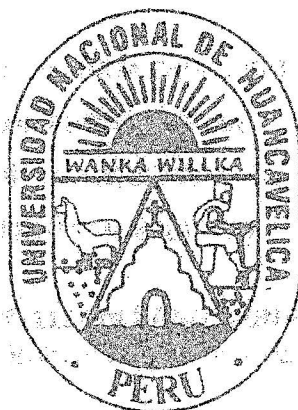


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por la Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA

TESIS:

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CLORPROFAM EN EL BROTIAMIENTO DE
TUBÉRCULOS DE OLLUCO (*Ollucus tuberosus* Loz) EN CONDICIONES
DE ALMACÉN. ACOBAMBA - HUANCVELICA

LINEA DE INVESTIGACIÓN: CULTIVOS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

Marysabel Eugenia CÓRDOVA DAMIÁN

ACOBAMBA - HUANCVELICA - PERÚ

2013

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

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 80 días del mes de mayo del año 2013, a horas 09:00 a.m.; se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Mg. Sc. Ing. Rolando PORTA CHUPURGO

Secretario : Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA

Vocal : Ing. Carlos Raúl VERASTEGUI ROJAS

Accesitario : Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO

Designados con **RESOLUCIÓN Nº 115-2011-CF-FCA-UNH**; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Intitulado:

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE CLORPROFAM EN EL BROTIAMIENTO DE TUBÉRCULOS DE OLLUCO (*Ollucus tuberosus* Loz) EN CONDICIONES DE ALMACÉN. ACOBAMBA – HUANCAMELICA"

Cuyo autor es la graduada:

BACHILLER: **CÓRDOVA DAMIÁN, Marysabel Eugenia**

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

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

APROBADO

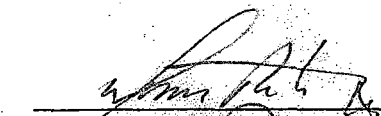
☒

POR MAYORIA

DESAPROBADO

☐

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.


Presidente


Vocal

Secretario


Accesitario

ASESOR:

Ing. Isaac N. ALIAGA BARRERA

CO-ASESOR:

Mg. Frank F. VELASQUEZ BARRETO

DEDICATORIA

Con mucho aprecio y gratitud dedico a mis padres que me apoyaron indesmayablemente; a mis hermanos, quienes fueron mi apoyo incondicional, en mi formación profesional.

M.C.D

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía, donde me formé como profesional.
- A la plana docente de la Escuela Académico Profesional de Agronomía por brindarme sus conocimientos en la enseñanza de los diferentes cursos en mi formación profesional.
- Al Ing. Isaac Nolberto ALIAGA BARRERA y al Mg. Ing. Frank Fluker VELASQUEZ BARRETO, por asesorarme e impartir sus conocimientos en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Un agradecimiento muy grande a mis padres y hermanos, por el apoyo que me brindaron para seguir mis estudios.
- A todos mis amigos que de una u otra manera me apoyaron en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen	01
Introducción	02
Capítulo I. Problema	
1.1. Planteamiento del Problema	03
1.2. Formulación del Problema	03
1.3. Objetivos:	04
1.3.1 Objetivo general	04
1.3.2 Objetivos específicos	04
1.4. Justificación	04
Capítulo II: Marco Teórico	06
2.1. Antecedentes	06
2.2. Bases Teóricas	08
2.2.1. Olluco	08
2.2.2. Fisiología Post Cosecha de los tubérculos de papa	09
2.2.3. Chlorpropham	13
2.3. Hipótesis	14
2.4. Variables de estudio	14
Capítulo III: Metodología de la Investigación	15
3.1. Ámbito de estudio	15
3.2. Tipo de investigación	16
3.3. Nivel de Investigación	16
3.4. Método de Investigación	16
3.5. Diseño de Investigación	16
3.6. Población, Muestra, Muestreo	17
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	17
3.8. Procedimiento de Recolección de Datos	18
3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	18

Capítulo IV. Resultados	19
4.1. Número de tubérculos con brotes	19
4.2. Número de brotes por tubérculo	20
4.3. Longitud de brotes	22
4.4. Porcentaje de pérdida de peso	23
Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Referencia bibliográfica	28
Artículo científico	30
Anexos	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza para el número de tubérculos con brote	19
Tabla 2. Prueba de Duncan para el número de tubérculos con brote	20
Tabla 3. Análisis de varianza para el número de brotes por tubérculo	20
Tabla 4. Prueba de Duncan para el número de brotes por tubérculo	21
Tabla 5. Análisis de varianza para la longitud de los brotes.	22
Tabla 6. Prueba de Duncan para la longitud del brote.	22
Tabla 7. Análisis de varianza para la pérdida de peso	23
Tabla 8. Prueba de Duncan para la pérdida de peso.	24
Tabla 9. Número de tubérculos con brotes	39
Tabla 10. Número brotes por tubérculo	39
Tabla 11. Longitud del brote (cm)	39
Tabla 12. Porcentaje de pérdida de peso	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química del Chlorpropham.	13
Figura 2. Tubérculos de olluco utilizados como testigos.	40
Figura 3. Tubérculos de olluco después de los 120 días de almacenamiento.	41

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto del Chlorpropham (inhibidor de brotes) en el brotamiento de tubérculos de olluco durante almacenamiento. Se utilizó olluco (*Ollucus tuberosus* Loz) variedad "tarameño", los tubérculos de olluco se almacenaron a 15 °C y 85 % de Humedad Relativa; a los 60 y 90 días de almacenamiento se evaluaron el número de brotes por tubérculo, longitud del brote, número de tubérculos con brotes y pérdida de peso, se aplicaron 5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham/kg de tubérculo de olluco; se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos de los cuales uno fue el testigo. A los 60 días de almacenamiento la longitud de brotes para el testigo fue de 10 cm y para los tratamientos desde 0,21 hasta 0,85 cm; a los 120 días la longitud de los brotes se mantuvieron iguales y algunos brotes empezaron a secarse, y en el testigo se incrementaron de tamaño alrededor de 15 a 20 cm en promedio; la pérdida de peso de los tubérculos a los 120 días de almacenamiento para los tratamientos fue en promedio de 20 % y para el testigo de 35 %. Todos los tratamientos de Chlorpropham no mostraron una influencia significativa sobre el número de brotes por tubérculo, longitud de los brotes, tubérculos con brotes, pérdida de peso; con un $p < 0,05$, la prueba de Duncan mostró que no existe diferencias significativas entre los tratamientos para las variables evaluadas, pero si diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

INTRODUCCION

El cultivo de olluco (*Ollucus tuberosus* Loz), es altamente estacional en la sierra del Perú, donde la primavera y el verano lluvioso permite que se cultive únicamente durante ese periodo del año, en especial este cultivo que se siembra desde los 3200 a 4100 msnm, donde generalmente no hay estructuras de riego. En consecuencia, la cosecha y comercialización de tubérculos frescos se concentra en un breve periodo de dos a tres meses y por lo tanto una sobre oferta de olluco que origina disminución o caídas dramáticas del precio en campo o chacra, afectando el ingreso económico de los campesinos y agricultores que se ven imposibilitados de continuar autofinanciándose y de mejorar su situación económica.

Estas características del cultivo en mención nos estimularon para evaluar el efecto de Chlorpropham sobre el brotamiento de tubérculos de olluco durante el almacenamiento. Se trabajó con el producto comercial Neostop 1 %, que contiene 1 % del ingrediente activo Chlorpropham, que es un inhibidor de brotes de acción similar al efecto hormonal, usado en papa blanca en países de Europa. Se utilizó olluco (*Ollucus tuberosus* Loz) variedad "tarmeño", los tubérculos de olluco se almacenaron a 15 °C y 85 % de Humedad Relativa; a los 60 y 120 días de almacenamiento se evaluaron el número de brotes por tubérculo, longitud del brote, número de tubérculos con brotes y pérdida de peso, se aplicaron 5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham /kg de tubérculo de olluco; se utilizó un diseño completamente al azar. Los resultados fueron muy alentadores en este proceso de almacenamiento de estos tubérculos tan apreciados en la alimentación del poblador peruano.

CAPITULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El cultivo de olluco (*Ollucus tuberosus* Loz), produce tallos transformados en tubérculos que almacenan sustancias de reserva que se usan como alimento humano; a la vez estos tubérculos le sirven como órganos de propagación de esta especie. Por esta razón los tubérculos de olluco después de un tiempo de almacenamiento empiezan a brotar sus yemas. El crecimiento de los brotes es lento a temperaturas inferiores a 5 °C. Por encima de 5 °C con un incremento de la temperatura aumenta el crecimiento de los brotes hasta una temperatura óptima para el crecimiento de alrededor de 20 °C, por encima de la cual la tasa de crecimiento disminuye.

