es rematado por un penacho de hojas con folíolos aparentemente grandes, con el haz verde oscuro.....</p>	<p>CALCIO</p> <p>HIERRO</p>
<p>b. Follaje verde claro.</p> <p>3. Tallos cortos y gruesos. Hojas basales cloróticas que se inician en el ápice foliar y progresa gradualmente a la base; terminando con una clorosis de color pardo violáceo.</p> <p>Marcada defoliación de las hojas de los tercios medio e inferior.</p> <p>4. Tallos cortos y gruesos, con el tercio inferior rojo-vinoso; tercio</p>	<p>COBRE</p>

---

Síntomas	Deficiencias
----------	--------------

---

medio y superior verde pálido.

Hojas basales con fuerte clero\_  
sis en las zonas intervenales. Pre\_  
sentan encarrujamiento foliar con el  
haz cóncavo y el envés convexo.

Defoliación prematura de las ho\_  
jas basales.....

MANGANESO.

II. Crecimiento de la planta poco afectada.

A.A. Síntomas localizados en las hojas in\_  
feriores.

a.a. Plantas de color verde amarillen\_  
to.

1. Hojas inferiores presentan clo\_  
rosis con el haz verde y el envés  
violáceo, ambas páginas fuertemen\_  
te pubescentes. Macollaje pobre.

MAGNESIO.

### III.- MANEJO DEL CULTIVO .

#### A. Densidad de siembra en Oca:

Se estudiaron 4 clones provenientes de la Estación Experimental de Kcayra-(Cusco), estudiándose 3 distanciamientos entre surcos (0.60, 0.75 y 0.90 m.) y distanciamientos entre plantas ( 0.20, 0.30 y 0.40 m. ).

Se emplearon para todos los tratamientos un nivel de fertilización de 80-40-20 de N-P-K.

Los clones fueron identificados como R 33 - roja, R 71 - roja oscura, R 191- amarillo claro y R 289 amarillo con ojos rojos.

1. El rendimiento de Oca, está determinado por los efectos a sociados de distanciamiento entre surcos y entre plantas.
2. Los distanciamientos entre plantas y entre surcos que die ron los mejores resultados en la producción total y categorizado de tubérculos de Oca fueron : 0.20 m. x 0.75 m.
3. Existe una marcada correlación positiva entre el rendimiento con el número de tubérculos y diámetro foliar ( $r= 0.54$ ).
4. No se ha encontrado diferencias significativas para los clones estudiados.

#### B. Forma de aplicación de fertilizantes en Oca :

Trabajando con 3 clones de alto rendimiento provenientes de la Estación Experimental de K'cayra (Cusco), y que se adaptaron favorablemente a las condiciones de Puno, se ensayaron 2 formas de aplicación de fertilizantes al momento de la siembra.

- 5.1 Corresponde a la fertilización, se aplicó todo el fósforo y potasio, el 50% del nitrógeno mezclados al fondo del surco, tapado con una capa delgada de tierra, encima se colocó el tubérculo luego cubierta con tierra.

5.2 Corresponde a la forma como se colocó el tubérculo al fondo del surco, tapado con una capa de tierra; luego el fertilizante (fósforo, potasio y 50% de nitrógeno) y después tapado con tierra.

El 50% de nitrógeno restante se aplicó en el primer aporte en las siguientes formas:

A 1 El 50% de nitrógeno se aplicó en golpes entre plantas.

A 2 El 50% de nitrógeno se aplicó en forma de anillo al pie de cada planta.

La fertilización empleada respondió a la formulación de 120-100-80 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.

Los clones ensayados fueron:

COC - 33 - de tubérculos rojos

COC - 191 de tubérculos amarillo claro

COC - 289 de tubérculos amarillos de ojos rojos.

Se encontró diferencia estadística para rendimientos total de tubérculos. El clon amarillo con ojos rojos dió 20,670 Kg/Ha. , el clon rojo dió 19,852 Kg/Ha. y el clon amarillo claro dió 19,396 Kg/Ha.

La aplicación del fertilizante al momento de la siembra, obtuvo mejor rendimiento en los 3 clones, aplicando el fertilizante al fondo del surco ( 5.1 ), sin diferencia estadística, no se encontró diferencias estadísticas en las formas de aplicación del fertilizante al momento del aporte.

