

## Capítulo VIII

# Almacenamiento

Alberto Tupac Yupanqui<sup>1</sup>

---

### La problemática del almacenamiento del ulluco

La comunidad campesina de La Libertad, localizada en el distrito de Heroínas Toledo, provincia de Concepción, departamento de Junín, Perú, está ubicada a 3600 m de altitud. En esta zona, el ulluco se ha adaptado muy bien y su cultivo se ha desarrollado con fines comerciales favorecido por su cercanía al gran mercado de Lima, del cual se encuentra tan sólo a seis horas de viaje.

El ulluco es sembrado en los campos donde se sembró la papa el año anterior y no es raro ver que en determinada campaña la superficie cultivada de ulluco es similar a la de la papa. En La Libertad, el ciclo productivo de una determinada parcela empieza con la roturación del terreno para la siembra de la papa sea esta blanca mejorada o una variedad nativa. Al segundo año se siembra el ulluco. En un tercer año se siembra a veces papa cv. María Huanca (resistente al nematodo del quiste) o simplemente avena para forraje. Luego de tres años se deja el terreno en descanso, por uno o dos años. El ulluco se cultiva totalmente bajo el régimen de secano. La época de siembra empieza en mayo, se acentúa en junio y julio y disminuye en agosto y septiembre. La época de cosecha empieza en marzo y abril, se acentúa entre mayo y julio y sólo algunos campos se cosechan entre agosto y septiembre.

Este patrón de siembras y cosechas se presenta principalmente en toda la sierra del Perú con las mayores cosechas en los meses de mayo, junio y julio (Cuadro 1) y como consecuencia se produce un exceso de ulluco en los mercados lo que conlleva la baja del precio en estos meses (Cuadro 2).

En la zona de producción de La Libertad, entre mayo y agosto, en los últimos nueve años, se ha observado que el precio en chacra fluctúa entre S/ 0.15 y S/ 0.30 por kg. En los Cuadros 1 y 2 también se nota que hay escasez de ulluco entre los meses de septiembre a diciembre con la notoria subida de los precios los cuales fluctúan entre S/ 0.48 y S/ 1.34 por kg. Recién a partir del mes de enero hay una buena producción de ulluco en las partes altas de los valles de la vertiente oriental de los Andes especialmente en Huánuco (Chaglia y Panao) y Junín (Comas).

Frente a este panorama se ha pensado que una buena parte de esta producción estacional del ulluco en La Libertad se podría almacenar en almacenes rústicos en las casas de los agricultores, con una tecnología alternativa asequible a ellos.

### Factores de pérdidas durante el almacenamiento

#### Factores físicos

Se incluyen las pérdidas debidas a lesiones mecánicas ocasionadas no solamente en la cosecha sino en todo el proceso desde el campo hasta el mismo almacén. Estas lesiones muchas veces pasan inadvertidas en el proceso de selección y constituyen una puerta de ingreso a las enfermedades así como también en una vía de pérdida de agua y por tanto de peso.

#### Factores fisiológicos

Debido a que los tubérculos de ulluco son órganos vivos, durante el almacenamiento se produce la pérdida de agua por deshidratación, evaporación,

---

<sup>1</sup> Ing. Agrónomo, Ph.D., Consultor, Especialista en Cultivos Andinos. E-mail: [atupac@terra.com.pe](mailto:atupac@terra.com.pe)  
Director "Instituto Vida en los Andes" (IVIANDES). Jr. Tarapacá 870, Huancayo, Perú.

**Cuadro 1.** Producción mensual de ulluco (t) en Junín, Huánuco y Huancavelica, principales abastecedores al Mercado Mayorista de Lima, Perú

	Producción mensual de ulluco (t)							
	1998				1999			
	Junín	Huánuco	Huancav.	Total	Junín	Huánuco	Huancav.	Total
<b>Enero</b>	1,304	2,957	—	4,261	543	3,111	—	3,654
<b>Febrero</b>	1,543	573	—	2,086	1,056	3,116	—	4,172
<b>Marzo</b>	3,552	569	645	4,766	1,566	796	—	2,362
<b>Abril</b>	2,840	790	3,880	7,510	1,585	1,463	1,973	5,021
<b>Mayo</b>	4,929	4,766	6,665	16,360	6,466	4,987	5,504	16,957
<b>Junio</b>	2,838	4,972	225	8,035	6,134	4,749	2,001	12,884
<b>Julio</b>	913	906	—	1,819	4,613	1,886	—	6,499
<b>Agosto</b>	274	103	—	377	1,310	169	—	1,479
<b>Setiembre</b>	—	—	—	—	406	98	—	504
<b>Octubre</b>	—	8	—	8	—	57	—	57
<b>Noviembre</b>	—	—	—	—	—	51	—	51
<b>Diciembre</b>	—	1310	—	1310	—	699	—	669
<b>Anual</b>	18,193	16,954	11,415	46,562	23,859	21,182	9,478	54,519

Fuente: Dirección General de Información Agraria, 2002.

**Cuadro 2.** Precio promedio mensual al por mayor en el Mercado Mayorista de Lima

Mes	Precio por kg en Nuevos Soles					
	1996	1997	1998	1999	2000	Prom.
<b>Enero</b>	1.13	0.65	1.08	1.25	0.90	<b>1.00</b>
<b>Febrero</b>	0.94	0.51	0.90	1.04	0.72	<b>0.82</b>
<b>Marzo</b>	0.72	0.44	0.92	0.73	0.56	<b>0.67</b>
<b>Abril</b>	0.48	0.47	0.66	0.50	0.46	<b>0.51</b>
<b>Mayo</b>	0.45	0.50	0.64	0.45	0.45	<b>0.49</b>
<b>Junio</b>	0.58	0.61	0.59	0.42	0.53	<b>0.54</b>
<b>Julio</b>	0.58	0.61	0.61	0.41	0.61	<b>0.56</b>
<b>Agosto</b>	0.59	0.75	0.63	0.47	0.84	<b>0.65</b>
<b>Setiembre</b>	0.64	0.79	0.63	0.48	0.95	<b>0.69</b>
<b>Octubre</b>	0.74	1.08	0.68	0.48	1.15	<b>0.82</b>
<b>Noviembre</b>	0.91	1.24	0.89	0.66	1.15	<b>0.97</b>
<b>Diciembre</b>	1.00	1.34	1.32	0.76	1.04	<b>1.09</b>

Fuente: Dirección General de Información Agraria.

respiración, brotamiento y formación de cavidades dentro de los tubérculos. El monto de éstas pérdidas dependerá del ambiente del almacén y será mayor en los tubérculos dañados y enfermos que en los tubérculos sanos.