En vista de estos antecedentes, se pretende incorporar conocimientos en la utilización de inhibidores del brotamiento como el Chlorpropham que es ampliamente utilizado como inhibidor de brotes en tubérculos de papa, y de esta manera ampliar estos conocimientos, utilizándolo como inhibidor del brotamiento de los tubérculos de olluco, con el fin de prolongar su vida útil durante el almacenamiento post cosecha.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se plantea el siguiente problema: ¿Cuál será el efecto de la concentración de Chlorpropham (5; 10; 20 y 30 mg/kg de tubérculos) sobre la pérdida de peso, longitud de brotes, número de brotes por tubérculo, número de

tubérculos con brotes de los tubérculos de olluco en condiciones de almacén?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. General.

- Evaluar el efecto de la concentración de Chlorpropham en la inhibición del brotamiento de tubérculos de olluco, en condiciones de almacén.

1.3.2. Específico.

- Analizar que concentración de Chlorpropham reduce la pérdida de peso en tubérculos de olluco durante el almacenamiento post cosecha.
- Analizar que concentración de Chlorpropham reduce la longitud de los brotes en tubérculos de olluco durante el almacenamiento post cosecha.
- Analizar que concentración de Chlorpropham reduce el número de brotes por tubérculos de olluco durante el almacenamiento post cosecha.
- Analizar que concentración de Chlorpropham reduce el número de tubérculos con brotes en tubérculos de olluco durante el almacenamiento post cosecha.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La investigación en el cultivo de olluco y el desarrollo de tecnologías adecuadas, para dar solución a los principales problemas de este cultivo, y con la finalidad de resolver problemas comunes que afectan la producción de olluco en la región andina.

Se pretende probar una de las formas de almacenamiento de los tubérculos de olluco, con lo cual se trata de incorporar conocimientos en la utilización de inhibidores del brotamiento como el Chlorpropham que es ampliamente utilizado como inhibidor de brotes en tubérculos de papa blanca, y de esta

manera ampliar estos conocimientos utilizándolo como inhibidor del brotamiento de los tubérculos de olluco, con el fin de prolongar su vida útil durante el almacenamiento post cosecha, controlando el tiempo con este producto.

La ejecución de la tesis va orientada a mejorar el almacenamiento, para que tengan olluco fresca en un periodo más largo; para su consumo o la venta a los mercados en épocas que no exista cosecha y los precios más altos. Esta actividad brindaría estabilidad, bienestar individual y familiar; mayor participación social y comunitaria.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Caldiz *et al* (1999) evaluó el efecto de las aplicaciones de hidrazida maleica sobre el rendimiento y sus componentes, la brotación y el nivel de residuos en los tubérculos destinados al consumo fresco. Las aplicaciones de HM (sal potásica 36 %, Vendaval HM) se realizaron con una pulverizadora comercial a una dosis de 10 L/ha, con un volumen de agua de 400 L/ha. Las aplicaciones de HM no produjeron diferencias en el rendimiento, ni en el número de tubérculos /m² para las distintas fracciones, en tanto que si bien la brotación de los tubérculos tratados se produjo sólo 5 días después de los testigos, el ritmo de crecimiento de los brotes fue significativamente menor. A los 114 días de la muerte del follaje los tubérculos tratados presentaban brotes <10 mm y los testigos >60 mm. Durante la post cosecha el nivel de residuos en los tubérculos tratados estuvo siempre por debajo del nivel de tolerancia de 50 ppm, aceptado por el Codex Alimentario FAO. Los residuos fluctuaron entre 10, 35 y 18,57 ppm hasta 4 meses después de la muerte del follaje. Los resultados indican que, a la dosis y momento indicados, las aplicaciones de HM no disminuyen el rendimiento y permiten extender el período de comercialización de los tubérculos sin que el nivel de residuos supere las tolerancias exigidas.

El crecimiento de los brotes es lento a temperaturas inferiores a 5 °C. Por arriba de 5 °C un incremento de la temperatura aumenta el crecimiento de

los brotes hasta una temperatura óptima para el crecimiento de alrededor de 20 °C , por encima de la cual la tasa de crecimiento disminuye.

Anli et al. (2010), investigó el efecto del Chlorpropham a las temperaturas de 8 y 15 °C sobre el brotamiento de papa (*Solanum tuberosum* L) variedad Agria Tubers, en longitud de los brotes, peso de tubérculos y número de brotes. Utilizó una concentración de Chlorpropham de 20 mg/kg de tubérculo para cada temperatura y a una humedad relativa de 85 %, observando que a temperatura de 8 °C empezó el brotamiento a los 105 días y a 15 °C a los 15 días. A 8 °C el porcentaje de pérdida de peso fue de 1,38 % (control 5,19 %) y para la temperatura de 15°C fue de 3,02 % (control 7,05 %). Respecto a la longitud del brote a 8°C se alcanzó 1,7 mm a los 135 días de almacenamiento (control 41,7 mm), a 15°C la longitud de brote a los 135 días fue de 6,0 mm (control 57,3 mm). Y en relación al número de brotes a 8 °C fue de 0,8 mm (6,7 mm control) a los 135 días y a los 15°C fue de 1,9 (control 9,1 mm).

Valladolid (1995) realizó una investigación de la acción de los inhibidores en brotes de olluco (*Ollucus tuberosus* Loz), donde la variedad de olluco fue "tarmeño", las sustancias inhibidoras probadas fueron CIPC (Isopropil 3-clorocarbanilato o Chlorpropham), TCNB (tetracloruro nitrobenzeno), IPPC. El CIPC se utilizó concentraciones de 75, 150, 225 y 300 mg/kg de tubérculo, aplicado por aspersión; el TCNB en concentraciones de 120 y 240 mg/kg de tubérculo, aplicado por espolvoreo; el IPPC en concentraciones de 100 y 200 mg/kg de tubérculo, aplicado por aspersión. Encontrándose que el CIPC, IPPC en todas las concentraciones probadas inhiben el crecimiento de brotes en olluco, observándose una menor pérdida de peso y cantidad de tubérculos útiles, a diferencia del TCNB, que tiene poco efecto inhibitorio a medida que se prolonga el almacenamiento.

En Huancayo se ha usado el Chlorpropham 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 el rastro del líquido. La mezcla

final en polvo debe contener 2 % del principio activo del inhibidor (López y Hermann, 2004).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Olluco

El olluco recibe diferentes nombres en el Perú. Así, *olluco* es la denominación más utilizada en el Centro del Perú, *ol loco* en la Sierra de la Libertad y Cajamarca, *ullush* en algunas comunidades del Callejón de Conchucos, *ulluco* en Huancavelica, Ayacucho y Andahuaylas, *papa lisa* o simplemente *lisa* en Abancay, Cusco y Puno; e *illaco* en algunas comunidades de Puno.

El olluco o ulluco es la planta más importante del género *Ullucus* y probablemente también de la familia *Basellaceae* a la que pertenece. La familia *Basellaceae* se caracteriza por estar constituida por plantas mucilaginosas, suculentas, volubles o trepadoras. Ella incluye dos especies cultivadas valiosas por ser utilizadas como alimento: *Ullucus tuberosus* y *Basella alba* L. el ulluco se cultiva por sus tubérculos comestibles en los Andes de Sudamérica desde Venezuela hasta el N.O. de Argentina, mientras que a la "espinaca malabar" o "espinaca de Cellán" (*Basella alba*) se cultiva en los climas cálidos de Centro y Sudamérica, Asia y África por sus suculentas hojas, las mismas que son consumidas, principalmente en sopas de manera similar a la espinaca (Winters, 1963).

El género *Ullucus* tiene una sola especie, el *Ullucus tuberosus*, la cual de acuerdo a Sperling (1987), tiene dos subespecies: *Ullucus tuberosus* subsp. *aborigineus* y *Ullucus tuberosus* subsp. *tuberosus*.

Dentro de la subespecie *aborigineus* están incluidos todos los ullucos silvestres, los mismos que se encuentran asociados a plantas espinosas en suelos sueltos, húmidos y de buen drenaje, o en ambos ambientes rocosos de difícil acceso, formando tubérculos de 0,5 a 1 cm de diámetro, de colores rosados, rojos, marrón oscuros y a veces blancos. Se encuentran desde

Carchi en el Ecuador hasta el N. O. de Argentina. En el Perú, estos ollucos reciben nombres diversos como *ulluco de zorro*, *atoqpa ullkum*, *atop ulluco*, *a top lisas*, *kita lisas*, *ulluco de los gentiles*, o simplemente *gentil ulluco*.