Las interacciones encontradas fueron las siguientes:

Clon por aplicación al aporte : sobresalió estadísticamente el clon amarillo con ojos rojos y aplicación de fertilizante al fondo del surco con 21,275 Kg/Ha.

Clon por aplicación al aporte : diferencias no significativas.

Aplicación a la siembra por aplicación al aporte, sobresalió estadísticamente, la aplicación a la siembra en el fondo del surco por aplicación al aporte en forma de anillo con 21,611 Kg/Ha.

En la interacción doble se obtuvo mejor rendimiento estadísticamente con el clon rojo, aplicación en la siembra al fondo del surco, y aplicación al aporque en forma de anillo, con rendimiento de 22,074 Kg/Ha.

C. Niveles de estiércol sobre rendimiento y población de nematodo dorado en Oca.

Se estudiaron 3 niveles de estiércol de ovino (0,10 y 20 TM/Ha) en 4 clones de Oca, sobre el rendimiento de tubérculos y población del nematodo dorado (Globadera spp.), en el suelo.

Se encontró una marcada influencia de los dos factores en el rendimiento de tubérculos.

El Clon que sobresalió estadísticamente fue el amarillo I con 18,858 Kg/Ha.

La mejor dosis de estiércol fue la de 20 TM/Ha., que dió un rendimiento de 18,469 Kg/Ha.. No se ha encontrado diferencias estadísticas en la interacción de clones por estiércol, lo que nos demuestran que es tos dos factores estarán en forma independiente.

Para la evaluación de la población de quistes de nemátodo dorado, se evaluó antes de la siembra, encontrándose un promedio de 25 a 30 quistes por 100 gr. de suelo.

Todos los clones mostraron igual grado de susceptibilidad al ataque de Globadera spp.

Los niveles de estiércol, mostraron diferencias en la población de quistes de Globadera spp. después de la cosecha, siendo de menor in sidencia estadística en 20 TM/Ha. de estiércol

D. Nitrógeno, Fósforo y Potasio en Oca

Se ensayaron niveles de 00,60 y 120 Kg/Ha. de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O , en el clon COC 191, de tubérculos amarillos claros, provenientes de la Estación Experimental de Kcayra (Cusco).

Se encontró que existe un efecto altamente significativo sobre el ren dimiento total del Nitrógeno, Fósforo, Potasio, así como en las inter acciones, sobresaliendo las siguientes combinaciones:

N	- 120	22,403 Kg/Ha.
P	- 120	22,215 Kg/Ha.
K	- 60	21,392 Kg/Ha.
NP	No significativa	
NK		23,344 Kg/Ha.
PK	No significativa	
NPK	- 120-120-60-	25,437 Kg/Ha.

#### E. Densidad de siembra en Izaño

El clon estudiado fue el CIUP - 21, de tubérculo de color amarillo con ojos negros, proveniente de platería (Puno). Se estudiaron 3 distanciamientos entre surcos, 0.60, 0.80 y 1.0 m.; 3 distanciamientos entre plantas, 25, 45 y 65 cm. y 3 pesos promedios de tubérculo semilla, 22.5, 37.5 y 52.5 gr.

El rendimiento total de tubérculos de Izaño (Tropaeolum tuberosum), está influenciado en forma independiente por los 3 factores estudiados.

El mejor distanciamiento entre surcos fue de 0.80 m. que dió un rendimiento de 27,191 Kg/Ha.

El mejor distanciamiento entre plantas fue de 25 y 45 cm. siendo el óptimo de 34.5 cm. que dió un rendimiento de 25,543 Kg/Ha.

Los pesos de tubérculo semilla de 52.5 y 37.5 fueron superiores, siendo el óptimo el de un peso de 44.8 gr., con un rendimiento de 23,674 Kg/Ha.

La mejor combinación se obtuvo con 0.80 m. entre surcos de 25 cm. entre plantas y 52.5 gr. de peso de tubérculo semilla que dió un rendimiento de 33,028 Kg/Ha.

#### F. Peso y Números de Tubérculos en Siembra de Olluco.

Se estudiaron 2 clones (CUUP-15 y CUUP-05), tres pesos de tubérculo semilla ( 12.5 , 17.5 y 22.5 gr.) y 3 tubérculos por golpe (1,2,3).

