

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**"EFECTIVIDAD DEL VIRUS GRANULOSIS FRENTE AL  
ATAQUE DE *Phthorimaea operculella* (Zeller) EN  
TUBÉRCULOS DE PAPA BAJO CONDICIONES DE  
ALMACENAMIENTO EN EL VALLE DEL MANTARO"**

**TESIS**

Para optar el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EDGAR HUMBERTO LÓPEZ QUISPE**

**PROMOCIÓN I – 1994**

**"UNAS, forjando profesionales para el desarrollo de la  
Amazonía Peruana"**

**TINGO MARÍA - PERÚ**

**2008**

FO3

L83

López Quispe, Edgar H.

Efectividad del Virus Granulosis Frente al Ataque de *Phthorimaea operculella* (Zeller) en Tubérculos de Papa Bajo Condiciones de Almacenamiento en el Valle del Mantaro. Tingo María, 2008

104 h.; 27cuadros; 11fgrs.; 48 ref.; 30 cm.

Tesis ( Ingeniero Agrónomo ) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

PHTHORIMACEA OPERCULELLA / ALMACENAMIENTO / ECONOMÍA

/ VIRUS GRANULOSIS / SEMILLA-TUBERCULO / CONTROL-POLILLA

/ TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.

## DEDICATORIA

A los seres más queridos, mis padres: **Humberto y Victoria**. A quienes debo la vida por sus abnegados esfuerzos, cariño y sabios consejos, para la culminación exitosa de mi carrera profesional.

A mis hermanos quienes supieron comprender y valorar el esfuerzo para cumplir con mis objetivos

A mis tíos: Albino y Nelly con cariño y gratitud por su apoyo moral en todo el sentido de la palabra.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial a los profesores de la Facultad de Agronomía, por permitir la culminación de mi carrera profesional
- Al Blgo. M. Sc. José Luís Gil Bacilio, asesor del presente trabajo, por su colaboración y consejos para la ejecución del presente trabajo.
- Al Ing. M. Sc. David Guarda Sotelo, co-asesor del presente trabajo, por su valiosa colaboración y orientación en la ejecución del presente estudio.
- Al Ing. Luís García Carrión por su asesoramiento incondicional.
- Al Ing. Fridolino Oré Meza del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), por su apoyo desinteresado desde el inicio del trabajo.
- A los miembros del jurado calificador: Ing. Dr. Rolando Rios Ruiz, Ing. M. Sc. Enrique Arévalo Gardini e Ing. Manuel Viera Huiman, por su valioso aporte y veredicto del presente trabajo.
- A los Ingenieros y personal técnico del área de Sanidad Vegetal por brindarme su apoyo incondicional.
- A mis amigos: Ing. Oscar Cabezas Huayllas, Ing. Anderson Piñán Rodríguez, Ing. Gerardo Sánchez Abel, Ing. Fortunato Ponce Rosas, Ing. Macario Sifuentes Márquez y a todos los ingresantes de la Promoción-87.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. ANTECEDENTES .....	13
2.1 Del cultivo .....	13
2.1.1 Botánica sistemática y morfología de la papa.....	13
2.1.2 Situación socio-económica del almacenamiento de la papa.	14
2.1.3 Estudios agronómicos sobre almacenamiento .....	16
2.2 De la "polilla de la papa" .....	19
2.2.1 Distribución .....	19
2.2.2 Taxonomía .....	20
2.2.3 Morfología .....	20
2.2.4 Ciclo biológico.....	22
2.2.5 Capacidad de oviposición y longevidad .....	24
2.2.6 Hábitos y daños .....	24
2.2.7 Formas de control.....	26
2.3 Sobre el virus granulosis .....	26
2.3.1 Virus granulosis .....	29
2.3.2 Obtención del virus granulosis .....	30
2.3.3 Formulación del virus granulosis .....	30
2.3.4 Modo de acción y empleo del virus granulosis .....	31
2.3.5 Síntoma de <i>Phthorimaea operculella</i> infectada por el virus.	31
2.3.6 Reportes de algunos ensayos con virus granulosis .....	31
2.4 Sobre el insecticida Deltametrina .....	34
2.4.1 Características .....	34
2.4.2 Modo de acción .....	34
2.4.3 Compatibilidad: .....	35
2.4.4 Toxicidad: .....	35
2.4.5 Categoría: III .....	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1 Lugar de ejecución .....	36

3.2 Componentes en estudio .....	36
3.2.1 Localidades.....	36
3.2.2 Tubérculos .....	36
3.2.3 Virus granulosis .....	37
3.2.4 Insecticida.....	37
3.3 Descripción de los tratamientos en estudio .....	37
3.4 Diseño experimental .....	37
3.5 Modelo aditivo lineal .....	38
3.6 Esquema del análisis estadístico.....	38
3.7 Ejecución del experimento.....	39
3.7.1 Elección de localidades .....	39
3.7.2 Instalación del experimento .....	39
3.7.3 Evaluaciones registradas.....	42
IV. RESULTADOS .....	46
4.1 Del porcentaje de tubérculos dañados por <i>Phthorimaea operculella</i> .....	46
4.2. Del número de polillas que se encuentran afectando tubérculos de papa.....	57
4.3 Del índice de daño de <i>P. operculella</i> .....	64
4.4 Del porcentaje de pérdida en peso .....	68
4.5 Del análisis económico .....	77
V. DISCUSIÓN.....	82
5.1 Porcentaje de tubérculos dañados por <i>P. operculella</i> .....	82
5.2 Número de larvas y pupas de <i>P. operculella</i> .....	83
5.3 Índice de daño .....	85
5.4 Porcentaje de pérdida en peso .....	86
5.5 Análisis económico .....	88
VI. CONCLUSIONES.....	91
VII. RECOMENDACIONES.....	93
VIII. RESUMEN.....	95
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	97
X. ANEXO .....	104

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Ciclo biológico de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) "polilla de la papa" .....	23
2. Ubicación de cada una de las localidades en el valle del Mantaro.	36
3. Descripción de los tratamientos en estudio. ....	37
4. Esquema del análisis de variancia.....	38
5. Datos meteorológicos de agosto a diciembre correspondientes a 1995, proporcionados por SENAMHI, Huancayo.....	40
6. Escala visual de daños en tubérculos.....	43
7. ANVA del combinado de localidades para el porcentaje de tubérculos de papa dañados por <i>P. operculella</i> Z. a 90 y 120 días de almacenamiento.....	47
8. ANVA de los efectos simples para la interacción Tratamiento x Localidad en el porcentaje de tubérculos de papa dañados por <i>P. operculella</i> Z. a los 120 días de almacenamiento.....	48
9. Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de tubérculos de papa dañados por <i>P. operculella</i> Z. en las diferentes localidades a los 120 días de almacenamiento.....	49
10. Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de tubérculos de papa dañados por <i>P. operculella</i> Z. en los diferentes tratamientos a los 120 días de almacenamiento.....	50
11. ANVA del combinado de localidades para el número de larvas y pupas de <i>P. operculella</i> Z. a los 90 y 120 días de almacenamiento. ....	58
12. ANVA de los efectos simples para la interacción Tratamiento x Localidad en el número de larvas y pupas de <i>P. operculella</i> Z. a los 120 días de almacenamiento. ....	59
13. Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número de polillas <i>P. operculella</i> Z. en las diferentes localidades a los 120 días de almacenamiento.....	60

14. Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número de polillas de <i>P. operculella</i> Z. en los diferentes tratamientos a los 120 días de almacenamiento.....	61
15. ANVA del combinado de localidades para el índice de daño de <i>P. operculella</i> Z. a los 90 y 120 días de almacenamiento.....	65
16. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el índice de daño causado por <i>P. operculella</i> Z. en las diferentes localidades a los 120 días de almacenamiento. ....	66
17. ANVA del combinado de localidades para el porcentaje de pérdida en peso causado por <i>P. operculella</i> Z. a los 90 y 120 días de almacenamiento. ....	69
18. ANVA de los efectos simples para la interacción tratamiento x localidad en el porcentaje de pérdida en peso causado por <i>P. operculella</i> Z. a los 90 y 120 días de almacenamiento. ....	70
19. Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de pérdida en peso causado por <i>P. operculella</i> Z. en las diferentes localidades a los 90 días de almacenamiento. ....	71
20. Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de pérdida en peso por <i>P. operculella</i> Z. en los diferentes tratamientos a los 90 días de almacenamiento. ....	72
21. Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de pérdida en peso causado por <i>P. operculella</i> Z. en las diferentes localidades a los 120 días de almacenamiento. ....	73
22. Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de pérdida en peso causado por <i>P. operculella</i> Z. en los diferentes tratamientos a los 120 días de almacenamiento.....	74
23. Análisis económico del ensayo en Jauja ( $L_1$ ) por el cálculo del índice de retorno liquido relativo (IRLR). Datos actualizados a septiembre del 2006 en nuevos soles. ....	78
24. Análisis económico del ensayo en Casacancha ( $L_2$ ) por el cálculo del índice de retorno liquido relativo (IRLR). Datos actualizados a septiembre del 2006 en nuevos soles.....	79



25. Análisis económico del ensayo en Lastay (L <sub>3</sub> ) por el cálculo del índice de retorno líquido relativo (IRLR). Datos actualizados a septiembre del 2006 en nuevos soles. ....	80
26. Análisis económico del ensayo en Sicaya (L <sub>4</sub> ) por el cálculo del índice de retorno líquido relativo (IRLR). Datos actualizados a septiembre del 2006 en nuevos soles. ....	81
27. Costo de aplicación de los tratamientos por tonelada de tubérculos en nuevos soles. ....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Variación del porcentaje de tubérculos de papa dañados por <i>Phthorimaea operculella</i> en 4 localidades del valle del Mantaro a 90 días de almacenamiento.....	51
2. Variación del porcentaje de tubérculos de papa dañados por <i>Phthorimaea operculella</i> en 4 localidades del valle del Mantaro a 120 días de almacenamiento.....	52
3. Dinámica de infección causado por <i>Phthorimaea operculella</i> en Jauja hasta los 120 días de almacenamiento.....	53
4. Dinámica de infección causada por <i>Phthorimaea operculella</i> en Casacancha hasta los 120 días de almacenamiento.....	54
5. Dinámica de infección causada por <i>Phthorimaea operculella</i> en Lastay hasta los 120 días de almacenamiento.....	55
6. Dinámica de infección causada por <i>Phthorimaea operculella</i> en Sicaya hasta los 120 días de almacenamiento.....	56
7. Variación del número de larvas y pupas de <i>Phthorimaea operculella</i> en 4 localidades del valle del Mantaro a 90 días de almacenamiento. ....	62
8. Variación del número de larvas y pupas de <i>Phthorimaea operculella</i> en 4 localidades del valle del Mantaro a 120 días de almacenamiento. ....	63
9. Variación del índice de daño causado por <i>Phthorimaea operculella</i> en 4 localidades del valle del Mantaro a 120 días de almacenamiento. ....	67
10. Variación del porcentaje de pérdida en peso causado por <i>Phthorimaea operculella</i> en 4 localidades del valle del Mantaro a 90 días de almacenamiento.....	75
11. Variación del porcentaje de pérdida en peso causado por <i>Phthorimaea operculella</i> en 4 localidades del valle del Mantaro a 120 días de almacenamiento.....	76

## I. INTRODUCCIÓN

La papa, *Solanum tuberosum* L., está considerada en nuestro país como uno de los cultivos principales, por su rentabilidad, superficie cultivada, y por su contribución a la nutrición humana.

La sierra es la región más importante con el 94% del área total sembrada, con un rendimiento promedio de 8500 kg/ha. Uno de los factores que merma la producción es la "polilla de la papa" *Phthorimaea operculella* (Zeller); la larva ataca al follaje e infesta los tubérculos en campo y almacén. En la sierra los mayores cambios ocurren cuando se tiene papa en almacenes rústicos, durante varios meses bajo condiciones de temperatura ambiental. En estos casos, los daños oscilan entre 30 a 86%, pudiendo llegar al 100% en algunos lugares.

Los métodos de control más usados por los agricultores contra esta plaga están referidos en su mayoría al uso de insecticidas, los cuales además de ser tóxicos y costosos, ocasionan resistencia y resurgencia de la plaga, destrucción de enemigos naturales y aparición de nuevas plagas.

En el Perú se ha identificado un virus del tipo granulosis en larvas enfermas de *Phthorimaea operculella* y que afectan a las larvas de esta plaga. Para tal efecto ha sido formulado en polvo para ser utilizado como un entomopatógeno a nivel de almacén.

En base a estas referencias se diseñó el presente estudio teniendo como objetivos los siguientes:

1. Determinar la efectividad del virus granulosis en el control de la "polilla de la papa", *Phthorimaea operculella* (Zeller), en almacenes de los agricultores bajo condiciones del valle del Mantaro.
2. Establecer la dosis adecuada de aplicación del virus granulosis para el control de "polillas" en semilla de papa almacenada, para las condiciones del valle del Mantaro.
3. Determinar el costo-beneficio por el índice de retorno líquido relativo (IRLR) para los tratamientos estudiados en las 4 localidades del valle del Mantaro.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. Del cultivo

#### 2.1.1 Botánica sistemática y morfología de la papa

HUAMAN (1980), FOCO y HANS (1987), basándose en los caracteres florales, clasificaron a la papa de la siguiente manera:

Reyno	: Vegetal
Phyllum	: Spermatophyta
Sub-phyllum	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledoneae
Orden	: Tubiflorae
Familia	: Solanaceae
Género	: <i>Solanum</i>
Sección	: Petota
Especie	: <i>tuberosum</i>

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (1980b), reporta que la papa es una planta herbácea y su hábito de crecimiento cambia entre las especies y dentro de cada especie, pudiendo presentar hábito de crecimiento arrosetado (cuando todas o casi todas las hojas se encuentran cerca de la base o en la base de tallos cortos, y están cerca del suelo), hábito de crecimiento rastrero (cuando los tallos crecen horizontalmente sobre el suelo), decumbente (cuando los tallos se arrastran pero que levantan el ápice), semi erecto y erecto.

Con relación a la morfología de la papa, mencionan que los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Los "ojos" del tubérculo de papa, contienen varias yemas y corresponden morfológicamente a los nudos de los tallos. Las prominencias representan las escamas y las yemas del "ojo" representan las yemas axilares. Los "ojos" pueden llegar a desarrollarse para formar el nuevo sistema del tallo que consiste de tallos principales, tallos laterales y estolones. Generalmente cuando el tubérculo ha madurado, los "ojos" tienen vida latente y por ello no pueden desarrollarse. Al cabo de cierto tiempo, que depende de la variedad, el "ojo" más cercano al extremo apical es el primero en romper la latencia. Más tarde, los otros "ojos" se desarrollan para convertirse en brotes.

En la superficie de la piel o peridermo se encuentran distribuidas las lenticelas por las cuales se efectúa el intercambio de gases entre el tubérculo y el ambiente. En condiciones húmedas, las lenticelas aumentan de tamaño y se ven como puntos blancos prominentes.

### **2.1.2 Situación socio-económica del almacenamiento de la papa**

WERGE (1977), realizó los primeros estudios sobre almacenamiento en el valle del Mantaro, a nivel de pequeños, medianos y grandes productores para desarrollar sistemas de tecnología de post-cosecha con aceptación. Además señala que los pequeños agricultores almacenan principalmente para consumo familiar y en segundo lugar para semilla; en cambio los medianos y grandes agricultores almacenan en primer lugar para semilla y en menor porcentaje para consumo.

