

Capítulo VI

Fenología y Agronomía del Cultivo

Glicerio López¹; Alberto Tupac Yupanqui²; Raúl E. Fierro²

Fenología

Los resultados de los estudios fenológicos son influenciados por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de estudio, época en que se realizan las observaciones, tipo de suelo, genotipo empleado, entre otros. Sin embargo, los rangos de inicio, duración y finalización de las fenofases no son muy amplios.

En Nariño, Colombia, la emergencia sucede entre los 30 y 45 días después de la siembra (Arcila, 1992). En Ecuador la emergencia se presenta entre los 20 a 45 días, la tuberización entre los 110 y 160 días, la floración entre los 85 y 130 días y la cosecha entre los 160 y 200 días (Castillo y Tapia, 1998; Vimos y Nieto, 1992; Vimos *et al.*, 1993).

En la sierra de Puno, Perú, la floración se presenta a los 80 días después de la emergencia y la tuberización a sólo 3 ó 4 días después de ésta (Calzada y Mantari, 1954). En Cusco, Perú, la emergencia se inicia a los 35 días después de la siembra, la floración a los 77 días, la tuberización entre los 120 y 135 días y la madurez fisiológica de la planta entre los 206 y 216 días (Farfán, 1998). En Ayacucho, Perú, el macollamiento se inicia a los 51 días y dura hasta los 149 días, la formación de estolones se presenta a los 65 días, la floración a los 88 días y la plena floración entre los 133 y 148 días que coincide con la máxima proliferación en número de estolones, hojas y tallos; y la tuberización se inicia a los 103 días (Valladolid *et al.*, 1984).

En la sierra de Trujillo, La Libertad, Perú, el inicio de la emergencia se presenta entre los 47 y 67 días (CORLIB, 1988).

Los primeros estudios con un cultivar definido y ampliamente difundido como Jaspeado, también conocido como Tarmeño o Chispeado, fueron conducidos bajo condiciones del Valle del Mantaro (3,300 m de altitud) por Montaldo (1972) y por Rodríguez y Benavides (citados por Frere, 1977). Los estudios de fenología de este cultivar en condiciones de la comunidad de La Libertad, ubicada en el distrito de Heroínas Toledo, provincia de Concepción, departamento de Junín, Perú, se realizaron durante las campañas agrícolas 2001-02 y 2002-03. En estos estudios se definieron las medidas, periodos y días promedio de duración del desarrollo fenológico del cultivo.

Desarrollo fenológico

Se han determinado las siguientes fenofases en el cultivo de ulluco, cultivar Jaspeado, procedente de plantas libres de virus.

Emergencia. Se presenta entre los 36 y 51 días después de la siembra y está en función de la precipitación, humedad, temperatura, madurez del tubérculo-semilla y propiedades físicas del suelo como retención de agua (Figuras 1 y 5). Se considera que los rangos promedio mensuales de precipitación, temperatura y humedad relativa para la ocurrencia de la emergencia varían entre 63-90 mm, 13.4-14.2 °C y 25-45 %, respectivamente.

Establecimiento de la planta. Es el periodo comprendido desde la emergencia de la planta hasta los 85 días posteriores; se caracteriza por el rápido crecimiento de la raíz, altura de planta y hojas jóvenes. La presencia de hojas maduras marca el fin de esta fenofase (Figura 5). La altura de planta y la longitud de

¹ Ing. Agrónomo, Profesor Principal. E-mail: *glicerio_lopez@yahoo.com*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Calle Real 160, Huancayo, Perú.

² Ing. Agrónomo, Ph.D., Director Instituto «Vida en los Andes» (IVIANDES) y B.Sc. Agronomía. Subdirector de Educación y Cultura de IVIANDES, respectivamente. Jr. Tarapacá 870, Huancayo, Perú.



Figura 1. Brotamiento, enraizado y crecimiento del brote de ulluco.

raíz tienen crecimiento idéntico, en un primer momento es acelerado y se extiende desde la emergencia hasta los 85 días posteriores, periodo en el cual alcanzan 31 y 36 cm de altura de planta y longitud de raíz, respectivamente. Luego de los 85 días y hasta los 183 días después de la emergencia, cuando ocurre la muerte de la planta por efecto de la incidencia de heladas, el crecimiento es lento y sólo se observan incrementos de 13 y 14 cm en altura de planta y longitud de raíz.

Macollamiento. Se inicia a los 85 días después de la emergencia y se prolonga hasta los 155 días posteriores, caracterizándose por el incremento lento de hojas jóvenes, el incremento rápido de hojas maduras y el incremento constante y rápido del número de tallos principales y secundarios/tallo principal. Esta fenofase termina cuando la planta inicia la reducción de sus hojas jóvenes y maduras, cerca de los 155 días. La reducción sucede como consecuencia de la senescencia y posterior caída de las hojas. En esta fenofase se inicia la formación de estolones subterráneos, tubérculos e inflorescencias (Figuras 2 y 5).

Desarrollo reproductivo. Se presenta entre los 85 y 169 días después de la emergencia, se caracteriza por



Figura 2. Planta de ulluco en pleno macollamiento e inicio de tuberización.

el incremento rápido del número de hojas maduras, inflorescencias y de estolones subterráneos y aéreos (Figuras 3 y 5). La fenofase termina cuando la planta detiene el incremento de sus estolones aéreos.

Los estolones subterráneos inician su desarrollo a partir de los 29 días después de la emergencia; su número y longitud tienen al comienzo un incremento rápido que se extiende hasta los 169 días, fecha en la que es dable contabilizar 121 estolones con una longitud máxima de 16 cm. El número de días después de la emergencia en que ocurre la formación y desarrollo de estolones subterráneos difiere de lo reportado por Montaldo (1972) y Benavides y Rodríguez citados en Frere (1977), quienes ubican este proceso entre los 58-60 días, explicable por la similitud morfológica de los estadios iniciales del estolón con las raíces.

La floración se inicia a los 43 días después de la emergencia y tiene tres momentos de incremento. El segundo es de incremento rápido y tiene lugar desde los 85 hasta los 155 días, en que se produce la floración plena con un total de 52 inflorescencias/planta.



Figura 3. Planta de ulluco en fase reproductiva.

El desarrollo de estolones aéreos es una característica muy particular de algunos cultivares de ulluco como lo describe León (1964). Se inicia a los 99 días después de la emergencia a razón de uno por planta con una longitud de 7 cm, y tiene un incremento rápido hasta los 169 días en que se pueden encontrar 16 estolones aéreos con una longitud máxima de 40 cm.

Tuberización. Es una fenofase simultánea a las dos anteriores. Se presenta entre los 85 y 169 días después de la emergencia y se caracteriza por el rápido incremento del número, dimensiones y peso de los tubérculos (Figuras 4 y 5).

La formación de tubérculos se inicia a los 43 días después de la emergencia. Tanto el número, como la longitud, diámetro y peso de tubérculos, tienen evoluciones idénticas que se expresan en tres momentos. El segundo momento es el de incremento rápido que se prolonga desde los 85 hasta los 169 días, y es aquel donde ocurre la plena tuberización, contabilizándose 77 tubérculos/planta, con un peso promedio de 87.4 g, longitud de 9.7 cm y diámetro de 3.4 cm del tubérculo mayor.

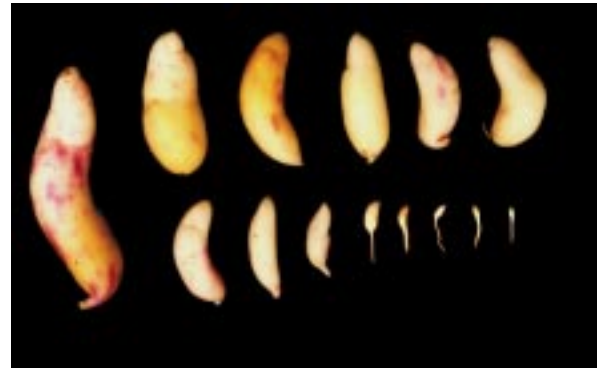


Figura 4. Desarrollo de tubérculos de ulluco (fenología completa), desde la formación de estolones hasta la formación de tubérculos comerciales.