### Deshidratación

Los tubérculos de ulluco tienen entre 80 y 85 % de agua al momento de la cosecha y son muy susceptibles

de perder agua cuando son almacenados en ambientes con baja humedad relativa como en La Libertad en donde oscila entre 55 a 65 %. Toda el agua que pierdan los tubérculos significará una disminución de las utilidades ya que estos son vendidos por peso. Esta cantidad de agua perdida aumenta considerablemente si los tubérculos son dejados o almacenados sin ser cubiertos y se hace más evidente en los tubérculos que no han completado su maduración en el campo y más aún en los dañados.

### Respiración

Los tubérculos de ulluco siguen respirando durante el almacenamiento y por lo tanto puede ocurrir pérdida de materia seca. El efecto más importante de la respiración de los ullucos es el incremento de la temperatura que puede influenciar sobre la del entorno de los tubérculos. El calor producido no debe concentrarse en los tubérculos almacenados porque estimula la aparición y el desarrollo de enfermedades. Debido a este calor de respiración es importante tener en los almacenes falsos pisos y cubiertas sobre los tubérculos (capas de hojas de eucalipto) no muy gruesas para que el aire circulante remueva el calor acumulado. Cuando la cobertura de los tubérculos es muy gruesa el calor no se remueve fácilmente y se produce una condensación que aumenta significativamente la humedad relativa entre los tubérculos y esto estimula al desarrollo de las enfermedades. El calor de respiración puede ser influenciado por la temperatura del medio y

del almacén. Es importante por eso almacenar los ullucos en lugares fríos, sobre los 3500 m de altitud.

### **Brotamiento**

Los tubérculos de ulluco cuando son cosechados entre abril y junio están en periodo de reposo, es decir sin brotes. Cuando termina el periodo de reposo, los tubérculos empiezan a brotar. Los ullucos brotados aumentan sus pérdidas por respiración y evaporación. Los ullucos cosechados en mayo y almacenados en la primera semana de junio empiezan a brotar la primera quincena de agosto (en promedio a los dos meses y medio) y una vez que empiezan a brotar el crecimiento de los brotes es muy vigoroso pudiendo los brotes llegar a medir entre 30 a 40 cm en noviembre.

En ocasiones se ha evaluado hasta un 10 % de pérdidas por brotamiento (peso de los brotes removidos comparado con el peso inicial) y esto puede significar una pérdida total de hasta 50 %. Igualmente los ullucos que no se cosecharon oportunamente y son dejados en el campo empiezan a brotar y al momento de la cosecha los agricultores se ven obligados a desbrotarlos antes de venderlos significándoles esto una pérdida de peso. Además, muchos de los tubérculos brotados presentan cavidades que disminuyen su calidad y precio de venta.

### **Formación de cavidades**

Los tubérculos de ulluco que han estado almacenados por largos periodos comienzan a formar cavidades en su interior las que se van expandiendo progresivamente; el brotamiento favorece la formación de estas cavidades. Cuando los agricultores venden sus ullucos almacenados en octubre y noviembre, el parámetro principal que los mayoristas usan para fijar los precios de compra es la presencia de cavidades o "ulluco hueco" y el precio disminuye significativamente comparado con los ullucos sin cavidades.

### **Factores bióticos**

#### **Infestación por el gorgojo del ulluco y otros insectos**

Las larvas del gorgojo del ulluco *Amathynetoides nitidiventris* Hustache (Coleóptera, Curculionidae), causan picaduras en los tubérculos especialmente en los estados tardíos del cultivo. Estas picaduras pueden ser muy chicas o grandes; y a pesar que en el proceso de selección se trata de eliminar aquellos tubérculos con heridas siempre hay tubérculos con heridas chicas que no se pueden eliminar a simple vista.

Como quiera que el ambiente del almacén es de alta humedad, por el uso de las barreras de madera y las

cubiertas de eucalipto, se puede apreciar que muchas pudriciones se originan a partir de estas lesiones dejadas por las larvas del gorgojo. Cuando el ulluco tiene enfermedades en forma de manchas en las lesiones dejadas por el gorgojo su valor comercial baja considerablemente.

Los gusanos de tierra también producen lesiones en los tubérculos, pero son más fáciles de detectar en la selección. Los tubérculos que son almacenados con lesiones causadas por estos gusanos también tienden a pudrirse (Alcázar *et al.*, 2003).

Para mayores detalles sobre el gorgojo del ulluco y gusanos de tierra consultar a Alcázar *et al.*, 2003, en el Capítulo V de esta publicación.

### **Pudrición**

Las pudriciones durante el almacenamiento pueden constituirse como un factor decisivo en las pérdidas especialmente cuando se ha almacenado tubérculos con lesiones de gorgojo. Existen muchas enfermedades que se desarrollan en el almacén. Para mayores detalles sobre enfermedades del ulluco durante el almacenamiento, consultar el Capítulo IV (Ames, 2003) de esta publicación.

### **Roedores**

Algunos roedores y especialmente las ratas (*Rattus spp.*) pueden constituirse por su voracidad en un severo factor de pérdidas durante el almacenamiento. Las ratas rompen fácilmente los costales de mallas y comen los ullucos dejando los desechos, juntamente con sus orines, sobre otros ullucos, favoreciendo las pudriciones de los tubérculos. Las ratas también pueden formar sus nidos entre los tubérculos. En experimentos conducidos en cajones de 50 kg se observó que pueden causar hasta un 100 % de pérdidas. El ataque de las ratas se vuelve más severo cuando en la casa donde se almacena la cosecha no es habitada a diario por sus dueños.