FRANCO, *et al.* (1979), mencionan que la producción de papa está orientado a tres propósitos fundamentales: la producción de semilla en función a los requerimientos de la costa, la producción para el autoconsumo y el abastecimiento del consumo regional y centros urbanos.

WERGE (1977); VILCA y AUROI (1984), indican que los métodos de almacenamiento están en función a la seguridad y conveniencia, por lo que los agricultores de la sierra comúnmente almacenan este tubérculo en su propia casa, por su parte HORTON y otros (1980), reportan que en el valle del Mantaro, esta modalidad de almacenar dentro de casa tiene consecuencias diferentes según el piso ecológico. En el piso bajo el uso de variedades de corto período de dormancia ("Mariva", "Revolución", etc.) hace que los tubérculos - semilla broten de 2-3 meses antes de la siembra, y en este caso el estado fisiológico no es bueno al momento de la siembra. En cambio en los pisos intermedio y alto, el almacenamiento en cuartos oscuros no tiene las mismas consecuencias negativas por dos razones: clima y variedades, El clima frío alarga la dormancia y no permite un brotamiento rápido. Esto, junto con el uso de variedades con largos períodos de dormancia (p. e. "Yungay", "Renacimiento", "Renovación" y variedades nativas) tiene como consecuencia que la semilla este generalmente en buen estado fisiológico al momento de la siembra.

ANTUNEZ DE MAYOLO (1978), reporta que en Aija, Ancash existian trojas o silos, llamados "qollicas" que eran destinados para tubérculos-semilla de papas y esta debía de estar resguardada de toda corriente de aire y ser un lugar seco. Para esto las vigas del primer piso eran reforzadas y sobre el

terrado se había colocado una capa gruesa de torta de barro, que impedía que las corrientes de aire del primer piso pasen y circulen a través de la semilla e impedir que se hiele. Sobre la semilla existía otra capa de "ichu" (*Stipa ichu*), que impedía al viento filtrarse a través de las tejas y desecar las semillas, pues si así sucedía, se volvían flojas y perdían su fuerza y vigor para brotar.

### **3.1.3 Estudios agronómicos sobre almacenamiento**

#### **a. Efectos de la luz y la oscuridad**

VELAZQUEZ, *et al.* (1983), indica que el efecto de la luz es benéfico para la conservación del tubérculo - semilla. Cuando el almacén prevalece de condiciones de falta de luz y altas temperaturas se altera el proceso fisiológico normal del tubérculo y este comienza a germinar y brotar. Los brotes desarrollados en condiciones de luz indirecta son pequeños de 2-3 cm de largo, robustos y no crecen demasiado. La semilla manejada en esta forma asegura una emergencia uniforme, el mayor número de tallos por planta, lo que indudablemente significa mayores rendimientos, por su parte GRANDON (1984), encontró tubérculos - semilla con brotes de 1.9 cm. en luz difusa en contra de 19.6 cm. en oscuridad.

#### **b. Cambios fisiológicos en el almacenamiento**

VELASQUEZ, *et al.* (1983), PANCIOTTO y HEDIGER (1985), indican que las papas durante el almacenamiento están sujetas a la influencia de varios factores que guardan estrecha relación entre si, tales como: prácticas efectuadas durante el cultivo, aplicación de productos químicos, humedad del



aire, la temperatura y las condiciones propias del almacén, asimismo BURTON (1966) y WIERSEMA (1985), mencionan que el período de dormancia o reposo son afectados por varios factores como la variedad, las condiciones de crecimiento, la temperatura de almacenamiento y la madurez del tubérculo.

### c. Pérdidas en almacenamiento

WERGE (1977), señala que el estimado de pérdidas determinadas por el Ministerio de Agricultura en un período típico de 5 meses, fluctúan entre 25 y 50%. Sin embargo, aparentemente nunca se han hecho pruebas para medir las pérdidas en peso y calidad que ocasionan los tipos de almacenes encontrados. Además mencionan que las pérdidas cuantitativas y cualitativas resultan por causas físicas, fisiológicas, patológicas o por la combinación. Por su parte BOOTH, *et al* (1981); PANCIOTTO y HEIDEGER (1985); VASQUEZ (1977) y VELASQUEZ *et al.* (1983), señalan que las pérdidas durante el almacenamiento pueden ser causadas por pudrición, deshidratación y desprendimiento de brotes; siendo más importante la pérdida por deshidratación que fluctúan entre 12 a 18%.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (1980a), reporta las pérdidas de peso en diferentes ensayos, así almacenando la variedad "Revolución" por un período de 180 días con temperatura promedio de 17.9°C (máxima) y 5.7°C (mínima), las pérdidas fueron de 11.8 y 7.8% en oscuridad y luz respectivamente. Almacenados en 4 diferentes temperaturas las pérdidas fluctuaron entre 4.2 hasta 23.1%.

#### **d. Zonificación agroecológica**

Tossi citado por MEYER (1981), analizó y clasificó las zonas ecológicas del Perú. El mapa identifica 34 zonas de vida para el Perú, 20 de las cuales están en las áreas montañosas. Sus límites se establecen en base a factores climáticos y se expresan en líneas longitudinales. Según MEYER (1981), ha descrito la zonificación agroecológica del valle del Mantaro, e identifico tres zonas agroecológicas, determinados principalmente por factores climáticos y que varían con la altura, como detallamos a continuación:

- Zona agroecológica alta (3950 a 4250 msnm.) con clima sub-húmedo, semi-frígido y una frecuencia muy alta de heladas nocturnas.
- Zona agroecológica intermedia (3500 a 4000 msnm.) con clima húmedo y frío, pero sumamente variado, dependiendo de la altura y topografía.
- Zona agroecológica baja (3000 a 3500 msnm.), cuya característica principal es la diversidad ocasionada por el hombre (irrigación del valle y las condiciones socioeconómicas bajo las que práctica la agricultura) con un clima templado y una combinación de condiciones favorables del terreno.

#### **e. Del tubérculo**

##### **Variedad "Yungay"**

CHRISTIANSEN (1967), reporta a la variedad "Yungay" (*S. tuberosum* x *S. andigenum*) desarrollado por Ochoa y lanzado como variedad en 1974, describiendo las siguientes características:

**Tubérculos.-** Son ovals a chatos, los ojos superficiales pigmentados, de color rojo claro, piel amarillenta con jaspes rojos y pulpa amarillenta a cremosa.

**Aspecto vegetativo.-** Las plantas son robustas y compactas, erecta, tallo verde claro, hojas grandes de cinco pares de foliolos laterales verde oscuro, flores de color morado claro y de regular fructificación.

**Adaptabilidad.** - Se comporta bien en la sierra hasta los 3600 msnm. y en la costa central y sur.

**Tolerancia.-** Es tolerante a la "ranca" *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary y a "rizoctoniasis" (*Rhizoctonia* sp.).

**Precocidad.-** Presenta tuberización ligeramente tardía y rápida, período vegetativo de 150 a 165 días.

**Calidad culinaria y comercial.-** Es buena y posee entre 20 a 24% de materia seca.

## 2.2 De la "polilla de la papa"

### 2.2.1 Distribución

VALENCIA (1986), menciona que *Phthorimaea operculella* (Zeller), es actualmente una especie de distribución cosmopolita que se originó en las Américas, y añade que la región andina de Sur América es reconocida como el centro de origen de la papa. Así mismo menciona que además de *P.*

*operculella* existen otras especies con características biológicas muy parecidas, como *Symmetrischema tangolias* (Gyen), etc., según MARGHERITIS (1965); LUNA (1974); y DELGADO (1981), *P. operculella* se distribuye a nivel mundial desde Australia hasta América. En el Perú se distribuye en la sierra (zona andina) y en la costa.

### 2.2.2 Taxonomía

OJEDA (1971), con relación a la clasificación sistemática actual de la "polilla de la papa" lo resume de la siguiente manera:

Reyno	: Animal
Phyllum	: Arthropoda
Sub-phyllum	: Mandibulata
Clase	: Insecta o Hexapoda
Orden	: Lepidoptera
Sub-orden	: Frenatae
Division	: Heteroneura
Super-familia	: Gelechiidoidea
Familia	: Gelechiidae
Tribu	: Gnorimoschemini
Género	: <i>Phthorimaea</i>
Especie	: <i>operculella</i> (Zeller)

### 2.2.3 Morfología

#### Del adulto

WILLE (1952); OJEDA y CASTRO (1972); VALDIVIESO y BARTRA (1993); DELGADO (1981), reportan a *P. operculella* con una longitud de 8 mm, expansión alar de 12 a 18 mm, cabeza pequeña, antenas filiformes,

ojos cubiertos de escamas así como todo el cuerpo; las alas son membranosas y terminan en largos filamentos en su borde inferior. Según BACALLA (1975) y RAMAN (1980), mencionan que el color de todo el cuerpo es castaño terroso y cuando las alas están plegadas se notan puntos oscuros dando el aspecto de "X".

### **Del huevo**

CORONADO (1976), menciona que la estructura del huevo está constituido por corión o cascarón, micropilo, membrana vitelina, periplasma, yema y núcleo. Según investigaciones por MARGHERITIS (1965); LUNA (1974); VALDIVIESO y BARTRA (1993), reportan que *P. operculella* tiene huevo de forma oval achatado, de 0.5 mm de diámetro, color blanco a crema amarillento.

### **De la larva**

LUNA (1974); DELGADO (1981); SARMIENTO (1983), registraron que *P. operculella* en estado larval mide de 10-12 mm de longitud, color blanquecino verdoso con dorso rosado-rojizo en los últimos estadios, cápsula cefálica y escudo torácico bruno oscuro y tiene el aparato bucal tipo masticador. Posteriormente SANCHEZ (1984), menciona que *P. operculella* que en sus últimos estadios son de color rosado o grisáceo purpúreo con líneas rosadas en el dorso. VALDIVIESO y BARTRA (1993), reportan que las larvas inicialmente son de color transparente con cabeza oscura, luego se tornan blanco cremoso con tonalidades verdes y rosadas, llegando a medir hasta 10 mm de longitud.

## **De la pupa**

CORONADO (1976) y LUNA (1974), citan que la pupa de *P. operculella* mide de 6-10 mm de longitud, es aplanada ligeramente, de color marrón a bruno oscuro, cubiertos de un capullo de seda blanca. El aparato genital en las hembras se halla en el octavo urómero y en los machos en el noveno urómero. De igual manera, VALDIVIESO y BARTRA (1993), reportan que las pupas son de color marrón de 6 mm de tamaño protegidos por hilos de seda.

### **2.2.4 Ciclo biológico**

#### **a. Periodo de incubación**

Es variable dependiendo de las condiciones medio ambientales y de las especies estudiadas. Según RAMAN (1980), la duración del periodo de incubación de *Phthorimaea operculella* a 28 °C es de 5 días; mientras que BACALLA (1975) a 20.7 °C y 90% de H°R, observó una duración de 8.5 días.

#### **b. Desarrollo larval**

WILLE (1952) y BACALLA (1975), indican que *Phthorimaea operculella* presenta cuatro estadios larvales, mientras que LUNA (1974) registra cinco estadios con una duración total entre 14 a 23.25 días, dependiendo del clima. Además, indican que el substrato alimenticio y la temperatura son los factores principales que alteran la duración larval de esta especie.

**c. Pupa**

MENDEZ (1952), registra una duración de 8 a 50 días dependiendo del clima; RAMAN (1980) determinó una duración de 8 días en condiciones cálidas; mientras que BACALLA (1975), observó bajo intemperie un período de 16 días.

**d. Ciclo total de desarrollo**

MENDEZ (1952); WILLE (1952); LUNA (1974) y DELGADO (1981), mencionan que en condiciones de verano *Phthorimaea operculella* tiene un período de 25 a 45 días, prolongándose hasta 80 a 90 días en invierno, mientras que BACALLA (1975) y RAMAN (1980), reportan que a 20.7°C duró 6.55 días y a 28°C de 20 a 30 días; reflejando influencias de las condiciones de medio ambiente; por su parte VALDIVIESO y BARTRA (1993), determinaron un ciclo de vida mínimo y máximo para este lepidóptero, tal como se observa en el Cuadro 1:

**Cuadro 1.** Ciclo biológico de *Phthorimaea operculella* (Zeller) "polilla de la papa"

N° días	Huevo	Larva	Pupa	Adulto	Total
Mínimo	5	10	7	10	32
Máximo	8	23	14	15	60

Fuente: Valdivieso y Bartra, 1993.

### **2.2.5 Capacidad de oviposición y longevidad**

BACALLA (1975), observa que en *Phthorimaea operculella*, el período de pre-oviposición dura 2.5 días, el de oviposición 14.78 días; totalizando una longevidad en hembras de 18.3 a 19.7 días; y en machos 18.6 a 23.28 días, mientras RAMAN (1980), indica que *P. operculella* tiene de 10 a 15 días de longevidad; MENDEZ (1952), MARGHERITIS (1965) y LUNA (1974), registran de 100 a 200 huevos; VALDIVIESO y BARTRA (1993), reportan que las hembras ovipositan entre 180 a 200 huevos en la costa y 114 a 139 huevos en la sierra.

### **2.2.6. Hábitos y daños**

METCALF y FLINT (1962), refieren que las larvas apenas eclosionan son bastante activas haciendo su daño de acuerdo a su lugar de oviposición. Terminando su desarrollo se convierten en pupa, las que son totalmente inactivas y bastante susceptibles a cualquier daño mecánico. Los adultos emergen rompiendo la exuvia generalmente en las noches y muy pocas veces en el día, son ovíparos, son de actividad nocturna, y también ovipositan en la noche, en el día permanecen ocultos en el follaje; la cópula se realiza en la primera noche de emergencia, dos días después de la cópula las hembras ovipositan, aparentemente tienen preferencia por ovipositar en las axilas, en el envés de las hojas y en las yemas de los tubérculos. Asimismo, reportan que los daños son más severos en los lugares de poca lluvia y temperaturas altas, la última generación infesta los tubérculos en el campo, introduciéndose al terreno o suelo por las ranuras para poner sus huevos en los tubérculos.



GAMENDIA (1961), describe que las larvas hacen galerías de 2-3 mm de diámetro y de varios cm. de longitud, produciéndose así grandes pérdidas en el cultivo. Asimismo CHRISTIANSEN (1967), reporta que los daños ocasionados se realizan en toda la parte aérea de la planta y tubérculos, minan las hojas y barrenan tubérculos y tallos, produciendo galerías en todas direcciones, dañando su valor comercial y comestible. Por su parte VALDIVIESO y BARTRA (1993), anotan que las larvas atacan las hojas, alimentándose del parénquima o minando las nervaduras, tallos y tubérculos, produciendo una pudrición seca.

LUNA (1974); DELGADO (1981) y RAMAN (1980), mencionan que la polilla adulta de *Phthorimaea operculella* son de actividad nocturna, en el día se desplazan muy poco y su vuelo es irregular. Además reportan que el período de cópula empieza al segundo día, disponiéndose en forma opuesta unidos por el extremo de los abdómenes, la oviposición es durante la noche, colocando las posturas sobre superficies rugosas, tanto en hojas, tallos, alrededor del brote y yemas del tubérculo.