Madurez de la planta. Tiene lugar entre los 155 y 183 días y se caracteriza por la caída de hojas jóvenes y maduras, el cese de la floración, el desarrollo de estolones aéreos y la coloración amarillenta de las hojas (Figura 5).

Curva de crecimiento. El crecimiento inicial es rápido en altura y longitud de raíz, lo que nos muestra la eficiencia de la planta para adaptarse a su microambiente, en el rizoplano para absorber nutrientes y agua y, en el filoplano para la actividad fotosintética.

La floración y formación de estolones aéreos se consideran como referencias externas observables de la formación y desarrollo de los tubérculos. La gran correspondencia visual entre el número de inflorescencias, número de estolones aéreos, número de estolones subterráneos y número de tubérculos, se ha confirmado por los coeficientes de altísima correlación calculados entre esas variables, los cuales nos indican la relación directa que tienen entre ellas (Cuadro 1).

Se llega así a la conclusión que una gran floración y desarrollo de estolones aéreos refleja una gran producción de estolones subterráneos y tubérculos y que son procesos paralelos e integrados en el tiempo, inclusive con el desarrollo vegetativo, que se evidencian entre los 85 y 169 días (Figura 6). Se considera que la formación de estolones subterráneos y de tubérculos constituyen procesos muy cercanos, espaciados sólo por un máximo de 14 días y no como citan Rea (1977), Frere (1977) y Montaldo (1972) que reportan ambos eventos como diferentes y espaciados por un promedio cercano a los 65 días.

La temperatura promedio mensual varía entre 10.7 y 12.3 °C, la humedad relativa promedio mensual entre

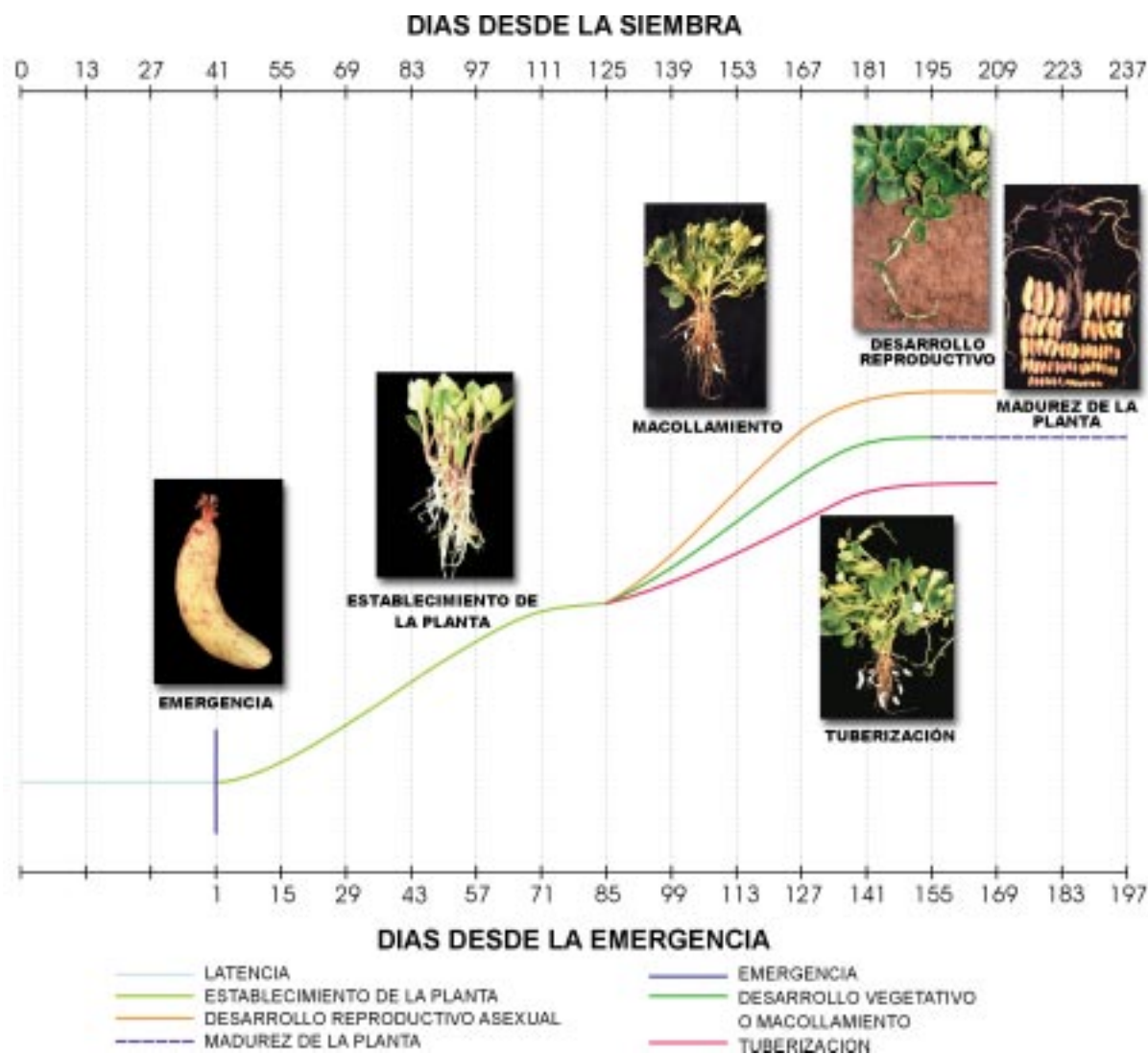


Figura 5. Fenofases del cultivo de ulluco cv. Jaspeado, en días desde la siembra y emergencia. Concepción, Junín, Perú.

48 y 53% y la precipitación promedio mensual entre 117 y 133 mm. Todo esto es acompañado por una nubosidad que determina menos horas luz, favoreciendo la tuberización intensa del ulluco que requiere condiciones de días cortos (Chailakhyan, 1983; Razumov, 1987; Doroschenko *et al.*, 1987) (Figura 6).

Agronomía

Características agro-climáticas de las zonas productoras

Las zonas de cultivo de ulluco en América del Sur se extienden desde Venezuela hasta Argentina, y se caracterizan por estar comprendidas entre los 1,000 y

Cuadro 1. Coeficientes de correlación entre cuatro variables medidas en el cultivo de ulluco. Concepción, Junín, Perú. Campañas Agrícolas 2001-2002 y 2002-2003

	NES	NI	NEA	NT
NES	1.000			
NI	0.970	1.000		
NEA	0.999	0.949	1.000	
NT	0.969	0.973	0.998	1.000

NES = Número de estolones subterráneos
 NI = Número de inflorescencias
 NEA = Número de estolones aéreos
 NT = Número de tubérculos