Los dos clones se comportaron en forma similar, rindiendo más el clon CUUP-15 con 19,040 Kg/Ha.:

El mejor peso de tubérculo semilla fue de 22.5 gr. que rindió 19,039 Kg/Ha.

El mejor número de tubérculos por golpe fue de 3, que rindió 19,626 Kg/Ha.

La interacción 22.5 gr. peso tubérculo semilla y 2 tubérculos por golpe dió 21,783 Kg/Ha. siendo las otras interacciones no significativas.

La mejor combinación fue de clon CUUP-05, 22.5 gr. peso de tubérculo semilla y 2 tubérculos por golpe, rindió 21,882 Kg/Ha. estadísticamente superior a las otras combinaciones dobles.

#### G. Necesidad de Agua en Oca

La estimación de la evapotranspiración (uso consultivo), es importante en la agricultura, para determinar la cantidad de agua que requiere cada cultivo.

Empleando los métodos de radiación, Penman, Hargreaves y el de Blaney-Criddle, se ha concluido en lo siguiente:

- El coeficiente de desarrollo (Kc) para el cultivo de Oca tiene un mayor valor en Enero con 0.87, cuando el cultivo esta en el periodo de tuberización y floración; mientras que el coeficiente de cultivo (K) varia de 0.41 (Octubre-Mayo) a 0.50 (Enero), teniendo un promedio de  $K = 0.44$ .

- La evapotranspiración obtenida por los 4 métodos que para un periodo vegetativo de 180 días es:

Radiación	452.23 mm.
Penman	363.32 mm.
Hargreaves	316.04 mm.
Blaney-Criddle	294.40 mm.

- La necesidad hídrica del cultivo de Oca es de 350 a 452 mm. con buena distribución mensual uniforme.



#### IV. SANIDAD

##### A. Insectos Fitófagos y Benéficos en Oca:

Se han evaluado en 33 clones de Oca del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano, evaluandose el ataque de órganos aéreos y subterráneos.

El cultivo de Oca (Oxalis tuberosa Mol), es atacado por seis especies de insectos fitófagos siguientes:

##### 1. En Organos subterráneos:

- "Gusano de Tierra"      Capitarsia tubata H.S
- "Gusanos blancos"      Bothynus sp.

##### 2. En Organos aéreos:

- "Pulgones"      Macrosiphum euphorbiae (Thomas)
- "Trips"      Frankliniella tuberosi Moulton
- "Epitrix"      Epitrix subcristata Le Conte
- "Cigarritas"      Bergallia sp.

Los "gusanos de tierra" (Copitarsia tubata H.S.), son los insectos fitófagos que más daño causan a los órganos subterráneos y los "pulgones" (Macrosiphum euphorbiae Thomas) en los órganos aéreos.

Se ha encontrado la presencia de insectos benéficos tales como:

- "Mariquitas"      Colomegilla maculata De Geer
- "Moscas sirpides"      Syrphus sp.
- "avispidas"      Aphidius colemani Viereck.

##### B. Fuentes de resistencia de Oca al ataque del "Nemátodo Dorado" (Globodera spp.)

Se evaluaron 145 clones de Oca del Banco de Germoplasma, evaluandose los quistes de "Nematodo Dorado" (Globodera spp.) antes de la siembra y después de los 120 días, habiendose encontrado los siguientes resultados:

- Alatamente resistentes      17% de clones dulces

	26% de clones amargos
Resistentes	68% de clones dulces. 55% de clones amargos
Susceptibles	12% de clones dulces 12.8% de clones amargos
Altamente Susceptibles	3% de clones dulces.
Extremadamente Susceptibles	No se encontró.

Para la presente evaluación se ha empleado la siguiente escala en forma tentativa para 100 gr. de suelo.

- Altamente resistente	Menos de 4 quistes.
- Resistente	5-24 quistes.
- Susceptible	25-49 quistes.
- Altamente susceptible	50-99 quistes.
- Extremadamente susceptible	Más de 100 quistes.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

GENERALES

BUKASOV, S.M. The Cultivated Plants of México, Guatemala and Colombia. (en ruso). Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, Leningrad. Suplemento 47. 1939.

CARDENAS, MARTIN. Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia. Folia Universitaria (Universidad de Cochabamba, Bolivia) 2(2) : 36-51. 1948.

