

PN. ABN. 098

Raíces y tubérculos andinos:

Prioridades de investigación para un recurso alimentario pospuesto

Michael Hermann



1992

Raíces y tubérculos andinos:

Prioridades de investigación para un recurso alimentario pospuesto

Michael Hermann



CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

1992

B

Cita correcta:

Hermann, M. 1992. Raíces y tubérculos andinos: Prioridades de investigación para un recurso alimentario pospuesto. Centro Internacional de la Papa, Lima. 36 p.

ISBN-92-9060-158-2

V

Raíces y tubérculos andinos: Prioridades de investigación para una fuente alimenticia olvidada

Michael Hermann

Diapositiva Tabla 1
Tabla 1: Tubérculos y raíces comestibles de la zona tórrida americana

Clima frío o clima moderadamente frío (3 000-4 200 m de altitud)

<i>Solanum tuberosum</i> y especies relacionadas	patata papa	Solanaceae
<i>Dioscorea</i>	yuca	Dioscoreaceae
<i>Ficaria tuberosa</i>	alfalfa medicinal	Fariaceae
<i>Lepidium tuberosum</i>	maca	Cruciferae

Zona subtropical y moderadamente caliente

<i>Atractis lanthornia</i>	yuca	Dioscoreaceae
<i>Conococum</i>	yuca	Dioscoreaceae
<i>Persea</i>	yuca	Loganiaceae
<i>Mirabilis</i>	yuca	Nicotianaceae
<i>Pachyrhizus</i>	yuca	Leguminosae
<i>Pachyrhizus</i>	yuca	Leguminosae

Zona tropical (- 1 500 m de altitud)

<i>Ipomoea</i>	yuca	Dioscoreaceae
<i>Dioscorea</i>	yuca	Dioscoreaceae
<i>Mirabilis</i>	yuca	Nicotianaceae
<i>Persea</i>	yuca	Loganiaceae
<i>Pachyrhizus</i>	yuca	Leguminosae
<i>Lepidium</i>	yuca	Cruciferae

Fuente: Harber, 1990, modificado.

DIPOSITIVA 1—Tabla de raíces y tubérculos comestibles de las zonas tropicales de América

En América se domesticaron aproximadamente 25 especies de raíces y tubérculos comestibles, que incluyen cultivos mundiales tales como la papa, la batata o camote y la yuca. En América se encuentra una mayor variedad de cultivos de raíces y tubérculos, en lo referente a la diversidad taxonómica y ecológica, que en cualquier otra parte del mundo.

¿Cuál de estos son cultivos andinos? Se cree generalmente que los cultivos andinos son cultivos de las alturas pertenecientes a la zona fría-templada por encima de los 3000 metros de elevación. Esto no es correcto. Al hablar de cultivos andinos debemos incluir también las muchas especies, de raíces y frutas en particular, que son originarias de los valles interandinos de clima templado y subtropical.

DIPOSITIVA 2—Tabla raíces y tubérculos andinos

Existen nueve especies andinas con partes subterráneas comestibles. Tres de ellas son tubérculos y las seis restantes son raíces o estructuras derivadas de raíces. Cada especie pertenece a una familia distinta. Con la excepción de la jícama y la maca que se propagan por semilla, todas son perennes y propagadas de manera vegetativa. La parte comestible sirve generalmente como propágulo.

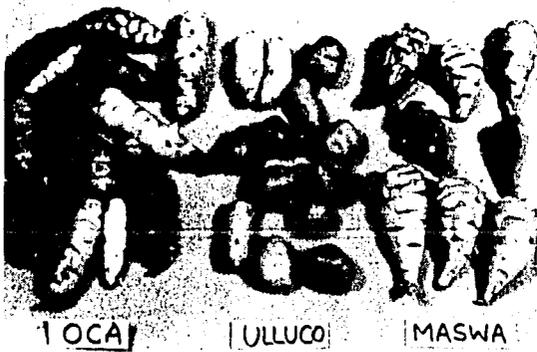
Nombre común	Nombre científico	Familia	Tipo de cultivo	Parte comestible	Altura máxima para cultivo
yuca	<i>Dioscorea</i>	Dioscoreaceae	perenne	tubero	2 000-3 000 m
batata	<i>Ficaria</i>	Fariaceae	perenne	tubero	2 000-3 000 m
maca	<i>Lepidium</i>	Cruciferae	perenne	tubero	2 000-3 000 m
yuca	<i>Atractis lanthornia</i>	Dioscoreaceae	perenne	raíz	1 500-3 000 m
yuca	<i>Conococum</i>	Dioscoreaceae	perenne	raíz	2 200-3 000 m
yuca	<i>Persea</i>	Loganiaceae	perenne	raíz	2 500-3 000 m
yuca	<i>Mirabilis</i>	Nicotianaceae	perenne	raíz	2 000-3 000 m
yuca	<i>Pachyrhizus</i>	Leguminosae	perenne	raíz	2 000-3 000 m
yuca	<i>Pachyrhizus</i>	Leguminosae	perenne	raíz	2 000-3 000 m
maca	<i>Lepidium</i>	Cruciferae	perenne	raíz	2 000-3 000 m

Tubérculos

DIPOSITIVA 3—Tubérculos

Hablaré primero de las tres especies tuberíferas.

Tubérculos



DIAPOSITIVA 4—Oca, Ulluco, Mashua

El ulluco se reconoce fácilmente por su superficie lisa y la ocasional pigmentación moteada de su piel. La oca es muy similar a la mashua, y se requiere algo de práctica para diferenciarlos a primera vista. Ambos tubérculos tienen ojos bastante hundidos, pero la forma de la mashua es cónica y los ojos los tiene concentrados mayormente cerca del ápice. Si no está seguro, pruébelos. La mashua tiene un sabor áspero como de berros.



DIAPOSITIVA 5—Oca, mashua, ulluco en cultivo asociado

En los sistemas tradicionales de cultivo las tres especies se siembran en cultivo asociado, a veces al lado de la papa, con la cual comparten condiciones ambientales similares.



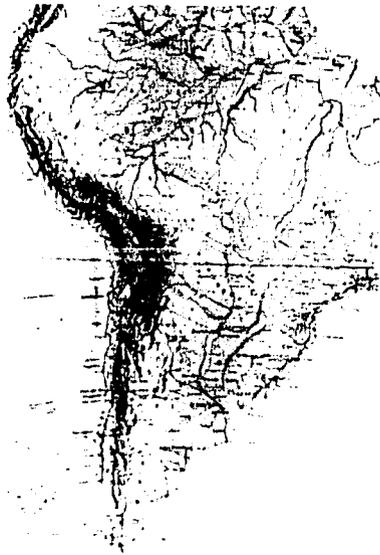
DIAPOSITIVA 6—Campesino y niño con phina (Cusco)

Los tubérculos tienen una tremenda importancia económica y alimentaria para los campesinos de subsistencia a grandes alturas.



DIAPOSITIVA 7—Caserío en Cotopaxi (Ecuador)

Las desfavorables condiciones climáticas a estas alturas sólo permiten el cultivo de una gama limitada de cultivos, tales como la papa, la cebada, el haba y la quinua. Los campesinos son demasiado pobres para proveerse de las legumbres y frutas producidas en valles distantes. Con frecuencia no disponen de ganadería. Por lo tanto los tubérculos andinos constituyen un aporte bienvenido a una dieta extremadamente monótona.



DIAPOSITIVA 8—Mapa de Sudamérica

Los tubérculos andinos se cultivan en los Andes desde las montañas de Mérida en Venezuela hasta las provincias del norte de Argentina y Chile, entre las altitudes de 3000 y 4000 metros, el área sombreada de color marrón sobre este mapa.



DIAPOSITIVA 9—Mujer y niño con científico del Cusco Pedro Cruz, en Accha Alta, Perú (3900 m de altitud)

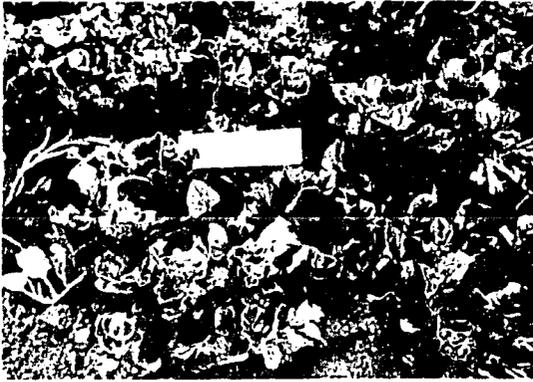
Sin embargo, la producción y el consumo de tubérculos andinos es más elevada en las zonas con poblaciones nativas. Es por esto que la mayor producción se concentra en los Andes centrales, alrededor del Lago Titicaca y llega hasta el norte de Colombia, donde poblaciones indígenas cultivan todavía una gran variedad.

ulluco
(mellico, papalisa, ruba)

Ullucus tuberosus Caldas
($2n = 24, 36$)
Basellaceae

DIAPOSITIVA 10—Sistemática del ulluco

El nombre botánico del ulluco es *Ullucus tuberosus*. El ullucus es un género monotípico de las *Basellaceae*, una familia de una docena de especies. No hay ninguna otra especie de las *Basellaceae* con relación cercana al ulluco. El ulluco cultivado es un diploide pero también hay formas triploides de ulluco. Otros nombres vernaculares del ulluco son *papalisa* o *lisa* en el sur de Perú y Bolivia, *mellico* en Ecuador, y *ruba* en partes de Colombia.