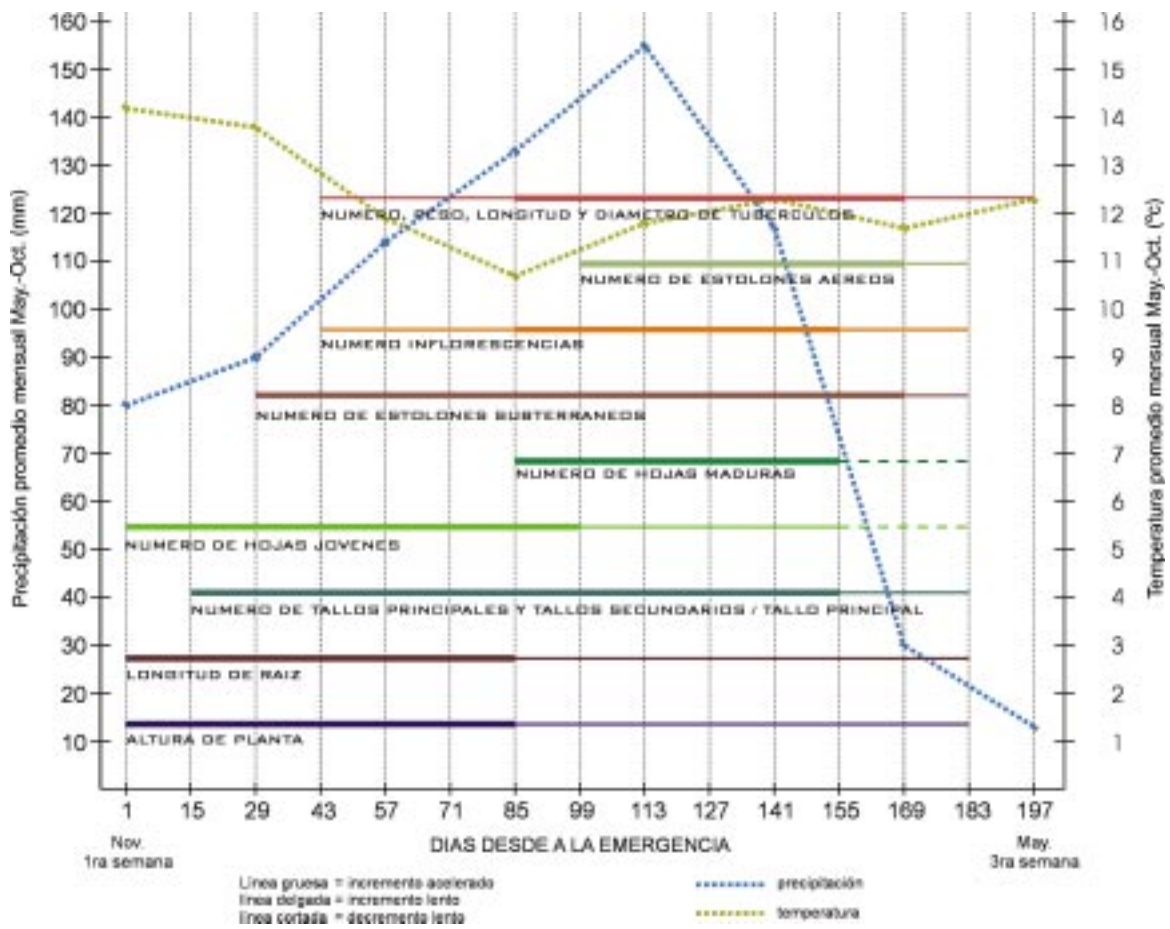


Figura 6. Comparativo de las curvas de crecimiento del cultivo de ulluco cv. Jaspado, en relación con la precipitación y temperatura. Concepción, Junín, Perú.

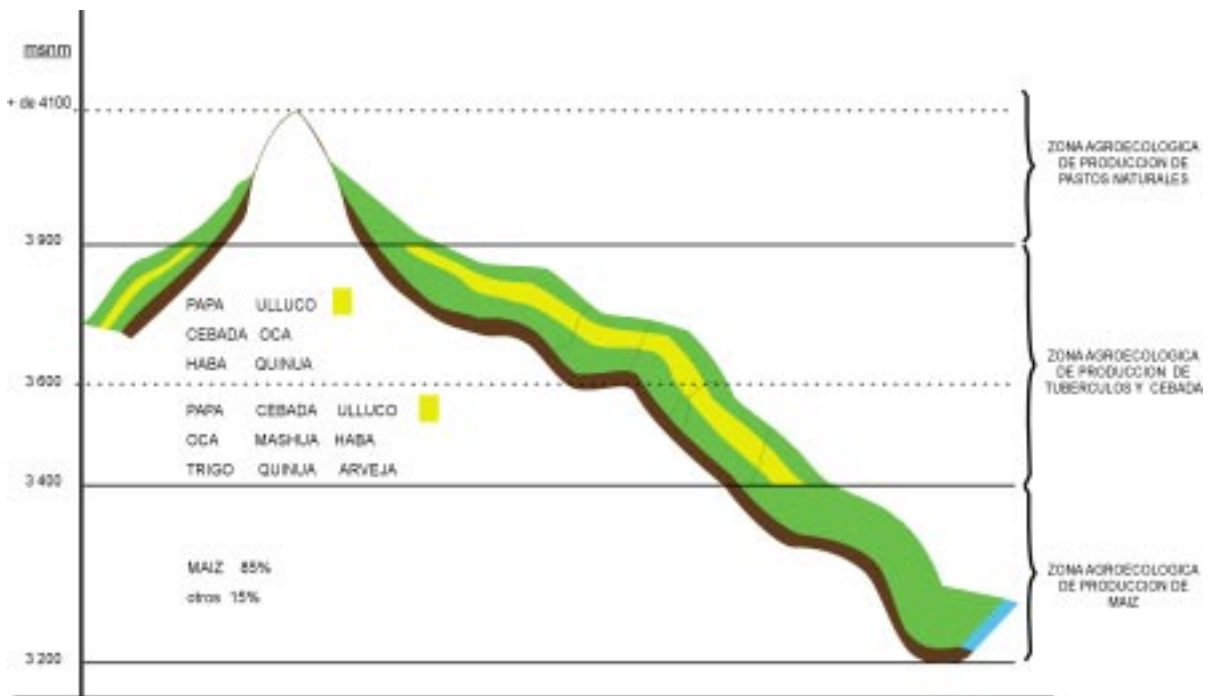


Figura 7. Ubicación de las zonas productoras de ulluco en la sierra del Perú. Fuente: Elaboración propia.

4,100 msnm, 10° de latitud norte (Venezuela), hasta 25° de latitud sur (Argentina); precipitación entre 350 y 800 mm anuales y temperatura promedio anual entre 7 y 14 °C. En Perú, las zonas de cultivo son: Ayacucho, Cuzco, Puno, Junín, Huancavelica, Pasco, Cajamarca, Ancash y Huánuco; que presentan características climáticas similares (Figura 7), (Castillo y Tapia, 1998; León, 1964; Tapia, 1987; Garay y Tapia, 1991; Rea, 1977; Arcila, 1992; Redín *et al.*, 2001; Garay, 1987; CORLIB, 1988; Montaldo, 1972; Calzada y Mantari, 1954; Bautista y Valladolid, 1982; Seminario, 1984; Valladolid *et al.*, 1984).

Las principales zonas productoras de ulluco, en la sierra central del Perú, son La Libertad, Comas y alrededores (Concepción, Junín), Curimarca (Jauja, Junín), Pampas (Tayacaja, Huancavelica), y Chaglia y Pano (Huánuco, Huánuco). Agroecológicamente pertenecen a la Zona Homogénea de Producción (ZHP) Húmeda, en la cual predomina el cultivo de papa, y otros tubérculos andinos; ésta ZHP a su vez está comprendida en la Zona Agroecológica (ZA) Suni o Altina, que se caracteriza por presentar un clima variable, ausencia total de cultivos de maíz, predominando la papa, los tubérculos andinos (ulluco, oca, mashua) y los granos (cebada, avena y algo de trigo).

Características de los suelos de las zonas productoras del Perú. Los suelos altoandinos de las zonas productoras de ulluco, son altamente deficientes en nitrógeno disponible por el bajo contenido y lenta mineralización de la materia orgánica. Igualmente son deficientes en fósforo disponible, mientras que en potasio están mejor provistos; gracias a la presencia de minerales primarios y secundarios (micas, feldspatos, arcillas, illitas, etc.) que contienen potasio (Villagarcía, resultados no publicados). El pH de estos suelos, que mayormente son coluviales (suelos de ladera), es ácido.