POMPEYO (1990); PALACIOS, *et al.* (1994), reportan que la hembra expulsa sus feromonas para atraer al macho, luego de la cópula depositan sus huevos en malezas y plantas "huacchas" (plantas remanentes de la campaña anterior) en el almacén o "troja", en tubérculos viejos, en las yemas, brotes, en los costales, en la basura y en las paredes del almacén. Los huevos eclosionan después de una semana y nacen las larvas; este estadio es el que causa el mayor daño; luego de dos semanas, las larvas llegan a su última muda y salen de las hojas, tallos y tubérculos hacia el suelo, donde hacen su capullo o cocón de seda, y dejan de alimentarse, permaneciendo allí aproximadamente 3 semanas, para luego salir transformados en mariposas.

## 2.2.7 Formas de control

### a. Control cultural

VALDIVIESO y BARTRA (1993); POMPEYO (1990); PALACIOS, *et al.* (1994), mencionan que a nivel de almacén se debe considerar los siguientes aspectos:

- Almacenaje adecuado, utilizando almacenes de luz difusa.
- Verdear los tubérculos para semilla, para que las polillas no penetren con facilidad.
- Limpiar bien y luego desinfectar el almacén para matar las polillas.
- Guardar la papa en almacén el mismo día de la cosecha porque la polilla puede poner muchos huevos sobre el tubérculo si se deja en el campo.
- Recoger del campo todas las papas picadas y el follaje malogrado, luego usar para dar de comer a los animales

### b. Control etológico

VALDIVIESO y BARTRA (1993); PALACIOS, *et al.* (1994); VALENCIA (1986) y ORE (1995), mencionan algunos aspectos a tener en cuenta en almacén:

- Utilizar plantas repelentes como la "muña" (*Minthostachys sp.*); "eucalipto" (*Eucalyptus globulus* Labill); "lantana" (*Lantana camara*), Verbenaceas, etc.
- Utilizaron dos trampas de feromona sexual, cambiando el agua según la población capturada de la polilla.
- Instalar de uno a tres trampas con tubérculos licuados más agua, en cada almacén, para capturar adultos.

### c. Control biológico

GARMENDIA (1961), menciona un método de control biológico en base a pequeños trozos de carne de ovino que fueron desparramados debajo de la "troja", y observó que después de 9 días empezó la putrefacción de los trozos de carne y con ello la aparición de pequeñas hormigas carnívoras, de color castaño las cuales se introducen en las galerías perforadas en el tubérculo para devorar y exterminar completamente las larvas de la polilla, mientras que RAMAN (1986), reporta que el insecticida biológico DIPEL en polvo que contiene esporas activas de *Bacillus thuringiensis*, es efectivo contra la polilla en almacenamiento a la proporción de 3-4 kg/tn de tubérculos.

VALDIVIESO y BARTRA (1993); PALACIOS, *et al.* (1994), mencionan que se puede emplear la avispa *Copidosoma koheleri* Blanchard de la familia Encyrtidae, parasitoide que tiene un rango de acción por lo que es aconsejable su utilización. Esta avispa es un parásito poliembriónico de huevos y emerge de la larva en un promedio de 50 individuos por larva de polilla. El número de avispas que se emplean en forma inundativa para su liberación y a inicios de la floración es de 25,000 individuos/ha (equivalente a 500 larvas momificadas con pupas de la avispa), Asimismo DELGADO (1981); REDOLFI, *et al.* (1983); SANCHEZ (1984); VALDIVIESO y BARTRA (1993), reportan que en forma natural se tiene los siguientes parasitoides:

### Parasitoides de larvas

- *Apanteles sp.* (Hymenoptera: Braconidae)
- *Chelonus sp.* (Hymenoptera: Braconidae)
- *Temelucha sp.* (Hymenoptera: Ichneumonidae)
- *Pristomerus sp.* (Hymenoptera: Ichneumonidae)
- *Incarnyia cuzcensis* (Diptera: Tachinidae)

### Parasitoides de huevos y larvas

- *Copidosoma coheleri* (Hymenoptera : Ecyrtidae)

PALACIOS, *et al.* (1994), según estudios bajo condiciones de Lima y San Ramón determinaron que se debe aplicar el virus granulosis en polvo antes de almacenar el tubérculo-semilla, recomendando utilizar a la dosis de 5 kg/tn de tubérculos. Para lograr una buena aplicación recomiendan; colocar primero los tubérculos dentro de un saco de fibra de plástico, luego agregar el producto y agitar el contenido hasta lograr que el polvo cubra totalmente a los tubérculos. Además mencionan que la aplicación se realiza una sola vez, al momento del almacenamiento.

#### d. Control químico

VALENCIA (1986), entre los insecticidas frecuentemente recomendados para el tratamiento de papa almacenada menciona a Malatión en polvo 1 a 2% Sevín en polvo 10% y Diazinón en polvo 2.5%. Para todos estos insecticidas recomienda usar la proporción de un kg/tn de tubérculo - semilla en el almacena-miento para controlar la polilla *Phthorimaea operculella*.

Ramán y Cisneros (1980) citados por VALENCIA (1986), probaron bajo condiciones de laboratorio seis piretroides sintéticos: (Permetrina, Cypermetrina, Flucythrinate, Fenvalerate, Cyflutrina y Decamethrina), contra machos y hembras de polilla de la papa recolectados de La Molina y San Ramón, reportando que las mortalidades variaron por debajo del 50% para las polillas recolectadas en ambas localidades. Por su parte CHIRSTIANSEN (1967), sostiene que la polilla de la papa se puede controlar con aplicaciones de Endrithión, Endrin, Metacide, Gusathión, Perfeckthión. Asimismo CISNEROS (1966), concluye que el Parathión Metílico sólo o en mezcla con otros insecticidas tiene un efecto excelente para el control de algunas polillas.

## **2.3 Sobre el virus granulosis**

### **2.3.1 Virus granulosis**

La primera información sobre el hallazgo de un virus infectando larvas de *P. operculella* ocurrió en Sri Lanka reportado por STEINHAUS y MARSH (1967) y posteriormente han sido también hallados en Australia por REED (1969), en Sud Africa por BRODRYK y PRETORIUS (1974) y en la India por AMONKAR, *et al.* (1979).

ALCAZAR (1991), informó sobre su hallazgo en el Perú en 1986. Posteriormente se iniciaron estudios básicos con el objeto de determinar la sintomatología, persistencia, forma de uso, patogenicidad y especificidad.

Asimismo RAMAN y ALCAZAR (1992), identificaron en laboratorio que la infección en larvas de *P. operculella* era producida por un virus del tipo granulosis que pertenece a la familia Baculoviridae, al que se le denominó baculovirus. También hacen mención que es de forma oval alargada o capsular y mide aproximadamente 486 nanómetros de longitud por 233 nanómetros de ancho.

### **2.3.2 Obtención del virus granulosis**

RAMAN y ALCAZAR (1992), reportan que el virus granulosis se encuentra en forma natural afectando a las larvas de la "polilla de la papa" en condiciones de campo y almacén. Así mismo la oportunidad de encontrarlas ocurre en lugares donde el insecto se halla en grandes poblaciones. Las larvas infectadas vivas o muertas se pueden hallar sobre los tubérculos, en la base de los brotes, dentro de las galerías o dentro de sus cocones de seda, también pueden encontrarse dentro de las hojas minadas de la planta.

### **2.3.3 Formulación del virus granulosis**

RAMAN y ALCAZAR (1992), mencionan que la formulación en polvo seco se prepara a partir de 20 larvas infectadas, las mismas que son molidas en un mortero y diluidas en un litro de agua al cual se añade un agente dispersante (Triton 0.2%), a esta preparación se le agrega 1 kg de silicato de magnesio (talco) como material inerte y luego se mezcla bien hasta obtener una pasta. Esta pasta se extiende en bandejas o sobre un plástico en una superficie horizontal, debe colocarse bajo sombra, pues la luz directa del sol

afecta al virus. Después de una ó dos semanas, cuando la pasta se ha secado, se muele utilizando un rodillo hasta lograr un polvo fino.

#### **2.3.4 Modo de acción y empleo del virus granulosis**

RAMAN y ALCAZAR (1992), reportan que el virus granulosis se usa para controlar larvas de "polilla de papa". Este virus actúa como un insecticida estomacal, pues para que se infecten las larvas es necesario que ingieran las partículas virales. Asimismo mencionan que se puede emplear en forma de suspensión acuosa para aplicarse por aspersión y en forma de polvo seco para espolvoreos; se utilizan larvas infectadas sea en estado fresco, congeladas y también secas o liofilizadas, en este último caso recomiendan ser hidratadas antes de molerse. Para su aplicación recomiendan utilizar una sola vez al momento del almacenamiento. También reportan que la aplicación del virus produce entre 70 y 100% de mortalidad larval. Además registraron la persistencia del virus hasta los 60 días después de la aplicación.

#### **2.3.5 Síntoma de *Phthorimaea operculella* infectada por el virus**

RAMAN y ALCAZAR (1992), indican que el síntoma típico de una larva infectada por el virus es la coloración blanco cremosa, de aspecto lechoso; las larvas se vuelven lentas en sus movimientos, entre los 12 y 21 días después de haber ingerido el virus. Además mencionan que ninguna larva infectada con el virus logra empupar.

### 2.3.6 Reportes de algunos ensayos con virus granulosis

La importancia y el uso del virus granulosis en el control de *P. operculella* ha sido discutido por expertos de la FAO y la OMS. Los primeros estudios con este virus para el control de la "polilla de la papa" fueron realizados por REED (1971) y AMONKAR (1979). Por su parte ALCAZAR, *et al.* (1991), en investigaciones bajo condiciones de almacén y campo, probaron la eficiencia de este virus como controlador biológico de la "polilla de la papa". Los tubérculos inoculados con el virus mostraron una reducción significativa de infestación larval y menos daño a los 30, 60 y 90 días de almacenamiento. Así mismo, las larvas de las polillas extraídas de los tubérculos presentaron más del 70% de infección con el virus en almacén y más de 90% en campo, ocasionando una menor población de polilla y un menor daño en los tubérculos y el follaje. Su persistencia en almacén fue de 90 días.

ALCAZAR, *et al.* (1992a), en estudios de caracterización y patogenicidad del virus bajo condiciones de laboratorio realizaron 5 ensayos para evaluar el potencial de este virus como agente de control biológico. En sus conclusiones mencionan que las larvas enfermas son de color blanco, no logran empupar y mueren entre 12 y 21 días después de haber ingerido el virus. La población de polilla se redujo en 71.5 a 100% en tubérculos infestados a los 8, 30 y 60 días después de aplicar el virus. En los estudios de patogenicidad, el 100% de mortalidad se halló a la concentración de 20 equivalentes larvales (EL) por litro de agua y con virus purificado a 20 mg/lt. Asimismo ALCAZAR, *et al.* (1992b), mencionan que en ensayos realizados en La Molina y en San Ramón durante 1987 y 1988, bajo condiciones de



laboratorio, con el objetivo de seleccionar el mejor polvo inerte (Cal, talco, celite, bórax y polvo de *Lantana camara*), el talco fue el mejor, porque mezclado con el virus granulosis (VG) controló hasta un 100% de larvas de polilla y aplicado sólo permitió el desarrollo del menor número de larvas y pupas. En condiciones de almacén rústico con luz difusa, con mayor número de tubérculos y mayor presión de población de polillas, se pudo corroborar las bondades de talco. Durante los tres primeros meses de almacenamiento, hubo una significativa disminución de los daños por polilla, alrededor del 13% fueron protegidos con el virus.

Por otro lado, ALCAZAR y RAMAN (1992), realizaron un experimento en San Ramón durante 1988 y 1989 a 800 msnm., 24°C de temperatura media anual y precipitación anual de 2000 mm, para estudiar la efectividad del virus granulosis de *P. operculella* y del insecticida Deltametrina en la protección de tubérculos de papa para semilla, bajo condiciones de almacenes rústicos con luz difusa. Durante el primer año, observaron que a los 120 días de almacenamiento, los tubérculos sin virus tuvieron 100% de daño, mientras el virus polvo los protegió, registrándose 31.6% de daños en tubérculos. El segundo año, el insecticida Deltametrina y el VG formulado en polvo dieron una eficiente protección, registrándose, a los 120 días daños de 3 a 8.5% en tubérculos y 0.8 a 4% en brotes, respectivamente. Tubérculos tratados con Deltametrina en su formulación de concentrado emulsionable, tuvieron 100% de tubérculos dañados, igual que el testigo. Por su parte RAMAN (1986), en estudios sobre la efectividad del Baculovirus phthorimaea (BP) y *Bacillus thuringiensis* (Bt) formulados en polvo seco con talco, cal y caolín y el insecticida Deltametrina para el control de *P. operculella* en

almacén, encontraron que para los tres ensayos la efectividad del BP y Bt fue muy parecida cuando actuaron en forma separada o juntos; resulto tan eficiente como el insecticida Deltametrina.

CALDERON, *et al.* (1993), ejecutaron un programa de manejo integrado de la polilla *P. operculella* en almacén, bajo condiciones del valle de Mizque (Cochabamba, Bolivia) a 2,050 msnm concluyen que los tubérculos almacenados en 42 almacenes demostrativos y con aplicaciones de virus granulosis, mostraron niveles de infestación entre 5 a 18%, en tanto que las alternativas químicas de control presentaron daños mayores al 20% .

## **2.4 Sobre el insecticida Deltametrina**

### **2.4.1 Características**

Es una piretrina sintetizada, estable a la luz. Controla insectos resistentes a fosforados y carbamatos. No es estable en presencia de arcilla, por lo que se degrada rápidamente en el suelo.

En la formulación en polvo seco (P.S), controla con eficacia plagas de granos y tubérculos de papa a nivel de almacén. Mata a las larvas de polillas por contacto e ingestión.

Nombre comercial : Decis  
Formulación : Polvo Seco (P.S)  
Concentración : Deltametrina 0.05%  
Importador : FARMAGRO

Para el almacenamiento de tubérculos de papa recomiendan una dosis de 5 a 10 kg de Decis/tn de tubérculos.

**2.4.2 Modo de acción**

Afecta la transmisión eléctrica. Se degrada en el suelo.

**2.4.3 Compatibilidad:**

Con plaguicidas de uso común, excepto los de reacción alcalina.

**2.4.4 Toxicidad:**

DL/50 oral aguda : 1,506 - 750,000 mg/kg.

**2.4.5 Categoría: III**

Moderadamente tóxico.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en el valle del Mantaro comprendiendo las provincias de Huancayo, Concepción y Jauja. Fue instalado en almacenes de los productores de papa que vienen trabajando en convenio con el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Huancayo. La ejecución del experimento se inició en agosto de 1995 y se culminó en diciembre de 1995.

#### 3.2 Componentes en estudio

##### 3.2.1 Localidades

Las localidades en estudio se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Ubicación de cada una de las localidades en el valle del Mantaro.

Clave	Provincia	Distrito	Localidad	Altitud (msnm)
L <sub>1</sub>	Jauja	Huertas	Molinos	3350
L <sub>2</sub>	Concepción	Ingenio	Casacancha	3490
L <sub>3</sub>	Concepción	Lastay	Lastay	3300
L <sub>4</sub>	Huancayo	Sicaya	Sicaya	3244

##### 3.2.2 Tubérculos

La cantidad de tubérculos que se utilizó fue de 5 toneladas de la variedad Yungay; la distribución fue de 1.25 toneladas de tubérculos por

localidad los que posteriormente fueron distribuidos en 5 tratamientos. Es decir se distribuyó 250 kg de tubérculos por cada tratamiento.