DIAPOSITIVA 11—Plantas de ulluco (Cusco, Perú)

La planta, mostrada aquí aproximadamente a 3500 m de altitud, tiene el hábito de crecimiento postrado.



DIAPOSITIVA 12—Planta tuberizante (Cotopaxi, Ecuador, 3800 m)

El proceso de tuberización del ulluco comienza sólo 4 a 5 meses después de la siembra cuando la planta ha desarrollado abundante follaje. El desarrollo del tubérculo demora unos 2-3 meses y varía dentro de la planta. Como resultado el cultivo tiene una duración comparativamente larga de 7 a 9 meses, bastante más de lo que requieren la mayoría de variedades de papa.



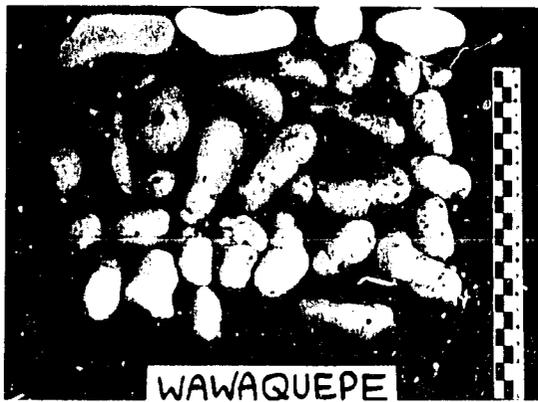
DIAPOSITIVA 13—Variación de ullucos en el Cusco

Existen ullucos blancos, rojos y moteados, que son los que más se asemejan a la quimera. Pero lo más populares son los amarillos...



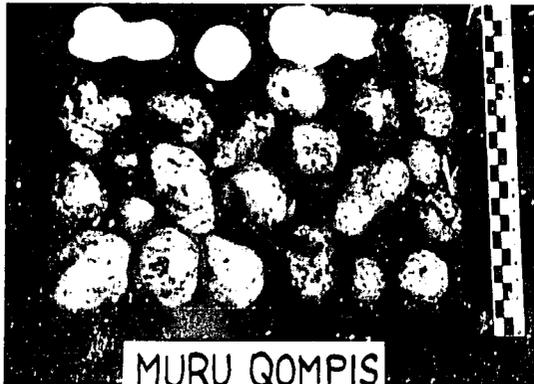
DIAPOSITIVA 14—Variedad de ulluco *Huahuaquepe*

Como este clon del Cusco conocido con el nombre de *Huahuaquepe*, *Huahuaquepe* es una palabra Quechua que significa "llevando un niño." Efectivamente, a este clon se le reconoce fácilmente por su tendencia a formar pequeños tubérculos en los ojos de los tubérculos más grandes, especialmente en los terrenos ligeros.



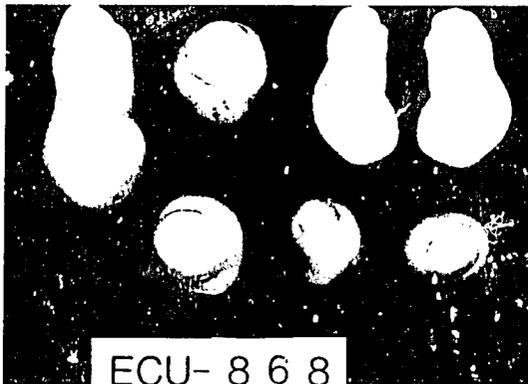
DIAPOSITIVA 15—Variedad de ulluco *Huahuape*

El *Huahuape* se encuentra en la mayoría de los mercados rurales del departamento del Cusco. Se trata de una variedad popular porque le añade un fuerte color amarillo a las comidas, al igual que otra variedad que en el Cusco...



DIAPOSITIVA 16—Variedad de ulluco *Muru quompis* (Cusco)

...se llama *Muru Quompis*. Esta variedad se vende en la mayoría de los mercados de la costa y de las zonas tropicales del Perú.



DIAPOSITIVA 17—Variedad de ulluco de Ecuador (INIAP No. ECU-868)

Este es un morfotipo de ulluco que se cultiva mucho en Ecuador y que tiene la piel roja y la carne blanca. Dichos tubérculos son populares en ese país, pero escasos en los Andes centrales.



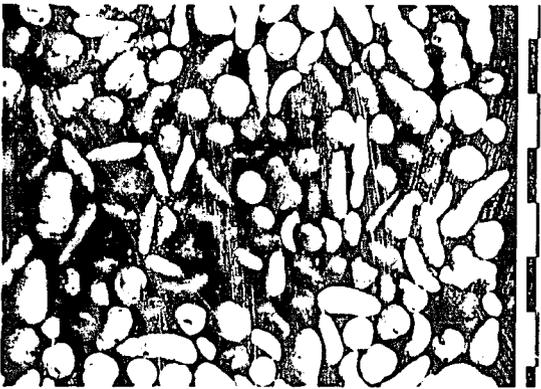
DIAPOSITIVA 18—Planta floreciente de ulluco (Cusco)

La mayoría de clones de ulluco desarrollan abundantes flores, pero rara vez producen semilla. Las razones de ésto se desconocen. Se ha demostrado que el polen de ulluco tiene una fertilidad satisfactoria y que la meiosis es normal. Hasta hace poco se pensaba que el ulluco era una planta estéril.



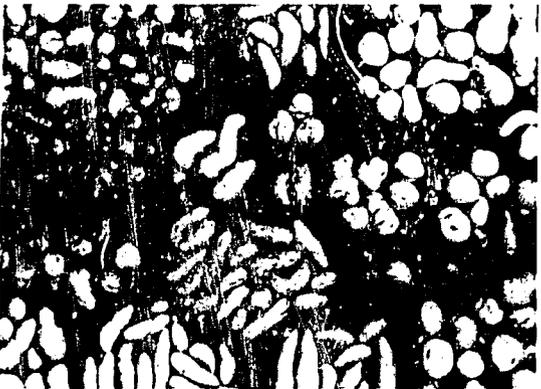
DIAPOSITIVA 19—Semilla sexual de ulluco

Investigaciones en la Universidad del Cusco han demostrado que al remover algunos órganos vegetativos en crecimiento, tales como los brotes, los estolones o los tubérculos, la planta produce una cantidad considerablemente mayor de semilla.



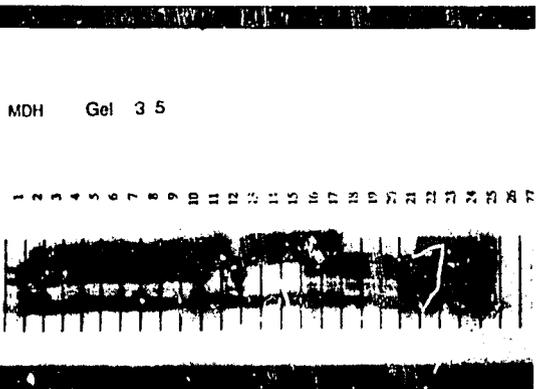
DIAPOSITIVA 20—Colección de ulluco ecuatoriano (INIAP), sin ordenar

La variación morfológica es discontinua en el ulluco, que tiene distintos colores y formas reconocibles. En los mercados frecuentemente se presentan varios clones entremezclados de ulluco, sugiriendo así una gran diversidad. Cada tubérculo de esta foto constituye una entrada de una colección de 180 ullucos coleccionados en el Ecuador.



DIAPOSITIVA 21—Colección de ulluco ecuatoriano (INIAP), ordenada.

Si se clasifica este material de acuerdo a las semejanzas, emergen 15 claros grupos o morfotipos, la mayoría de ellos rojos o sin pigmentación, y existe muy poca variación dentro de cada grupo.



DIAPOSITIVA 22—Malato de dehidrogenasa de ulluco en el tubérculo

Las pruebas del alto grado de duplicación de clones vienen de los patrones electroforéticos de las cinco isoenzimas estudiadas. Esta es malato de dehidrogenasa. En esta colección de 180 ullucos ecuatorianos hay solamente 58 genotipos distintos. Algunos de los genotipos se repiten muchas veces llegando a ser representados hasta por 25 entradas; otros son únicos o raros. Los 10 genotipos más frecuentes constituyen casi 50% del número total de entradas.