Según la clasificación natural de los suelos del Perú, los suelos de las zonas productoras pertenecen a la Región Kastanosólica que se presenta principalmente en suelos interandinos, a altitudes comprendidas entre los 2200 y 4000 msnm.

Por la clasificación de pendientes, éstos suelos pertenecen a la clase C, cuyas características son: pendiente desde 5 % hasta 16 %, escorrentía rápida a más o menos rápida, tiene ciertas limitaciones en el uso de maquinaria, no tienen problemas con la erosión y ésta puede ser controlada. La clase D con las siguientes características: pendiente de 16 % hasta 30 %, escorrentía rápida o muy rápida, la mayoría de la maquinaria es usada con dificultad, son susceptibles a la erosión, son suelos usados en rotaciones simples y para pastos.

Características físicas y químicas de los suelos alto-andinos de la sierra central del Perú. Los suelos alto-andinos de la sierra central, físicamente se caracterizan por ser mayormente suelos jóvenes y superficiales, con una capa arable de sólo 45 cm en promedio, lo cual se ve agravado por la pendiente que varía entre 10 y 28 %. Son de textura muy variable predominando los suelos francos, con sus variantes de franco-arcilloso, franco-arenoso, y franco-arcillo-limoso.

Estos suelos químicamente se caracterizan por sus contenidos de materia orgánica entre 3.9-6%, contenidos entre 17-77 ppm de fósforo disponible, contenidos entre 130-150 ppm de potasio intercambiable y rangos de pH que varían entre 4.0 y 5.6 los cuales son corregidos mediante la incorporación de estiércol (enmienda).

Características óptimas de los suelos para el cultivo. Los suelos óptimos para el cultivo de ulluco son los mismos en los que se cultiva papa y que se caracterizan por ser suelos sueltos y livianos, con una estructura franca, y una capa arable mayor a 30 cm, poca pendiente, con cierta tendencia a la acidez (pH entre 6 a 7), con buena cantidad de materia orgánica y retención de humedad (Terrazas *et al.*, 1997; Vimos *et al.*, 1993; CORLIB, 1988; Seminario, 1984). En algunas zonas productoras de la sierra central, como en La Libertad y Pampas, el ulluco se siembra en terrenos con poco contenido de materia orgánica, pues los cultivares Jaspeado y Canario, que se cultivan en la zona, son muy susceptibles al exceso de humedad.

Elección del terreno y preparación del abono. Para la siembra del cultivo de ulluco se debe tener en cuenta los siguientes criterios de elección del terreno:

- Cultivo anterior papa; para utilizar la roturación profunda, labores culturales y el efecto residual del abonamiento en papa, sobre todo de fósforo y potasio.
- Topografía del terreno; los terrenos aptos para el cultivo de ulluco son aquellos que no presentan desniveles pronunciados en su topografía, para evitar en los desniveles la colmatación del agua.
- Exposición del terreno al clima adverso; preferentemente se eligen terrenos poco expuestos a probables factores climáticos desfavorables como la ocurrencia de heladas y granizadas. Estos terrenos se caracterizan por su ubicación en laderas con pendiente, contando con barreras naturales de árboles.
- Características físicas del suelo; terrenos con mediana capacidad retentiva de agua, pues el ulluco es susceptible al exceso de agua, que da lugar a la

formación de una especie de segunda "piel" o "doble cáscara" y/o cuarteaduras en los tubérculos, que desmedran su calidad comercial.

Conjuntamente con la elección del terreno, se realiza el aprovisionamiento y preparación de estiércol (abono) para la siembra. Para esto se debe determinar la cantidad de estiércol necesario, tomando en cuenta criterios como: cultivo anterior, características físicas del suelo, destino de la producción y accesibilidad a diferentes calidades de estiércol. Generalmente se emplea entre 5 a 10 t/ha de estiércol (100 – 200 sacos de 50 kg), de ovino totalmente descompuesto (Garay y Tapia, 1991; Seminario, 1984), la utilización de estiércol esta difundida en todas las zonas de producción de ulluco desde Colombia hasta Argentina (Arcila, 1992; Redín *et al.*, 2001; Vimos *et al.*, 1993; Tapia, 1992). El estiércol de ovino se prefiere por su calidad como abono natural, abundancia en las zonas altas de la Cordillera, fácil recolección, secado-descomposición rápido y accesibilidad económica inmediata por estar cerca a las zonas de cultivo.

Algunos agricultores realizan el empleo indirecto del estiércol en forma de ceniza, cuando se encuentra fresco y es de llama, para lo cual el estiércol colectado es quemado en hornos o en fosas en el suelo. El proceso de incineración del estiércol reduce el volumen del mismo de 8:1, es decir que por cada 8 sacos de estiércol en estado natural se obtiene un saco de ceniza de estiércol.

Preparación del terreno. Para la preparación del terreno se debe tener en cuenta que el ulluco es una planta cuyas raíces desarrollan débilmente y sus estolones son muy delicados. La preparación del terreno se puede realizar mediante yunta o tractor o de manera manual, dependiendo de la accesibilidad de la maquinaria utilizada y de la economía del agricultor. Esta preparación consiste en arar, rastrear y cruzar el suelo en caso de emplear tractor y en caso de realizar esta labor con yunta consiste en pasar el campo al menos dos veces con la yunta (Terrazas *et al.*, 1997; Castillo y Tapia, 1998; Arcila, 1992; Vimos *et al.*, 1993; Bautista y Valladolid, 1982; Garay, 1987).

En Perú generalmente la preparación del terreno se realiza entre los meses de mayo a noviembre (Bautista y Valladolid, 1982), en la zona productora de La Libertad, se realiza entre abril y agosto, con 15 a 30 días de anticipación a la siembra, (Cuadro 2).

Los costos de la preparación del terreno en la zona productora de La Libertad, se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Distribución mensual de la preparación de terrenos para el cultivo de ulluco. Concepción, Junín, Perú. Campaña Agrícola 2001-2002

Meses	Agricultores		Área	
	Nº	%	ha	%
Mayo	13	17	13	17
Junio	26	35	37	47
Julio	24	32	21	27
Agosto	12	16	7	9
Total	75	100	78	100

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Labores y costos (en US \$) de la preparación de una hectárea de terreno para el cultivo de ulluco. Concepción, Junín, Perú. Campaña Agrícola 2001-2002

Labor	Unidad	Costo unitario (US \$)	Unidades empleadas	Costo total (US \$)
Remoción del terreno	Yunta	10.00	3	30.0
	Tractor	11.43	3	34.3
Desterroneo	Jornal	2.86	10	28.6
Total	Yunta			58.6
	Tractor			64.3

Fuente: Elaboración propia.

Tipo de cambio: US \$ (2001-2002) = S/3.50

Siembra

Épocas de siembra. En general las épocas de siembra del ulluco son anteriores a las de la papa debido al largo periodo vegetativo del cultivo (7-9 meses) (Castillo y Tapia, 1998; Vimos y Nieto, 1992; Garay, 1987; Seminario, 1984; Arcila, 1992; Garay y Tapia, 1991; Bautista y Valladolid, 1982; CORLIB, 1988).

Las épocas de siembra varían incluso dentro de un mismo país, pues están determinadas por aspectos de disponibilidad de suelo, tubérculos-semilla y principalmente clima de cada zona agrícola; así tenemos que en Ecuador hay dos épocas de siembra muy diferenciadas entre las zonas productoras del norte y sur del país.