### 3.2.3. Virus granulosis

Se utilizó 15 kg de virus granulosis en su formulación polvo seco (P.S), que fueron distribuidos equitativamente para los 3 tratamientos en 4 localidades. Los 15 kg de virus granulosis fueron obtenidos del Centro de Investigación y Crianza de Insectos Útiles (CICIU), a través del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) de Huancayo.

### 3.2.4 Insecticida

Se utilizó 1,250 g del insecticida Deltametrina (Decis) para 250 kg de tubérculos, con su formulación en polvo seco al 0.05% (P.S), a una dosis de 5 kilogramos por tonelada de tubérculo. Distribuyéndose en el caso nuestro, para el tratamiento número uno (T<sub>1</sub>) y en las cuatro localidades.

## 3.3 Descripción de los tratamientos en estudio

**Cuadro 3.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Descripción
T <sub>0</sub>	Testigo absoluto
T <sub>1</sub>	Testigo con Deltametrina 0.05% polvo seco (P.S)
T <sub>2</sub>	4 kg de virus granulosis polvo seco (P.S)/t de tubérculos
T <sub>3</sub>	5 kg de virus granulosis polvo seco (P.S)/t de tubérculos
T <sub>4</sub>	6 kg de virus granulosis polvo seco (P.S)/t de tubérculos

### 3.4 Diseño experimental

El diseño estadístico empleado en el presente ensayo fue el diseño completo al azar (DCA) para cada localidad, posteriormente se realizó el análisis combinado de localidades, cuyo modelo aditivo lineal y esquema del ANVA es el siguiente:

### 3.5 Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = U + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Variable respuesta

$U$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor tratamiento

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor localidad

$(\tau\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor tratamiento con el j-ésimo nivel del factor localidad

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio del error experimental

### 3.6 Esquema del análisis estadístico

**Cuadro 4.** Esquema del análisis de variancia.

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>
Localidad (L)	(l-1)
Tratamientos (T)	(t-1)
Interacción L x T	(l-1)(t-1)
Error conjunto	lt(n-1)
Total	(ltn-1)

### **3.7 Ejecución del experimento**

El desarrollo del presente trabajo implica lo siguiente:

#### **3.7.1 Elección de localidades**

Las localidades se eligieron básicamente teniendo en cuenta la altitud de las zonas bajas e intermedias del valle del Mantaro; donde *Phthorimaea operculella* causa severos daños en tubérculos almacenados campaña tras campaña.

#### **3.7.2 Instalación del experimento**

Para el almacenamiento de los tubérculos se consideró el área a ocupar por cada tratamiento, luego se procedió a realizar las divisiones correspondientes para cada almacén, con un aproximado de 2.5 m<sup>2</sup>/tratamiento; es decir, para la instalación del experimento en una localidad se considero un aérea total de 12.5 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 5.** Datos meteorológicos de agosto a diciembre correspondientes a 1995, proporcionados por SENAMHI, Huancayo.

Año	Mes	Temperatura del aire (°C)		Precipitación	
		Máxima	Mínima	Media	Pluvial (mm)
1995	Agosto	23.5	1.5	12.50	8.7
1995	Setiembre	22.1	2.8	12.45	17.2
1995	Octubre	22.5	4.6	13.55	86.7
1995	Noviembre	21.5	5.3	13.14	76.8
1995	Diciembre	21.3	6.0	13.65	119.1
Promedio				13.06	61.70
Total					308.50

Previo a la instalación del experimento se hizo una selección de los tubérculos a almacenar, desechándose aquellos tubérculos que presentaban algunos síntomas de enfermedad, daños por gorgojo y otros daños causados por diferentes patógenos. También se determinó el porcentaje de daño inicial causado por la polilla en tubérculos provenientes de campo. Posteriormente se pesaron 250 kg de tubérculos para cada tratamiento.

Para el T<sub>0</sub>, no se utilizó absolutamente ningún producto, almacenándose los tubérculos después de la selección.



Para el T<sub>1</sub>, se utilizó el insecticida Deltametrina (Decis P.S. al 0.05%) a la dosis de 1,250 g para 250 kg de tubérculo semilla (5 kg deltametrina/t semilla). La forma de aplicación fue espolvoreando el producto sobre una capa inicial de tubérculos y finalmente sobre otra capa de tubérculos.

Para el T<sub>2</sub>, con 4 kg de virus granulosis (P.S)/t. de tubérculos, se procedió de la siguiente manera:

- 1° Se dosificó el virus granulosis para 25 kg de tubérculos, obteniéndose un equivalente a 100 g de virus granulosis/25 kg de tubérculos.
- 2° Se peso 25 kg de tubérculos en un saco de polietileno grueso.
- 3° Se espolvoreó dentro del saco los 100 g de virus granulosis y se mezcló homogéneamente hasta que los tubérculos quedaran totalmente blancos por impregnación del producto.
- 4° Los tubérculos impregnados con el virus granulosis se vaciaron y amontonaron en el área establecida para cada tratamiento.
- 5° Este proceso se realizó por 10 veces hasta completar los 250 kg de tubérculos tratados.

De la misma forma se procedió para los tratamientos: T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>, con la única variación que las dosificaciones del virus granulosis fueron los siguientes:

Para el T<sub>3</sub>, se utilizó 125 g de virus granulosis/25 kg de tubérculos.

Para el T<sub>4</sub>, se utilizó 150 g de virus granulosis/25 kg de tubérculos.

El tiempo empleado para la instalación del experimento en cada localidad fue aproximadamente dos días. Para ninguno de los tratamientos y en ninguna de las localidades se hizo una infestación inicial con polillas, sino que

se hizo una evaluación del porcentaje de daño inicial causado por *Phthorimaea operculella* con presencia de signos y síntomas en tubérculos traídos de campo, esto se realizó en las 4 localidades en estudio.

### **3.7.3 Evaluaciones registradas**

Las evaluaciones se realizaron cada 30 días durante 4 meses efectivos, considerando que los tubérculos serían destinados para semilla.

#### **a. Porcentaje de daño inicial causado por la polilla en tubérculos provenientes de campo.**

Para tener un dato referencial del porcentaje de daño ocasionado por polilla en cada localidad, se evaluaron los 1250 kg de tubérculos, extrayendo al azar 3 muestras de 100 tubérculos y se determinó el porcentaje de daño proveniente de campo. Esta evaluación se efectuó antes de la selección e instalación del proyecto.

#### **b. Porcentaje de tubérculos dañados (% T.D.)**

Este proceso se efectuó en las cuatro localidades y en las fechas establecidas. De cada tratamiento se tomaron al azar 3 muestras de 100 tubérculos y se determinó el porcentaje de tubérculos dañados por polillas, según la formula siguiente:

$$\% \text{ T.D.} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de tubérculos dañados}}{\text{N}^\circ \text{ Total de tubérculos evaluados}} \times 100$$

**c. Índice de daño (ID)**

El índice de daño se determinó en la totalidad de tubérculos dañados por cada tratamiento según la escala visual de daño descrita por RAMAN y BOOTH (1983), finalmente el ID fue calculado mediante su fórmula correspondiente.

**Cuadro 6.** Escala visual de daños en tubérculos.

<b>Grado</b>	<b>Descripción</b>
0	Tubérculo sin ninguna galería, causado por la larva de la polilla
1	Cuarta parte del tubérculo con galerías
2	La mitad del tubérculo con galerías
3	Las tres cuartas partes de tubérculos con galerías
4	Tubérculos completamente perforados por la larva

Fuente: Raman y Booth (1986), CIP (1980a).

$$ID. = \frac{1n + 2n + 3n + 4n}{N}$$

**Donde:**

1,2,..4 = Grado respectivo

n = Número de tubérculos afectados con el grado indicado

N = Número total de tubérculos evaluados por repetición.

**d. Número de larvas y pupas vivas y muertas de *Phthorimaea operculella***

En cada una de las localidades donde se encontraban almacenados los tubérculos, se removieron la ruma de cada tratamiento y se procedió al conteo de las larvas y pupas vivas y muertas del genero *Phthorimaea operculella*, en sus estadios de larva y pupa.

**e. Evaluación del porcentaje de pérdidas en peso de tubérculos dañados por *P. operculella***

En la misma muestra donde se evaluó el porcentaje de tubérculos dañados por *P. operculella*, se procedió a determinar el porcentaje de pérdida en peso de los tubérculos de papa. Para ello se utilizó una balanza mecánica en la cual se determinó el peso de los tubérculos dañados y sanos de cada muestra, posteriormente por regla de tres simple se determino el porcentaje de pérdida en peso.

**f. Análisis económico**

El análisis económico se determinó por la comparación de costo-beneficio de los tratamientos. Mediante el índice de retorno liquido relativo (IRLR) que comparó el ingreso neto de cada tratamiento con el ingreso neto del testigo.

Para la determinación de los costos, en los tratamientos con aplicaciones de virus granulosis (P.S) y el insecticida Deltametrina 0.05%, fueron considerados los gastos referentes al virus granulosis (P.S), insecticida, mano de obra por aplicación e instalación del ensayo.

Para la determinación del Ingreso Bruto (IB) por cada tratamiento se calculó la cantidad de kg recuperados de una tonelada/tratamiento y luego multiplicados por el costo de un kg de tubérculo-semilla, equivalente a 1.30 nuevos soles.

El Ingreso Neto (IN) fue calculado por la diferencia entre el (IB), menos el costo total (costo adicional del tratamiento en relación al testigo sin aplicación).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Del porcentaje de tubérculos dañados por *Phthorimaea operculella*.

Los datos que se presentan para el porcentaje de tubérculos dañados a 90 y 120 días, son valores transformados a  $\sqrt{x+1}$ .

En el Cuadro 7, se presenta el ANVA combinado de localidades para el porcentaje de tubérculos dañados. En los cuales a los 90 días vemos que existen diferencias significativas para las fuentes de variación; localidad y tratamiento, es decir las localidades tuvieron un comportamiento diferente, y hay diferencias probadas de los efectos entre los 5 tratamientos.

Considerando que se encontró significación estadística al 5% de probabilidad para la interacción localidad x tratamiento a los 120 días, entonces se realizó el estudio de los efectos simples presentado en el Cuadro 8, obteniéndose significación estadística para los efectos simples del factor localidad, asimismo para los efectos simples de los tratamientos (T) en Jauja (L<sub>1</sub>), Casacancha (L<sub>2</sub>) y Sicaya (L<sub>4</sub>), y no habiendo significación para el efecto simple del factor tratamiento cuando se encuentra bajo el efecto de la localidad de Lastay (L<sub>3</sub>).

En el Cuadro 9, Figuras 1, 2 y 3, se puede notar un menor daño en los tubérculos tratados con el virus granulosis en su formulación de polvo seco (P.S) a la dosis de 4 y 5 kg/t de tubérculos, no hallándose diferencias significativas entre ellos durante los 120 días de almacenamiento, cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Jauja (L<sub>1</sub>).

En el Cuadro 10, al analizar el efecto del factor localidad en cada uno de los tratamientos, podemos observar que los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>, mostraron significación estadística, cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Sicaya (L<sub>4</sub>).

Las Figuras del 4 al 6, nos ilustran la dinámica de infección causado por *Phthorimaea operculella*, en cada una de las localidades hasta los 120 días de almacenamiento.

**Cuadro 7.** ANVA del combinado de localidades para el porcentaje de tubérculos de papa dañados por *P. operculella* Z. a 90 y 120 días de almacenamiento.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		a 90 días	a 120 días
Localidad (L)	3	1.048 S	11.606 S
Tratamiento(T)	4	1.677 S	2.903 S
Interacción L x T	12	0.096 NS.	1.974 S
Error	20	0.104 NS	0.159 NS
Total	39		
C. V		16.71%	15.34 %

S = Significación estadística al 5% de probabilidad.

NS = No significativo

**Cuadro 8.** ANVA de los efectos simples para la interacción Tratamiento x Localidad en el porcentaje de tubérculos de papa dañados por *P. operculella* Z. a los 120 días de almacenamiento.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
<b>Localidad (L)</b>		
Entre L en T <sub>0</sub>	3	2.727 S
Entre L en T <sub>1</sub>	3	1.217 S
Entre L en T <sub>2</sub>	3	5.463 S
Entre L en T <sub>3</sub>	3	3.993 S
Entre L en T <sub>4</sub>	3	6.100 S
<b>Tratamiento (T)</b>		
Entre T en L <sub>1</sub>	4	0.610 S
Entre T en L <sub>2</sub>	4	2.308 S
Entre T en L <sub>3</sub>	4	0.425 NS
Entre T en L <sub>4</sub>	4	5.485 S
Error	20	0.159 NS

S = Significación estadística al 5% de probabilidad.

NS = No significativo.



**Cuadro 9.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de tubérculos de papa dañados por *P. operculella* Z. en las diferentes localidades a los 120 días de almacenamiento.

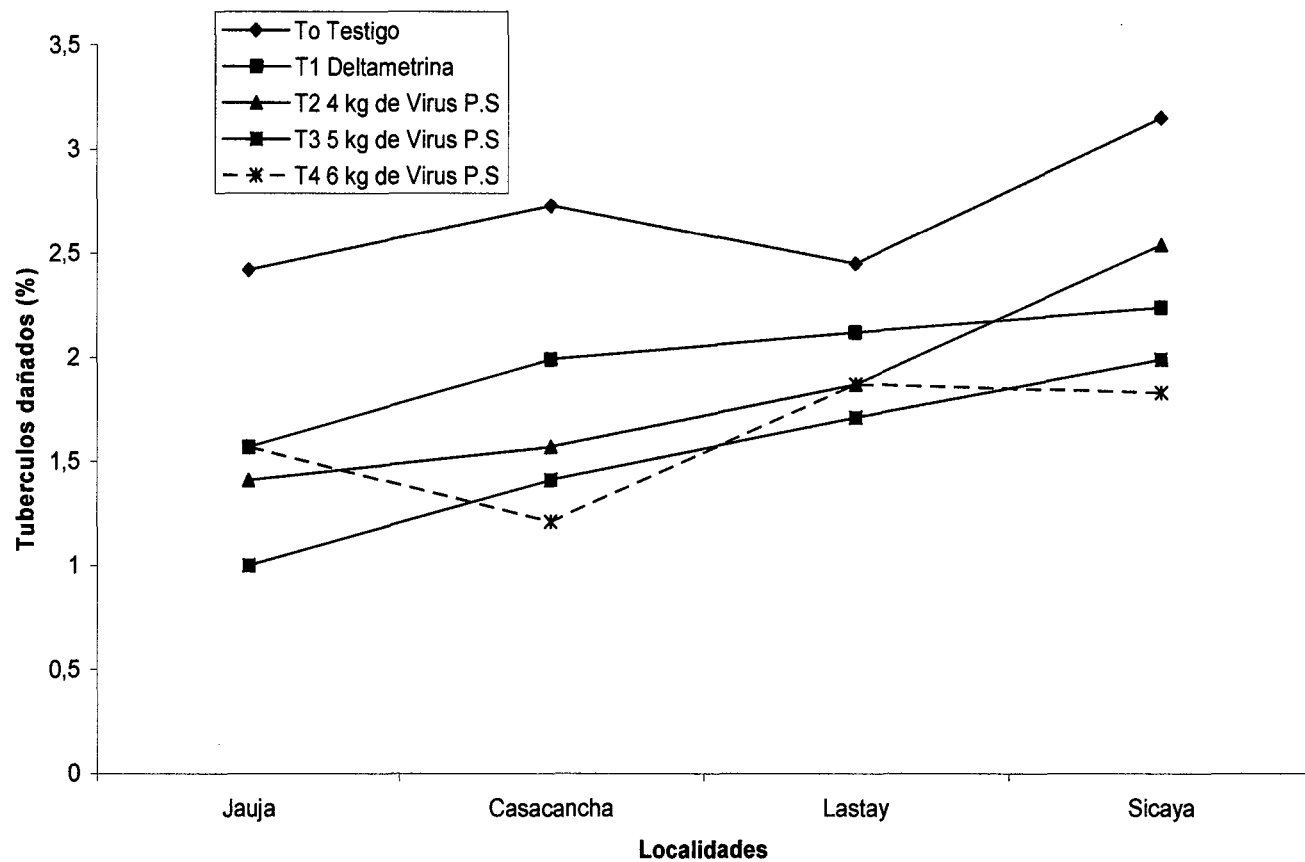
Tratamientos	Porcentaje de tubérculos de papa dañado		
	Jauja (L <sub>1</sub> )	Casacancha (L <sub>2</sub> )	Sicaya (L <sub>4</sub> )
T <sub>0</sub> Testigo absoluto	2.550 a	4.290 a	4.780 a
T <sub>4</sub> 6 kg. de Virus (P.S.)/t de tubérculos	1.870 ab	1.990 cd	5.190 a
T <sub>1</sub> Deltametrina 0.05 %	1.710 abc	3.000 b	1.210 b <sup>a</sup>
T <sub>2</sub> 4 kg. de Virus (P.S.)/t de tubérculos	1.710 abcd	1.500 d	5.040 a
T <sub>3</sub> 5kg de Virus (P.S.)/t de tubérculos	1.000 bcd	2.450 bc	4.340 a

Promedios unidos por la misma letra no muestra significación estadística entre sí.