COOK, O.F. Perú as a center of domestication-Tracing the origin of civilization through the domesticated plants. Journal of Heredity 16(2): 32-46 ; 16(3) : 94-110. 1925.

Traducción = El Perú como centro de domesticación de plantas y animales. Servicio de Traducciones del Museo Nacional No. 1, Lima. 41 p. 1937.

DOROSHENKO, A.V., Karpechenko, E.D., Nestrova, E.I. Influence of the length of day in potatoes and several other plants. Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, Leningrad 23(2): 31-60. 1930.

HODGE, M. H. Three neglected Andean tubers. Journal of the New York Botanical Garden 47: 214-224. 1946.

\_\_\_\_\_ Algunos tubérculos olvidados. Revista Facultad Nacional de Agronomía 6(22) : 1-17. 1946.

\_\_\_\_\_ Tuber foods of the Old Incas. Natural History 68: 464-470 1949.

\_\_\_\_\_ Three native tubers of the High Andes. Economic Botany 5(2):185:201. 1951.

PEREZ ARBELAEZ, E. Plantas Útiles de Colombia. Ensayo de Botánica Colombiana Aplicada. Bogotá. Imprenta Nacional, 1947. 537 p.

PITTIER, HENRI. Manual de las Plantas Usuales de Venezuela. Caracas. Litografía del Comercio, 1926. 458 p.

RAZUMOV, V. Influence of alternate day length on tuber formation. Bulletin of Applied Botany, Genetics, and Plant Breeding, Leningrad. 27(3) : 3-46. 1931.

SAUER, C. (Andean Tubers). Handbook of South American Indians 6: 517-518.

WEDDELL, H. de Remarques sur quelques tubercules comestibles. Revue Horticole 1: 144-150. 1832.

YACOVLEFF, E. y HERRERA, F.L. El mundo vegetal de los antiguos peruanos. Revista del Museo Nacional. Lima 3(3) : 241-322; 4(1) : 31-102. 1934-1935.

MASHUA (Tropaeolum tuberosum R. X P.)

BARRIONUEVO M., JIMENEZ, S. y CORTES, H. Análisis químico de Mashua. Universidad San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú, 1976.

BOIS, D. (Capucine tubereuse) Les Plantes Alimentaires chez tous les peuples et a travers les Ages. 1: 78-79. 1927.

JARA, V.C. y CORTES, B.H. Rendimiento en 25 clones de Mashua. Universidad Nac. San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú. 1977

OCA, (Oxalis tuberosa Mol. )

ACOSTA, M. 1953. Plantas alimenticias de origen americano. Quito.

ALANDIA, S. 1967. Producción de Semilla Sexual de Oca. Sayaña 2: 12-15, Bolivia.

- ALARCON, M. 1976. Ritmo de Tuberización en cinco clones seleccionados de Oca. Tesis UNSAAC-Cusco, Programa de Ciencias Agrarias, 100 p.
- ALDO, M.; VIDAL, F.; CORTES, H. Microorganismos de la Pudrición de Oca. En Preparación.
- ANONIMO. Mejoramiento del cultivo de las Ocas. La Vida Agrícola: 33(392) : 549-554. 1956.
- BACIGALUPO, A. 1972. Nuevos usos de la papa como alimento. En: Prospects for the potato in the developing world. CIP, Lima.
- BALSAC, H. H. DE & LEROUX, D. Le tubercule alimentaire d'oca-Oxalide du Pérou. Académie d'Agriculture de France Comptes Rendus 31 : 373-375. 1945.
- BATEMAN, J. 1961. Una prueba de alimentación usando T. tuberosum. Turrialba II (3) : 98-100.
- BLANCO, OSCAR. 1977. Investigación en el mejoramiento de Tubérculos menores. En : Curso de cultivos andinos. IICA, Serie Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 117, La Paz, Bolivia.
- BLIN, HENRI, Cultivez l'oxalis tubéreux, légume excellent trop peu cultivée. Aclimatation 74 : 141. Mai 1947.
- BOIS, DESIRE G. Les Plantes Alimentaires chez tous les Peuples et a travers les Ages. Paris, Paul Lechevalier, 1927. v.l., pp. 79-83.
- BUKASOV, Serguei, 1971. Hacia el conocimiento del fondo genético de la papa. Traducción del ruso, publicada por la Universidad San Antonio Abad, Cusco.
- CARDENAS, M. 1958. Estudios sobre tubérculos alimenticios de los Andes. Comunicaciones de Turrialba, Costa Rica.