En Perú las zonas productoras del sur efectúan las siembras entre los meses de setiembre y noviembre en fechas cercanas a la ocurrencia de las primeras lluvias y en las zonas productoras del centro se efectúan entre

Cuadro 4. Distribución mensual de siembra de ulluco por cultivares, en la sierra central de Perú. Campaña Agrícola 2001-2002

Meses	Jaspeado		Canario		Huanuqueña	
	Nº Agric.	%	Nº Agric.	%	Nº Agric.	%
Mayo	7	9	0	0	0	0
Junio	30	40	5	17	3	15
Julio	23	31	6	21	4	20
Agosto	10	13	7	24	4	20
Septiembre	5	7	11	38	9	45
Total	75	100	29	100	20	100

Fuente: Elaboración propia

los meses de mayo y setiembre, concentrándose el mayor porcentaje de campos sembrados entre mayo y julio, pues en el suelo se asegura la viabilidad del tubérculo, éste se conserva mejor y aprovecha las primeras lluvias para romper su reposo (Cuadro 4).

A nivel experimental, en Ayacucho, con un clon amarillo, se determinaron diferencias en 6 épocas de siembra, siendo la de mejor rendimiento (17.8 t/ha) la realizada en noviembre (Carrasco, 1984).

Densidad de siembra. En todas las zonas de cultivo de ulluco (desde Colombia hasta Argentina), la densidad de siembra está determinada por el distanciamiento entre surcos y el distanciamiento entre plantas o golpes, el distanciamiento promedio entre surcos es de 0.80 m y entre plantas de 0.35 m; sin embargo, este distanciamiento puede variar desde 0.60- 1.35 m entre surcos y de 0.30-0.60 m entre plantas o golpes. Empleando éstos distanciamientos se logran densidades que varían entre 35,700 y 41,600 plantas/ha.

Los mayores distanciamientos son empleados cuando el terreno de siembra se encuentra en ladera y los distanciamientos menores en casos de cultivos asociados o mixtos (Castillo y Tapia, 1998; Vimos *et al.*, 1993; Terrazas *et al.*, 1997; Arcila, 1992; CORLIB, 1988; Calzada y Mantari, 1954; Rea, 1977; Seminario, 1984; Montaldo, 1972; Garay, 1987).

Del total de tubérculos-semilla sembrados, el 25 % no llegan a formar plantas durante el periodo de cultivo, debido a diversos factores, bióticos y abióticos.

Metodologías de abonamiento en la siembra. Varían de acuerdo a la práctica del agricultor (Figura 8). Se distinguen las siguientes metodologías:

a. Colocando la semilla en el surco abierto y sobre la semilla se efectúa el abonamiento con la mezcla de

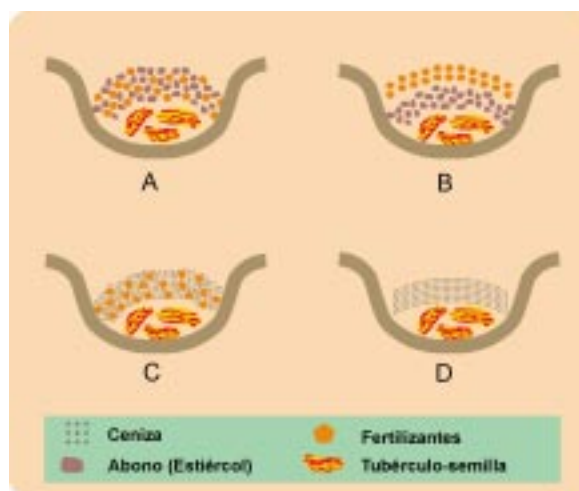


Figura 8. Diferentes modalidades de abonamiento en la siembra de ulluco, por los agricultores: **A.** Metodología a (aplicación de mezcla de estiércol con fertilizante), **B.** Metodología b (aplicación de estiércol encima o al lado con fertilizante), **C.** Metodología c (aplicación de mezcla de ceniza con fertilizante), **D.** Metodología d (aplicación sólo con ceniza).

- Colocando la semilla en el surco abierto y sobre la semilla se efectúa el abonamiento con la mezcla de estiércol más fertilizante y luego se realiza el tapado de la semilla y el fertilizante.
- Colocando la semilla en el surco abierto y sobre la semilla se realiza el abonamiento con estiércol; encima o al lado se fertiliza y luego se realiza el tapado del surco.
- Colocando la semilla en el surco abierto; sobre la misma se realiza la aplicación de la mezcla de ceniza más fertilizante y luego se efectúa el tapado del surco.
- Colocando la semilla en el surco abierto; sobre la misma se realiza el abonamiento con sólo ceniza de estiércol; no se fertiliza y se tapa el surco.

Fertilización. En Bolivia, el manejo de los suelos aún se realiza bajo el sistema de «aynokas», práctica que permite

restaurar la fertilidad de los suelos por los años de descanso y consecuentemente ayuda a mantener los rendimientos, (Terrazas *et al.*, 1997), y en el Ecuador como resultado de tres años de estudios, recomiendan la siembra de “chocho” como cultivo previo para sistemas de rotación de cultivos en sierra, así como, las rotaciones de papa con fertilización seguida de quinua sin fertilización y ulluco o melloco como se le llama en Ecuador, seguido de quinua, ambos con o sin fertilización (Nieto *et al.*, 1997).

En Perú, está generalizado el cultivo de ulluco sin fertilización y como rotación luego del cultivo de papa, lo cual tiene sustento en algunos estudios que reportan los efectos benéficos del uso de materia orgánica (Meza, 1998; Bautista, 1999) y la influencia negativa proveniente del uso de sólo fertilizantes sintéticos (Escobar, 1988).

Dosis de fertilización óptima. Debido a las exigencias del mercado por mayores rendimientos de tubérculos de calidad comercial se ha introducido la práctica de fertilización sintética al cultivo de ulluco. No obstante, Escobar (1988), determinó que si los niveles de nitrógeno son superiores a 158 kg/ha, de fósforo mayores a 133 kg/ha y de potasio mayores a 80 kg/ha, la respuesta del cultivo es negativa en 0.089, 0.1017 y 0.166 kg menos de ulluco por cada kilogramo adicional de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, respectivamente. Esto explica en parte los resultados muy variables de las investigaciones sobre niveles y dosis óptimas de fertilización en ulluco, respecto a rendimiento y calidad de la producción.

Los rendimientos a nivel experimental están en el rango de 3-41 t/ha dependiendo de la cantidad de estiércol y fertilizantes utilizados por hectárea, y si estos son empleados de manera conjunta o individual. En Ayacucho, Bautista (1999), obtuvo rendimientos de 23 t/ha con sólo la aplicación de 20 t/ha de estiércol y 34 t/ha con la aplicación conjunta de estiércol (20 t/ha) y fertilizantes (80-80-40 NPK). En Cuzco, Meza (1998), logró rendimientos de 23 t/ha con sólo la aplicación de 10 t/ha de humus de lombriz y 32 t/ha con la aplicación conjunta de humus de lombriz (10 t/ha) y fertilizantes (120-120-80 NPK). En Huancavelica, Garay (1990) determinó que el rendimiento es de 22 t/ha si se usa la dosis de fertilización 120-100-90 de NPK. En Junín, López (resultados no publicados) confirma que el ulluco responde favorablemente al uso conjunto de estiércol y fertilizantes, y aún cuando las diferencias en rendimientos por efecto de varias dosis (NPK) estudiadas no fueron significativas; estableció la dosis recomendable: 140-140-60 de NPK (Cuadro 5).

Momento óptimo de fertilización. Sobre el momento de aplicación, la forma más apropiada de fertilizar el cultivo de ulluco es fraccionando la dosis de fertilizantes (NPK) en dos aplicaciones. Al momento de la siembra se aplica la mitad de la dosis, y al momento del aporque se incorpora la otra mitad. Aplicando el fertilizante en dos etapas del ciclo del cultivo se puede obtener 47 y 52 % más de rendimiento de tubérculos de calidad comercial y peso total, respectivamente (Cuadro 6).