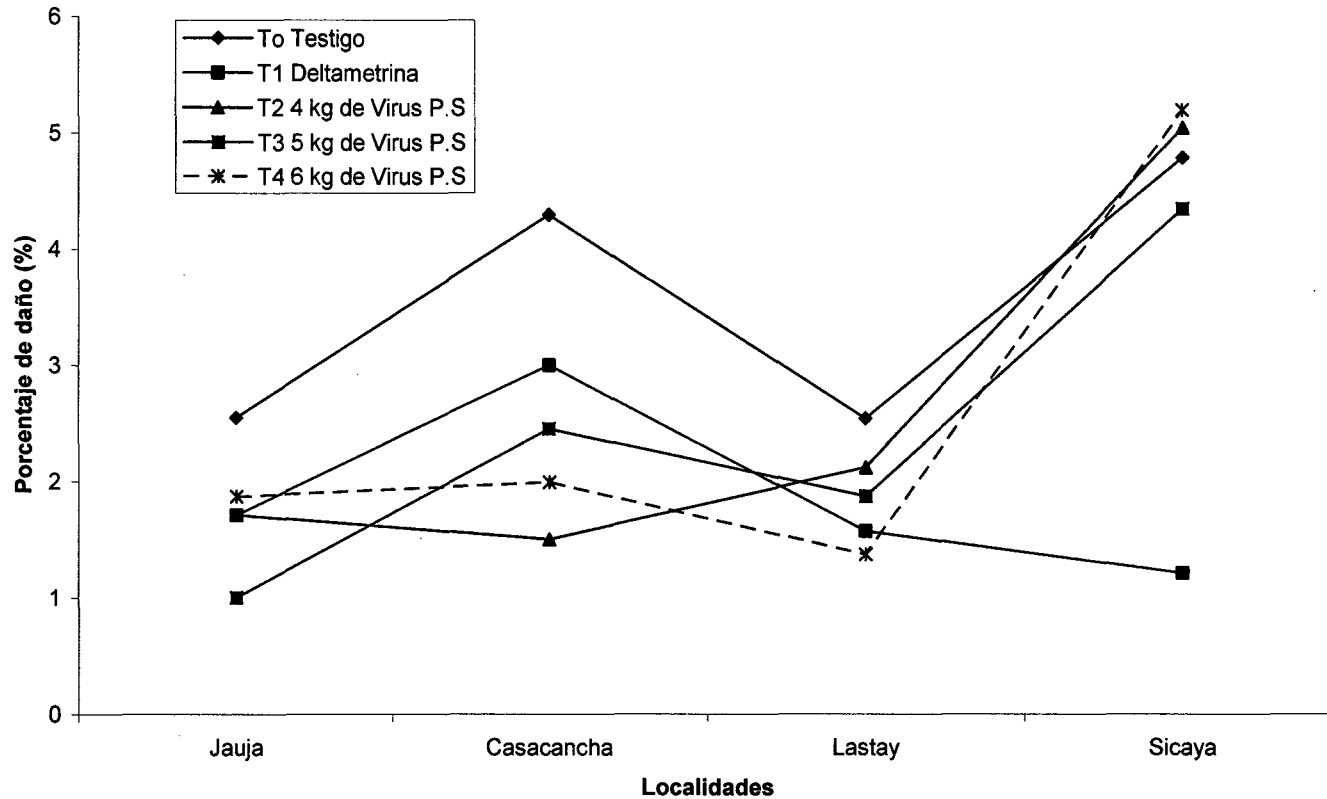
**Cuadro 10.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de tubérculos de papa dañados por *P. operculella* Z. en los diferentes tratamientos a los 120 días de almacenamiento.

Localidades	Porcentaje de tubérculos de papa dañado				
	Testigo (T <sub>0</sub> )	Deltametrina (T <sub>1</sub> )	4 kg Virus P.S (T <sub>2</sub> )	5 kg Virus P.S (T <sub>3</sub> )	6 kg Virus P.S (T <sub>4</sub> )
L <sub>4</sub> Sicaya	4.780 a	1.210 b	5.040 a	4.340 a	5.190 a
L <sub>2</sub> Casacancha	4.290 a	3.000 a	1.500 b	2.450 b	1.990 b
L <sub>1</sub> Jauja	2.550 b	1.710 b	1.710 b	1.000 c	1.870 b
L <sub>3</sub> Lastay	2.540 b	1.570 b	2.120 b	1.870 b	1.370 b

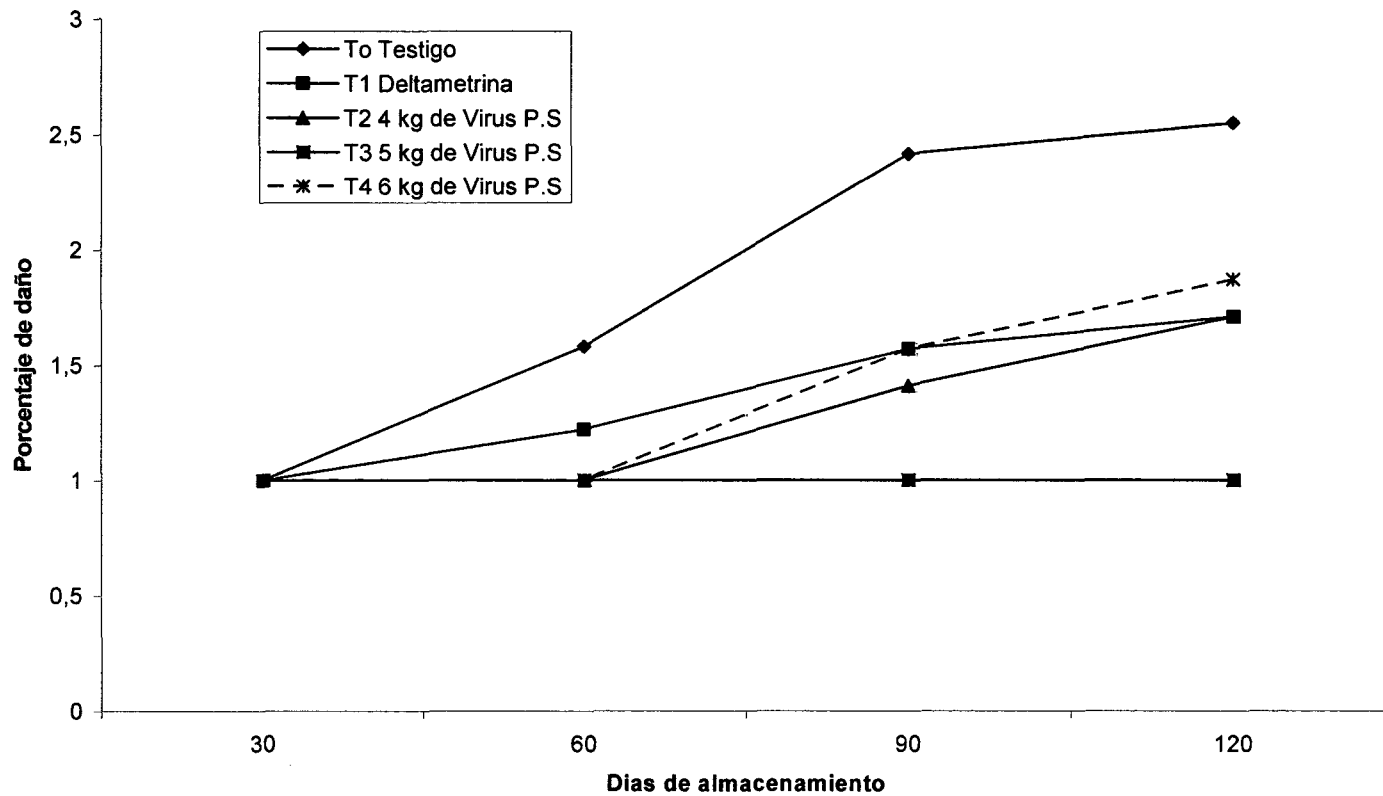
Promedios unidos por la misma letra no muestra significación estadística entre sí.



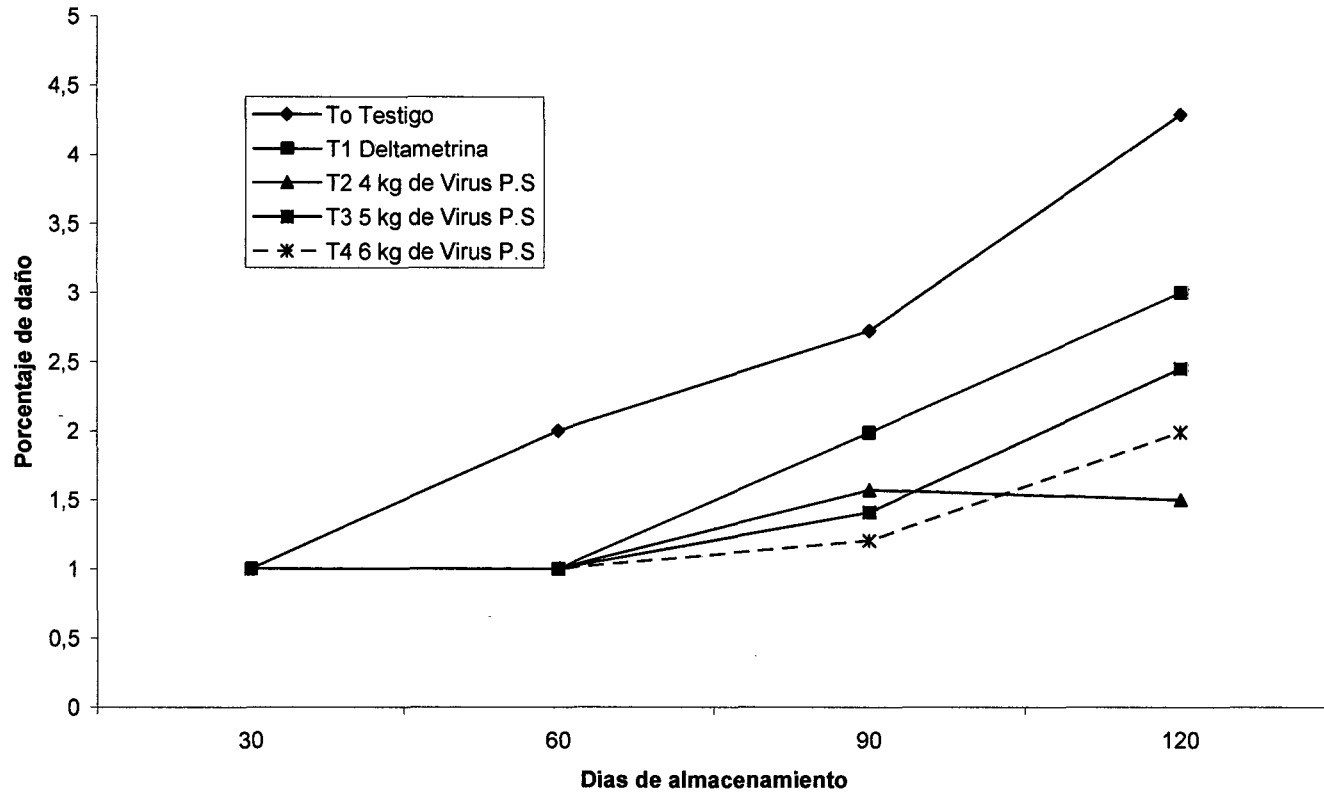
**Figura 1. Variación del porcentaje de tubérculos de papa dañados por *Phthorimaea operculella* en 4 localidades del valle del Mantaro a 90 días de almacenamiento.**



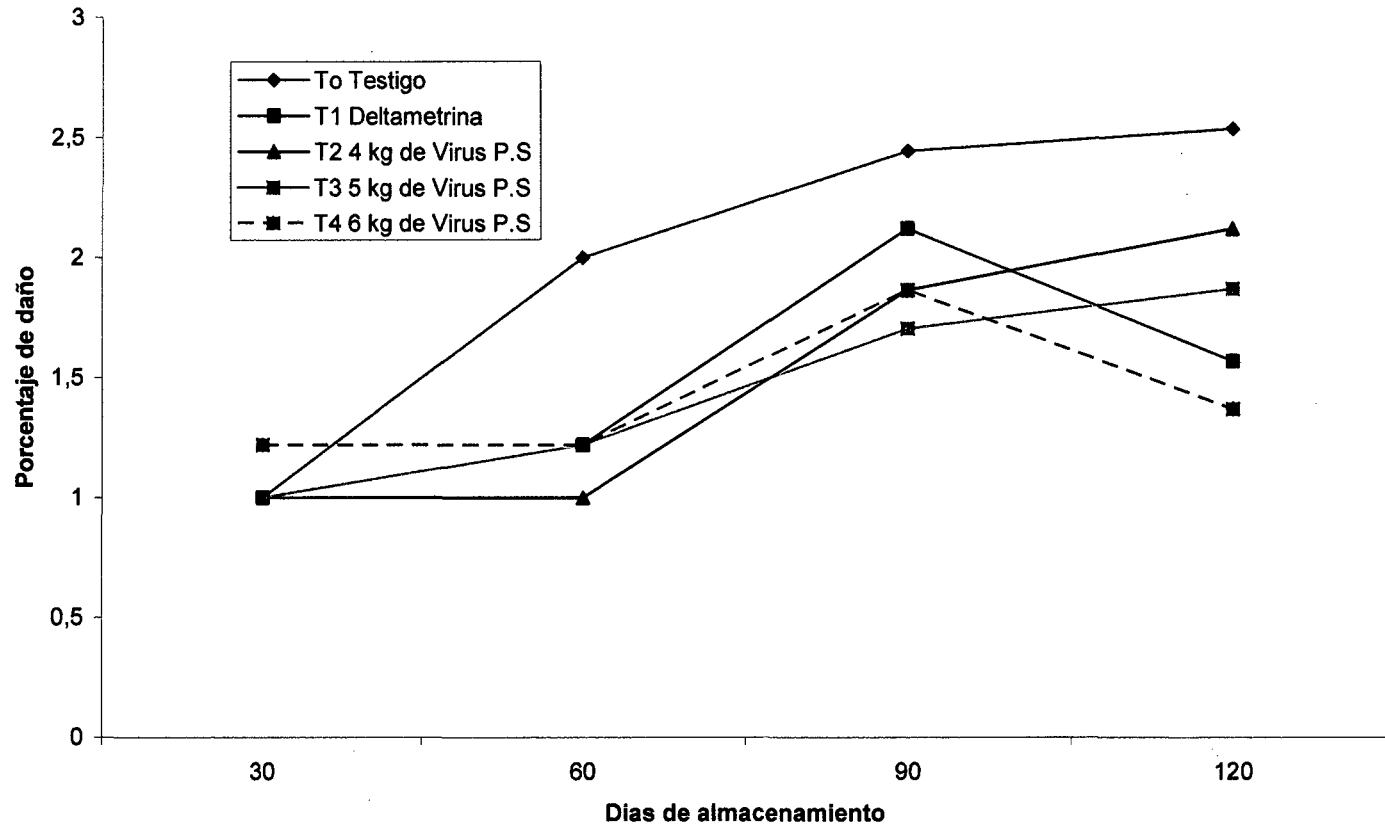
**Figura 2. Variación del porcentaje de tubérculos de papa dañados por *Phthorimaea operculella* en 4 localidades del valle del Mantaro a 120 días de almacenamiento.**