DIPOSITIVA 23—Colección de ullucos del Cusco (CICA), ordenada

Se obtienen resultados similares con material de otras partes de los Andes que con este material de una colección del Cusco. Nuevamente, cada tubérculo constituye una entrada. Las clases que se pueden establecer son iguales que para los ullucos ecuatorianos, sin embargo, con una preponderancia de tubérculos amarillos que son raros en el Ecuador.



DIPOSITIVA 24—Ulluco en sopa (uso en la sierra)

El ulluco se usa principalmente en sopas y guisos como el popular plato "ulluco con charqui" en el Perú. La mayoría de ustedes conocen el ulluco de los mercados limeños gracias a uno que otro almuerzo en la cafetería del CIP. El ulluco tiene un sabor algo terroso que no resulta del todo agradable cuando uno lo prueba las primeras veces. Esto ciertamente limita la aceptación del ulluco en los lugares donde se introduce como hortaliza nueva. Sin embargo, encuentro que el ulluco es una comida muy sabrosa con sabor y textura interesantes.

Variabilidad nutritiva del ulluco (<i>Ullucus tuberosus</i>)				
	MIN	Prom.	MAX	n
¹ Contenido de materia seca (%)	10,1	10,5	25,1	180
¹ Proteína cruda (% MS)	6,7	10,2	18,5	155
² Materia seca (%)	13,8		14,0	5
² Proteína (% MS)	10,8		15,7	5
² Hidratos de carbono (% MS)	73,5		81,1	5
² Grasa (% MS)	0,1		1,4	5
² Fibra (% MS)	3,6		5,0	5
² Calorías/100 g	370,0		381,0	5

Fuente: ¹Hermann, información no publicada ²King 1987

DIPOSITIVA 25—Variabilidad alimenticia del ulluco

Hay muy poca información sobre el valor alimenticio del ulluco. Mi propia información obtenida a partir de 150 entradas de la colección ecuatoriana sugiere que existe una apreciable variación genética con respecto al contenido proteínico del tubérculo. En promedio, las muestras contenían 10% de proteína cruda en base al peso seco. Dado un contenido promedio de materia seca de 15% en los tubérculos frescos de ulluco, estas muestras contienen aproximadamente 1.5% de proteína. Por lo tanto, el contenido proteínico promedio del ulluco estaría en la gama inferior de variación de contenido proteínico de la papa.

Esta información la confirman los resultados de King (1987). Los puntajes de aminoácidos del mismo autor han mostrado que la proteína del ulluco es de calidad bastante buena.

A propósito, hay una creencia popular en los Andes peruanos de que el ulluco es un afrodisíaco. Si la gente del campo sabe de una pareja que está pasando por una crisis matrimonial, irán a regalarles algunos ullucos para ayudarlos a reestablecer la armonía matrimonial.



DIPOSITIVA 26—Uso de la hojas de ulluco en sopas (Cusco)

Las hojas de ulluco son tiernas y succulentas, y su sabor y textura se asemejan mucho a las de su pariente cercano, la espinaca Malabar, *Basella alba*, una leguminosa que se cultiva mucho en las zonas tropicales bajas del Asia y del Africa. He observado en las zonas rurales del Cusco que siempre se añaden algunas hojas de ulluco al prepararse la sopa de ulluco. Se trata de una costumbre saludable que debe fomentarse. Es sabido que las hojas verdes contienen altos niveles de proteína, calcio y caroteno, y una cucharada de hojas cocidas puede proporcionarle a un niño una parte considerable de los nutrientes esenciales diarios.



DIPOSITIVA 27—Mujeres del Cusco picando ulluco

Un componente indeseable, pero inofensivo, del ulluco es el mucílago. Lo más probable es que se trata de un polisacárido presente en todas las partes de las plantas y que probablemente brinda alguna resistencia contra sequías y heladas. Se encuentran altos niveles de mucílago en el ulluco silvestre y en las variedades de tubérculos pequeños. Parece haber una relación positiva entre altitud y contenido de mucílago. Para sacarle el mucílago, se corta el ulluco en pedazos pequeños...



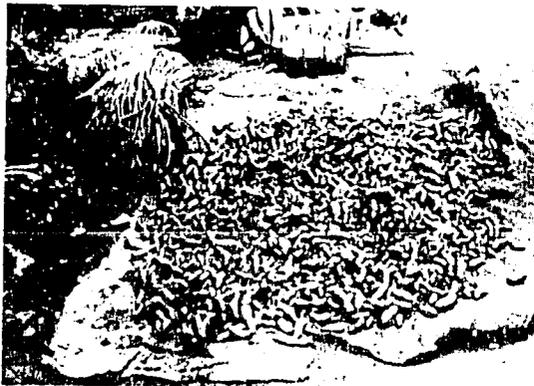
DIPOSITIVA 28—Mujer y niña del Cusco lavando ulluco

...y luego se lava hasta cinco veces.



DIPOSITIVA 29—Ulluco en el mercado de Palmira (Valle de Cauca, Colombia)

De las tres especies de tubérculo, sólo el ulluco se comercializa en cantidades grandes y se transporta a largas distancias para proveer de él a las zonas bajas, donde el ulluco no es cultivable, como aquí en Palmira en el cálido Valle del Cauca en Colombia. El ulluco se puede almacenar durante un tiempo bastante largo en ambientes tropicales. Por otro lado, la oca y la mashua se dañan y pudren rápidamente en climas húmedos.



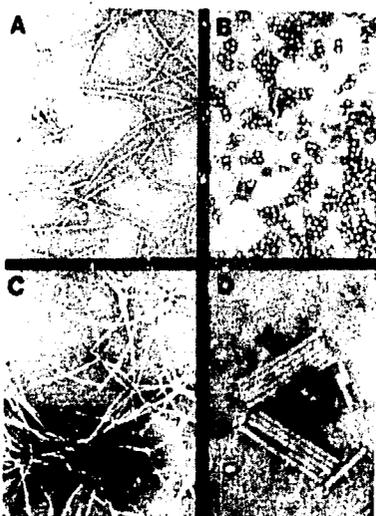
DIPOSITIVA 30—Un acercamiento al mercado de Palmira

Que el ulluco pueda ser obtenido en casi cada mercado urbano, tanto en la costa como en las zonas tropicales, testifica su popularidad. Es indudablemente la especie más importante de los tres tubérculos, rivalizando, y quizás excediendo la importancia económica de la batata o camote en los países andinos.



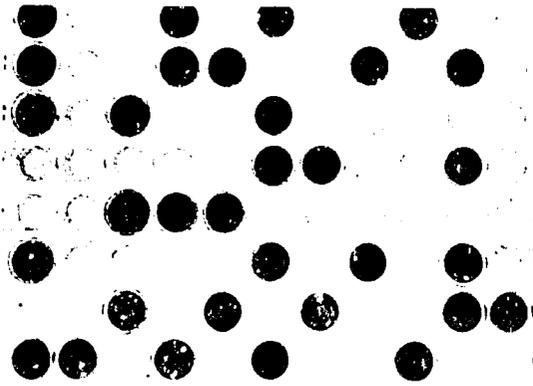
DIPOSITIVA 31—Planta de ulluco con síntomas de virus (cortesía de C. Arbizu)

La planta del ulluco es robusta y no estoy enterado de ninguna plaga o enfermedad seria. He visto tubérculos dañados por moluscos y larvas de dípteros, pero, aparentemente, esto no ocasiona daños severos o arruina la cosecha. Esta planta muestra síntomas de estar afectada por un virus.



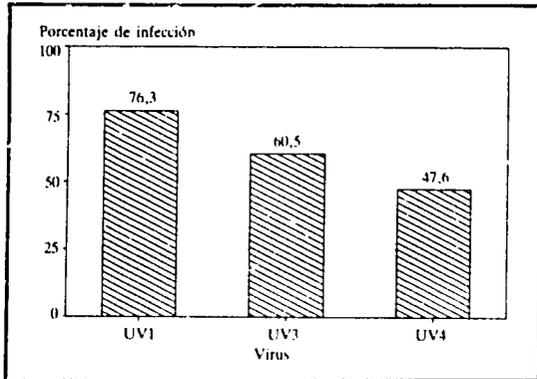
DIPOSITIVA 32—Cuatro virus bajo el microscopio electrónico (cortesía de Judith Toledo)

En los estudios epidemiológicos se ha encontrado que el ulluco no alberga los virus de la papa, pero si tiene algunos virus específicos. Hasta el momento, se han identificado cuatro virus de ulluco...



DIAPPOSITIVA 33—Pruebas de virus por el método de ELISA (CIP) (cortesía de J. Toledo)

... y el departamento de virología del CIP ha producido antisueros para detectar los virus.



DIAPPOSITIVA 34—Gráfica de infección de virus del ulluco (cortesía de J. Toledo)

Gran parte del trabajo existente sobre los virus del ulluco en el CIP lo ha hecho Judith Toledo de la Universidad de San Marcos bajo la supervisión de Upali Jayasinghe, y su muestreo de 200 entradas de ulluco del Perú ha mostrado que la mayor parte del material está infectado por uno o más virus.