Modo de fertilización. Si el terreno de cultivo se halla en pendiente, el fertilizante se debe incorporar a unos 4-6 cm de la planta en la pendiente superior y en lo posible formando una media luna, de tal modo que con las lluvias este fertilizante sea acarreado con el agua hasta la planta y ésta pueda asimilarlo. Si el terreno de cultivo está en una zona con muy poca pendiente, el fertilizante se puede incorporar en corona.

Labores culturales

El ulluco se ha desarrollado dentro de sistemas de cultivo mixto, asociado y mezclas, generalmente con otros tubérculos como la papa, oca, mashua, o con cultivos como el maíz, el haba, o la arveja; esto se ha desarrollado a través de cientos de años y ha servido al agricultor como instrumento para asegurar el éxito del cultivo y una mejor complementariedad y eficiente uso de los recursos ecológicos, físicos y químicos (Valladolid y Núñez, 1982; Arcila, 1992; Bautista y Valladolid, 1982; Redín *et al.*, 2001; Pietila y Jokela, 1988). En algunas zonas productoras el ulluco se cultiva solo, e.g. La Libertad, Panao y Chaglia y Pampas, esto principalmente por la orientación netamente comercial (Mercado de Lima) de la producción. Debido a estas condiciones de asociación y mezcla del cultivo, las labores culturales del cultivo de papa se han adaptado al ulluco, siendo las mismas, con muy ligeras modificaciones (Figura 9).

Primer deshierbo. Se realiza cuando la planta ha alcanzado una altura de 10 cm y consiste en una ligera y superficial remoción del suelo para remover las malezas con todas sus raíces al estado de plántulas. Esta actividad se efectúa en forma manual y generalmente es cumplida por los integrantes de la familia del agricultor. La herramienta que se usa en esta labor cultural, al igual que en otras, incluyendo la siembra y cosecha, es la azada o “alacho” (Figura 10). Es una actividad difundida en todas las zonas productoras (Castillo y Tapia, 1998; Terrazas *et al.*, 1997; Arcila, 1992; Seminario, 1984).

Cuadro 5. Rendimiento (kg) por categorías de ulluco Jaspeado (semilla de alta calidad), con diferentes dosis de fertilización. Concepción, Junín, Perú

Campaña Agrícola	Dosis (NPK)	Categoría Comercial ¹	Categoría Tercera ¹	Total ¹
2001-2002	160-160-120	29.93 a	4.38 a	62.93 a
	160-160-160	32.50 a	4.25 a	61.75 a
	160-200-120	35.25 a	10.50 b	70.25 a
	160-200-160	31.75 a	5.25 a	66.25 a
	200-160-120	33.13 a	7.13 ab	69.50 a
	200-160-160	34.75 a	6.38 ab	69.75 a
	200-200-120	40.38 a	6.75 ab	81.75 a
	200-200-160	33.38 a	3.88 a	65.75 a
	PROMEDIO	33.88	6.07	68.49
2002-2003	140-140-60	27.42 a	13.21 a	42.13 a
	140-140-0	24.33 a	12.17 a	37.95 a
	140-140-120	29.00 a	14.83 a	45.63 a
	140-80-60	27.50 a	13.00 a	42.13 a
	140-200-60	31.00 a	16.33 a	49.17 a
	80-140-60	24.17 a	10.17 a	35.80 a
	200-140-60	28.83 a	14.83 a	45.90 a
		PROMEDIO	27.46	13.51

¹ Los promedios con la misma letra al lado no son significativamente diferentes (Tukey, $p < 0.05$).

Promedios provenientes de unidades experimentales de 16 m².

Cuadro 6. Rendimiento (kg) por categorías de ulluco Jaspeado (semilla de alta calidad), en dos momentos de fertilización. Concepción, Junín, Perú. Campaña Agrícola 2001-2002

Momento ¹	Categoría Comercial ²	Categoría Tercera ²	Total ²
M2	50.67 a	7.88 a	75.17 a
M1	34.33 b	4.38 b	49.38 b
Promedio	42.50	6.13	62.27

¹ M1 = Aplicación de la dosis de fertilizantes sólo a la siembra;

M2 = Aplicación de la dosis de fertilizantes mitad a la siembra y mitad al aporque.

² Los promedios con la misma letra al lado no son significativamente diferentes (Tukey, $p < 0.05$). Promedios provenientes de unidades experimentales de 16 m².

Aporque o lampeo. Es la actividad más importante durante el cultivo, pues de su correcta ejecución depende la producción a obtenerse, considerando que la correcta conformación del lomo del surco asegura una buena cobertura, incrementa el número de estolones subterráneos y tubérculos y permite su mejor desarrollo.

El aporque se realiza entre los meses de diciembre a enero, cuando la planta alcanza una altura promedio de 25 a 30 cm y ha desarrollado de 2 a 5 tallos principales

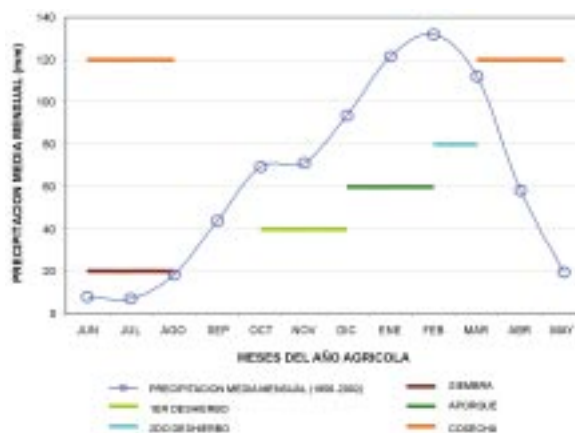


Figura 9. Distribución de las labores culturales en el cultivo de ulluco cv. Jaspeado, en relación con la precipitación media mensual. Concepción, Junín, Perú

(Terrazas *et al.*, 1997; Arcila, 1992; León, 1964; Seminario, 1984; Garay, 1987). Se realiza en forma manual utilizando la azada o lampón (Figuras 10 y 11) o con ayuda de la yunta, siendo esta última la forma más difundida en la zona productora de La Libertad, porque logra una mejor cobertura de tierra en el surco y a la vez remueve las raíces de las malezas remanentes. Momentos antes del desarrollo de esta labor se incorpora al suelo la mitad de



Figura 10. Herramientas ("azadas") utilizadas en las labores culturales del cultivo de ulluco. **A.** "Alacho"; **B.** "Lampón".

la dosis de fertilización del cultivo. Se debe tener especial cuidado de no remover suelo de partes muy cercanas a las raíces del cultivo, pues esto origina la fractura de los estolones, que son muy delicados.

Se ha determinado que el mayor número de aporques alarga el periodo vegetativo e incrementa los rendimientos, por ejemplo la realización de tres aporques puede incrementar el rendimiento en 42 %, inclusive 2 y 3 aporques adicionales representan altos valores de beneficio económico, (Monteros *et al.*, 1994).

Segundo deshierbo. Se realiza en forma manual entre los meses de febrero y marzo, y consiste en la remoción de las malezas que se encuentran sobre o muy cerca al lomo del surco, y que amenazan desarrollar más rápidamente que las plantas de ulluco perfilándose como competidoras directas por los fertilizantes. Si las malezas desarrollan una buena longitud de raíces y están muy cerca de las plantas de ulluco, existe la posibilidad de entrecruzamiento de raíces, consecuentemente la actividad debe consistir en el corte de las malezas, para no ocasionar la fractura de estolones y raíces que son muy delicados. Es una actividad muy común en Nariño, Colombia (Arcila, 1992).