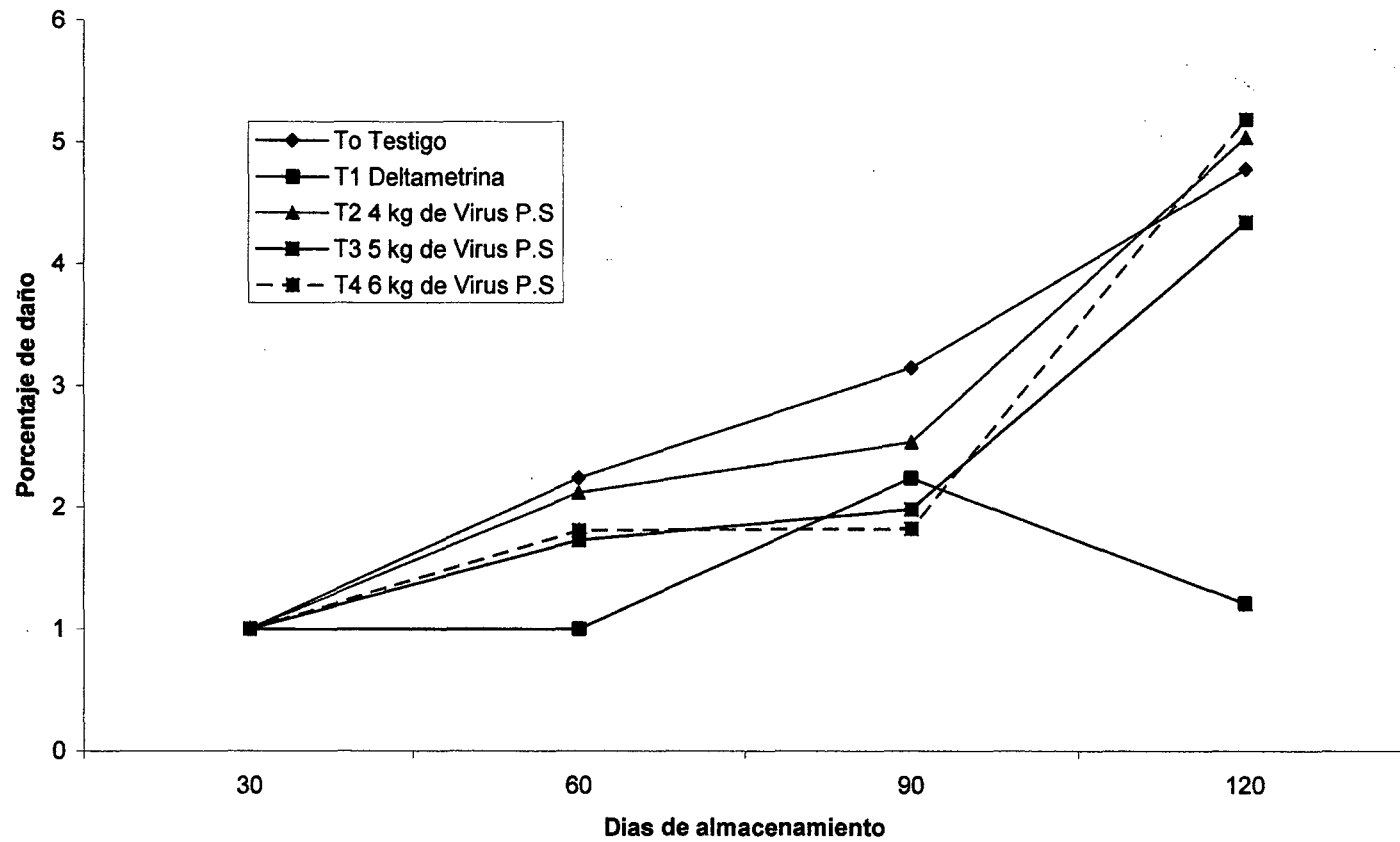
**Figura 3.** Dinámica de infección causado por *Phthorimaea operculella* en Jauja hasta los 120 días de almacenamiento.



**Figura 4.** Dinámica de infección causada por *Phthorimaea operculella* en Casacancha hasta los 120 días de almacenamiento.



**Figura 5.** Dinámica de infección causada por *Phthorimaea operculella* en Lastay hasta los 120 días de almacenamiento.



**Figura 6.** Dinámica de infección causada por *Phthorimaea operculella* en Sicaya hasta los 120 días de almacenamiento.



#### **4.2. Del número de polillas que se encuentran afectando tubérculos de papa**

Los valores para la tabulación de este carácter han sido transformados a  $\sqrt{x+1}$ .

En el Cuadro 11, se presenta el ANVA combinado de localidades para el número de polillas a 90 y 120 días. En los cuales a los 90 días podemos observar que hay significación para el factor tratamientos indicando que hay diferencias probadas de los efectos entre los tratamientos, mientras que para el factor localidades y la interacción de los tratamientos x localidad, no existen diferencias significativas.

Pero a los 120 días vemos que existen diferencias significativas para el factor localidades como para tratamientos y para la interacción de los tratamientos x localidad, entonces se realizó el estudio de los efectos simples presentado en el Cuadro 12, encontrándose significación estadística para los efectos simples del factor localidad, por otro lado se encontró significación estadística para los efectos simples de los tratamientos (T) en las localidades de Casacancha (L<sub>2</sub>) y Sicaya (L<sub>4</sub>) mas no así mostró significación estadística para el efecto simple de los tratamientos cuando se encuentra bajo el efecto de las localidades de Jauja (L<sub>1</sub>) y Lastay (L<sub>3</sub>).

En el Cuadro 13 y Figura 8, apreciamos que los tratamientos con 4 kg y 5kg de virus granulosis/t, no mostraron significación estadística cuando se encontraron bajo la localidad de Casacancha (L<sub>2</sub>), ambos con cantidades inferiores de polillas en relación a los demás tratamientos.

En la Figura 7, podemos apreciar que a los 90 días de almacenamiento el T<sub>1</sub>, con Deltametrina 0.05% ya mostraba significación estadística, en relación a los demás tratamientos, cuando se encontraba bajo el efecto de la localidad de Sicaya (L<sub>4</sub>).

En el Cuadro 14, Figura 8, se observa que bajo las condiciones de Lastay (L<sub>3</sub>), el T<sub>4</sub>, con 6 kg de virus/t mostró significación estadística, en comparación a las demás localidades que no mostraron significación para el número de polillas hasta los 120 días de almacenamiento.

**Cuadro 11.** ANVA del combinado de localidades para el número de larvas y pupas de *P. operculella* Z. a los 90 y 120 días de almacenamiento.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		a 90 días	a 120 días
Localidad (L)	3	0.288 NS	4.452 S
Tratamiento (T)	4	0.689 S	1.567 S
Interacción L x T	12	0.083 NS	1.026 S
Error	20	0.164 NS	0.147 NS
Total	39		

C.V. 24.19% 15.78%

S = Significación estadística al 5% de probabilidad.

NS = No significativo

**Cuadro 12.** ANVA de los efectos simples para la interacción Tratamiento x Localidad en el número de larvas y pupas de *P. operculella* Z. a los 120 días de almacenamiento.

Fuente de variación	G. L.	C. M.
<b>Localidad (L)</b>		
Entre L en T <sub>0</sub>	3	2.788 S
Entre L en T <sub>1</sub>	3	1.870 S
Entre L en T <sub>2</sub>	3	2.308 S
Entre L en T <sub>3</sub>	3	0.600 S
Entre L en T <sub>4</sub>	3	0.988 S
<b>Tratamiento (T)</b>		
Entre T en L <sub>1</sub>	4	0.181 NS
Entre T en L <sub>2</sub>	4	1.369 S
Entre T en L <sub>3</sub>	4	0.177 NS
Entre T en L <sub>4</sub>	4	2.917 S
Error	20	0.147 NS

S = Significación estadística al 5% de probabilidad.

NS = No significativo

**Cuadro 13.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número de polillas *P. operculella* Z. en las diferentes localidades a los 120 días de almacenamiento.

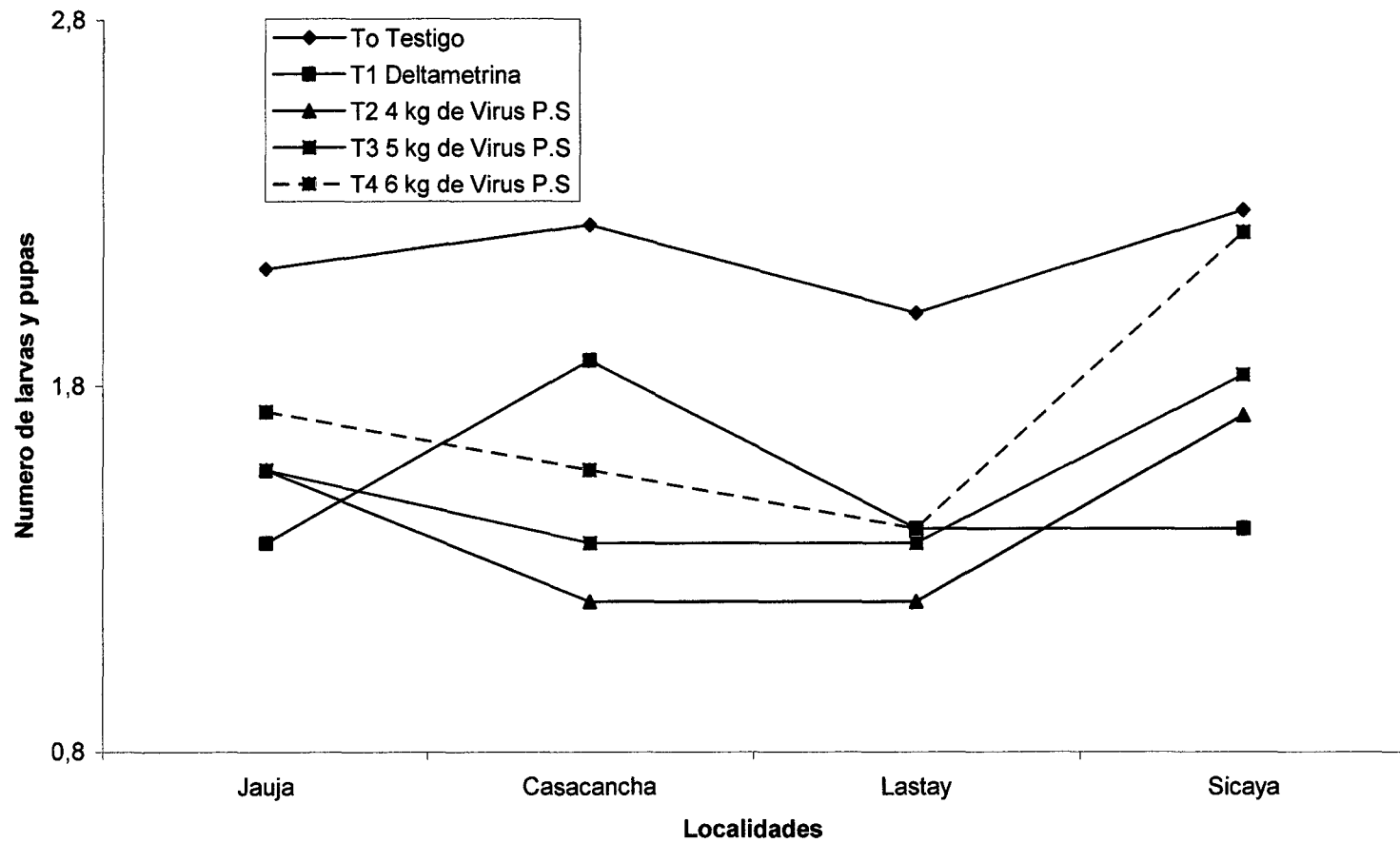
Tratamientos	Promedios del número de polillas en las diferentes localidades	
	Casacancha (L <sub>2</sub> )	Sicaya (L <sub>4</sub> )
T <sub>1</sub> Deltametrin 0.05 %	3.581 a	1.707 c
T <sub>0</sub> Testigo Absoluto.	3.240 a	4.778 a
T <sub>4</sub> 6 kg. de virus (P.S.)/t de tubérculos	2.091 b	2.737 b
T <sub>2</sub> 4 kg. de virus (P.S.)/t de tubérculos	1.866 b	4.051 a
T <sub>3</sub> 5kg de virus (P.S.)/t de tubérculos	1.825 b	2.777 b

Promedios unidos por la misma letra no muestran significación estadística entre sí.