El ulluco cultivado por otro lado está formado por decenas de cultivares pertenecientes a la subespecie *tuberosus* que se caracterizan por sus tubérculos redondos, semi-falcados, cilíndricos y alargados retorcidos, con una superficie de tubérculos hasta de doce colores, en los que puede distinguirse fácilmente el blanco amarillento, verde amarillento, amarillo de diferentes tonalidades, naranja de diferentes tonalidades, rojo claro (rosado) y rojo. Poseen de tres a seis tallos erectos hasta alcanzar la plena floración, después de la cual, más del 20 % de los cultivares presentan tallos decumbentes o rastreros.

El olluco, como todos estos tubérculos, posee una alta proporción de agua. Si calculamos el contenido de los compuestos en base seca, encontramos que el olluco es una fuente importante de calorías por el alto porcentaje de carbohidratos. El contenido de proteínas varía entre 10,8 % y 15,7 % en base seca. Entre las proteínas encontramos la valina, la treonina y la leucina como aminoácidos limitantes.

El contenido de vitaminas no es muy alto. El nivel de ácido ascórbico por ejemplo es la mitad del encontrado en la papa. Sólo los niveles de vitamina A (3,77 mg equivalente de retinol) son mayores que en la oca (1,26 mg equivalente de retinol) y papa (trazas). En cuanto a minerales en comparación con la papa, el olluco sólo es ligeramente superior en sus niveles (1,1 mg en olluco; 0,9 mg en papa) (King y Gershoff, 1987).

2.2.2. Fisiología post cosecha de los tubérculos de papa

No se encontró bibliografía sobre olluco, pero la papa también es un tubérculo, por lo tanto hay una similitud de comportamiento fisiológico de los tubérculos.

El tubérculo maduro de la papa constituye a la vez una forma de propagación y el producto que se cosecha, al igual que el olluco. Después de su iniciación el tubérculo madre de papa se desarrolla de manera continua tanto morfológica como fisiológicamente. La edad del tubérculo desde el momento de su iniciación o desde su cosecha se denomina edad cronológica, mientras que la edad fisiológica se refiere principalmente al proceso de desarrollo de los brotes, y depende tanto de la edad cronológica como de las condiciones ambientales (Martínez, 1987).

a. Reposo, quiescencia y dormancia de tubérculos.

Durante su desarrollo fisiológico de papa atraviesa por cuatro estados definidos: reposo, dominancia apical, brotamiento múltiple y senectud (Martínez, 1987) El estado de desarrollo durante el cual las yemas de un tubérculo de papa no pueden brotar debido a causas endógenas (control bioquímico u hormonal), se llama periodo de reposo o simplemente reposo (Hemberg, 1985).

Una vez que el periodo de reposo ha concluido, el tubérculo está apto para brotar, sin embargo las yemas podrían aun permanecer sin brotar debido a ciertas condiciones como temperatura o fotoperiodo desfavorables. Bajo esta condición se dice que las yemas están quiescentes, es decir aptas para brotar cuando el medio ambiente sea favorable. Durante la quiescencia los tubérculos no brotarán si la temperatura es baja (Martínez, 1987).

La dormancia se refiere a todo el periodo, durante el cual las yemas son incapaces de brotar debido a causas endógenas o exógenas. En consecuencia el periodo dormante consiste tanto del periodo de reposo como del subsiguiente periodo de quiescencia (Martínez, 1987).

Los factores relacionados con los procesos de dormancia y brotamiento son:

- Balance de almidones y azúcares.
- Contenido de ácido ascórbico y glutatión.
- Presión parcial del anhídrido carbónico en el medio ambiente.
- Autogeneración de inhibidores volátiles.
- Deshidratación.
- Inhibidores químicos y endógenos.
- Balance hormonal.
- Actividad enzimática.
- Síntesis proteica.
- Síntesis de ARN.
- Depresión de ADN.

Hasta el momento no se dispone de una teoría unificadora acerca del fenómeno de la dormancia. Además poco se ha estudiado sobre el control genético de este proceso (**Marca y Hidalgo, 1997**) Altas temperaturas, baja humedad y baja fertilidad del suelo durante el crecimiento del tubérculo aceleran el desarrollo fisiológico y reducen el periodo de reposo (**Martínez, 1987**)

b. Ruptura del periodo de reposo

El periodo de reposo de los tubérculos de papa pueden ser retardado por algunas sustancias químicas como el ácido indol acético, o la sal potásica de naftalenó acético; sin embargo el método más efectivo es el tratamiento con hidrazida maleica (**Martínez, 1987**).

En Inglaterra la aspersión de hidrazida maleica al follaje, tres días antes de la cosecha, demostró tener cierto efecto inhibitorio de la brotación (CIP, 1991). **Freundt (1976)**, indica que para lograr un periodo de reposo largo, con el fin de preservar los bulbos de cebolla por más tiempo se aplica hidrazida maleica de 20 a 30 días antes de la cosecha aun cuando el follaje se encuentre activo para su traslocación hacia los puntos meristemáticos donde inducen mayor dormancia.

c. Control bioquímico y hormonal del reposo

Durante el periodo de reposo ocurren en el tubérculo una serie de cambios bioquímicos y hormonales que van a contribuir al cese del reposo e inicio del brotamiento.

Cuando los tubérculos interrumpen su reposo se incrementa la respiración, la actividad de las enzimas catalasa y peroxidasa, incrementos en el contenido de sacarosa, disminución en el contenido de almidón e incrementos en el nivel de nitrógeno total. Han demostrado que durante el reposo el movimiento de aminoácidos desde los tejidos internos hacia las yemas se detiene. Cuando los tubérculos rompen su reposo el transporte se reanuda hacia los tejidos externos que contienen las yemas, de tal manera que la síntesis de proteínas comienza en los tejidos (Martínez, 1987).

En relación al balance hormonal, el final del periodo de reposo parece estar fuertemente asociado con una disminución de la concentración interna de inhibidores (β inhibidor y ácido abscísico) y con un aumento en la concentración de estimuladores (giberelinas y citoquininas) (Martínez, 1987).

Van Overbeek (1968) demostró que el ácido abscísico inhibe el crecimiento vía inhibición de la síntesis de DNA y RNA; inhibición que puede ser revertido por citoquininas.

Después de terminado el reposo, las yemas comienzan a crecer, predominando la yema apical, marcando el comienzo del estado de dominancia apical.

2.2.3. Chlorpropham

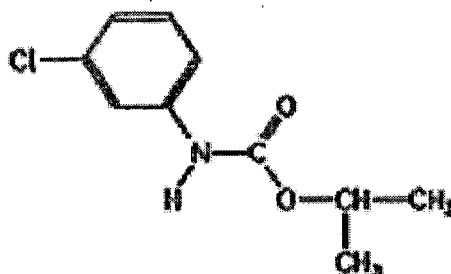


Figura 1. Estructura química del chlopropham.

Nombre químico (IUPAC): Isopropil 3-clorocarbanilato.

Propiedades físicas y químicas

Sólido incoloro; polvo color bronce claro o sólido cristalino marrón claro, con un débil olor característico. Su punto de fusión se encuentra entre los 40,7 y 41,1 °C. Su densidad relativa es de 1,180 a 30 °C. Su solubilidad en agua es de 89 mg/L a 25 °C. Es fácilmente soluble en algunos disolventes orgánicos como alcoholes, cetonas, esteres, hidrocarburos clorados, disolventes (hidrocarburos) aromáticos, amoniaco anhídrido, etil e isopropil alcohol; es moderadamente soluble en aceites minerales como el keroseno (100 g/kg de keroseno) y el aceite de diesel; es miscible en acetona y disulfuro e carbón. Su presión de vapor es de 24 mPa (1.8×10^{-4} mm Hg) a 20 °C (98 % de pureza). Su constante de la ley de Henry es de $5,7 \times 10^{-7}$ atm m³/mol a 25 °C (valor estimado). Esta sustancia se descompone al calentarse produciendo cloruros, óxidos de nitrógeno y fosgeno.

Persistencia

En el aire está presente únicamente como vapor, el cual se eliminado de la atmósfera mediante una reacción con radicales hidroxilo (vida media aproximada de 9,7 horas). Es moderadamente persistente en los suelos, su vida media es de aproximadamente 30 días. Presenta una movilidad de baja a moderada en este medio y no se espera que se volatilice desde las superficies húmedas o secas. El Chlorpropham tiene un ligero potencial

para contaminar las aguas subterráneas debido a que es hidrosoluble y se adsorbe poco a las partículas del suelo. En los cuerpos de agua se adsorbe a sólidos suspendidos y sedimentos y no se espera que se volatilice. Presenta un potencial moderado de bioconcentración en organismos acuáticos. Puede ser absorbido por las raíces de las planta y en menor grado por sus hojas.