Cosecha

El momento de la cosecha varía según los cultivares. En la sierra central del Perú cultivares como Canario y Huanuqueña son cosechados de marzo a abril y cultivares como Jaspeado y Tarmaña-redonda lo son entre mayo y junio. En los meses de mayo (segunda quincena) y todo junio, se registra el mayor porcentaje de cosechas, (Figura 12).

Otro factor de variación del momento de cosecha, es el precio del ulluco en el mercado. Cuando el precio del



Figura 11. Aporque manual del cultivo de ulluco.

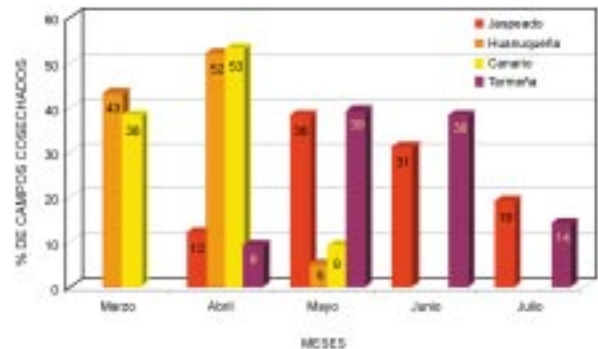


Figura 12. Distribución mensual de la cosecha de ulluco por cultivares de la sierra central del Perú, 2002. **Fuente:** Elaboración propia.

ulluco es muy bajo el agricultor retrasa su cosecha, en espera que mejoren los precios, aún arriesgando la posibilidad que durante el periodo de retraso de la cosecha la producción pueda ser infestada por larvas de noctuidos (gusanos masticadores), que en algunos casos ocasionan pérdidas hasta del 90% de la producción total. Adicionalmente ocurre la plasmólisis de los tubérculos y el engrosamiento de la "piel" lo que se conoce como "piel de sapo" (Figura 13).

La cosecha se realiza en forma manual con ayuda de la "lampa", "picota" o "alacho"; en algunas zonas del norte del Perú como Cajamarca la cosecha se realiza con yunta (Seminario, 1984).

El personal que realiza la cosecha de ulluco lo hace con mucho cuidado para evitar causar daños en los tubérculos. A diferencia de la papa, el ulluco requiere mayor personal para la cosecha, por el mayor número de tubérculos (hasta 121 tubérculos/planta), por la mayor proporción de tubérculos pequeños y su mayor predisposición al daño mecánico. En estimados realizados, una persona puede cosechar entre 100 y

250 kg de ulluco por día, mientras que en papa la misma persona puede cosechar entre 300 y 400 kg de tubérculos por día (Cuadro 7).

Manejo de poscosecha. Los tubérculos cosechados de ulluco pasan al proceso de acondicionamiento de los tubérculos o “curado”, que consiste en el almacenamiento bajo sombra de los tubérculos colocados en sacos con la finalidad que los dañados por plagas o enfermedades o causas mecánicas, muestren la intensidad del daño sufrido y puedan ser detectados fácilmente al momento de la selección. El tiempo recomendable de éste acondicionamiento es de 3-7 días.

Luego del acondicionamiento, el ulluco es lavado y seleccionado por categorías: Categoría comercial (extra, primera y segunda), tercera y descarte. Se considera dentro de la categoría comercial a los tubérculos que están completamente sanos o con daños incipientes, con una longitud mínima de 5 cm y peso aproximado de 7 a 35 gramos. Los tubérculos extra miden entre 7-12 cm y pesan entre 25-35 g, los de primera de 5-7 cm y pesan entre 15-25 g, y los de segunda de 4-5 cm y pesan entre 7-15 g. La categoría tercera esta conformada por tubérculos de 2.5-4.0 cm y peso entre 4.5-7.0 g, (Figura 14). Los tubérculos de la tercera categoría y los tubérculos verdeados en el campo por exposición a la luz directa o difusa son muchas veces utilizados como tubérculos-semilla.

La mayor parte de la producción es destinada al mercado de Lima y en menor cantidad a los mercados de Concepción y Huancayo, (Figura 15).

Rendimiento

El rendimiento del ulluco es variable, y depende de factores como: cultivar, tubérculo-semilla, zona de cultivo, dosis de fertilización, cantidad de estiércol utilizado, oportunidad de las labores culturales. En general, el rango de rendimiento para las zonas productoras desde Colombia a Argentina, varía de 2-10



Figura 13. Daños fisiológicos en los tubérculos de ulluco por el retraso de la cosecha: **A.** Tubérculos con “piel de sapo” (doble cáscara), **B.** Tubérculos dañados por heladas, **C.** Tubérculos con cavidades (“tubos”).

Cuadro 7. Jornales y costo de cosecha de una hectárea de ulluco, en las diferentes zonas productoras de la sierra central del Perú. Campaña Agrícola 2001-2002

Zona productora Cultivar (cv.) cultivado	La Libertad cv. Jaspeado	Curimarca cv. Canario	Pampas cv. Canario	Pazos cv. Tarmaña-Redonda	Huánuco cv. Huanuqueña
Rendimiento promedio (t/ha)	10	11	10	8	16
Jornales (Nº)	50	55	50	40	80
Costo (US \$.)	143	157	143	114	229

Fuente. Elaboración propia.

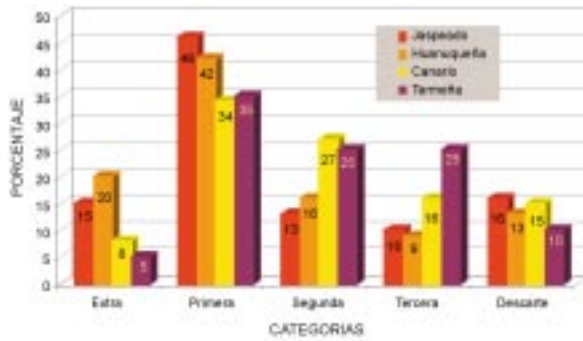


Figura 14. Distribución porcentual de la producción de ulluco, según categorías y cultivares en la sierra central del Perú. 2002.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Destino porcentual de la producción de ulluco cv. Jaspado.

Concepción, Junín, Perú. Campaña Agrícola 2001-2002.

Fuente: Elaboración propia.

t/ha, bajo condiciones de manejo tradicional del agricultor e influenciado por las precipitaciones pluviales, ocurrencia de sequías y heladas severas (Castillo y Tapia, 1998; Vimos *et al.*, 1993; Redín *et al.*, 2001; Seminario, 1987; León, 1964; Calzada y Mantari, 1954; Arcila, 1992).

Para Perú, el rendimiento fluctúa entre 5-11 t/ha lo cual se considera bajo; en la sierra central el cultivar Huanqueña produce un promedio de 16 t/ha, pero su demanda en el mercado es pequeña y sólo temporal, mientras no se inicie la cosecha del cultivar Jaspado que es el preferido. El cultivar Canario tiene un rendimiento de 11 t/ha, su productividad de calidad comercial por planta es mayor que en los cultivares anteriores, pero su perecibilidad también es mayor. El cultivar Jaspado tiene un rendimiento promedio de 10 t/ha y gran predominancia y demanda en los mercados de Huancayo y Lima, por su coloración, buen sabor, fácil cocción y resistencia al manipuleo. El cultivar Tarmeña-redonda tiene un rendimiento aproximado de 8 t/ha, su productividad de calidad comercial es baja, pero tiene gran demanda en el mercado aún en presencia del cultivar Jaspado por su mayor coloración, sabor y proporción de materia seca.