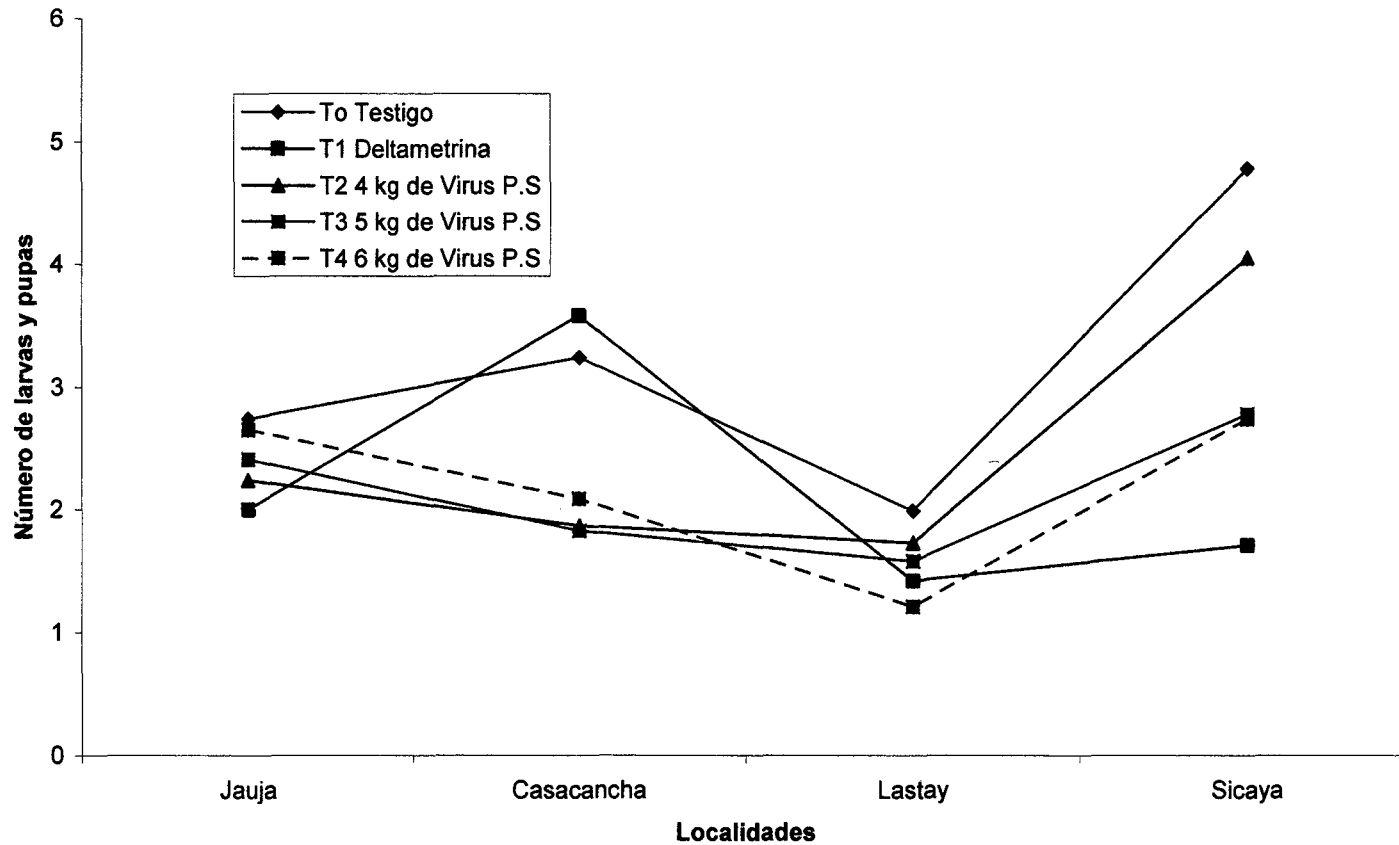
**Cuadro 14.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número de polillas de *P. operculella* Z. en los diferentes tratamientos a los 120 días de almacenamiento.

Localidades	Promedios del número de polillas en los diferentes tratamientos				
	Testigo (T <sub>0</sub> )	Deltametrina (T <sub>1</sub> )	4 kg Virus P.S. (T <sub>2</sub> )	5 kg Virus P.S. (T <sub>3</sub> )	6 kg Virus P.S. (T <sub>4</sub> )
L <sub>4</sub> Sicaya	4.778 a	1.707 bc	4.051 a	2.777 a	2.737 a
L <sub>2</sub> Casacancha	3.240 b	3.581a	1.866 bc	1.825 bc	2.091 ab
L <sub>1</sub> Jauja	2.737 bc	2.000 b	2.236 b	2.414 ab	2.646 ab
L <sub>3</sub> Lastay	1.984 c	1.414 bc	1.732 bc	1.573 c	1.207 c

Promedios unidos por la misma letra no muestran significación estadística entre sí.



**Figura 7.** Variación del número de larvas y pupas de *Phthorimaea operculella* en 4 localidades del valle del Mantaro a 90 días de almacenamiento.



**Figura 8.** Variación del número de larvas y pupas de *Phthorimaea operculella* en 4 localidades del valle del Mantaro a 120 días de almacenamiento.

#### 4.3 Del índice de daño de *P. operculella*

En el Cuadro 15, se presenta el ANVA combinado de localidades para el índice de daño a 90 días podemos observar que ambos efectos principales son estadísticamente significativos, mientras que para la interacción tratamientos (T) x localidad (L), no hay diferencias significativas entre ambos.

Así mismo a los 120 días no existen diferencias significativas para la interacción y para el factor localidad (L), solamente existiendo diferencias significativas para el factor de tratamientos (T).

Realizado el ANVA combinado de localidades a 90 y 120 días encontramos que no hubo diferencias estadísticas significativas para la interacción tratamientos x localidad (Cuadro 15).

En el Cuadro 16 se presenta los resúmenes de la prueba de Duncan, para el índice de daño causado por *P. operculella*, referente al factor tratamiento en promedio de las localidades. En ello podemos observar que en las localidades de Jauja (L<sub>1</sub>), Casacancha (L<sub>2</sub>) y Sicaya (L<sub>4</sub>), se registraron bajos índices de daño en los tubérculos tratados con el virus granulosis y Deltametrina, no hallándose diferencias significativas entre ellos durante los 120 días de almacenamiento. Por otro lado en la localidad de Lastay (L<sub>3</sub>), fue en donde se registraron los menores índices de daño en comparación a las demás localidades, no hallándose significación estadística entre ninguno de los tratamientos.

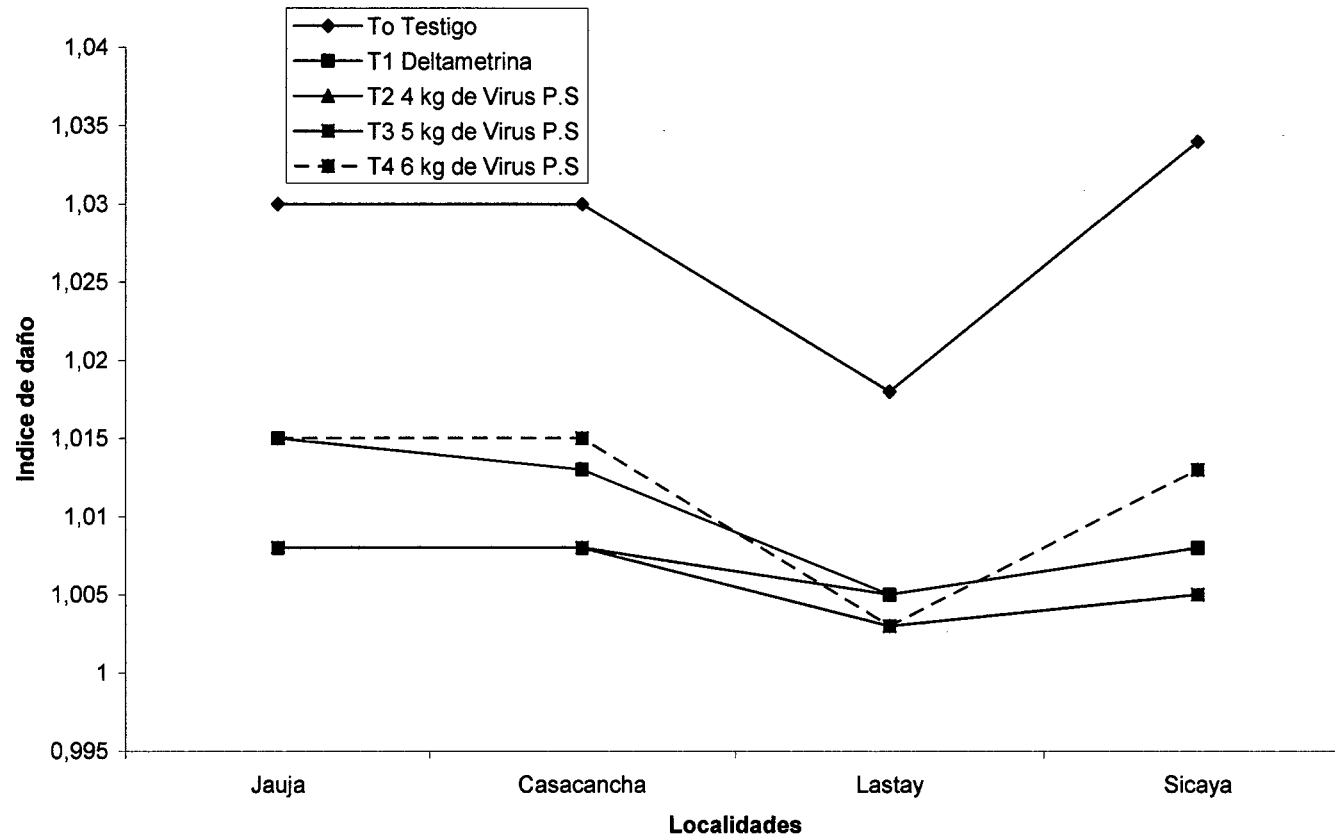




**Cuadro 16.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el índice de daño causado por *P. operculella* Z. en las diferentes localidades a los 120 días de almacenamiento.

Tratamientos	Promedios del Índice de daño en las diferentes localidades			
	Jauja (L <sub>1</sub> )	Casacancha (L <sub>2</sub> )	Lastay (L <sub>3</sub> )	Sicaya (L <sub>4</sub> )
T <sub>0</sub> Testigo absoluto	1.030 a	1.030 a	1.018 a	1.034 a
T <sub>4</sub> 6 kg de virus (P.S)/t de tubérculos	1.015 ab	1.015 ab	1.003 a	1.013 b
T <sub>1</sub> Deltametrina 0.05%	1.015 ab	1.013 ab	1.005 a	1.008 bc
T <sub>2</sub> 4 kg de virus (P.S)/t de tubérculos	1.008 b	1.008 b	1.005 a	1.008 bcd
T <sub>3</sub> 5 kg de virus (P.S)/t de tubérculos	1.008 b	1.008 b	1.003 a	1.005 bcd

Promedios unidos por la misma letra no muestran significación estadística.



**Figura 9.** Variación del índice de daño causado por *Phthorimaea operculella* en 4 localidades del valle del Mantaro a 120 días de almacenamiento.

#### 4.4 Del porcentaje de pérdida en peso

Para la tabulación de los datos de porcentaje de pérdida en peso, se tuvo que transformar los valores originales a  $\sqrt{x+1}$ .

En el Cuadro 17, se presenta el ANVA combinado de localidades para el porcentaje de pérdida en peso a 90 y 120 días. En los cuales podemos ver de que a los 90 y 120 días, tanto para los efectos principales como para la interacción de los tratamientos x localidad mostraron diferencias estadísticas significativas, entonces se realizó el estudio de los efectos simples para el porcentaje de pérdida en peso a los 90 y 120 días, presentado en el Cuadro 18, en el observamos que tan solamente para el factor de los tratamientos (T) en la localidad de Lastay ( $L_3$ ) no se encontró diferencias estadísticas significativas, esto es corroborado por la Figura 10. Contrariamente a ello para el factor localidad (L) y de los tratamientos (T) en las demás localidades a los 90 y 120 días mostraron diferencias estadísticas significativas.

En el Cuadro 19, Figura 10, para el porcentaje de pérdida en peso causado por *P. operculella* y bajo las condiciones de la localidad de Jauja ( $L_1$ ), se puede notar un menor porcentaje de pérdida en peso de tubérculos tratados con 4 kg y 5 kg de virus granulosis, no hallándose diferencias significativas entre ellos durante los 90 días de almacenamiento.

Asimismo en el Cuadro 20, Figura 10, observamos que, bajo las condiciones de la localidad de Sicaya los tratamientos: T<sub>1</sub>, con Deltametrin; T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> con virus granulosis no mostraron diferencias estadísticas significativas hasta los 90 días de almacenamiento.

En el Cuadro 21, Figura 11, apreciamos que la menor pérdida en peso, hallamos para el tratamiento (T<sub>4</sub>), cuando se encontraba bajo las condiciones de la localidad de Lastay (L<sub>3</sub>).

De igual manera en el Cuadro 22, se ratifica lo mencionado en el anterior párrafo, cuando evaluamos las localidades en los diferentes tratamientos a los 120 días de almacenamiento.

**Cuadro 17.** ANVA del combinado de localidades para el porcentaje de pérdida en peso causado por *P. operculella* Z. a los 90 y 120 días de almacenamiento.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		a los 90 días	a los 120 días
Localidad (L)	3	1.568 S	14.061 S
Tratamiento (T)	4	0.927 S	1.613 S
Interacción L x T	12	0.148 S	1.022 S
Error	20	0.045 NS	0.171 NS
Total	39		
C.V		8.87 %	13.46 %

S = Significación estadística al 5% de probabilidad.

NS = No significativo

**Cuadro 18.** ANVA de los efectos simples para la interacción tratamiento x localidad en el porcentaje de pérdida en peso causado por *P. operculella* Z. a los 90 y 120 días de almacenamiento.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		A los 90 días	A los 120 días
<b>Localidad (L)</b>			
Entre L en T <sub>0</sub>	3	0.573 S	2.719 S
Entre L en T <sub>1</sub>	3	0.253 S	1.004 S
Entre L en T <sub>2</sub>	3	0.495 S	4.615 S
Entre L en T <sub>3</sub>	3	0.574 S	3.792 S
Entre L en T <sub>4</sub>	3	0.267 S	6.018 S
<b>Tratamiento (T)</b>			
Entre T en L <sub>1</sub>	4	0.562 S	0.516 S
Entre T en L <sub>2</sub>	4	0.514 S	2.019 S
Entre T en L <sub>3</sub>	4	0.089 NS	0.520 S
Entre T en L <sub>4</sub>	4	0.207 S	0.623 S
Error	20	0.045 NS	0.171 NS

S = Significación estadística al 5% de probabilidad.

NS = No significativo

**Cuadro 19.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de pérdida en peso causado por *P. operculella* Z. en las diferentes localidades a los 90 días de almacenamiento.

Tratamientos	Porcentaje de pérdida de peso en diferentes localidades		
	Jauja (L <sub>1</sub> )	Casacancha (L <sub>2</sub> )	Sicaya (L <sub>4</sub> )
T <sub>1</sub> Deltametrina 0.05 %	2.860 a	2.337 b	2.960 b
T <sub>0</sub> Testigo absoluto.	2.558 a	3.153 a	3.494 a
T <sub>4</sub> 6 kg de virus (P.S.)/t de tubérculos.	2.076 b	1.954 b	2.628 b
T <sub>2</sub> 4 kg de virus (P.S.)/t de tubérculos.	1.921 bc	1.973 b	2.987 b
T <sub>3</sub> 5 kg de virus (P.S.)/t de tubérculos.	1.517 c	2.034 b	2.819 b

Promedios unidos por la misma letra no muestran significación estadística entre sí.

**Cuadro 20.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de pérdida en peso por *P. operculella* Z. en los diferentes tratamientos a los 90 días de almacenamiento.

Localidades	Porcentaje de pérdida de peso en los diferentes tratamientos				
	Testigo T <sub>0</sub>	Deltametrina T <sub>1</sub>	4 kg Virus P.S T <sub>2</sub>	5 kg Virus P.S T <sub>3</sub>	6 kg Virus P.S T <sub>4</sub>
L <sub>4</sub> Sicaya	3.494 a	2.960 a	2.987 a	2.819 a	2.628 a
L <sub>2</sub> Casacancha	3.153 a	2.337 b	1.973 b	2.034 b	1.954 b
L <sub>1</sub> Jauja	2.558 b	2.860 a	1.921 b	1.517 c	2.076 b
L <sub>3</sub> Lastay	2.328 b	2.264 b	2.130 b	2.083 b	1.784 b

Promedios unidos por la misma letra no muestran significación estadística entre sí.



**Cuadro 21.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de pérdida en peso causado por *P. operculella* Z. en las diferentes localidades a los 120 días de almacenamiento.