Toxicidad

Prácticamente no es tóxico para aves, es moderadamente tóxico para anfibios y peces y ligeramente tóxico para el zooplancton. No es tóxico para abejas si se utiliza adecuadamente.

2.3. Hipótesis

- Ho: No existe diferencia en la aplicación de Chlorpropham sobre la pérdida de peso, longitud de brotes, número de brotes por tubérculo, número de tubérculos con brotes de los tubérculos de olluco en condiciones de almacén.
- Ha: Existe diferencia en la aplicación de Chlorpropham sobre la pérdida de peso, longitud de brotes, número de brotes por tubérculo, número de tubérculos con brotes de los tubérculos de olluco en condiciones de almacén.

2.4. Variables de estudio

Variable independiente

- Concentración de clhorpropham.

Variable Dependiente

- Tamaño de brotes.
- Pérdida de peso.
- Número de brotes por tubérculo.
- Número de tubérculos con brotes.

CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

3.1.1. Ubicación política:

Región	: Huancavelica.
Provincia	: Acobamba.
Distrito	: Acobamba.
Lugar	: Común Era.

3.1.2. Ubicación geográfica:

Altitud	: 3417 msnm
Latitud sur	: 12° 50' 51"
Longitud oeste	: 74° 34' 03" Meridiano de Greenwich

3.1.3. Factores climáticos:

Precipitación pluvial promedio anual	: 650 mm ³
Humedad relativa	: 60 %
Temperatura promedio anual	: 12 °C

3.2. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada

3.3. Nivel de Investigación

El presente trabajo de investigación explicativa.

3.4. Método de Investigación

- Inductivo-Deductivo y Experimental

3.5 Diseño de Investigación

El experimento se conducirá en diseño de Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 repeticiones, 5 tratamientos y 20 unidades experimentales.

Modelo Aditivo Lineal

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

X_{ij} = Observación cualesquiera dentro del experimento

μ = Media poblacional

τ_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto aleatorio de la j-ésima repetición

ε_{ij} = Error experimental

i = 1, 2,, t; tratamientos

j = 1, 2,, r; repeticiones

Se utilizó un diseño completamente al azar con un testigo, cuatro tratamientos (5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham/kg por kg de tubérculos de olluco) y para cada tratamiento se incluyeron cuatro repeticiones, luego

se realizó un análisis de varianza para probar si el efecto de los tratamientos fueron significativos $p < 0,05$; luego, si existe diferencia significativa se realizó la prueba de Duncan para saber entre que tratamientos hay significancia (Montgomery, 2000).

A los tratamientos, se les identificó de la siguiente manera:

Testigo	:	T
5 mg/kg	:	C1
10 mg/kg	:	C2
20 mg/kg	:	C3
30 mg/kg	:	C4

3.6. Población, Muestra, Muestreo

3.6.1. Población

En el presente trabajo de investigación tuvo como población los tubérculos de olluco del distrito de Paucarará.

3.6.2. Muestra

500 g de tubérculos de olluco tratado y pesado (15-20 tubérculos).

3.6.3. Muestreo

Muestreo aleatorio para las muestras de olluco (500 g), para asignar cada tratamiento.

3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

En esta investigación se obtuvieron los datos, tabulación de datos utilizando un cuaderno para toma de datos referente al tema de investigación revisando bibliografías, folletos, revistas y el sistema de Internet.

3.8. Procedimiento de Recolección de Datos

3.8.1. Procedimiento para el almacenamiento de olluco

Los tubérculos de olluco utilizados tuvieron un peso promedio de 45 g, se seleccionaron los tubérculos sin presencia de magulladuras, cortes o

lesiones; luego, se procedió a lavarlos y desinfectarlos con hipoclorito de sodio al 5 %, se colocaron 15 tubérculos en cartones corrugados sin agujeros (herméticos) donde se les adicionó Chlorpropham a 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculos de olluco para cada tratamiento y testigo sin aplicación, después se almacenaron a una temperatura promedio de 15 °C y 85% de Humedad Relativa; a los 120 días de almacenamiento se evaluaron el número de brotes por tubérculo, longitud del brote, número de tubérculos con brotes y pérdida de peso.

3.8.2. Cuantificación del brotamiento de olluco y pérdida de peso

Cuantificación de la pérdida de peso

Es la relación entre el peso inicial (g) de los tubérculos de olluco y el peso final (g) de los mismos tubérculos en el tiempo que se realiza el almacenamiento y se determinará mediante la ecuación 1, para el testigo y los tratamientos.

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{\text{Peso final tubérculos}}{\text{Peso inicial tubérculos}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Cuantificación de la longitud de los brotes

A los tubérculos de olluco donde se encuentran brotes se procederá a su medición con vernier, midiendo la longitud (cm o mm) desde el inicio del brote (en el tubérculo) hasta el final del brote, para el testigo y los tratamientos.

3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para el Análisis de datos se utilizó el Software Microsoft Excel 2007.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Número de tubérculos con brote

Tabla 1. Análisis de varianza para el número de tubérculos con brote.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	54	4	13,5	3,214	3,056	*
Error	63	15	4,2			
Total	117	19				

Respecto a los tratamiento de Chlorpropham (CIPC) 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo, todas tuvieron una influencia significativa sobre el número de tubérculos con brotes, como se muestra en la Tabla 1, ya que , el F calculado fue de 3,214 mayor al F tabular (3,056); al encontrar esta significancia en el análisis de varianza, se realizó la prueba de Duncan, como se aprecia en la Tabla 2 y donde se observa que para el valor de Duncan correspondiente, solo la diferencia de medias es significativa para las concentraciones de 5, 10, 30 mg/kg de CIPC contra el testigo, no obstante, todas las concentraciones son estadísticamente las mismas, puesto que su diferencia de medias son menores al valor de Duncan encontrado. El coeficiente de variación determinado fue de 31,53%, lo cual nos indica que existió variabilidad alta, para este experimento, ya que según Calzada (1970), debe ser menor de 30%; esto debido a que cada tubérculo experimenta diferente comportamiento fisiológico al CIPC, lo que ocasiona que exista variabilidad entre el número de tubérculos con brotes.

22

Tabla 2.Prueba de Duncan para el número de tubérculos con brote.

Diferencias tratamientos	Diferencias de medias	Prueba Duncan	Significancia
T - C2	4,5	3,03	Significativo
T - C1	4,25	2,98	Significativo
T - C4	3	2,90	Significativo
T - C3	2	2,76	No Significativo
C3- C2	2,5	2,98	No significativo
C3- C1	2,25	2,90	No significativo
C3- C4	1	2,76	No significativo
C4 - C2	1,5	2,90	No significativo
C4 - C1	1,25	2,76	No significativo
C1- C2	0,25	2,76	No significativo

Para todas las concentraciones utilizadas los tubérculos con brotes fueron menores en promedio de 4, 7 y 10 tubérculos con brotes de los 15 utilizados en el almacenamiento, en comparación con el testigo (Tabla 9 del Anexo 1); esto se debe a que en el tratamiento testigo, no se encuentra un inhibidor el cual no permite que se formen los brotes y estos puedan salir a superficie del tubérculo; no obstante, se aprecia que algunos tubérculos si presentaron brotes esto tal vez por el CIPC no ingreso adecuadamente al interior del tubérculo, sin embargo los brotes fueron muy pequeños en los tratamientos si observamos la Tabla 11 (Anexo 1), ya que existió una inhibición por parte de la concentración residual de CIPC en el tubérculo de olluco.

4.2. Número de brotes por tubérculo

Tabla 3. Análisis de varianza para el número de brotes por tubérculo.

Fuente de Variación	SC	GL	CM	Fc	Ft
Tratamientos	10,325	4	2,5813	16,743	3,056
Error	2,3125	15	0,1542		
Total	12,6375	19			

En relación a los tratamiento de CIPC 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo, todas tuvieron una influencia significativa sobre el número de brotes por tubérculo, como

se muestra en la Tabla 3, ya que , el F calculado fue de 16,743 mayor al F tabular (3,056); al encontrar esta significancia en el análisis de varianza, se realizó la prueba de Duncan, como se aprecia en la Tabla 4 y donde se observa que para el valor de Duncan correspondiente, solo la diferencia de medias es significativa para todas las concentraciones de CIPC contra el testigo, no obstante, todas las concentraciones son estadísticamente las mismas, puesto que su diferencia de medias son menores al valor de Duncan encontrado. El coeficiente de variación determinado fue de 29,63%, lo cual nos indica que existió variabilidad alta, para este experimento, ya que según Calzada (1970), debe ser menor de 30%; esto debido a que cada tubérculo experimenta diferente comportamiento fisiológico al CIPC, lo que ocasiona que exista variabilidad entre el número de brotes por tubérculo.