Oca

oca
(apilla, ibia)
Oxalis tuberosa Molina
(2n = 58, 64, 66)
Oxalidaceae

DIAPPOSITIVA 35—Sistemática de la oca

La oca, también denominada *apilla* por los de habla Aymara, y conocida como *ibia* en Colombia, es una hierba perenne del género *Oxalis*, que es muy variable en Sudamérica pero que taxonómicamente es mal conocida. A pesar del alto número de especies de *Oxalis* en los Andes, parece que no existen especies silvestres tuberíferas con relación cercana a la planta cultivada, como en el caso de la papa. Ni siquiera se conoce con certeza el número de cromosomas somáticos de la oca, lo cual muestra el escaso conocimiento que tenemos de la biología de éste y de otros cultivos andinos.



DIAPPOSITIVA 36—Vasija Huari de oca (Ayacucho, Perú) (Cortesía de C. Arbizu)

Existen pruebas por relatos históricos de que la oca fue uno de los principales alimentos andinos en la época pre-colombina, con menor importancia solamente que la papa. Aquí se muestra la planta tal como aparece en una vasija de la cerámica Huari del Perú.



DIPOSITIVA 37—La planta de la oca (Ecuador)

La oca tiene aproximadamente las mismas exigencias ecológicas que las papas no amargas. Parece ser un tanto más resistente que el ulluco al llegar a zonas muy elevadas (en el Lago Titicaca hasta los 4100 m sobre el nivel del mar). Sin embargo, la oca es muy susceptible a las deformaciones tuberculares en los suelos pesados. El tamaño y rendimiento del tubérculo pueden bajar considerablemente bajo dichas condiciones.



DIPOSITIVA 38—La flor de la oca (cortesía de C. Arbizu)

Aunque se reproduce exclusivamente por medio de tubérculos, la oca ha retenido la capacidad de producir semilla sexual, pero en forma reducida. La flor tiene un mecanismo efectivo de autoincompatibilidad. Para lograr una polinización exitosa, se requieren plantas con distintos tipos de flor.



DIPOSITIVA 39—Ocas seleccionadas del Cusco

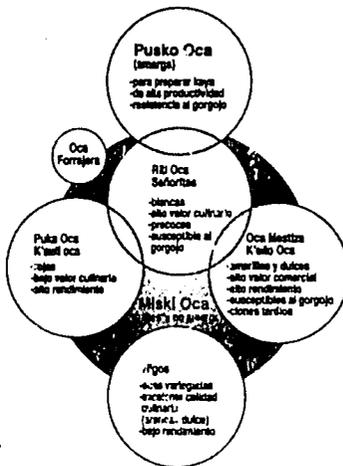
La diversidad morfológica de la oca es mucho mayor que la del ulluco, en lo que se refiere a la forma del tubérculo, la pigmentación, el número y la distribución de ojos. La variación en la oca, a diferencia de la del ulluco, es continua. Por ejemplo, las ocas se pueden ordenar, como en esta diapositiva, en transición gradual desde el negro, pasando por morfotipos rojos, anaranjados, amarillos y blancos.



DIPOSITIVA 40—Colección de ocas del Cusco

Esta es una muestra representativa de la colección de ocas del Centro de Investigaciones de Tubérculos Andinos (CICA) de la Universidad del Cusco. Esta colección contiene aproximadamente 600 entradas del departamento del Cusco. En cooperación con Pedro Cruz, del CICA, clasificamos este material en 100 distintas clases morfológicas. Permitiendo alguna diversidad genética dentro de cada clase morfológica, la cual se revelará por medio del análisis de isoenzimas, el número de clones distintos solamente para el Cusco llegaría fácilmente a 200. Teniendo en cuenta que el departamento del Cusco constituye tan sólo una parte pequeña de los Andes, el número total de clones de oca en los Andes puede ser bastante superior a dicho número.

Taxonomía Folclórica de Variedades de Oca en el Departamento de Cusco



DIPOSITIVA 41—Taxonomía folclórica de las ocas del Cusco

Intentamos también llevar a cabo una taxonomía folclórica de las variedades de oca en el Cusco. Los campesinos tienen ciertos conceptos de las variedades de oca. Sus sistemas de clasificación no son, por supuesto, naturales, pero brindan información útil sobre la agronomía y el uso de la oca que sirven de complemento a las descripciones técnicas. Ahora, este conocimiento se está perdiendo rápidamente.



DIPOSITIVA 42—Oca

La belleza de algunas ocas es un ejemplo interesante de selección estética...



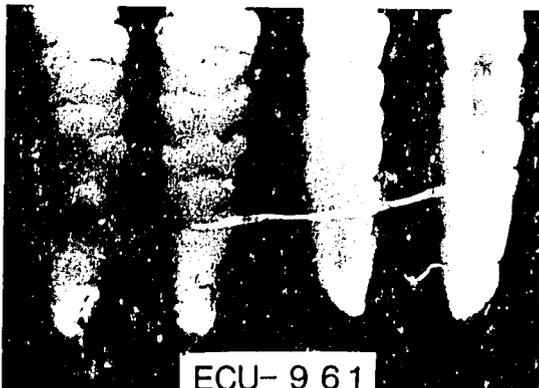
DIAPOSITIVA 43—Oca del grupo *Higos*

... que también ha sido descrita para otros cultivos del Nuevo Mundo como los frejoles del género *Phaseolus*.



DIAPOSITIVA 44—*Higos chocclo*

En Quechua esta oca se llama "*higos chocclo*". *Chocclo* porque se parece al maíz, *higos* porque pertenece a un grupo altamente apreciado de ocas de excelente calidad culinaria. Desafortunadamente, los clones del grupo de higos tienen rendimientos comparativamente bajos y son raramente vistos en los mercados.



DIAPOSITIVA 45—Variedad de oca en Ecuador (INIAP, No. ECU-961)

Las ocas blancas y amarillas son las variedades comerciales más comunes y predominan también en las regiones donde la diversidad de la oca es baja, como en los Andes del norte. Se han introducido ocas de este morfotipo, a Nueva Zelanda, donde ahora se cultivan a escala comercial.



DIAPOSITIVA 46—Oca horneada y camcte en un mercado boliviano

La oca se come principalmente horneada o cocida. Requiere por lo menos dos veces el tiempo para cocinarse que las papas, lo cual representa una seria desventaja en los Andes donde hay aguda escasez de combustibles. Las ocas de buena calidad tienen una textura harinosa muy similar a la de la papa, pero a diferencia de ésta, carecen de sabor específico. Sin embargo, algunas ocas son ligeramente dulces, especialmente luego de haber sido expuestas al sol por algunos días.

Variabilidad nutritiva de la oca (*Oxalis tuberosa*) (King 1987).

	MIN	MAX
Materia seca (%)	15,6	19,8
Proteína (% MS)	3,0	8,4
Hidratos de carbono (% MS)	83,0	88,8
Grasa (% MS)	0,5	0,6
Fibra (% MS)	4,0	5,1
Calorías/100 g	369,0	374,0

DIAPOSITIVA 47—Variabilidad alimenticia de la oca

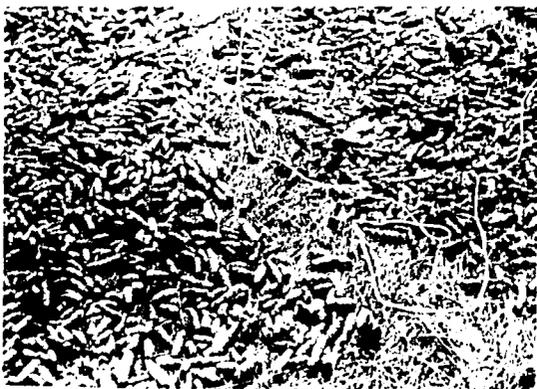
El contenido de materia seca en la oca es comparable al de la papa, pero los niveles de proteína son muy bajos. La mayoría de la materia seca es almidón, y experimentos en el Cusco han demostrado que se puede usar para remplazar, en cierto grado, la harina de trigo en la preparación del pan.

La oca contiene además niveles de ácido oxálico que varían mucho. Las ocas con contenido bajo de oxalato se conocen generalmente como "ocas dulces," y aquellas con niveles altos, un tanto equivocadamente, como "ocas amargas." Dejan un sabor ligeramente desagradable en la lengua. Los oxalatos se extraen por lixiviación al cocinarse y probablemente se descomponen durante el asoleo que comúnmente se lleva a cabo con la mayor parte de los clones. Debe investigarse si las concentraciones residuales de oxalato constituyen un peligro para la salud.



DIAPOSITIVA 48—Umakaya (Lago Titicaca, Bolivia)

Otra manera de retirar el oxalato es mediante la preparación de kaya de ciertas ocas. Este es un producto procesado como el chuño de la papa que se puede almacenar durante varios años sin que pierda su valor alimenticio.