### **Almacenes tradicionales**

La mayor parte de los agricultores en La Libertad atrasa sus cosechas, es decir que cuando las plantas ya han madurado y el ulluco está apto para ser cosechado es mantenido en el campo por dos o tres meses. El mantener a los tubérculos en el campo obedece a dos razones: una porque el agricultor debido a su falta de mano de obra tiene que escalonar sus cosechas y la otra porque está a la espera de mejores precios (Chávez, 1993).

La desventaja de este sistema de trabajo es que no se cortan los ciclos de vida de los insectos y estos siguen actuando y causando daños a los tubérculos. Se ha observado en La Libertad y otras zonas que de las cosechas postergadas hasta octubre se tiene que descartar casi la mitad de los tubérculos por no estar sanos y presentar cavidades. Debido al gorgojo del ulluco y a la presencia de gusanos de tierra en La Libertad, la práctica de dejar el ulluco en el campo es cada vez menos utilizada. Algunos agricultores acostumbran aplicar altas dosis de insecticidas en las plantas ya maduras a fin de controlar a los insectos y lograr que los tubérculos puedan permanecer en el suelo hasta octubre.

Por otra parte, hay agricultores que cosechan sus ullucos en junio y julio y los almacenan de manera tradicional bajo dos modalidades:

### **Montones o trojas**

En un rincón del cuarto se colocan los tubérculos seleccionados sobre una capa de eucalipto. (Figuras 1 y 2). Generalmente los ullucos no son cubiertos y son almacenados hasta que empiecen a brotar (agosto). Ocasionalmente los tubérculos son almacenados por más tiempo (hasta octubre y noviembre). En este tiempo ya han brotado profusamente y tienen que ser desbrotados para ser vendidos y presentan un gran porcentaje de tubérculos con cavidades lo que reduce significativamente su valor comercial. Si los tubérculos son almacenados de junio a noviembre, la pérdida total puede incrementarse de 20 % a 45 % y aún hasta 80 % cuando se compara el peso del ulluco apto para venderse al final del almacenamiento con el peso inicial al momento de almacenarse.

### **En sacos**

Los ullucos son colocados en sacos y luego almacenados en los cuartos o almacenes esperando a que los precios suban. En esta modalidad los tubérculos se almacenan por tres a cuatro meses hasta que empiezan a brotar. (Figura 3)

## **Tecnología del almacenamiento alternativo (mejorado)**

### **Almacenes**

Los almacenes de ulluco son los mismos que son usados por los agricultores como almacenes de papas.

Los almacenes deben estar ubicados en lugares sobre los 3,500 m de altitud. Esto nos va a permitir que las temperaturas del medio ambiente sean más bajas y por



**Figura 1.** Almacenes tradicionales de ulluco, en montón o troja sobre el suelo. Estado de conservación muy precario pues los tubérculos están muy brotados.



**Figura 2.** Estado de los tubérculos de ulluco almacenados de junio a noviembre (6 meses) en los almacenes tradicionales. El estado de los tubérculos es pésimo.



**Figura 3.** Almacenamiento de ulluco en sacos. Este método puede ser aceptable hasta que los tubérculos empiezan a brotar.

tanto los almacenes tendrán temperaturas adecuadas para el almacenamiento del ulluco. En La Libertad la temperatura mínima promedio dentro de los almacenes, durante los meses de junio a octubre, fluctúa entre los 3.9°C y 6.3°C y la temperatura máxima promedio fluctúa entre 14.6° y 16.2 °C con temperaturas absolutas promedio entre 9.9°C y 10.6°C. (Cuadro 3).

Estos almacenes no tienen ventanas y son construidos al igual que toda la casa con paredes de tapias (bodoques de tierra) y en algunos casos de adobe. Las paredes de los almacenes no tienen revestimiento interior ni exterior. Los cuartos utilizados como almacenes están ubicados en el primer piso y encima de ellos hay otros que son utilizados con diversos fines. Los cuartos tienen cielo raso de madera corriente y el piso es de tierra afirmada.

Las dimensiones de los cuartos usados como almacén generalmente son de 4 m de largo por 4 m de ancho. Dentro de estos cuartos o almacenes se han diseñado las estructuras de almacenamiento.

Durante los estudios para el desarrollo de la tecnología de almacenamiento de ulluco se han usado cajones de almacenamiento de 50 y 500 kg (Tupac Yupanqui, 1995, 1997, 1999, Programa Colaborativo Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos, 1995; 1996). Luego con la participación de los agricultores de La Libertad se desarrolló estructuras de almacenamiento para 3000 kg de ulluco las cuales han estado siendo usadas con buena aceptación de los agricultores (Tupac Yupanqui, 2001; Programa Colaborativo Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos, 1999).

### Estructuras de almacenamiento para 3000 kg

Dentro de los almacenes se construyen las estructuras de almacenamiento que tienen 4 m de largo, 1.5 m de ancho y 1 m de altura. Cada estructura de almacenamiento tiene un área de almacenamiento de 6 m<sup>2</sup>. Por cada m<sup>2</sup> se deben almacenar hasta 500 kg a una altura de 1 m. Es decir que usando mallas se puede almacenar solo 500 kg por metro cúbico de almacén. Si almacenamos al granel, por cada metro cúbico de almacén se pueden almacenar entre 600 y 700 kg de ulluco. Por tanto, si usamos esta tecnología de almacenamiento en mallas, en cada estructura de almacenamiento de 6 m<sup>2</sup> de superficie se pueden almacenar hasta 3000 kg de ulluco (Figura 4).

Los materiales para construir una estructura de almacenamiento de 6 m<sup>2</sup> son:



Figura 4. Almacén mejorado terminado con cuatro capas de sacos de malla conteniendo tubérculos de ulluco.