Tabla 4. Prueba de Duncan para el número de brotes por tubérculo.

Diferencias tratamientos	Diferencias de medias	Prueba Duncan	Significancia
T - C4	1,87	0,5812169	Significativo
T - C3	1,87	0,57068124	Significativo
T - C2	1,75	0,55487776	Significativo
T - C1	1,62	0,52853863	Significativo
C1 - C4	0,25	0,57068124	No significativo
C1 - C3	0,25	0,55487776	No significativo
C1 - C2	0,13	0,52853863	No significativo
C2 - C4	0,12	0,55487776	No significativo
C2 - C3	0,12	0,52853863	No significativo
C3 - C4	0	0,52853863	No significativo

El número de brotes por tubérculos fue en promedio para el testigo fue de 3 y para los tratamientos entre 0,5 y 1 en promedio (Tabla 10 del Anexo 1); mostrándose una diferencia entre testigo y tratamientos, lo cual se corrobora con el análisis de varianza.

4.3. Longitud del brote

4.3. Longitud del brote

Tabla 5. Análisis de varianza para la longitud de los brotes.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	Ft	Sig.
Tratamientos	268,235	4	67,059	363,76	3,056	***
Error	2,7653	15	0,1844			
Total	271,00	19				

Respecto a los tratamiento de CIPC 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo, todas tuvieron una influencia significativa sobre la longitud de los brotes, como se muestra en la Tabla 5, ya que , el F calculado fue de 363,76 mayor al F tabular (3,056); al encontrar esta significancia en el análisis de varianza, se realizó la prueba de Duncan, como se aprecia en la Tabla 6 y donde se observa que para el valor de Duncan correspondiente, solo la diferencia de medias es significativa para todas las concentraciones de CIPC contra el testigo, no obstante, todas las concentraciones son estadísticamente las mismas, puesto que su diferencia de medias son menores al valor de Duncan encontrado. El coeficiente de variación determinado fue de 18,60%, lo cual nos indica que existió variabilidad baja, para este experimento, ya que según Calzada (1970), debe ser menor de 30%.

Tabla 6. Prueba de Duncan para la longitud del brote.

Diferencias tratamientos	Diferencias de medias	Prueba Duncan	Significancia
T - C4	9,41	0,64	Significativo
T - C3	9,26	0,62	Significativo
T - C2	9,01	0,61	Significativo
T - C1	8,92	0,58	Significativo
C1 - C4	0,49	0,62	No significativo
C1 - C3	0,34	0,61	No significativo
C1 - C2	0,09	0,58	No significativo
C2 - C4	0,4	0,61	No significativo
C2 - C3	0,25	0,58	No significativo
C3 - C4	0,15	0,58	No significativo

La longitud de brotes a los 60 días de almacenamiento como se muestra en la Tabla 11 (Anexo 1), que para el testigo fue de 10 cm y para los tratamientos de

0,21 a 0,85 cm, mostrándose una inhibición muy apreciable en los tubérculos a los 60 días de almacenamiento; cabe mencionar que se observó a los 120 días de almacenamiento, que los brotes de los tubérculos se mantuvieron a la misma longitud y algunos se empezaron a secarse (brotes) como se muestra en el anexo 2 y los brotes en el testigo se incrementaron de tamaño alrededor de 15 a 20 cm en promedio esto concuerda con lo mencionado por Valladolid (1995), ya que, el CIPC mostró inhibición del brotamiento de los tubérculos de olluco. Además, según López y Herman (2004), los brotes en tubérculos de olluco pueden medir entre 30 y 40 cm de longitud durante 6 meses de almacenamiento, ya que una vez que empiezan a brotar el crecimiento de los brotes es muy intenso.

4.4. Pérdidas de peso

Tabla 7. Análisis de varianza para la pérdida de peso.

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	Ft
Tratamientos	860,718	4	215,18	43,442	3,056
Error	74,3	15	4,953		
Total	935,017	19			

Respecto a los tratamiento de Chlorpropham 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo, todas tuvieron una influencia significativa sobre el porcentaje de pérdida de peso, como se muestra en la Tabla 7, ya que , el F calculado fue de 43,442 mayor al F tabular (3,056); al encontrar esta significancia en el análisis de varianza, se realizó la prueba de Duncan, como se aprecia en la Tabla 8 y donde se observa que para el valor de Duncan correspondiente, solo la diferencia de medias es significativa para todas las concentraciones de CIPC contra el testigo, no obstante, todas las concentraciones son estadísticamente las mismas, puesto que su diferencia de medias son menores al valor de Duncan encontrado. El coeficiente de variación determinado fue de 9,16%, lo cual nos indica que existió variabilidad baja, para este experimento, ya que según Calzada (1970), debe ser menor de 30%.

Tabla 8. Prueba de Duncan para la pérdida de peso.

Diferencias	Diferencias	Prueba	Significancia
-------------	-------------	--------	---------------

tratamientos	de medias	Duncan	
T - C4	17,5	3,29	Significativo
T - C3	16,18	3,23	Significativo
T - C2	15,93	3,15	Significativo
T - C1	15,68	3,00	Significativo
C1 - C4	1,82	3,23	No significativo
C1 - C3	0,5	3,15	No significativo
C1 - C2	0,25	3,00	No significativo
C2 - C4	1,57	3,15	No significativo
C2 - C3	0,25	3,00	No significativo
C3 - C4	1,32	3,00	No significativo

La pérdida de peso por parte de los tubérculos fue mucho menor para los tratamientos en promedio al 20% a los 60 días de almacenamiento y 35% para el testigo, esto se puede apreciar en la tabla 4, esto es debido a que durante el proceso de brotamiento los tubérculos del olluco incrementan su metabolismo, produciendo mayor cantidad de anhídrido carbónico y por ende mayor consumo de carbohidratos, proteínas, etc. Lo que ocasionan una pérdida de peso, lo mismo menciona Booth y Shaw (1985) que ocurre una pérdida de peso durante el almacenamiento del tubérculo de papa, cabe mencionar que la pérdida de peso por parte de los tubérculos (tratamientos) se pudo haber afectado por la humedad relativa del ambiente de almacenamiento, ya que, según López y Hermann (2004) los tubérculos de olluco tienden a perder peso cuando la humedad relativa del ambiente es muy baja y ganar humedad (posible daño por microorganismos e insectos) cuando la humedad del ambiente es muy elevada, es por ello que se mantuvo una humedad relativa de alrededor de 85 %, pudiendo haber causado la pérdida excesiva ya que Booth y Shaw (1985) recomienda que para tubérculos de papa la humedad del ambiente de almacenamiento debe de estar entre 85 y 90%, que tienen una composición similar con los tubérculos de olluco; así mismo, al comparar estas pérdidas obtenidas con Anli *et al.* (2010), el cual obtuvo pérdidas de peso de 3,02 % de papas almacenadas a 15 °C y 85% de humedad relativa, utilizando como inhibidor de brotación 20 mg de CIPC/kg de tubérculo; muy bajas comparándolas con la obtenidas, esto probablemente por las diferencias en composición en sólidos totales y humedad, tanto del olluco como de la papa.

Respecto a las concentraciones utilizadas todas inhibieron el brotamiento de los tubérculos durante los 90 días de almacenamiento, lo cual tiene relación a los resultados obtenidos por Valladolid (1995), ya que, empleando CIPC como inhibidor del brotamiento durante el almacenamiento logró inhibir los brotes en olluco (*Ollucus tuberosus* Loz) a concentraciones de 75 a 300 mg/kg de tubérculo, es esta experiencia la concentraciones de CIPC utilizadas fueron mucho menores lo cual implicaría encontrar una menor cantidad de inhibidor químico en la variedad de olluco utilizada.

CONCLUSIONES

Se logró inhibir el crecimiento de los brotes de los tubérculos de olluco durante el almacenamiento con Chlorprofham como inhibidor químico, mostrándose diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo ($p < 0,05$); para las concentraciones de 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo de olluco probadas no se mostró diferencia significativa entre estos tratamientos, todos tuvieron estadísticamente la misma inhibición sobre el crecimiento de los brotes, número de tubérculos con brotes y longitud de los brotes.

RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos de investigación con concentraciones menores, ya que la mínima concentración que se uso tuvo efecto.
- Trabajar con tubérculos cuya selección sea buena, para evitar enfermedades fungosas en el proceso de almacenamiento.
- Probar con otras variedades de olluco.
- Realizar trabajos de investigación relacionando los costos de almacenamiento en el periodo de exceso de cosechas, y la venta en la época de escasez.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anli A, Karado A, Tonguç, M, Baydar H. Effects of caraway (*carumcarvi* L.) seed on sprouting of potato (*solanum tuberosum* L.) tubers under different temperature conditions. Turkish Journal of Field Crops 2010; 15(1): 54-58.
- C I P. Informe Anual 1991. Mejoramiento de la papa y la batata en el Mundo. 1991. Lima - Perú.
- Caldiz D, Lanfrancon L, Fernández L, Nasetta M. 1999. Aplicación de hidrazida maleica en papa (*Solanum tuberosum* L cv. Spunta) y sus efectos sobre el rendimiento, la brotación y el nivel de residuos en los tubérculos. Revista Latinoamericana de la papa 1999; 11(1): 164-172.
- Freundt S.. Empleo de Hidrazida Maleica en el Control de Brotamiento de Bulbos de Cebolla en Almacén. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima Perú. 1976.
- Hemberg T. Potato Rest. En Potato Physiology. Editado por P.H. Lipp 1985; 354 - 379. Academic Press Inc. London.
- Kling S, Gershoff S. Nutritional evaluation of three under exploited Andean tubers: *Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae), *Ullucus tuberosus* (Basellaceae) and *Tropaeolum tuberosus* (Tropaeolaceae). Economía Botánica 1987; 41 (4): 503-511.
- López G, Hermann M. El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). N° 3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú 2004; 133 pp.
- Marca J, Hidalgo O. Producción de Tubérculos, Semillas de Papa. Manual de Capacitación. CIP-INIA. Lima Perú, 1997.
- Martínez C. Aspectos Fisiológicos en el Cultivo de Papa. Programa de Papa. UNALM - Perú 1987.
- Sperling CR. Systematic of the Basellaceae. Ph. D. Thesis, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 1987; 279 p.
- Montgomery, D. Diseño de experimentos. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 2000.
- Valladolid R. Acción de inhibidores en brotes de olluco (*Ullucus tuberosus* Loz). Lima-La Molina, Facultad de Agronomía 1995.

- Van Overbeek, Loeffler M. Modeo faction of abscisicacid in "Biochemistry and physiology of plant Growth Substances" Editado por F. Wiggthman. Pp. 1593-1607. Runge Press Ottawa. 1968.
- Winters HF. Ceylon spinach (*Basellarubra*). Economía Botánica 1963; 17(3): 195-199.

Efecto de la Aplicación de Clorpropham en el brotamiento de tubérculos de olluco (*Ollucus tuberosus* L.) en condiciones de almacén

Resumen

Esta investigación evaluó el efecto de Chlorpropham sobre el brotamiento de tubérculos de olluco durante el almacenamiento. Se utilizó olluco (*Ollucus tuberosus* L.) variedad "tarmeño", los tubérculos de olluco se almacenaron a 15 °C y HR de 85 %; a los 60 y 90 días de almacenamiento se evaluaron el número de brotes por tubérculo, longitud del brote, número de tubérculos con brotes y pérdida de peso, se aplicaron 5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham /kg de tubérculo de olluco; se utilizó un diseño completamente al azar. A los 60 días de almacenamiento la longitud de brotes para el testigo fue de 10 cm y para los tratamientos desde 0,21 hasta 0,85 cm; a los 90 días la longitud de los brotes se mantuvieron iguales y algunos brotes empezaron a secarse, y en el testigo se incrementaron de tamaño alrededor de 15 a 20 cm en promedio; la pérdida de peso de los tubérculos a los 90 días de almacenamiento para los tratamientos fue en promedio fue de 20 % y para el testigo de 35 %. Todos los tratamientos de Chlorpropham mostraron una influencia significativa sobre el número de brotes por tubérculo, longitud de los brotes, tubérculos con brotes, pérdida de peso; con un $p < 0,05$, la prueba de Duncan mostró que no existe diferencias significativas entre las tratamientos para las variables evaluadas, pero sí diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

Palabras clave: *Ollucus tuberosus* L., Chlorpropham,, brotes, almacenamiento.

Abstract

1. Introducción

El ulluco recibe diferentes nombres en el Perú. Así, *olluco* es la denominación más utilizada en el Centro del Perú, *olluco* en la Sierra de la Libertad y Cajamarca, *ullush* en algunas comunidades del Callejón de Conchucos, *ulluco* en Huancavelica, Ayacucho y Andahuaylas, *papa lisa* o simplemente *lisa* en Abancay, Cusco y Puno; e *illaco* en algunas comunidades de Puno. El ulluco o olluco es la planta más importante del género *Ollucus* y probablemente también de la familia *Basellaceae* a la que pertenece (López y Hermann, 2004).

El olluco, como todos estos tubérculos, posee una alta proporción de agua. Si calculamos el contenido de los compuestos en base seca, encontramos que el olluco es una fuente importante de calorías por el alto porcentaje de carbohidratos. El contenido de proteínas varía entre 10,8 % y 15,7 % en base seca. Entre las proteínas encontramos la valina, la treonina y la leucina como aminoácidos limitantes (López y Hermann, 2004).

El contenido de vitaminas no es muy alto. El nivel de ácido ascórbico por ejemplo es la

mitad del encontrado en la papa. Sólo los niveles de vitamina A (3,77 mg equivalente de retinol) son mayores que en la oca (1,26 mg equivalente de retinol) y papa (trazas). En cuanto a minerales en comparación con la papa, el olluco sólo es ligeramente superior en sus niveles (1,1 mg en olluco; 0,9 mg en papa) (King y Gershoff, 1987).

En esta fase se tienen listas las estructuras de almacenamiento y los sacos de malla con los tubérculos. Se debe tener disponible en 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).

El tubérculo maduro de la papa constituye a la vez una forma de propagación y el producto que se cosecha. Después de su iniciación el tubérculo madre de papa se desarrolla de manera continua tanto morfológica como fisiológicamente. La edad del tubérculo desde el momento de su iniciación o desde su cosecha se denomina edad cronológica, mientras que la edad fisiológica se refiere principalmente al proceso de desarrollo de los brotes, y depende tanto de la edad cronológica como de las condiciones ambientales (Martínez, 1987).

Una vez que el periodo de reposo ha concluido, el tubérculo está apto para brotar, sin embargo las yemas podrían aun permanecer sin brotar debido a ciertas condiciones como temperatura o fotoperiodo desfavorables. Bajo esta condición se dice que las yemas están quiescentes, es decir aptas para brotar

cuando el medio ambiente sea favorable. Durante la quiescencia los tubérculos no brotarán si la temperatura es baja (Martínez, 1987).

La dormancia se refiere a todo el periodo, durante el cual las yemas son incapaces de brotar debido a causas endógenas o exógenas. En consecuencia el periodo dormante consiste tanto del periodo de reposo como del subsiguiente periodo de quiescencia (Martínez, 1987).

Los factores relacionados con los procesos de dormancia y brotamiento son: balance de almidones y azúcares, contenido de ácido ascórbico y glutatión, presión parcial del anhídrido carbónico en el medio ambiente, autogeneración de inhibidores volátiles, deshidratación, inhibidores químicos y endógenos, balance hormonal, actividad enzimática, síntesis proteica, síntesis de ARN, depresión de ADN.

Hasta el momento no se dispone de una teoría unificadora acerca del fenómeno de la dormancia. Además, poco se ha estudiado sobre el control genético de este proceso (Marca y Hidalgo, 1997). Altas temperaturas, baja humedad y baja fertilidad del suelo durante el crecimiento del tubérculo aceleran el desarrollo fisiológico y reducen el periodo de reposo (Martínez, 1987).

El crecimiento de los brotes es lento a temperaturas inferiores a 5 °C. Por arriba de 5 °C un incremento de la temperatura aumenta el crecimiento de los brotes hasta una temperatura óptima para el crecimiento de alrededor de 20 °C, por encima de la cual la tasa de crecimiento disminuye.

Entre los productos químicos empleados a escala comercial para controlar el

brotamiento durante el almacenamiento prolongado de papa a temperaturas superiores a 5 °C se incluyen: MENA (ácido naftaleno-acético), tecnazeno/fusarex/TCNB (tetracloronitrobenceno), propham/IPPC (isopropilfenil carbamato), Chlorpropham/CIPC (isopropilclorofenil carbamato), nonanol (trimetilhexanol) y MH (hidracina del ácido maleico); donde la hidracina del ácido maleico es la única que se utiliza para asperjar las hojas antes de la cosecha, el resto de productos químicos después de la cosecha, ya sea espolvoreados sobre los tubérculos o mezclados con los tubérculos (forma granular) (Booth and Shaw, 1985).