DIAPOSITIVA 49—Oca esparcida por el suelo (Bolivia)

Con este propósito se exponen las ocas a temperaturas bajas de noche. Cuando la helada ha matado todo el tejido del tubérculo, ...



DIPOSITIVA 50—Campesina pisando la oca congelada (Bolivia)

... se puede exprimir la humedad, y por lo tanto los oxalatos solubles de los tubérculos, y éstos se ponen a secar bajo el sol. Es interesante que, a pesar del frío agudo a los 4000 metros de altitud, los campesinos se quitan siempre los zapatos para poder tener la sensación de este trabajo.



DIPOSITIVA 51—Pedro Cruz, en un pozo

Para extraer por lixiviación altos niveles de ácido oxálico, los tubérculos de la oca se pueden colocar también en pozos durante varias semanas antes de ser congelados y secados. El producto seco es conocido por el nombre de *okaya* o *umakuya*.



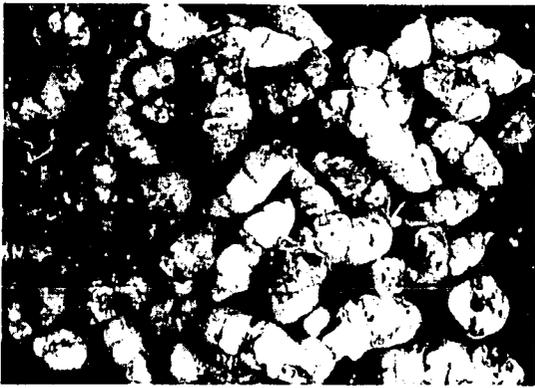
DIPOSITIVA 52—Variedad de oca *Yurac pusqo* (Cusco, Perú)

El germoplasma de la oca amarga, como esta variedad del Cusco, está desapareciendo rápidamente en los Andes, aunque ofrece alguna resistencia al gusano de la oca...



DIPOSITIVA 53—Tubérculo con gusano (Cusco, Perú)

... que puede destrozar las ocas no amargas y puede llevar a la pérdida del cultivo.



DIAPOSITIVA 54—Oca dañada (Cusco, Perú)

Los campesinos de los Andes no están acostumbrados a seleccionar los tubérculos sanos como material para plantar. Por lo tanto el problema de la infestación de gusanos se perpetúa de una época de cultivo a la otra.



DIAPOSITIVA 55—Niños sobre un montón de ocas (Cusco, Perú)

Una común impresión errónea es que la oca tiene bajo rendimiento. Aunque nunca se fertiliza este cultivo y generalmente se cultiva en lotes con tierra de baja calidad, la oca fácilmente rinde igual que un buen cultivo de papa. Con buen cuidado, la oca rinde el doble que la papa.



DIAPOSITIVA 56—Hombre con una planta de oca productiva (Cusco, Perú)

Bajo condiciones experimentales los rendimientos de la oca están en el rango de 35 a 55 toneladas por hectárea, con un rendimiento de hasta cinco kilogramos por planta.



DIAPOSITIVA 57—*Phinas* (Cusco)

Tradicionalmente la oca se almacena en *phinás*: estos son montones de oca cubiertos con paja de la gramínea *Stipa ichu* que crece a elevadas alturas. La oca, de manera similar al ulluco y la mashua, muestra un período de reposo pronunciado que dura de 2 a 4 meses, dependiendo del genotipo y de la temperatura de almacenamiento.



DIAPOSITIVA 58—Oca en el mercado del Cusco

Una gran parte de la oca está destinada al autoconsumo. Se cultiva con propósitos domésticos y la producción excedente se vende en los mercados rurales de la sierra. Los precios típicos de venta para la oca, como los precios del ulluco, son ligeramente inferiores a los de la papa blanca.

Mashua

DIAPOSITIVA 59—Sistemática de la mashua

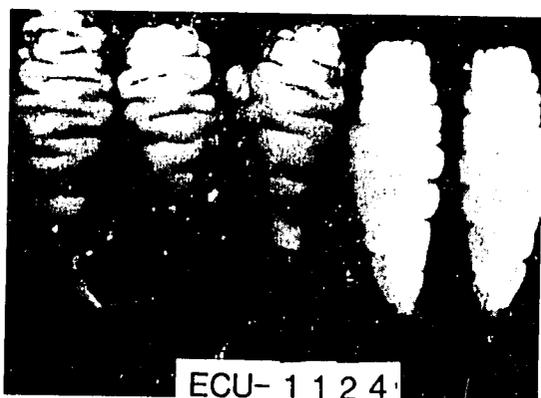
Mashua en el Ecuador y el norte del Perú, *isañu* en Bolivia, y *cubio* en Colombia, son todos nombres vernaculares para los tubérculos de *Tropaeolum tuberosum*, un tetraploide perteneciente a la familia de las tropaeoláceas.

mashua
(añu, isaño, cubio)

Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón
($2n = 4x = 52$)
Tropaeolaceae

DIAPOSITIVA 60—Variedad de mashua en Ecuador (INIAP, No. ECU 1141)

La mashua, vista aquí en un clon del Ecuador, parece que estuviera casi diseñada para satisfacer las necesidades de la gente pobre de las alturas.



ECU- 1 1 2 4



DIAPOSITIVA 61—Plantas de mashua (Ecuador)

La planta crece idóneamente en tierras marginales, rápidamente desarrolla índices altos de área foliar, y por lo tanto compete exitosamente con cualquier hierba mala. El índice de cosecha, en otras palabras, la proporción del tubérculo de la materia seca de la planta puede llegar hasta 75%.



DIAPOSITIVA 62—Pedro Cruz, con plantas productivas de mashua (Cusco)

Se han registrado rendimientos de hasta 70 toneladas por hectárea en terrenos experimentales del Ecuador y Perú. Claramente, estos rendimientos se acercan al límite superior de producción de biomasa factible en condiciones de la sierra.



DIAPOSITIVA 63—Muchacho en Boyacá, Colombia, con papas y mashua sembrados en cultivo asociado

Se ha sugerido que los altos niveles de isotiocianatos en los tubérculos de la mashua explican la virtual ausencia de plagas y enfermedades. Los isotiocianatos son conocidos por sus propiedades insecticidas y nematocidas. En Boyacá, Colombia, he conocido a campesinos que cultivan mashua en torno de los campos de papas, creyendo que ésto ahuyentará las plagas de la papa.



DIPOSITIVA 64—Mujeres preparando *huatia* (Cusco)

A pesar de su aparente valor agrícola, la mashua se utiliza de forma muy limitada hoy en día. No puedo dar una explicación verosímil para ésto, pero me parece que el sabor fuerte de la mashua podría ser lo que ha impedido que se convierta en un alimento principal.

La mashua comúnmente se asolea un par de días antes de ser horneada, preferiblemente en *huatias* tal como se muestra en esta fotografía tomada en el Cusco.



DIPOSITIVA 65—Plato con mashua, preparado en una *huatia*

El sabor de la mashua cruda es similar al del berro o del rábano picante. Al cocerse tiene una textura agradable y un sabor aromático. La considero una exquisitez, pero admito que al probarla por primera vez, me pareció de pésimo sabor.



DIPOSITIVA 66—Niño sentado sobre un montón de tubérculos de mashua

Hay malas noticias con respecto a la mashua. Tiene la reputación de tener fuertes efectos antifrodísacos. Las mujeres del campo en el Cusco preparan bebidas de mashua y las añaden a escondidas a la comida de sus esposos. Se cree que esto les impide ser infieles cuando van a los valles a trabajar en los cultivos tropicales. Los Incas le daban un uso similar a la mashua. Garcilaso de la Vega, el cronista de los primeros años de la conquista, informa que los Incas les daban mashua a sus soldados "para que se olvidasen de sus mujeres".

Es posible que dichas creencias, a pesar del escepticismo de este caballero, no sean totalmente infundadas. Pruebas preliminares han demostrado que los machos de ratas, alimentados con mashua, muestran niveles significativamente reducidos de testosterona.



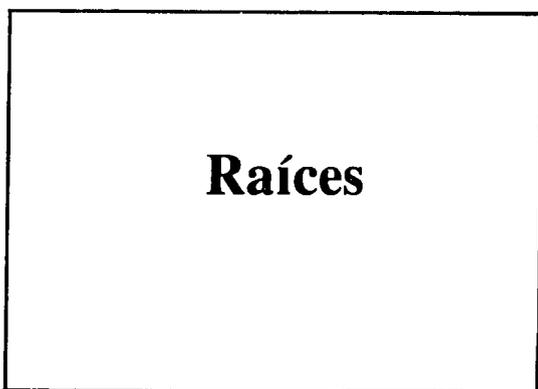
DIAPOSITIVA 67—Mashuas de Boyacá, Colombia

La diversidad de la mashua por lo general es limitada, pero se encuentra todavía un grado sorprendentemente alto de variación morfológica en el norte de Colombia, lejos de los Andes centrales, el supuesto centro de domesticación. Esta muestra proviene de un mercado de Tunja. La mashua colombiana es predominantemente un material primitivo que no se encuentra más al sur. Podría haber sido llevado a Colombia en tiempos remotos, persistiendo allí mientras que en los Andes centrales se reemplazaba por otras plantas domésticas superiores...