**Cuadro 3.** Temperatura (°C) mínima y máxima promedio mensual en los almacenes de tubérculos de ulluco para consumo en La Libertad, 3600 m de altitud. 1999

Mes	Temperatura (°C) en almacenes de agricultores <sup>1</sup>											
	1		2		3		4		5		6	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>Junio</b>	6.0	14.0	4.0	16.0	6.0	15.0	5.0	15.0	5.0	15.0	3.0	16.0
<b>Julio</b>	4.7	13.7	4.0	13.0	4.8	13.9	4.5	13.5	3.7	14.3	1.3	14.3
<b>Agosto</b>	5.3	14.5	4.1	14.0	5.1	14.7	4.8	14.2	4.8	14.5	4.3	5.3
<b>Septiem</b>	7.6	15.8	6.8	15.0	7.8	15.2	6.8	15.2	5.4	14.6	4.2	17.4
<b>Octubre</b>	7.8	15.9	7.2	16.0	7.3	15.7	7.3	16.0	7.3	16.0	7.3	15.2
<b>Prom.</b>	6.3	14.6	5.2	14.8	6.3	14.9	5.7	14.8	5.2	14.7	3.9	16.2

<sup>1</sup> Cada valor es el promedio mensual de dos lecturas semanales en cada almacén con termómetros de máxima y mínima.

- (a) Seis palos de eucalipto de 1.5 m de largo y de 12 cm de diámetro
- (b) Cinco palos de eucalipto de 1.5 m de largo y de 10 cm de diámetro
- (c) 38 listones de eucalipto de 3 m de largo x 2.5 cm x 5 cm
- (d) 12 cortezas de eucalipto (doble cara) de 2.20 m
- (e) Medio kg de clavos de 10 cm
- (f) Medio kg de clavos de 5 cm

Los seis palos (a) son unidos de dos en dos con un palo (b) a la altura de 0.3 m. Estas 3 uniones se colocan sobre el suelo, dos a los extremos del almacén y una en el medio. Sobre los palos (b) que unen a los palos (a) se colocan los listones (C) a la altura de 0.3 m. Los listones se colocan uno a uno a lado de los demás dejando 1 cm entre ellos. Estos listones constituyen el piso del almacén sobre el cual van a ir las mallas con los ullucos y debajo del cual se ha formado un falso piso de 0.3 m.

Las 12 cortezas de eucalipto van a ser utilizadas como "puertas" y son colocadas de seis en seis, una sobre otras, conforme se va llenando el almacén con las mallas de ulluco.

## Manejo de precosecha

### Cultivar

En la provincia de Concepción, los cultivares más comerciales de ulluco son aquellos de forma alargada y de color amarillo. Se distinguen "Jaspeado" o "Tarmeña" ocasionalmente llamado como "Picado de pulga", Canario, Huanuqueña y además el cv. Zanahoria que es de color anaranjado. De todos estos cultivares, Jaspeado o Tarmeña es el más rústico en el campo y también el más apto para el almacenamiento por tener menos pudriciones y brotar un poco más tarde que las demás variedades. El cv. Zanahoria es el menos aparente para el almacenamiento por tener mayor contenido de agua y por sufrir mayores pudriciones con más facilidad en el almacén.

En los últimos años en las partes altas, sobre los 3500 m de altitud, se ha notado una tendencia a usar cultivares más precoces que el Jaspeado o Tarmeña tales como Huanuqueña y Canario con la finalidad de poder cosechar entre marzo y abril. En lugares un poco más bajos, entre 2700 y 3000 msnm, en Huánuco y Comas hay una gran expansión del cv. Zanahoria con el objeto de ser cosechado entre diciembre y febrero cuando no sale el ulluco de las partes altas.

## Elección del campo

El sistema de producción en La Libertad comienza con el cultivo de la papa sea ésta blanca mejorada o nativa. En el segundo año se siembra ulluco en el mismo campo. En el tercer año a veces se vuelve a sembrar ulluco, pero mayormente se siembra avena forrajera. Para fines de almacenamiento no es recomendable almacenar tubérculos de campos donde se ha sembrado ulluco por segunda vez pues estos generalmente tienen mayores índices de infestación de gorgojo. Tampoco es recomendable almacenar tubérculos de ulluco provenientes de campos muy húmedos. Estos campos podrían producir tubérculos más grandes, pero no son los más aptos para ser almacenados por su mayor contenido de agua y por ello más susceptibles a sufrir pudriciones durante el almacenamiento.

Se recomienda que de los tres o cuatro campos de ulluco que el agricultor cultiva, él debe escoger el mejor campo por sus características de sanidad y humedad para que estos ullucos sean almacenados. En lo posible en este campo deben realizarse las labores culturales con mayor esmero que en los otros campos destinados para cosecha y venta inmediata.

## Labores culturales

Si bien todas las labores culturales en el cultivo del ulluco son muy importantes para tener una mayor productividad, algunas de ellas van a estar directamente relacionadas a mejorar la calidad de almacenamiento.

**Control de malezas.** Se ha observado que aquellos campos donde no hubo un buen control de las malezas hay una mayor población de gorgojos y gusanos de tierra. Hay agricultores que realizan hasta 2 deshierbos antes del aporque lo cual es muy adecuado para reducir las infestaciones.

**Aporque.** Un buen aporque favorece un mayor crecimiento de los ullucos además que disminuye el porcentaje de tubérculos verdeados a la cosecha. En La Libertad se practica un sólo aporque en el cultivo del ulluco. Un buen aporque también sirve para proteger a los tubérculos de infestaciones posteriores de gusanos de tierra.

## Control del gorgojo del ulluco y otros insectos.

De las labores culturales, la más importante es el control del gorgojo del ulluco y de los gusanos de tierra. En cuanto al gorgojo del ulluco, en La Libertad se conoce que hay zonas con diferentes grados de infestación. Los agricultores aplican insecticidas para su control siendo el más común el Furadán 4F que es aplicado entre 1 a 3 veces por campaña. Se ha observado también que con

2 aplicaciones de ceniza al cuello de la planta se puede disminuir la infestación del gorgojo. (Alcázar *et al.*, 2003)

## Manejo poscosecha

### Cosecha

La operación de cosecha del ulluco en La Libertad es hecha a mano que se considera como la labor más costosa del proceso de producción. Una persona puede cosechar a lo sumo dos sacos de ulluco por jornal mientras que con papa puede cosechar hasta cuatro sacos por jornal debido al mayor tamaño de los tubérculos de papa en comparación con los del ulluco.