En Inglaterra la aspersión de hidrazida maleica al follaje de la planta de papa, tres días antes de la cosecha, demostró tener cierto efecto inhibitorio de la brotación (CIP, 1991). Freundt (1976), indica que para lograr un periodo de reposo largo, con el fin de preservar los bulbos de cebolla por más tiempo se aplica hidrazida maleica de 20 a 30 días antes de la cosecha aun cuando el follaje se encuentre activo para su traslocación hacia los puntos meristemáticos donde inducen mayor dormancia.

Caldiz *et al.* (1999) evaluó el efecto de las aplicaciones de hidrazida maleica sobre el rendimiento y sus componentes, la brotación y el nivel de residuos en los tubérculos destinados al consumo fresco. Las aplicaciones de HM (sal potásica 36 %, Vendaval HM) se realizaron con una pulverizadora comercial a una dosis de 10 L/ha, con un volumen de agua de 400 L/ha. Las aplicaciones de HM no produjeron diferencias en el rendimiento, ni en el número de tubérculos/m² para las distintas fracciones, en tanto que si bien la brotación

de los tubérculos tratados se produjo sólo 5 días después de los testigos, el ritmo de crecimiento de los brotes fue significativamente menor. A los 114 días de la muerte del follaje los tubérculos tratados presentaban brotes <10 mm y los testigos >60 mm. Durante la postcosecha el nivel de residuos en los tubérculos tratados estuvo siempre por debajo del nivel de tolerancia de 50 ppm, aceptado por el Codex Alimentario FAO. Los residuos fluctuaron entre 10,35-18,57 ppm hasta 4 meses después de la muerte del follaje. Los resultados indican que, a la dosis y momento indicados, las aplicaciones de HM no disminuyen el rendimiento y permiten extender el período de comercialización de los tubérculos sin que el nivel de residuos supere las tolerancias exigidas.

Anli *et al.* (2010), investigó el efecto del Chlorpropham a las temperaturas de 8 y 15 °C sobre el brotamiento de papa (*Solanum tuberosum* Loz) variedad agria tubers, longitud de los brotes, peso de tubérculos y número de brotes. Utilizó una concentración de Chlorpropham de 20 mg/kg de tubérculo para cada temperatura y a una humedad relativa de 85 %, observando que a temperatura de 8 °C empezó el brotamiento a los 105 días y a 15 °C a los 15 días. A 8 °C el porcentaje de pérdida de peso fue de 1,38 % (control 5,19 %) y para la temperatura de 15 °C fue de 3,02 % (control 7,05 %). Respecto a la longitud del brote a 8 °C se alcanzó 1,7 mm a los 135 días de almacenamiento (control 41,7 mm), a 15 °C la longitud de brote a los 135 días fue de 6,0 mm (control 57,3 mm). Y en relación al número de brotes a 8 °C fue de 0,8 mm (6,7 mm control) a los 135 días y a los 15 °C fue de 1,9 mm (control 9,1 mm).

Valladolid (1995), realizó una investigación de la acción de los inhibidores en brotes de olluco (*Ollucus tuberosum* Loz), donde la variedad de olluco fue "tarmeño", las sustancias inhibidoras probadas fueron CPC, TCNB, IPPC. El CPC se utilizó concentraciones de 75, 150, 225 y 300 mg/kg de tubérculo, aplicado por aspersión; el TCNB en concentraciones de 120 y 240 mg/kg de tubérculo, aplicado por espolvoreo; el IPPC en concentraciones de 100 y 200 mg/kg de tubérculo, aplicado por aspersión. Encontrándose que se el CPC, IPPC en todas las concentraciones probadas inhiben el crecimiento de brotes en olluco, observándose una menor pérdida de peso y cantidad de tubérculos útiles, a diferencia del TCNB, que tiene poco efecto inhibitorio a medida que se prolonga el almacenamiento.

En La Libertad (Concepción-Junín) 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 el rastro del líquido. La mezcla final en polvo debe contener 2 % del principio activo del inhibidor (López y Hermann, 2004).

En vista de la poca información que existe en el control de brotamiento de tubérculos de olluco es que en esta investigación se plantearon los siguientes objetivos (a) evaluar el efecto de Chlorpropham en la inhibición del brotamiento de olluco (*Ollucus tuberosus* L.) y (b) determinar la concentración de Chlorpropham que permita una inhibición óptima del brotamiento de olluco (*Ollucus tuberosus* L.).

2. Materiales y métodos

Los tubérculos de olluco (*Ollucus tuberosum* L.) variedad "tarmeño", provenientes del distrito de Paucará, provincia de Acobamba (Perú). Utilizadas en este experimento presentaron un peso promedio de 45 g, fueron utilizados tubérculos de olluco sin presencia de magulladuras, cortes o lesiones; luego, se procedió a colocar 15 tubérculos en recipientes adecuados donde se les adicionó Chlorpropham a 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo de olluco luego se almacenaron a una temperatura promedio de 15 °C y HR de 85 %; a los 90 días de almacenamiento se evaluaron el número de brotes por tubérculo, longitud del brote, número de tubérculos con brotes y pérdida de peso.

Se utilizó un diseño completamente al azar con un testigo, cuatro tratamientos (5, 10, 20 y 30 mg/kg de Chlorpropham por kg de tubérculos de olluco) y para cada tratamiento se tomaron cuatro repeticiones, luego se realizó un análisis de varianza para probar si el efecto de las tratamientos fueron significativos $p < 0,05$, y si fueron significativos se realizó una prueba de Duncan para observar que tratamientos fueron significativos.

3. Resultados y discusión

Al evaluar el número de brotes por tubérculo, longitud de los brotes, tubérculos con brotes, pérdida de peso, fue notoria la inhibición del número de tubérculos de olluco con brotes al compararlo con el testigo (tabla 1, 2, 3 y 4), donde para todas las concentraciones utilizadas los tubérculos con brotes fueron mucho menores en

promedio de 4 - 7 y 10 tubérculos con brotes de los 15 utilizados en el almacenamiento; así mismo, se muestra en el tabla 2, que el número de brotes por tubérculos fue en promedio para el testigo fue de 3 y para los tratamientos entre 0,5 y 1 en promedio, aun más notorio es la longitud de brotes a los 60 días de almacenamiento como se muestra en la tabla 3, que para el testigo fue de 10 cm y para los tratamientos de 0,21 a 0,85 cm, mostrándose una inhibición muy apreciable en los tubérculos a los 60 días de almacenamiento; cabe mencionar que, se observó que a un tiempo de almacenamiento de 90 días que los brotes de los tubérculos se mantuvieron a la misma

longitud y algunos de empezaron a secarse (brotes) como se muestra en la figura 1 y los brotes en el testigo se incrementaron de tamaño alrededor de 15 a 20 cm en promedio esto concuerda con lo mencionado por Valladolid (1995), ya que, el Chlorpropham mostró inhibición del brotamiento de los tubérculos de olluco, también según López y Hermann (2004), los brotes en tubérculos de olluco pueden medir entre 30 y 40 cm de longitud durante 6 meses de almacenamiento, ya que una vez que empiezan a brotar el crecimiento de los brotes es muy intenso.

Tabla 1. Número de tubérculos con brotes.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T	11	6	10	10
C1	4	9	4	3
C2	8	2	4	5
C3	7	8	7	7
C4	5	8	7	5

Tabla 3. Longitud del brote (cm).