DIAPOSITIVA 68—Variedad de mashua *Yahuar huacaq* (Cusco)

... tales como esta variedad popular, que se llama *yahuar huacaq*, que significa "llorando sangre".



DIAPOSITIVA 69—Raíces

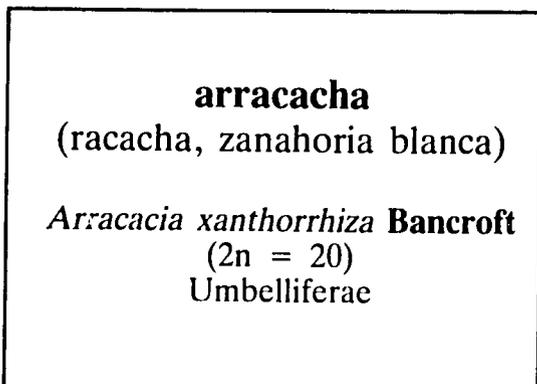
Hasta ahora he hablado de los tres tubérculos y ahora me referiré a las raíces.

Raíces

Arracacha

DIAPOSITIVA 70—Sistemática de la arracacha

Comienzo con la arracacha, que por muchas razones considero un cultivo notable y que tiene gran potencial más allá de su importancia presente. Es la única umbelífera en las Américas. Mientras que todas las umbelíferas del Viejo Mundo se propagan por semilla, la arracacha se propaga vegetativamente.



arracacha
(racacha, zanahoria blanca)

Arracacia xanthorrhiza **Bancroft**
(2n = 20)
Umbelliferae



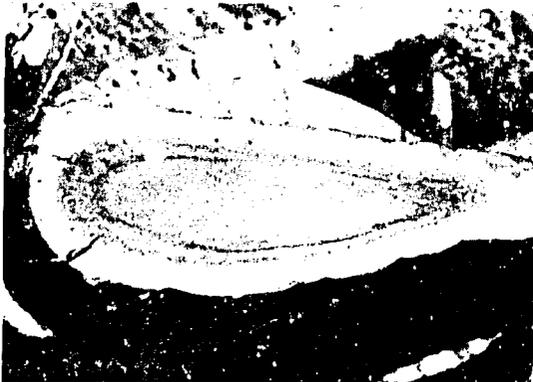
DIAPOSITIVA 71—La planta de la arracacha

La planta se puede cultivar en una amplia gama de ambientes, pero el ambiente óptimo son los húmedos valles interandinos entre los 1500 y 2500 metros de altitud. Los principales países productores son Venezuela, Colombia, y Ecuador. En Perú y Bolivia, la producción de arracacha se concentra en unas cuantas regiones, por ejemplo en Cajamarca, Huánuco, Cusco, Tacna, y en las yungas de La Paz.



DIAPOSITIVA 72—Las raíces de arracacha

La parte de la planta con valor económico es una raíz de reservante almidonosa que para un observador cualquiera podría confundirse con la yuca. La mayoría de los clones tienen carne blanca o amarilla...



DIAPOSITIVA 73—Raíces moradas de arracacha

... pero también hay variedades con pigmentación morada. Los tallos tiernos se pueden usar también en ensaladas o como verduras cocidas, y las hojas que siguen verdes en el momento de la cosecha se pueden usar como alimento para animales.



DIAPOSITIVA 74—La arquitectura de la planta de arracacha (dibujo de J. León)

Las raíces reservantes, que no pueden servir como órganos de propagación, están insertadas en una rizoma a modo de tallo. De este rizoma emergen, justo al nivel de la tierra, estructuras como bulbos llamadas "colinos" que se emplean como propágulos.



DIAPOSITIVA 75—Montón de arracacha cosechada con "colinos" (Yungas, Bolivia)

Al cosecharse los colinos se separan y se preparan para servir como material para plantar en la siguiente temporada.



DIAPOSITIVA 76—Colinos (Boyacá, Colombia)

De esta manera se pueden almacenar a temperatura ambiental por uno a dos meses.



DIAPOSITIVA 77—Platos de arracacha

La mayor parte de la materia seca de la raíz está compuesta de almidón de un gránulo muy pequeño. Por lo tanto, el almidón es fácil de digerir y la arracacha constituye una comida preferida para niños e inválidos. El sabor delicado de las raíces cocidas de arracacha ha sido descrito por un entusiasta como una combinación de "los sabores de apio, col, y castañas tostadas." Además, la arracacha se puede usar de diversas maneras en platos dulces y salados.



DIAPOSITIVA 78—Virus de la arracacha (Ecuador)

El uso de la arracacha tiene dos limitaciones principales. En primer lugar, su período de almacenamiento es muy corto y tiene que llegar al consumidor dentro de una semana a partir de la cosecha. Investigaciones en Venezuela y Brasil han demostrado que ese deterioro rápido de las raíces de arracacha posterior a la cosecha está asociado con la pérdida de agua, y que cuando existe alguna protección contra la transpiración, el tiempo de almacenamiento se puede incrementar considerablemente.

En segundo lugar, la arracacha es muy susceptible a los virus. El color amarillento de las hojas, debido a mosaicos de virus, se ve comúnmente en las plantaciones comerciales.

Hubo intentos de introducir la arracacha a los Estados Unidos y a Europa desde el siglo pasado, pero todos fracasaron. El cultivo requiere temperaturas moderadas por más de 8 a 10 meses. No aguanta ni las heladas ni el calor excesivo de los veranos en las latitudes superiores. Sus exigencias ecológicas se cumplen solamente en las montañas tropicales.



DIPOSITIVA 79—Mapa de la producción de arracacha en el Brasil

La arracacha se introdujo en el sur del Brasil a fines del siglo pasado, probablemente por el Caribe y, durante los últimos veinte años, se ha comenzado a cultivar a gran escala en los estados de Paraná, São Paulo, y Minas Gerais.

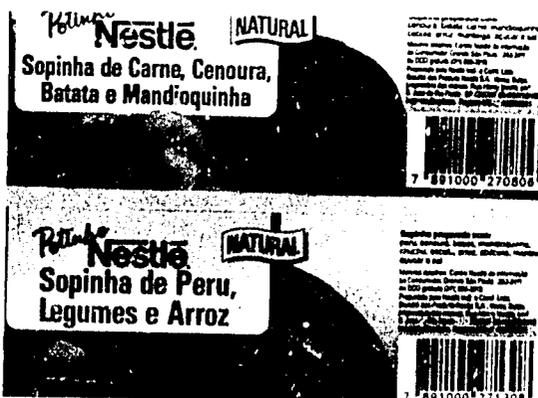
Arracacha (mandioquinha salsa) en el altiplano sur del Brasil

Área cultivada	ca. 4 000 ha
Promedio de área plantada por agricultor	- 0,5 ha
Latitud	20-25° S
Requerimientos ecológicos	600-1 100 m altitud ca. 1 000 mm precipitación suelos arenosos (marginales)
Rendimientos (ingratos mínimos)	10 t/ha
Precios al por menor (US\$/kg São Paulo, 1991)	arracacha \$ 2,1 papa \$ 0,7 batata \$ 0,3 peras (importadas) \$ 2,2

DIPOSITIVA 80—Información sobre la producción de la arracacha en el Brasil

Conocida en el Brasil como *mandioquinha-salsa* o *batata-baroa*, la arracacha se produce ahora aproximadamente en 4000 hectáreas de la meseta del sur en altitudes de 600 a 1100 metros. Así como en los Andes, típicamente la cultivan pequeños campesinos con un promedio de menos de una hectárea de tierra por campesino.

A los campesinos con pocos recursos les gusta la arracacha porque requiere tan sólo una fracción de los insumos que requiere la papa, y produce utilidades altas por inversión de mano de obra. Los precios de venta de la arracacha muestran que es una de las hortalizas más valoradas del Brasil. En marzo de 1991, la arracacha era tan cara como las peras importadas, aproximadamente 2 dólares por kilogramo. Por el precio de un kilogramo de arracacha se compraría tres de papas y siete de batata o camote. La arracacha es un raro caso de un cultivo de alto valor que puede ser cultivado por campesinos pobres.



DIPOSITIVA 81—Etiquetas Nestlé

Nestlé y otras compañías procesan las raíces de arracacha para producir una serie de fórmulas para bebés. Uno de los mayores obstáculos para la más amplia utilización de la arracacha en el procesamiento industrial es la falta de materias primas adecuadas y económicas.