La cosecha con fines de almacenamiento se realiza cuando las plantas hayan alcanzado su máxima madurez y estén totalmente secas. Esto nos da la seguridad de que los tubérculos estén con la cáscara bien suberizada. Cuando el ulluco es sembrado tardíamente, en agosto y septiembre, las plantas todavía están verdes en abril-mayo y son muertas por las heladas antes que hayan completado su total desarrollo. Se ha observado que los tubérculos almacenados provenientes de estas plantas verdes se deshidratan y arrugan con mayor facilidad que los tubérculos provenientes de las plantas maduras.

La cosecha debe realizarse después de varios días sin lluvias, lo que nos permite que los tubérculos cosechados estén limpios, sin barro y sean más fáciles de seleccionar.

La cosecha debe hacerse con cuidado y sin causar daños físicos. Lo recomendable es escarbar con el pico alrededor de la mata y luego de voltear ésta con las manos, sacar los tubérculos y eliminar la tierra que llevan adherida.

Se acostumbra hacer una selección muy rápida en el mismo campo, al momento de la cosecha, desechando los tubérculos con pudriciones muy evidentes. A veces los agricultores dejan en el campo los ullucos muy chicos. Los tubérculos cosechados son colocados en sacos y se recomienda que estos sacos deben estar bajo sombra y no a pleno sol durante la cosecha y el traslado a las casas donde serán almacenados.

El traslado de los sacos con ulluco, del campo a la casa, debe hacerse con cuidado para no ocasionar daños físicos a los tubérculos.

Igualmente los sacos con ulluco deben ser colocados bajo sombra hasta el momento de empezar la selección.



Figura 5. Selección de tubérculos de ulluco antes del almacenamiento.

### Selección

La selección es la fase más importante en el proceso de almacenamiento. Los dos criterios más importantes en la selección del ulluco son el tamaño y la calidad sanitaria de los tubérculos.

De la intensidad y calidad de la selección en el aspecto sanitario dependerá un buen proceso de almacenamiento. Una selección deficiente realizada por gente inexperta y apresurada nos incrementará las pérdidas durante el almacenamiento.

Habitualmente los agricultores realizan una selección ligera antes del lavado y venta inmediata (Figura 5), pero para fines de almacenarlos la selección debe ser mucho más rigurosa.

En general, durante el proceso de selección se deben descartar los tubérculos que han perdido su valor comercial por diferentes causas y aquellos que potencialmente presentan síntomas incipientes de pudrición. Estos tubérculos pueden presentar las siguientes características:

- Los tubérculos cortados y con heridas por daño físico, son los que fácilmente sufren pudrición y/o deshidratación en el almacén.
- Los tubérculos dañados o picados por el gorgojo del ulluco pueden alcanzar diferentes intensidades y todos aquellos dañados, aunque sean insignificantes, deben ser descartados.
- Tubérculos que tienen pudriciones que generalmente provienen del campo, aunque sean incipientes deben ser descartados.
- Los tubérculos dañados por gusanos de tierra pierden su calidad comercial y son rechazados por los compradores.

- Cuando se deja el ulluco sin cosechar hasta junio y julio, algunos tubérculos se congelan por las heladas y luego se pudren en el almacén.
- En terrenos húmedos los tubérculos que han sido dejados por algún tiempo sin cosechar, desarrollan una doble cáscara de color marrón llamada "piel de sapo", perdiendo su valor comercial.
- Aquellos tubérculos inmaduros cosechados de plantas no maduras igualmente deben ser descartados.
- Tubérculos que se han verdeado en el campo debido a un mal aporque pierden su valor comercial
- Tubérculos deformes son fáciles de romperse, sufrir heridas y posterior pudrición, pierden su valor comercial.
- Los tubérculos dañados por roedores, no tienen valor comercial.

Los tubérculos dañados descritos anteriormente deben ser descartados antes del almacenamiento. Aquellos con lesiones o daños del gorgojo son los más problemáticos, pues estas lesiones son tan pequeñas que no son fáciles de detectar en el momento de la selección. Por ello es muy importante tener un plan de control eficiente del gorgojo en el campo.

En el Cuadro 4 se notan las diferencias entre lotes de tubérculos provenientes de campos donde se realizó un buen control del gorgojo y otros lotes en los cuales el control no fue óptimo y donde se registró hasta 22 % de tubérculos con picaduras de gorgojo. Aquellos lotes

que registran un mayor porcentaje de tubérculos con lesiones por el gorgojo tienen un menor porcentaje de tubérculos comerciales aptos para el almacenamiento.

En el Cuadro 5 se observa la influencia de la cantidad de tubérculos con daños del gorgojo que están ingresando en el almacén sobre el porcentaje de daños durante el periodo de almacenamiento. Cuanto más tubérculos con lesiones ingresen al almacén, mayores serán los daños y las pérdidas y menor la utilidad percibida.

### Acondicionamiento

Esta fase también es muy importante en el almacenamiento del ulluco. Los tubérculos seleccionados deben ser colocados en costales y estos en los cuartos oscuros por ocho a 10 días. Los costales deben estar abiertos y unos al lado de los otros sin superponerse entre ellos (Figura 6). Este periodo de transición nos permite detectar aquellos tubérculos picados o con pudriciones incipientes que no han sido detectados en el proceso de selección. Después de este periodo se espera que las pudriciones sean más evidentes y sean más fáciles de detectarlos antes del almacenamiento.

Esta práctica se está recomendando a los agricultores que deseen almacenar ulluco.

### Colocación de tubérculos en sacos de malla

Una vez que los tubérculos hayan estado en los costales por ocho a 10 días y en cuartos oscuros, se procede a vaciar los sacos y realizar una segunda selección muy rápida eliminando aquellos no aptos para ser almacenados siendo los sanos trasladados a sacos de malla. Hay diversos tipos de sacos de malla, desde aquellas con marca, de tamaño uniforme, más finos, aunque

**Cuadro 4.** Porcentaje de ulluco comercial y no comercial provenientes de cosechas de cinco agricultores en la Comunidad de La Libertad. Mayo, 1998

Agricultor	% Ulluco						
	No Comercial				Comercial		Total Vendible o Almacenable <sup>3</sup>
	Podridos	Picados <sup>1,2</sup>	Menudos	Semilla	1 <sup>a</sup>	2 <sup>da</sup>	
1	3	22 a	12 a <sup>2</sup>	11	29	23	52 c <sup>2</sup>
2	2	13 b	13 a	14	38	20	58 c
3	2	10 c	13 a	15	44	16	60 b
4	1	9 c	13 a	12	45	20	65 b
5	1	2 d	9 b	12	60	16	76 a

<sup>1</sup> Picados: Tubérculos con daño del gorgojo de ulluco.