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T	10,5	10,2	8,4	9,4
C1	0,62	0,64	0,83	0,76
C2	0,56	0,65	0,46	0,81
C3	0,44	0,28	0,37	0,38
C4	0,22	0,23	0,15	0,28

Tabla 2. Número brotes promedio por tubérculo.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T	3	2	3	3
C1	1	1	1	0,5
C2	1,5	0,5	1	0,5
C3	0,5	1,5	1	1
C4	1	1	1	1,5

Tabla 4. Porcentaje de pérdida de peso.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T	39,91	38,9	39,96	30,63
C1	20,73	20,04	22,56	21,34
C2	20,45	22,45	23,45	20,33
C3	22,45	21,26	21,35	20,6
C4	20,34	19,98	20,11	18,96

La pérdida de peso por parte de los tubérculos fue mucho menor para los tratamientos en promedio al 20 % a los dos meses de almacenamiento y 35 % para el testigo, esto se puede apreciar en tabla 4, esto es debido a que durante el proceso de brotamiento los tubérculo del olluco incrementan su metabolismo, produciendo mayores cantidad de anhídrido carbónico y por ende mayor consumo de carbohidratos, proteínas, etc. Lo que ocasionan una pérdida de peso, lo mismo menciona Booth y Shaw (1985) que ocurre una pérdida de peso durante el almacenamiento del tubérculo de papa, cabe mencionar que la pérdida de peso por parte de los tubérculos (tratamientos) se pudo haber afectado por la humedad relativa del ambiente de almacenamiento, ya que, según López y Hermann (2004) los tubérculos de olluco tienden a perder peso cuando la humedad relativa del ambiente es muy baja y ganar humedad (posible daño por microorganismos e insectos) cuando la humedad del ambiente es muy elevada, es por ello que se mantuvo una humedad experiencia la concentraciones de CIPC utilizadas fueron mucho menores lo cual implicaría encontrar una menor cantidad de

relativa de alrededor de 85 %, pudiendo haber causado la pérdida excesiva ya que Booth y Shaw (1985) recomienda que para tubérculos de papa la humedad del ambiente de almacenamiento debe de estar entre 85 y 90 %, que tienen una composición similar con los tubérculos de olluco; así mismo, al comparar estas pérdidas obtenidas con Anli *et al.* (2010), el cual obtuvo pérdidas de peso de 3,02 % de papas almacenadas a 15 °C y 85 % de humedad relativa, utilizando como inhibidor de brotación 20 mg de Chlorpropham/kg de tubérculo; muy bajas comparándolas con la obtenidas, esto probablemente por las diferencias en composición en sólidos totales y humedad, tanto del olluco como de la papa. Respecto a las concentraciones utilizadas todas inhibieron el brotamiento de los tubérculos durante los 90 días de almacenamiento, lo cual tiene relación a los resultados obtenidos por Valladolid (1995), ya que, empleando CIPC como inhibidor del brotamiento durante el almacenamiento logró inhibir los brotes en olluco (*Ollucus tuberosum* L.) a concentraciones de 75 a 300 mg/kg de tubérculo, es esta

inhibidor químico en la variedad de olluco utilizada.



Figura 1. Tubérculos de olluco a los 90 días de almacenamiento, para el testigo y los tratamientos evaluados.

Respecto a los tratamiento de Chlorpropham 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo, todas tuvieron una influencia significativa sobre el número de brotes por tubérculo, longitud de los brotes, tubérculos con brotes, pérdida de peso; con un $p < 0,05$ lo cual muestra el grado de significancia de los tratamiento en comparación con el testigo, al realizar la prueba de Duncan para observar si existen diferencias significativas entre los tratamientos lo cual mostró que no existe diferencias significativa entre las tratamientos para las el número de brotes por tubérculo, longitud de los brotes, tubérculos con brotes, pérdida de peso, pero si diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo; con lo cual se demuestra estadísticamente que los tratamientos tuvieron un efecto significativo ($p < 0,05$) en las variables evaluadas, pero no encontrándose ninguna diferencia entre los tratamientos (prueba Duncan), con cual podemos decir que los tratamientos tuvieron casi el mismo efecto significativo.

4. Conclusiones

Se logró inhibir el crecimiento de los brotes de los tubérculos de olluco durante el almacenamiento con Chlorpropham como inhibidor químico, mostrándose diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo ($p < 0,05$); para las concentraciones de 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo de olluco probadas no se mostró diferencia significativa entre estos tratamientos, todos tuvieron estadísticamente la misma inhibición sobre el crecimiento de los brotes, número de tubérculos con brotes y longitud de los brotes.

Referencias

- Anli, A.; Karado, A.; Tonguc, M.; 2010. Baydar, h. effects of caraway (*carum carvi* L.) seed on sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers under different temperature conditions. Turkish Journal of Field Crops 15(1): 54-58.
- Booth, R. y Shaw, R. 1985. Principios de almacenamiento de papa. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur SRL, Centro internacional de la Papa. Lima-Peru, Motevideo-Uruguay.
- Caldiz, D.; Lanfrancon, L.; Fernández, L.; Nasetta, M. 1999. Aplicación de hidrazida maleica en papa (*Solanum tuberosum* L cv. Spunta) y sus efectos sobre el rendimiento, la brotación y el nivel de residuos en los tubérculos. Revista Latinoamericana de la papa 11(1): 164-172.
- C I P. 1991. Informe Anual 1991. Mejoramiento de la papa y la batata en el Mundo. Lima - Perú.
- Freundt, S. 1976. Empleo de hidrazida maleica en el control de brotamiento de bulbos de cebolla en almacén. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima Perú.
- King, S.; Gershoff, S. 1987. Nutritional evaluation of three underexploited Andean tubers: *Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae), *Ullucus tuberosus* (Basellaceae) and *Tropaeolum tuberosum* (Tropaeolaceae). Econ. Bot. 41 (4): 503-511.

Lewis, M.; Thornton, M.; Kleinkopf, M. 2001. Comercial application of sprout inhibitor, CIPC, to storage potatoes. Potato storage research. Kimberly Research and Extension Center. Kimberly, Idaho.

López, G.; Hermann, M. 2004. El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). N° 3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. 133 p.

Martinez, C. 1987. Aspectos Fisiológicos en el Cultivo de Papa. Programa de Papa. UNALM - Perú.

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

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

Valladolid, R. 1995. Acción de inhibidores en brotes de ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz). Lima-La Molina, Facultad de Agronomía.

ANEXOS

ANEXO 1

Resultados del diseño completamente al azar para las variables de respuesta

Tabla 9. Número de tubérculos con brotes.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T	11	6	10	10
C1	4	9	4	3
C2	8	2	4	5
C3	7	8	7	7
C4	5	8	7	5

Tabla 10. Número brotes por tubérculo.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T	3	2	3	3
C1	1	1	1	0,5
C2	1,5	0,5	1	0,5
C3	0,5	1,5	1	1
C4	1	1	1	1,5

Tabla 11. Longitud del brote (cm).

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T	10,5	10,2	8,4	9,4
C1	0,62	0,64	0,83	0,76
C2	0,56	0,65	0,46	0,81
C3	0,44	0,28	0,37	0,38
C4	0,22	0,23	0,15	0,28

Tabla 12. Porcentaje de pérdida de peso.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T	39,91	38,9	39,96	30,63
C1	20,73	20,04	22,56	21,34
C2	20,45	22,45	23,45	20,33
C3	22,45	21,26	21,35	20,6
C4	20,34	19,98	20,11	18,96

ANEXO 2

Fotografías tomadas durante el almacenamiento:

A los 120 días de almacenamiento:

***Las concentraciones de 0,5; 1; 2 y 3 g/ kg que se muestran en las figuras posteriores son equivalentes a los tratamientos de 5, 10, 20 y 30 mg/kg para esta investigación puesto que se utilizó neostop que tienen como principio activo Chlorpropham al 1 %.**

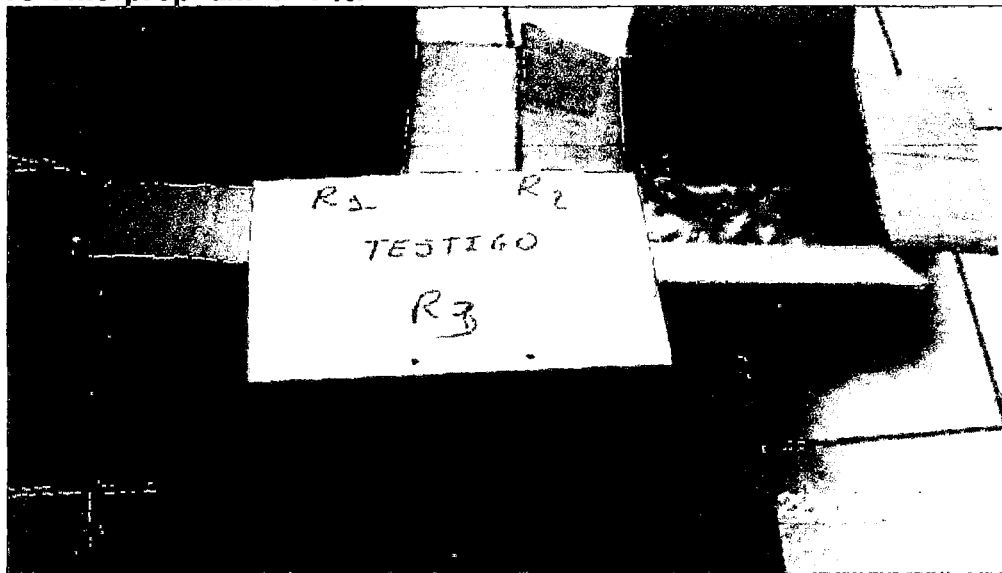


Figura 2. Tubérculos de olluco utilizados como testigos.



Figura 3. Tubérculos de olluco despues de los 120 días de almacenamiento.