- CARDENAS, B. 1977. Elaboración de chuño a partir de la papa amarga.  
En : I Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Ayacucho, Perú. Serie de Reuniones; Cursos y Conferencias, No.178, IICA.
- CHRISTIANSEN, Jorge, 1977. Las papas amargas, fuente de calorías y sobre Cultivos Andinos, Ayacucho, Perú. Serie de Reuniones, Cursos y Conferencias No. 178 , IICA.
- CHEVALIER, AUGUSTE. Revisión de quelques Oxalis utiles ou nuisibles; repartition géographique et naturalisation de ces espèces.  
Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale 20(230-231): 657-694. Oct. Nov. 1940
- CORTES BRAVO HERNAN. Alcances de la investigación en 3 Tubérculos Andinos  
En : Curso sobre Manejo de la Producción Agraria en Laderas.  
Huaraz 1981-Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de eventos Técnicos No. 235-IICA.
- CORTES, HERNAN, 1977. Avances en la investigación de la Oca.  
En : I Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Ayacucho. Serie de Cursos, Reuniones y Conferencias No. 178, IICA.
- GUEVARRA, V. 1974. Comparativo de insecticidas para el control del guano de la Oca. Tesis, Universidad Nac. San Antonio Abad. Cusco, 60 pág.
- GUTIERREZ, Norma, 1978. Estudio de la variabilidad morfológica de 114 clones de Oca. Tesis, Universidad Nac. San Antonio Abad, Cusco, 102 p.
- HILL, A.W. The Oca and its varieties. Kew Royal Botanic Garden Bulletin of Miscellaneous Information 4 : 169-173. 1939.
- HODGE, W.H., 1951. Three native tuber foods of the High Andes. Economic Botany 5 : 185-201.
- KNUTH, R. Ein Beitrag zur Systematik und geographischen Verbreitung der Oxalidaceen. Engler Botanisches Jahrbuch Bd. 50:215-237. 1914.

- KOSTOFF, D., No., & TICHONOVA, A. Chromosome number of certain Angiosperm plants (Nicotina, Petunia, Oxalis, Secale and Punica). Académie des Sciences de l'URSS Comptes Rendus (Doklady) 3(9) : 301-404. 1935.
- LEON, Grimaldo, 1968. Variabilidad morfológica de O. tuberosa y clave de identificación del tubérculo. Tesis Univers. Nac. San Antonio Abad, Cusco, Fac. de Agronomía, 121 p.
- LOOSER, G. La Oca (Oxalis) cultivada en Chile. Revista Argentina de Agronomía 21(2): 61-68. Junio 1954.
- MAMANI, Mauricio, 1978. El chuño: preparación, uso, almacenamiento. En : Tecnología Andina, IEP, Lima.
- MANTARY, CAMARGO, C. El Mejoramiento del cultivo de las Ocas. (Oxalis tuberosa Mol.) Perú División General de Agricultura. Informe No. 3. 1955. 16 p.
- MARKS, G.E. Chromosome numbers in the genus Oxalis. New Phytologist 55(1): 120-129. Jan. 1956.
- MOLINA, GIOVANNI IGNAZIO. Saggio sulla Storia Naturale del Chili. 2da. ed. Bologna. 1810. 367 p.
- OCHDA, A. V.; SUMAR, K. L. y CORTES, B.H. Obtención de alcohol de Oca Universidad San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú, 1981.
- OLIVERA, Ramiro, 1968. Variabilidad morfológica del Tropaeolum tuberosum "añu" y clave de identificación de los clones. Tesis, Universidad. Nac. San Antonio Abad, Cusco, 88 p.
- ORBEGOZO, Guillermo, 1956. La estructura y variabilidad de las Ocas peruanas. Tesis de Magister, IICA, Turrialba, Costa Rica.
- PAYEN, M. Analyse chimique des tubercules et des tige's de l'Oxalis crenata. Journal de la Société Centrale d'Horticulture (France) Vol. for 1835. pp. 200-201