<sup>2</sup> Valores dentro de la misma columna que tengan la misma letra no difieren significativamente. Prueba de Duncan (p= 0.05).

<sup>3</sup> Ulluco comercial suma de primera y segunda.



**Cuadro 5.** Efecto de la proporción de tubérculos con lesiones del gorgojo de ulluco antes del almacenamiento sobre la pérdida total y la pérdida por pudrición. La Libertad, noviembre del 2000<sup>1</sup>

Proporción en la muestra de tubérculos con daño de gorgojo <sup>2,3</sup>	Pérdida Total	Pérdida por Pudrición
%	%	%
0	16	2
10	29	8
20	39	17
30	54	34
40	78	55
50	85	65

<sup>1</sup> Los sacos de malla con los tubérculos estuvieron almacenados en cajones de almacenamiento de 50 kg de capacidad los cuales fueron colocados en un almacén de un agricultor en La Libertad.

<sup>2</sup> En cada muestra de 10 kg de ulluco se incluyó 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 % y 50 % de tubérculos en peso con lesiones de gorgojo al inicio del experimento.

<sup>3</sup> Se incluyeron tubérculos con lesiones del gorgojo, pero no podridos.



**Figura 6.** Tubérculos de ulluco antes de ser almacenados son colocados en sacos en un lugar sombreado por ocho a diez días.

generalmente de mayor costo, hasta aquellos más rústicos de uso común en los mercados mayoristas. En el caso de La Libertad se utilizan mallas grandes que sirven para comercializar haba y/o arveja, las cuales se cortan y se obtienen 3 sacos chicos de malla que en promedio pueden contener 35 kg de ulluco (Figura 7). Por cada tonelada de tubérculos se usan entre 28 a 30 sacos chicos de malla.

Se utilizan sacos de malla porque éstas permiten una mejor circulación de aire entre saco y saco en el almacén cosa que no ocurriría cuando se almacenan tubérculos al granel. También se ha observado que cuando hay pudriciones, éstas quedan restringidas dentro de una o dos mallas y no hay contagio masivo como ocurre cuando el almacenamiento se hace al granel.



**Figura 7.** Tubérculos de ulluco en sacos de malla listos para ser almacenados en un almacén mejorado.

El proceso de llenado de los tubérculos en los sacos de malla se debe realizar en la sombra, para que los tubérculos no incrementen su temperatura como ocurre si el llenado se realizara a pleno sol. Los sacos de malla con los tubérculos deben ser puestos en la sombra sin ser tapados hasta el momento de ser almacenados.

### Proceso de almacenamiento

En esta fase se tienen listas las estructuras de almacenamiento y los sacos de malla con los tubérculos. Se debe tener disponible el inhibidor de brotamiento. Los inhibidores de brotamiento son muy utilizados en el hemisferio norte durante el almacenamiento de papas especialmente cuando no se utiliza temperaturas bajas (4 °C) sino temperaturas sobre los 9 °C (Plissey, 1996; Prange *et al.*, 1997; Lewis *et al.*, 2001).

En La Libertad se ha usado el chloroprophan o CIPC. Por cada tonelada de tubérculos se mezclan dos kilos de talco con 160 ml del inhibidor (25 % de principio activo) formulado en forma líquida. La mezcla debe ser realizada en forma homogénea hasta desaparecer todo rastro del líquido. La mezcla final en polvo debe contener 2 % del principio activo del inhibidor.

Teniendo lista la estructura de almacenamiento (Figura 8), los sacos de malla conteniendo los tubérculos y el inhibidor, se procede con el almacenamiento:

1. Colocar una capa de 2 cm de ramas frescas con hojas de eucalipto en toda la superficie del piso de la estructura de almacenamiento (Figura 8).
2. Esparcir el talco con el inhibidor sobre las ramas de eucalipto en toda la superficie de la estructura.

3. Depositar cuidadosamente los sacos de malla conteniendo los tubérculos sobre las ramas frescas de eucalipto en toda la superficie del piso del almacén (Figura 9).
4. Una vez depositada la primera capa de sacos de malla conteniendo los tubérculos se espolvorea el polvo con el inhibidor a todos los sacos. Se puede colocar hasta cinco capas de sacos de malla con tubérculos hasta una altura de un metro. El inhibidor se esparcirá uniformemente en las cinco capas, de tal manera que cubra todos los sacos de malla conteniendo los tubérculos.
5. Las cortezas se van colocando en el frontis del almacén a manera de “puertas” y son fijadas con los mismos sacos de malla con tubérculos.
6. Una vez colocados todos los sacos de malla conteniendo los tubérculos y aplicado todo el inhibidor, se coloca una capa de ramas frescas de eucalipto sobre toda la superficie de las mallas. (Figura 4).

Esta última capa de ramas de eucalipto se coloca por dos razones: a) El inhibidor actúa por evaporación y las ramas y hojas de eucalipto sirven como un colchón protector y no dejan que el inhibidor se evapore rápidamente y b) Mantiene la turgencia de los tubérculos y estos no pierdan agua fácilmente.

### Control del almacenamiento

Una vez almacenados los tubérculos se tiene que tener cuidado especialmente con el ataque de las ratas. En este periodo donde no hay cultivos en el campo, las ratas se concentran y buscan su alimento en los almacenes. Se pueden tomar medidas de previsión colocando cebos que consisten de una mezcla de conserva de atún y hojuelas de avena (“quaker”) con raticidas que son colocados en platos descartables sobre la capa superficial de ramas de eucaliptos. Se puede mejorar el control de las ratas si se colocan tubérculos de mashua sobre las ramas de eucalipto. Se ha observado que las ratas no ingresan al almacén cuando hay mashua pues ésta tiene un sabor muy picante y actúa como repelente.