DIPOSITIVA 82—Hombre con arracacha brasilera (São Paulo)

Toda la arracacha brasilera proviene de un clon amarillo. Tiene raíces reservantes un tanto pequeñas y su período reducido de almacenamiento y la duración del cultivo de casi un año se consideran como serias limitaciones. Existe un amplio consenso entre los campesinos e investigadores brasileiros en que la primera prioridad de investigación referente a la arracacha en el Brasil es ampliar la base genética del cultivo e identificar materiales más adecuados. Investigadores del Instituto de Agronomía de Campinas y de varias universidades que están investigando la arracacha, me han expresado su interés en obtener germoplasma de arracacha cultivada libre de virus así como especies silvestres de los Andes.



DIPOSITIVA 83—Científico del Cusco, Pedro Cruz, con *arracacha* sp. silvestre de Perú

Creo que podría haber un buen caso para que un centro internacional tome la iniciativa en esta investigación. ¿Quién mejor que CIP podría conseguir los fondos necesarios para la recolección y eliminación de virus del germoplasma, tal como esta especie silvestre de arracacha de la Ceja de Selva del Cusco? Aunque por el momento no haya ninguna necesidad aguda para un programa de fitomejoramiento de arracacha en los Andes, los programas nacionales en estos países se beneficiarían con la existencia de materiales limpios y con toda la información que se acumularía en el proceso.

Yacón

DIPOSITIVA 84—Sistemática del yacón

El nombre botánico del yacón es *Polymnia sonchifolia*, un miembro de la familia del girasol.

yacón
(jicama, aricama)

Polymnia sonchifolia Poeppig & Endler
Compositae



DIAPOSITIVA 85—La planta de yacón

La planta se encuentra por todos lados en los jardines de los valles cálidos y templados. Se encuentra hasta los 3200 metros de altitud, pero en este límite frecuentemente es dañada por las heladas. Los campesinos siempre tienen algunas plantas pero no les prestan mucho cuidado.



DIAPOSITIVA 86—Raíces de yacón (Yungas, Bolivia)

Las raíces de buena calidad por lo general pesan como medio kilogramo. La mayor parte de la materia seca que constituye 15-20% de la raíz está hecha de fructosa y oligo-sacáridos. Dependiendo del genotipo, hay también concentraciones diversas de inulina, un polisacárido compuesto principalmente de fructosa. El cuerpo humano no tiene ninguna enzima para hidrolizar la inulina, y por lo tanto esta pasa por el sistema digestivo sin ser metabolizada. Esto podría constituir un gran potencial para uso en dietas y para tratamiento de los diabéticos. Los científicos japoneses ahora están considerando convertir este cultivo en una fuente industrial de fructosa. Como su rendimiento es muy bueno, algún día podría convertirse en una planta azucarera de importancia global.



DIAPOSITIVA 87—Científico de Bolivia, David Morales, comiendo yacón

El potencial del yacón en su hábitat nativo por lo general no se ha tomado muy en cuenta. Campesinos sedientos de vez en cuando desentierran unas cuantas raíces para refrescarse. Las raíces de yacón son jugosas y tienen una textura quebradiza. Sin embargo, son insípidas. El yacón se vende en cantidades pequeñas a lo largo de los caminos y en los mercados rurales desde Colombia hasta el norte de Argentina. Aparentemente no tiene requerimientos específicos en cuanto a la longitud del día ya que ha producido raíces a latitudes del norte, como en Italia y Alemania.

Achira

achira

Canna edulis Ker-Gawler
Cannaceae

DIPOSITIVA 88—Sistemática de la achira

Otra especie poco conocida proveniente de los valles andinos cálidos es la achira. Su nombre botánico es *Canna edulis*. Estoy al tanto solamente de tres publicaciones internacionales sobre la achira.



DIPOSITIVA 89—Achira plantada simultáneamente con yacón en Bolivia

A veces se planta simultáneamente con yacón como en este valle irrigado cerca de Potosí, Bolivia.



DIPOSITIVA 30—Rizomas de achira

La parte económica de la planta es un rizoma almidonoso que tiene que ser hervido por lo menos 2 a 3 horas antes de comerlo. Generalmente se cuecen en hornos de campo y luego se transportan a los mercados. La achira solamente se consigue en ciertas épocas. Tradicionalmente se come durante el Corpus Christi.



DIAPOSITIVA 91--Rizomas horneados (Mercado del Cusco)

A esta comida la considero inferior, su apariencia no es atractiva y su sabor y textura son mediocres. Sin embargo, sus gránulos de almidón son muy grandes y se sedimentan en una suspensión en pocos minutos. En algunas partes de los Andes se han desarrollado industrias caseras para extraer almidón de achira. En el valle del río Magdalena, Colombia, este almidón se procesa para hacer ricas galletas, muy cotizadas y comercializadas bajo el nombre de achiras.

No sabía que se producía achira en Viet Nam hasta que el fitomejorador del CIP Enrique Chujoy me escribió lo siguiente: "Se calcula que aproximadamente 10,000 hectáreas están cultivadas con achira. La mayoría crece en zonas de cerros. He observado cultivos de una a dos hectáreas en el noroeste de Viet Nam; también se cultiva en las zonas montañosas de Viet Nam central. La achira se usa para hacer fideos por la alta calidad de su almidón. En Hanoi, se paga un buen precio por estos fideos".

Maca

DIAPOSITIVA 92—Sistemática de la maca

Finalmente, quisiera decir algunas palabras sobre la maca, que es una especie de raíz de la familia de las crucíferas, y que no tiene un área de cultivo mayor que 50 hectáreas, es decir, es un cultivo menor.

maca

Lepidium meyenii Walpers

($2n = 54, 6x?$)

Cruciferae



DIAPOSITIVA 93—Juan Tello, con plantas de maca

De Juan Tello he aprendido mucho sobre la maca. El es un estudiante de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con quien he estado colaborando durante los últimos dos años.



DIAPOSITIVA 94—Campo de maca a 4400 m de altitud (Junín, Perú)

La maca se cultiva en el límite superior de altitud para la agricultura. No hay ningún otro cultivo, con la excepción de las papas amargas, que tenga un rendimiento confiable a los 4400 m de altitud, como este lugar en una ladera del Lago Junín, un poco por debajo de la zona nevada.



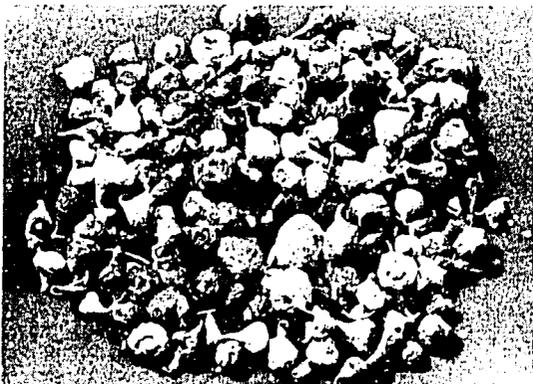
DIAPOSITIVA 95—Plantas jóvenes, vegetativas de maca

La maca es bianual. Se propaga por semillas. Durante el primer año la planta permanece vegetativa y produce...



DIAPOSITIVA 96—Variabilidad de la maca, en Junín, Perú

... una raíz que se asemeja al rabanito. Parte del producto se come en *huatias*, sin embargo la mayoría...



DIAPOSITIVA 97—Secada de maca en Junín

... se seca al aire. De esta manera se puede vender y almacenar durante varios años. Unas cuantas raíces frescas seleccionadas de maca se guardan después de la cosecha y se plantan...



DIAPOSITIVA 98—Planta generativa de Junín

... en la siguiente temporada, en lotes protegidos para producir plantas florecientes y cosechar semilla (sexual).



DIAPOSITIVA 99—Cápsulas de maca en farmacia de Lima, Perú (cortesía de C. Arbizu)

Además se dice que la maca posee propiedades que aumentan la fertilidad. La gente del altiplano debe haber estado al tanto de las tasas reducidas de fertilidad para humanos y animales en las alturas elevadas, y ciertamente ha buscado remedios.

Recientemente, se ha reactivado el interés por la maca, y por lo menos dos preparaciones de esta raíz se consiguen en las farmacias de Lima.



DIAPOSITIVA 100—Etiqueta de medicina de maca (cortesía de C. Arbizu)

Una receta dice lo siguiente: "Excelente suplemento alimenticio, mejora la capacidad física y mental, vigoriza las funciones de los órganos de la reproducción e incrementa la potencia del sistema inmunitario".

**Problemas = Dificultades =
Factores limitantes**

DIAPOSITIVA 101—Restricciones

Se habrán dado cuenta de que la información sobre raíces y tubérculos andinos es escasa y lo poco que hay asequible con frecuencia es muy especulativo. Muchos científicos nacionales han estado tratando una serie de problemas durante los últimos 20 años y sin embargo, nos falta la información más esencial sobre biología reproductiva, requerimientos ecológicos, diversidad genética, y factores que limitan una mayor utilización.