- PHILIPPI, R. A. Comentario sobre las plantas chilenas descritas por el abate Juan Ignacio Molina. *Anales de la Universidad de Chile* 22(6): 699-741. 1863.
- PUCH, Rodolfo, 1979. Rendimiento comparativo de seis variedades de Oca en el Altiplano Norte. Tesis, Univers. Boliviana Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, 81 p.
- REA, J. y MORALES, D. 1980. Evaluación del germoplasma de tuberosas andinas. Publicación IBTA, Bolivia.
- REICHE, CARLOS O. Estudios Críticos sobre la Flora de Chile. Santiago de Chile. Tomo I 381 p.
- RODRIGUEZ, Luis 1976. Ensayo de herbicidas en Oca. Tesis, Univers. Nac. San Antonio Abad, Cusco, Progr. de Ciencias Agrarias, 92 p.
- ROTHERA. Etude de quelques produits alimentaires du Pérou. *Bulletin des Sciences Pharmocologiques* 24: 134-138. 1922.
- SALCEDO, Antonio, 1978. Determinación del peso inicial de tubérculo, semilla y el número de tubérculos por golpe en dos clones de Olluco. Tesis, Univers. Nac. Tecn. del Altiplano, Puno, 58 P.
- TAPIA, M. E., et. al. 1979. Quinoa y Kañiwa, cultivos andinos. Serie de libros y materiales educativos No. 40, IICA/CIID, Bogotá, Colombia.
- TAPIA, M. E., 1981. La producción de los granos andinos nativos y su aporte en la alimentación en el Perú.  
En : Curso sobre Manejo de la Producción Agraria en Laderas, IICA, No. 235, Huaráz, Perú.
- VARGAS, D. H., 1973. Estudio de la biología floral de Olluco. Tesis, Univers. Nac. Tecn. del Altiplano, Puno, Perú.



VARGAS, Wilbert, 1976. Comparativo de rendimiento en cinco clones de Olluco, ( Ullucus tuberosus.Loz ) Tesis; Univers. Nac. San Antonio Abad, Cusco, 44 p.

WILLE, J.E. & BAZAN DE SEGURA, C. La anguilula dorada (Heterodera rotochiensis ), una plaga del cultivo de las papas recién descubierta en el Perú. Centro Nacional de Investigación y Experimental Agrícola "La Molina" , Boletín No. 48 : 1-17. 1952.

ULLUCO ( ULLUCUS TUBEROSUS Loz. )

APARICIO, B. Y CORTES, H. NPK. en Olluco. Universidad Nac. San Antonio Abad del Cusco. Cusco , 1976.

BOIS, O. (ullucus) Les Plantes Alimentaires chez tous les peuples et a travers les Ages. 1: 419-421. 1927

BUKASOV. S.M. (Melloco) The Cultivated Plant of México, Guatemala and Colombia. Bulletin of Applied Botany. Genetics and Plant Breeding, Leningrad. 231-236. 1939.

CASTAÑEDA, H.; JIMENEZ, S. y CORTES, H. Análisis Químico de Olluco Univ. Nac. San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú, 1976.

DECAISME, J. L'ulluco. (Nouveau Legume). Flore des Serres 4:406 C.D. 1848.

Ullucus tuberosus. Revue Horticole 2: 441-442. 1848.

JAMESON , W. South American Food Plants. Gardeners'Chronicle 42:684 1847

LEMAIRE, A. Ullucus tuberosus, Le Jardinier Fleuriste 3: Tab. 221 1853.

MASSON, E. Details sur la culture de l'ulluco. Journal Société Centrale  
d'Horticulture. France 1848: 258-261. 1848.

MORREN, CH. Ullucus tuberosus. Belgique Horticole 2 : 305-306. 1852.

PENTLAND, P. Mellico. Gardeners'Chronicle 43 : 862. 30 Dic. 1848.

RAZUMOV, V. Influence of alternate day length on tuber formation.

Ullucus tuberosus . Bulletin of Applied Botany, Genetics and  
Plant Breeding. Leningrad. 27 : 31-36. 1931.

VILMORIN, L. de Ullucus tuberosus. Revue Horticole 3: 22-28. 1849.

\_\_\_\_\_ Ullucus tuberosus. Gardeners'Chronicle 51 : 828. 1848.