También ejercen control las mallas metálicas tipo gallinero colocadas sobre la capa de ramas de eucalipto. Todos estos mecanismos ayudan al control de las ratas en el almacén y su disponibilidad dependerá de los recursos de cada agricultor.

Otro cuidado que hay que tener es evitar que los tubérculos pierdan agua por deshidratación lo que se



**Figura 8.** Estructura del almacén mejorado antes de llenar con los sacos de malla conteniendo los tubérculos de ulluco. Sobre el falso piso se coloca una capa de 5 cm de ramas frescas de eucalipto. Capacidad del almacén hasta 3000 kg.



**Figura 9.** Colocación de los sacos de malla conteniendo los tubérculos de ulluco en el almacén mejorado.

logra mediante la aplicación de agua sobre el piso por debajo de las estructuras de almacenamiento. Esto permite mantener una mayor humedad relativa dentro del almacén disminuyendo la deshidratación.

### Manejo pos-almacenamiento

En la mayor parte de los almacenes en La Libertad los tubérculos se comienzan a sacar de los almacenes a partir de la primera semana de noviembre hasta la segunda quincena de diciembre. Algunas veces se mantienen en buenas condiciones hasta la primera semana de enero.

Para sacar los tubérculos del almacén debe procederse con cuidado, sacando los sacos de malla conteniendo los tubérculos almacenados y vaciándolos uno por uno sobre costales de yute o plástico, para hacer una nueva selección y eliminar los tubérculos podridos. Luego se

procede al lavado de los tubérculos que es un proceso exigido en todos los mercados. Los tubérculos lavados se depositan en sacos que luego son cocidos y despachados a los mercados.

### **Evaluación de pérdidas y tasas de retorno por almacenamiento**

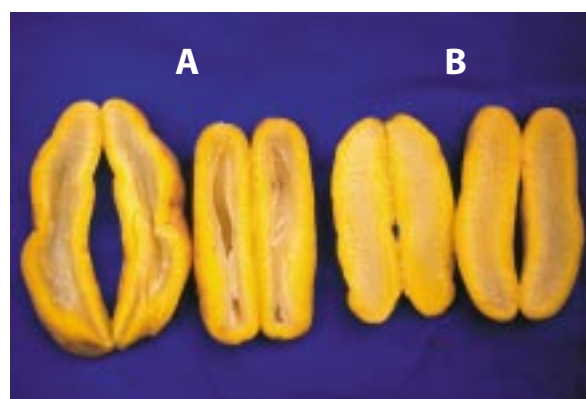
Se debe considerar que los tubérculos de ulluco constituyen un producto altamente perecible y que en el campo están expuestos a muchos factores que condicionan la calidad de almacenamiento tales como la infestación por insectos, las enfermedades y los factores ambientales (heladas).

Los tubérculos almacenados bajo sistemas tradicionales brotan abundantemente (Figura 2) pudiendo los brotes llegar hasta 10 % del peso inicial. Estos tubérculos muy brotados forman cavidades interiores (Figura 10) y son rechazados por los compradores, o si son comprados, su precio baja considerablemente.

Cuando los tubérculos han sido almacenados por el sistema alternativo con inhibidores, se eliminan las pérdidas por brotamiento (Figura 11). Una de las características del almacén alternativo, es el control de la pérdida de agua por evaporación mediante el uso de barreras, como las capas de ramas frescas de eucalipto. Con estas barreras las condiciones dentro del ambiente donde están apilados los tubérculos son de muy alta humedad y al final del almacenamiento estos lucen muy turgentes y sin brotes, dando la apariencia de estar recién cosechados (Figuras 11 y 12).

Los tubérculos que hayan sido almacenados, en no muy buenas condiciones, con picaduras de gorgojo por ejemplo, son más fáciles de sufrir pudriciones (Figura 13) y las pérdidas pueden superar fácilmente el 40 %. Aún en los almacenes alternativos algunos agricultores tienen pérdidas del 44 % (Cuadro 6).

La tasa de retorno mide el porcentaje de ganancia comparado con el capital invertido; el capital invertido está formado por el ulluco almacenado más los costos de almacenamiento. La tasa de retorno está directamente relacionada a las diversas pérdidas, al precio del ulluco antes y al final del almacenamiento. Han habido ocasiones en que el lote de ulluco almacenado tenía inicialmente una infestación elevada por el gorgojo y a pesar que se realizó una buena selección antes del almacenamiento se tuvo problemas en el almacén y los agricultores se vieron obligados a vender tempranamente los tubérculos. En estos lotes



**Figura 10.** (A) Tubérculos de ulluco con cavidades debido a la gran pérdida por brotamiento en los almacenes tradicionales. (B) Tubérculos que provienen de un almacén mejorado, donde las pérdidas por brotación no existen.



**Figura 11.** Tubérculos turgentes y sin brotes que fueron almacenados por 6 meses en el almacén mejorado. Tubérculos entre 10 y 20 cm.



**Figura 12.** Tubérculos provenientes de (A) Almacenes tradicionales con brotes profusos y tubérculos deshidratados. (B) Tubérculos provenientes del almacén mejorado con tubérculos turgentes, después de haber sido almacenados por 6 meses.



**Figura 13.** Tubérculos provenientes del almacén mejorado, almacenados por 6 meses y que inicialmente tuvieron picaduras de gorgojo del ulluco (*Amathynetoides nitidiventris*). En los almacenes mejorados se puede tener grandes pérdidas si se almacena tubérculos con picaduras de gorgojo.

como consecuencia de los elevados porcentajes de pérdidas y a que los precios de venta todavía no habían subido significativamente, la tasa de retorno fue mínima. Por otro lado aquellos lotes con buenas condiciones sanitarias y mínimos problemas de daño de gorgojo pudieron ser almacenados hasta noviembre-diciembre con menores pérdidas y vendidos a mejores precios y por tanto las tasas de retorno fueron elevadas. En los Cuadros 6 y 7 se tienen los precios al inicio y al final del periodo de almacenamiento, las pérdidas y las tasas de retorno obtenidas por los agricultores por el

almacenamiento en La Libertad durante los años 1998, 1999, 2000 y 2001.