Los resultados de investigación sobre tubérculos andinos raramente se publican, o se encuentran sólo en publicaciones locales y poco diseminadas. Por ejemplo, unas 50 tesis se han escrito desde 1974 en la Universidad del Cusco sobre una amplia gama de temas de la oca. Sin embargo, esta información no está al alcance de otros investigadores de los Andes y en consecuencia muchos de los esfuerzos de investigación están siendo duplicados.

La falta de información adecuada impide identificar metas de investigación, y la necesidad de generar mayor conocimiento sobre los cultivos andinos de por sí constituye una alta prioridad. Sin embargo, son evidentes algunas áreas prometedoras de investigación. Por más marginales que sean los cultivos andinos en un contexto global, o aun regional, se trata de cultivos de gente pobre que proveen comida en ambientes marginales y les permiten a las poblaciones rurales diversificar una dieta monótona. Mas aún, constituyen importantes generadores de ingresos. Desde el punto de vista de las políticas de desarrollo parecería deseable fomentar el mayor uso de raíces y tubérculos andinos. Sin embargo, existen pruebas de que la importancia de los tubérculos andinos, con la posible excepción del ulluco y la arracacha, está decayendo. ¿Cuáles son las razones de ello y que se puede hacer para detener esta tendencia?

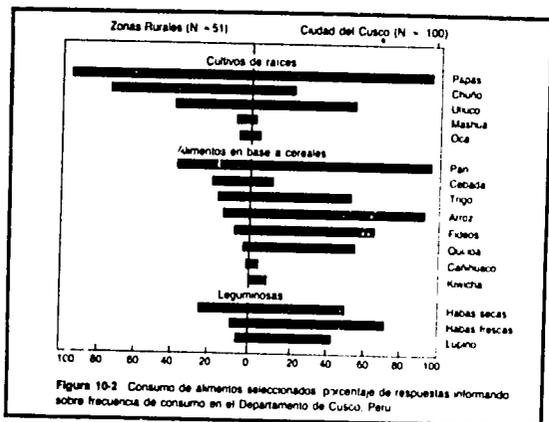
Tabla 10-3. Percepciones de los agricultores sobre los principales factores que limitan la producción de cultivos andinos en las dos comunidades del Departamento de Cusco, Perú (% de agricultores indicando cada factor)

	Quinoa ^a	Lupino ^b	Olluco ^c	Oca ^c	Mashua ^c
Bajo rendimiento	31	22	11	15	17
Escasez de buena tierra	21	38	48	32	26
Problemas climáticos	12	37	11	4	8
Escasez de semilla	7	-	4	8	17
Plagas y enfermedades	-	-	15	20	-
Problemas de almacenamiento	-	-	8	4	8
Otros problemas	-	4	4	16	28
Total	100	100	100	100	100

^aCereal; ^bLeguminosas; ^cCultivos de raíces
Fuente: Encuesta de fincas en Cusco, 1987.

DIAPOSITIVA 102—La percepción campesina de los factores limitantes

Información del Cusco, que he obtenido del informe anual de CIP de 1989, subraya la rusticidad de los tubérculos andinos. De acuerdo con la percepción de los campesinos, las plagas y las enfermedades y otros posible factores limitantes, son insignificantes.



DIAPPOSITIVA 103—Porcentaje de consumidores frecuentes

Información del mismo muestreo sugiere que la caída en la producción y uso de tubérculos andinos se relaciona con el alto consumo en los centros urbanos de comidas con base de cereal. Las causas de los cambios en los patrones de dieta son conocidas: los subsidios al trigo tanto en los países productores como en los importadores, así como la creciente demanda por parte de los residentes urbanos de comidas procesadas, especialmente a medida que suben sus ingresos.

La inversión de este patrón está más allá del alcance de esta investigación. Soy escéptico sobre si las mejoras técnicas pueden aumentar significativamente la competitividad de los tubérculos andinos.

Prioridades de investigación

DIAPPOSITIVA 104—Prioridades

Sin embargo, sugeriría que en lugar de reforzar los patrones convencionales de uso, se deberían identificar nuevas formas de utilizar las raíces y los tubérculos andinos. He dado varios ejemplos de casos en que esto ya ha ocurrido: la elaboración de almidón a partir de la oca y la achira, el procesamiento de arracacha para hacer comida para bebés, el yacón como nueva fuente de fructosa e hidratos de carbono. Si la achira ha podido convertirse en una materia prima preferida para la elaboración de fideos en Viet Nam, ¿no podría jugar el mismo rol en su país natal, el Perú? Los nuevos usos ciertamente incrementarían la demanda por cultivos andinos y les brindarían perspectivas y trabajo a los pobladores rurales.

Número aproximado de entradas de germoplasma de raíces y tubérculos andinos en los programas nacionales (1990)

	COL	ECU	PER	BOL	ARG	CHL	Σ
ulluco	-	180	515	30	?	-	725
oca	-	90	1 184	-	?	4	1 274
mashua	-	70	259	-	?	-	329
arracacha	?	45	123	-	-	-	168
yacón	-	3	39	-	-	-	42
Σ	-	388	2 120	30	-	-	2 538

DIAPPOSITIVA 105—Tubérculos andinos en Programas Nacionales

Es un drama que gran parte de la diversidad de los cultivos andinos se está perdiendo sin reconocerse jamás su potencial económico. Algunos programas nacionales comenzaron colecciones de germoplasma hace muchos años, pero gran parte de su material se ha perdido y las colecciones actuales carecen de una buena representatividad geográfica, están muy duplicadas, y no incluyen las especies silvestres.

El CIP, por lo tanto, ha comenzado un proyecto especial para ayudar a consolidar los esfuerzos de los Programas Nacionales y para mantener bajo condiciones seguras muestras base de germoplasma de tubérculos andinos. En mi opinión, el CIP debería evitar la acumulación de grandes cantidades de material genético.

Estructura hipotética de una colección ideal de germoplasma de raíces y tubérculos andinos

	VEN	COL	ECU	PER	BOL	ARG	CHL	Total
ulluco	5	15	20	20	10	5	5	80
oca	5	15	10	100	30	20	10	190
mashea	5	15	10	30	30	10	5	105
arracacha	20	20	20	20	20	-	-	100
yacón	-	5	5	10	10	10	5	45
achira	-	10	5	10	5	-	-	30
maca	-	-	-	10	-	-	-	10
Total	35	80	70	200	105	45	25	560

DIAPOSITIVA 106—Estructura de una colección ideal de germoplasma de raíces y tubérculos andinos

Una colección ideal del CIP podría tener las siguientes características: el número total de entradas para seis especies se restringiría a unos 600 clones distintos para mantener la colección de un tamaño manejable, permitiendo así una caracterización adecuada y la eliminación de los virus. La estructura y el tamaño final, por supuesto, estarían sujetos a modificaciones a medida que va surgiendo un mayor entendimiento de la diversidad en estas especies. Con la evidencia combinada de datos morfológicos, isoenzimáticos, y geográficos, se escogerían los clones que comprendan la mayor parte de la diversidad existente. La lógica detrás de este método es concentrar todos los esfuerzos de investigación en los materiales más interesantes desde un punto de vista económico y biológico. Es claro que para lograr este objetivo, se dio énfasis desde el comienzo del proyecto a la eliminación de duplicados.

Si este proyecto va a tener un impacto sobre el uso de las raíces y los tubérculos andinos es algo que dependerá mayormente de con qué rapidez pueda el CIP producir materiales, libres de virus, cuyo valor económico se pondrá a prueba. Estamos trabajando con los virus del ulluco, la oca y la arracacha en nuestro departamento de virología, y se están haciendo intentos iniciales para limpiar el germoplasma del ulluco. Espero que podamos lanzar los primeros clones libres de virus de aquí a dos años.

DIAPOSITIVA 107—Perspectivas

Espero haber podido mostrar que las raíces y los tubérculos andinos son un recurso olvidado por la ciencia y que merecen mayor atención en las investigaciones.

El cultivo de la arracacha en el Brasil, de la achira en Viet Nam, y de la oca en Nueva Zelanda, demuestra que hay un interés agrícola por estos cultivos andinos de raíces, mayor que lo reconocido anteriormente. La colección de germoplasma del CIP representará un recurso valioso para apoyar programas de introducción de cultivos. Inevitablemente sufriremos fracasos y desilusiones, pero tal vez tengamos la oportunidad de ver como uno o dos de los llamados cultivos "menores" andinos se convierten en cultivos principales. No debemos olvidar que muchas plantas cultivadas han pasado de la obscuridad a la celebridad. La papa es uno de ellos. Muchas gracias.

Perspectivas

Agradecimientos

En la preparación de este seminario, numerosos investigadores de Programas Nacionales de los países andinos generosamente han compartido conmigo información y materiales. Estoy especialmente agradecido al Dr. Carlos Arbizu (Universidad de Ayacucho, Perú), Ing. Pedro Cruz (Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos, Cusco, Perú), Raúl Castillo (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador), Ing. Juan Tello (Universidad Nacional Agraria, La Molina, Perú), y al Ing. David Morales (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, La Paz, Bolivia).