WATSON, W. Ullucus Gardeners'Chronicle 23 : 216-217. 1885.

W. J. H. Ullucus tuberosus. Botanical Magazine 77: Tab. 4617.  
1851.

ULBRICH, E. Basellaceae. Engler & Plantl. Pflanzenfamilien 2:166-263-  
271. 1936. (sobre Ulluco p. 268-269).

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS COMPLEMENTARIAS

- APAZA APAZA, Silverio (1980) "Fuentes de resistencia en 147 clones de Oca (Oxalis tuberosa Mol.), al ataque del Nemátodo Dorado (*Globadera* spp).
- ARI BAYLON, Manual (1978) "Determinación e identificación de plagas primarias y secundarias en el cultivo de Oca (Oxalis tuberosa Mol)".
- ARROYO BENAVIDES, Jaime (1974) "Evaluación de características fenotípicas e índices de correlación y comportamiento de 20 clones de Oca (Oxalis tuberosa Mol) en Puno".
- BUENO TORRES, Héctor ( 1979 ), "Determinación del cariotipo en la especie (Ollucus tuberosus Caldas) "
- CARI HILANOCA, Narciso (1974) "Biología floral de la Oca (Oxalis tuberosa Mol)"
- CASTILLO ZAPANA, Salomón (1977) "Evaluación fenológica y fenotípica y contenido proteínico de 25 clones de Oca (Oxalis tuberosa Mol)"
- DEL VILLAR VARGAS, Edgar (1979) "Respuesta de la Oca (Oxalis tuberosa Mol) a la forma de aplicación de fertilizantes".
- DURAN LOAIZA, Justo (1978) "Deficiencias nutricionales de elementos mayores y menores en el cultivo de Oca (Oxalis tuberosa Mol)"
- GALLEGOS ENRIQUEZ, Enrique (1982) "Insectos fitófagos y benéficos en 33 clones de Oca (Oxalis tuberosa Mol.)"
- HUARAHUARA LAURA, Celestino (1977) "Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de 3 clones de Oca (Oxalis tuberosa Mol.)"
- JARA PEREZ, Claudio (1977) "Evaluación de 150 clones de Oca (Oxalis tuberosa Mol.)"
- LAZO GALVAN, José (1978) "Análisis bromatológicos de 15 clones de Izaño (Tropaeolum tuberosum R. et P)
- LAZO, N. W (1977) "Segunda evaluación fenológica, fenotípica y comportamiento de 150 clones de Oca (Oxalis tuberosa Mol)".
- MAMANI PERCA, Rufino (1980) " Necesidad de agua para el cultivo de Oca (Oxalis tuberosa Mol) en el Distrito de Puno ".

PALAO ITURREGUI, Luis (1979) "Efecto del Nitrógeno, Fósforo, Potasio en el cultivo de Oca (Oxalis tuberosa Mol)"

POCO PINTO, Mateo (1976) "Biología floral del Izaño (Tropaeolum tuberosum R et P)" .

RODRIGUEZ HINOJOZA, Hgo (1976) "Curva de tuberización en Oca (Oxalis tuberosa Mol.)" .

SALCEDO ALI, Antonio (1978) "Determinación del peso ideal de tubérculo semilla y el número de tubérculos por golpe en 2 clones de Oca (Oxalis tuberosa Mol. )" .

VARGAS SUCASAIRE, David ( 1973) "Estudio de la biología floral del Olluco (Lilucus tuberosus Caldas )" .

VELASQUEZ ARPASI, Percy (1978) "Efecto del distanciam<sup>o</sup> entre surcos plantas y peso de tubérculos-semilla en el cultivo de Izaño (Tropaeolum tuberosum R et P)" .

VIZA TALAVERA, Adhemor (1980) " Efecto de 3 niveles de estiércol sobre el rendimiento y población del nemátodo dorado (Globodra spp.) en 4 clones de Oca ( Oxalis tuberosa Mol.)" .

---

BIBLIOGRAFIA ( Tesis realizadas en la UNTA hasta 1983. ).



FECHA DE DEVOLUCION

22 MAY 1991

IICA  
FOO  
258  
Autor

Título Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes

Fecha Devolución

Nombre del solicitante

22 MAY 1991

Mareo Polo To