### Referencias bibliográficas

Alcázar, J.; G. Aldana; S. Mayta. 2004. Plagas y su control. En: G. López y M. Hermann (eds.). El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Capítulo V: p. 53-65. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) # 3. Lima, Perú.

Ames, T. 2004. Enfermedades fungosas y bacterianas y principios para su control. En: G. López y M. Hermann (eds.). El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Capítulo IV: p. 33-52. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) # 3. Lima, Perú.

Chávez V., A. 1993. Potencial comercial de algunos cultivos andinos representativos y conclusiones aplicables a los cultivos andinos en general. Centro Internacional de la Papa, Programa Colaborativo de Raíces y Tubérculos Andinos. Lima, Perú. 159 p.

Dirección General de Información Agraria. Sistema de Información Agraria (SIAG), Ministerio de Agricultura, 2002. Estadística Agraria Trimestral Octubre-diciembre, 2001. Lima, Perú.

**Cuadro 6.** Precio al inicio y al final del periodo de almacenamiento de ulluco en La Libertad, durante los años 1998, 1999, 2000 y 2001

Agricultor	Precios al inicio y al final del periodo de almacenamiento <sup>1,2</sup> (en Nuevos Soles)							
	1998 Precio		1999 Precio		2000 Precio		2001 Precio	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
1	0.3	0.8	0.25	0.90	0.2	1.0	0.25	1.1
2	0.3	0.8	0.25	0.80	0.2	1.1	0.25	1.1
3	0.3	0.9	0.25	0.75				
4	0.3	1.0	0.25	0.65	0.2	1.0	0.25	1.1
5	0.3	1.1	0.25	0.90	0.2	1.1	0.25	0.9
6			0.25	0.65	0.2	1.1		
7			0.25	0.80	0.20	1.0	0.25	1.0
8			0.25	0.90	0.2	1.0	0.25	0.9
9							0.25	1.1

<sup>1</sup> Precio por 1 kg de ulluco

<sup>2</sup> El precio inicial es aquel de venta a acopiadores en La Libertad y precio final es el de venta a los comerciantes mayoristas en Lima.

**Cuadro 7.** Porcentajes de pérdida total y tasas de retorno por el almacenamiento de ulluco durante 1998, 1999, 2000 y 2001 en los almacenes alternativos de los agricultores<sup>1</sup>

Agricultor	Porcentaje de Pérdida Total <sup>2</sup>				Tasa de Retorno <sup>3,4</sup>			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
1	40	15	16	23	5	105	140	142
2	31	20	24	25	19	72	122	114
3	29	42			36	21		
4	25	44	26	28	62	2	97	126
5	19	20	18	22	100	96	136	100
6		36	31			14	86	
7		24	28	27		51	93	108
8		17	20	31		95	110	77
9				19				181
<b>Promedio</b>	29	27	23	25	44	57	112	121

<sup>1</sup> Los almacenes usados fueron aquellos de los agricultores bajo los principios de la tecnología alternativa desarrollada.

<sup>2</sup> La pérdida total se obtiene de la diferencia entre el peso inicial de los tubérculos de ulluco al momento de almacenarse y el peso final de los tubérculos que se puede vender.

<sup>3</sup> Tasa de Retorno = (Beneficio Neto / Costo Total) x 100

<sup>4</sup> El cajón de almacenamiento debe durar cinco años y su costo se dividió en cinco.

Kasmire R.F.; M. Cantwell. 1992. Postharvest handling systems: Underground vegetables (Roots, tubers and bulbs) /r: A. del A. Kader (Technical Editor). Postharvest technology of horticultural crops. Second edition. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. p. 277-281.

Lewis, M.D.; M.K. Thornton; M.G. Kleinkopf. 2001. Commercial application of sprout inhibitor, CIPC, to storage potatoes. Potato Storage Research. Kimberly Research and Extension Center. Kimberly, Idaho.

Plissey, E.S. 1996. Maintaining Tuber Health During Harvest, Storage, and Post-storage Handling. /r: R. C. Rowe (ed.), Potato Health Management. APS PRESS. The American Phytopathological Society. Chapter 6: 41-55.

Prange, R.; W. Kalt; B. Daniels-Lake; J. Walsh; P. Dean; R. Coffin; R. Page. 1997. Alternatives to currently used potato sprout suppressants. Conference Proceedings. Postharvest News and Information Vol. 9 (3): 37N-41N.

Programa Colaborativo Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos. 1995. Memorias 1993 - 1994, Coordinación: Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú p. 309-310.

Programa Colaborativo Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos. 1996. Memorias 1994 - 1995. Coordinación: Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. p. 355-357.

Programa Colaborativo Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos. 1999. Informe Técnico Anual 1998. Coordinación: Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. p. 27-29.

Tupac Yupanqui, A. 1995. Reducción de pérdidas de almacenamiento de oca, ulluco y mashua. Primer Congreso Peruano de Cultivos Andinos "Oscar Blanco Galdos" 11-16- Sept., 1995. Ayacucho- Perú. Cultivos Andinos. Número Especial Vol. 5 (1): 52.

Tupac Yupanqui, A. 1997. Almacenamiento de ulluco (*Ullucus tuberosus*): Problemas y soluciones. IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Marzo 22-25, 1997. Cusco, Perú. Libro de Resúmenes p. 20.

Tupac Yupanqui, A. 1999. Reducción de pérdidas por almacenamiento para consumo de oca (*Oxalis tuberosa*), ulluco (*Ullucus tuberosus*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*). En: T. Fairlie; M. Morales-Bermúdez; M. Holle (eds.). Raíces y Tubérculos Andinos. Avances de Investigación I, Centro Internacional de la

Papa, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina -CONDESAN. p. 213-222.

Tupac Yupanqui, A. 2001. Poscosecha y comercialización de tubérculos andinos con énfasis en papas nativas

y ulluco. En: Perspectivas tecnológicas en el uso del germoplasma de papas nativas. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Investigación Agraria, Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. p. 29-34.