Referencias bibliográficas

- Arcila, M. 1992. Estudio agronómico del cultivo del ulluco (*Ullucus tuberosus*) en el departamento de Nariño. Instituto Colombiano Agropecuario, Pasto, Colombia. 12 p.
- Bautista, R. 1999. Respuesta de dos ecotipos de olluco (*Ullucus tuberosus* Loz) a diferentes niveles de estiércol y fórmulas de fertilización química en Ayacucho. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 180 p.
- Bautista, S.; J. Valladolid. 1982. Calendario agrícola de los cultivos de papa, oca, ulluco y mashua en la comunidad alto-andina de Qasanqay. Congreso Internacional de Cultivos Andinos, III, La Paz, Bolivia, Feb. 8-12, 1982. p. 517-528.
- Calzada, J.; C. Mantari. 1954. Cultivo y variedades del olluco en Puno. Perú, La Vida Agrícola 31(363):139-144.
- Carrasco, A. 1984. Ensayo de seis épocas de siembra en el rendimiento de dos clones de olluco (*Ullucus tuberosus* Loz) bajo condiciones de secano, Allpachaka 3,500 msnm. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú, 42 p.
- Castillo, R.; M. Tapia. 1998. Ulluco / Melloco (*Ullucus tuberosus* Caldas). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador. 76 p.
- Chailakhyan, M. 1983. Photoperiodic and hormonal regulation of tuber formation in plants. Doklady Botanical Sciences 268/270:8-12.
- Corporación de Desarrollo de La Libertad. 1988. Cultivos autóctonos; Revalorización y uso. Corporación de Desarrollo de La Libertad, Junta de Acuerdo de Cartagena, Trujillo, Perú. 81 p.
- Cortés, H. 1987. Alcances de la investigación en tres tubérculos andinos: Oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*), mashua, isaño o año (*Tropaeolum tuberosum*). En: M. Tapia (ed.). Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes. 2da ed. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, Programa de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Lima, Perú. p. 62-83.

- Doroshenko, A.; H. Carpetchenko; H. Nesterov. 1987. Influencia de la longitud del día en la producción de tubérculos en papas y otras plantas. En: M. Tapia (ed.). Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, Programa de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Lima, Perú. p. 43-44.
- Escobar, M. 1988. Efecto de niveles de NPK en el rendimiento de ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz) en condiciones de secano en Allpachaka a 3500 msnm. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. 111 p.
- Farfán, A. 1998. Comparativo ecofisiológico preliminar de oca, ulluco y ñu en diferentes altitudes de la C.C. Pícol, Taray, Calca. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú. 172 p.
- Frere, M.; J. Rea; J. Rijks. 1977. *Ullucus tuberosus*. En: M. Frere; J. Rea; J. Rijks (eds.). Estudio agroclimatológico de la zona andina. Organización de las NU para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, Italia. p. 331-337.
- Garay, O. 1987. El cultivo de los tubérculos andinos. Minka 21:7-16.
- Garay, O. 1990. Selección positiva de tubérculos andinos; Informe Técnico. Estación Experimental Agropecuaria Santa Ana, Huancayo, Perú. Mimeografiado, p. 22-24.
- Garay, O.; M. Tapia. 1991. Cultivo En: L. Pietila; M. Tapia. (eds.) Investigaciones sobre ulluku. Abo Akademis Kopieringscentral, Turku, Finland. p. 35-42.
- León, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina, Lima, Perú. 112 p.
- León, J. 1994. Los recursos fitogenéticos del Nuevo Mundo. En: J.E. Hernández y J. León (eds.) Cultivos marginados: Otra perspectiva de 1492. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Jardín Botánico de Córdoba. España. p. 3-22.
- Meza, G. 1998. Abonamiento orgánico e inorgánico en el cultivo de ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz.) en Cuzco. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 104 p.
- Montaldo, A. 1972. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Organización de Estados Americanos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Perú. p. 210-211.
- Monteros, C.; C. Caicedo; M. Rivera. 1994. Efecto del número de aporques en el rendimiento y calidad de dos clones de melloco. Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios y su Proyección al Tercer Milenio, VIII, Valdivia, Chile, Marzo 21-26, 1994. p. 25.
- Nieto, C.; C. Francis; C. Caicedo; P. Gutiérrez; M. Rivera. 1997. Response of four Andean crops to rotation and fertilization. Mountain Research and Development 17(3): 273-282.
- Pietila, L.; P. Jokela. 1988. Cultivation of minor tuber crops in Peru and Bolivia. Journal of Agricultural Science (Finland) 60: 87-92.
- Razumov, V. 1987. Influencia de la longitud del día en la formación de tubérculos. En: M. Tapia (ed.). Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes. 2da ed. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, Programa de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Lima, Perú. p. 41-43.
- Rea, J. 1977. Cultivo de ulluco – *Ullucus tuberosus* Loz. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Puno, Perú. 10 p.
- Redín, C.; D. Rostagno; M. Escurra; R. Paez; A. Grau. 2001. El cultivo de oca y ulluco en la alta cuenca del Río Bermejo, noroeste de Argentina; Situación actual y perspectivas. Simposio Latinoamericano de Raíces y Tubérculos, II, Lima, Perú, Nov. 28-30, 2001. p. 10.
- Seminario, J. 1984. Cultivos andinos: El ulluco. Equipo de Desarrollo Agropecuario de Cajamarca, Centro de Investigación, Educación y Desarrollo, Cajamarca, Perú. 15 p.
- Seminario, J. 1987. Inventario de los cultivos andinos en Cajamarca. En: V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos; Marzo 10-14, 1986, Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano, CORDEPUNO, INIPA, CIPA XV, Puno, Perú. p. 235-247.
- Tapia, M. 1987. Los tubérculos andinos. En: M. Tapia (ed.). Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes. 2da ed. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Centro

- Internacional de Investigación para el Desarrollo, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, Programa de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Lima, Perú. p. 45-61.
- Tapia, M. 1992. Los sistemas de rotación de los cultivos andinos subexplotados en los andes del Perú. En: D. Morales y J. Vacher (eds.). Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Bolivia. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. La Paz, Bolivia. p. 389-394.
- Terrazas, F.; F. Gonzáles; P. Condori; I. Quispe. 1997. Tubérculos andinos en la zona de Independencia: Diagnóstico multidisciplinario. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, Programa de Investigación de la Papa, Cochabamba, Bolivia. 43 p.
- Valladolid, J.; E. Núñez. 1982. Distribución y arreglos espaciales de los cultivos alto andinos en dos comunidades campesinas. En: Congreso Internacional de Cultivos Andinos, III, La Paz, Bolivia, Feb. 8-12, 1982. p. 413-424.
- Valladolid, J.; F. Barrantes; A. Prado; L. Zambrano; A. Villantoy. 1984. Análisis de crecimiento de tres especies de plantas tuberosas andinas (mashua, olluco, papa) bajo condiciones de cultivo de secano en Allpachaka (3,600 msnm) Ayacucho. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Investigaciones 2(2): 38-48.
- Villaroel, S. 1997. Diversidad biológica, flujos de semilla y destino de la producción de oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*) en la comunidad de Pocanche, Provincia de Ayopaya del Departamento de Cochabamba. Universidad Técnica de Oruro, Bolivia. 180 p.
- Villarroel, T. 1995. Manejo campesino y caracterización de la biodiversidad de oca (*Oxalis tuberosa*) y papalisa (*Ullucus tuberosus*) en Candelaria, Prov. Chapare, del Departamento de Cochabamba. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, 213 p.
- Vimos, C.; C. Nieto. 1992. Análisis de crecimiento, producción de biomasa y potencial de rendimiento de tres clones de melloco (*Ullucus tuberosus*), En: D. Morales y J. Vacher (eds.). Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, ORSTOM, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. La Paz, Bolivia. p. 225-233.
- Vimos, C.; C. Nieto; M. Rivera. 1993. El Melloco; características, técnicas de cultivo y potencial en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador. 24 p.