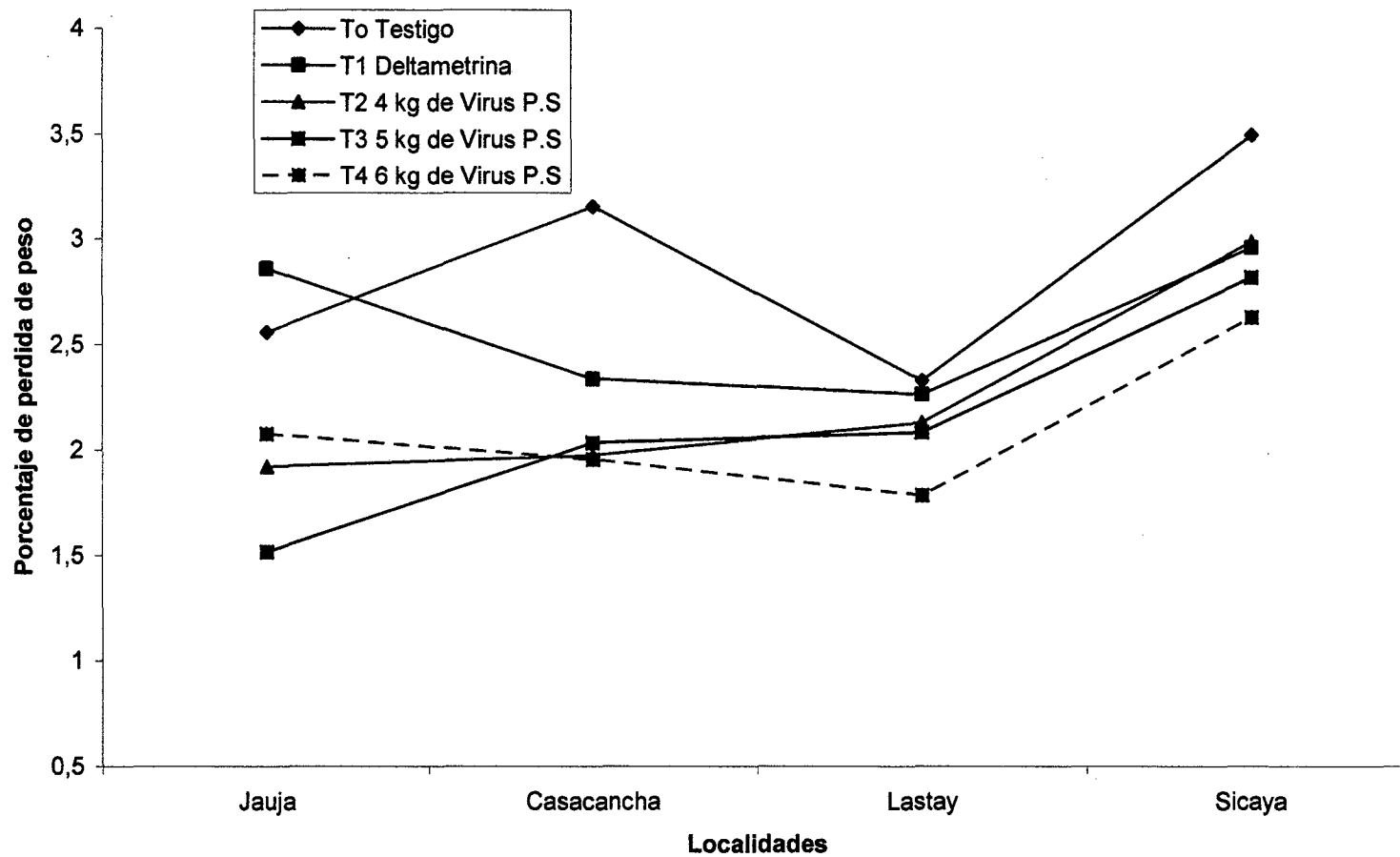
Tratamientos	Porcentaje de pérdida de peso en las diferentes localidades			
	Jauja (L <sub>1</sub> )	Casacancha (L <sub>2</sub> )	Lastay (L <sub>3</sub> )	Sicaya (L <sub>4</sub> )
T <sub>1</sub> Deltametrina 0.05 %	3.025 a	3.396 b	1.843 b	3.260 b
T <sub>0</sub> Testigo absoluto.	2.876 a	4.699 a	2.953 a	5.123 a
T <sub>4</sub> 6 kg de virus (P.S.)/t de tubérculos.	2.287 ab	2.503 bc	1.681 b	5.556 a
T <sub>2</sub> 4 kg de virus (P.S.)/t de tubérculos.	2.183 ab	2.126 c	2.328 ab	5.246 a
T <sub>3</sub> 5 kg de virus (P.S.)/t de tubérculos.	1.799 b	2.799 bc	1.926 b	4.781 a

Promedios unidos por la misma letra no muestran significación estadística entre sí.

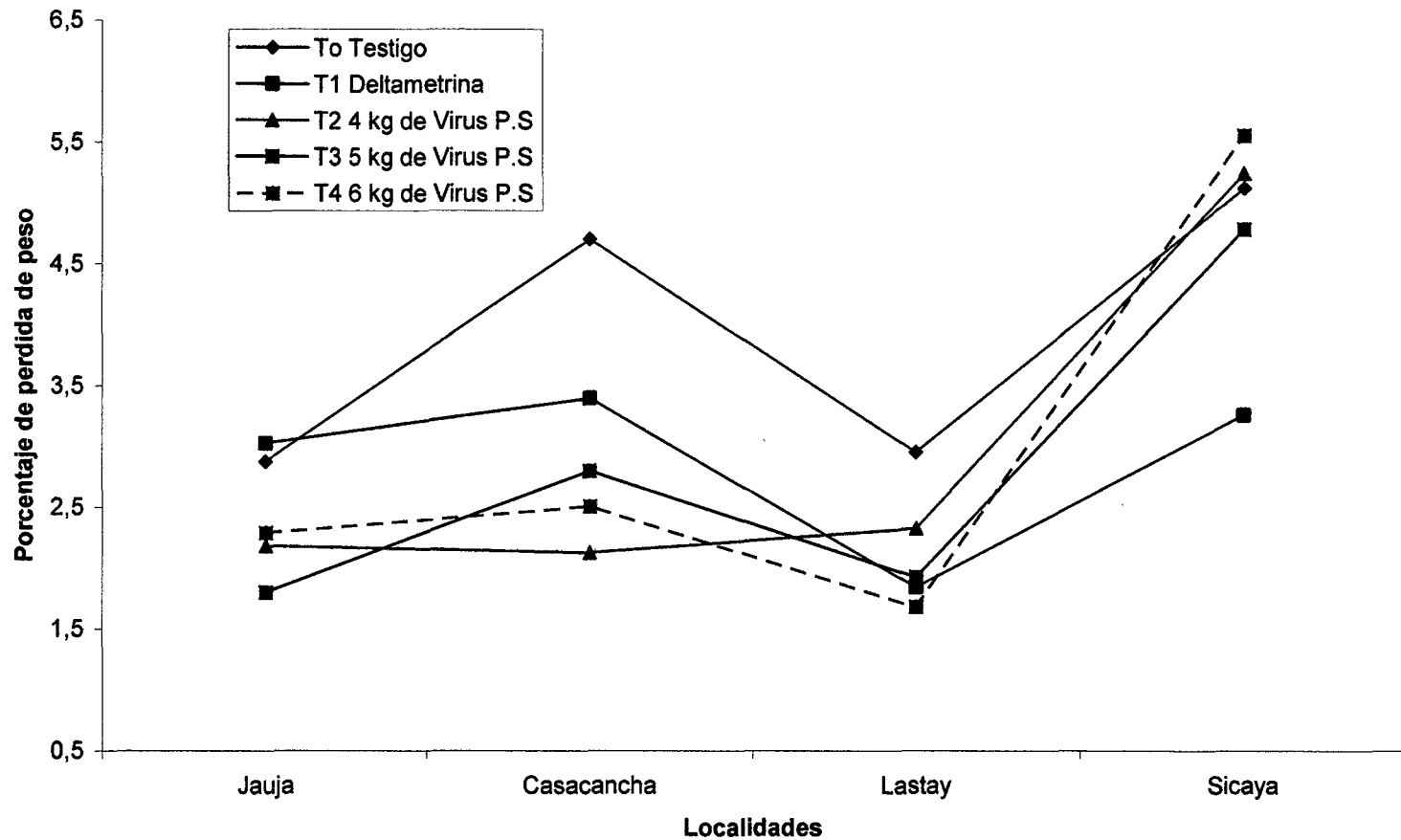
**Cuadro 22.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el porcentaje de pérdida en peso causado por *P. operculella* Z. en los diferentes tratamientos a los 120 días de almacenamiento.

Localidades	Porcentaje de pérdida de peso en los diferentes tratamientos				
	Testigo T <sub>0</sub>	Deltametrina T <sub>1</sub>	4 kg Virus P.S T <sub>2</sub>	5 kg Virus P.S T <sub>3</sub>	6 kg Virus P.S T <sub>4</sub>
L <sub>4</sub> Sicaya	5.123 a	3.260 a	5.246 a	4.781 a	5.556 a
L <sub>2</sub> Casacancha	4.699 a	3.396 a	2.126 b	2.799 b	2.503 b
L <sub>3</sub> Lastay	2.953 b	1.843 b	2.328 b	1.926 c	1.681 b
L <sub>1</sub> Jauja	2.876 b	3.025 a	2.183 b	1.799 c	2.287 b

Promedios unidos por la misma letra no muestran significación estadística entre sí.



**Figura 10.** Variación del porcentaje de pérdida en peso causado por *Phthorimaea operculella* en 4 localidades del valle del Mantaro a 90 días de almacenamiento.



**Figura 11.** Variación del porcentaje de pérdida en peso causado por *Phthorimaea operculella* en 4 localidades del valle del Mantaro a 120 días de almacenamiento.

#### 4.5 Del análisis económico

El análisis económico del ensayo en Jauja ( $L_1$ ) es mostrado en el Cuadro 23, en donde el tratamiento ( $T_3$ ) con 5 kg de virus granulosis/t, proporcionó mayor Índice de Retorno Líquido Relativo (IRLR), los demás tratamientos con virus granulosis y con IRLR menores fueron aún superiores al testigo, pero el tratamiento ( $T_1$ ) con Deltametrina 0.05% no superó en beneficio al testigo.

En el Cuadro 24, se presenta los resultados del análisis económico del ensayo en Casacancha ( $L_2$ ), en donde el tratamiento ( $T_2$ ) con 4 kg de virus granulosis/t, proporcionó mayor IRLR, los demás tratamientos con virus granulosis insecticida Deltametrina y con IRLR menores fueron aún superiores al testigo.

En el Cuadro 25, se presenta los resultados del análisis económico del ensayo en Lastay ( $L_3$ ), en donde el tratamiento ( $T_4$ ) con 6 kg de virus granulosis/t de tubérculos proporcionó mayor IRLR, los demás tratamientos con virus granulosis e insecticida Deltametrina y con IRLR menores fueron aún superiores al testigo.

En el Cuadro 26, se presenta los resultados del análisis económico en Sicaya ( $L_4$ ), en donde el tratamiento ( $T_1$ ) con aplicaciones de Deltametrina 0.05% proporcionó el mayor IRLR, mientras que los tratamientos  $T_2$  y  $T_4$  con 4 y 6 kg de virus granulosis/t, tuvieron IRLR menores al testigo, esto nos estaría indicando que a partir de los 90 días de almacenamiento el virus granulosis va perdiendo su efectividad.

**Cuadro 23.** Análisis económico del ensayo en Jauja (L<sub>1</sub>) por el cálculo del índice de retorno líquido relativo (IRLR).  
 Datos actualizados a septiembre del 2006 en nuevos soles.

Trat.	Cantidad recuperada (kg)	Valor del tubérculo (S/. por kg)	Ingreso bruto (S/.)	Costos parciales (S/.)			Costo total (S/.)	Ingreso neto (S/.)	IRLR (%)
				Insecticidas	Virus	Mano obra			
T <sub>0</sub>	917.0	1.30	1192.20	---	---	40.00	40.00	1152.20	100.00
T <sub>1</sub>	907.6	1.30	1179.88	60.00	---	40.00	100.00	1079.88	93.72
T <sub>2</sub>	951.8	1.30	1237.34	---	20.00	40.00	60.00	1177.34	102.18
T <sub>3</sub>	967.5	1.30	1258.14	---	25.00	40.00	65.00	1193.14	103.55
T <sub>4</sub>	947.6	1.30	1231.88	---	30.00	40.00	70.00	1161.88	100.84

Tipo de cambio \$ 1.0 equivalente a S/.3.30

**Cuadro 24.** Análisis económico del ensayo en Casacancha (L<sub>2</sub>) por el cálculo del índice de retorno líquido relativo (IRLR). Datos actualizados a septiembre del 2006 en nuevos soles.

Trat.	Cantidad recuperada (kg)	Valor del tubérculo (S/. por kg)	Ingreso bruto (S/.)	Costos parciales (S/.)			Costo total (S/.)	Ingreso neto (S/.)	IRLR (%)
				Insecticidas	Virus	Mano obra			
T <sub>0</sub>	778.0	1.30	1011.40	---	---	40.00	40.00	917.40	100.00
T <sub>1</sub>	884.6	1.30	1149.98	60.00	---	40.00	100.00	1049.98	114.45
T <sub>2</sub>	954.4	1.30	1240.72	---	20.00	40.00	60.00	1180.72	128.70
T <sub>3</sub>	921.5	1.30	1197.95	---	25.00	40.00	65.00	1132.95	123.49
T <sub>4</sub>	937.2	1.30	1218.36	---	30.00	40.00	70.00	1148.36	124.84

Tipo de cambio \$ 1.0 equivalente a S/3.30

**Cuadro 25.** Análisis económico del ensayo en Lastay (L<sub>3</sub>) por el cálculo del índice de retorno liquido relativo (IRLR).  
 Datos actualizados a septiembre del 2006 en nuevos soles.

Trat.	Cantidad recuperada (kg)	Valor del tubérculo (S/. por kg)	Ingreso bruto (S/.)	Costos parciales (S/.)			Costo total (S/.)	Ingreso neto (S/.)	IRLR (%)
				Insecticidas	Virus	Mano obra			
T <sub>0</sub>	911.3	1.30	1184.69	---	---	40.00	40.00	1144.69	100.00
T <sub>1</sub>	965.9	1.30	1255.67	60.00	---	40.00	100.00	1155.67	100.96
T <sub>2</sub>	945.8	1.30	1229.54	---	20.00	40.00	60.00	1169.54	102.17
T <sub>3</sub>	961.8	1.30	1250.34	---	25.00	40.00	65.00	1185.34	103.55
T <sub>4</sub>	971.0	1.30	1262.30	---	30.00	40.00	70.00	1192.30	104.16

Tipo de cambio \$ 1.0 equivalente a S/.3.30



**Cuadro 26.** Análisis económico del ensayo en Sicaya (L<sub>4</sub>) por el cálculo del índice de retorno líquido relativo (IRLR).  
 Datos actualizados a septiembre del 2006 en nuevos soles.

Trat.	Cantidad recuperada ( kg )	Valor del tubérculo (S/. por kg)	Ingreso bruto (S/.)	Costos parciales (S/.)			Costo total (S/.)	Ingreso neto (S/.)	IRLR (%)
				Insecticidas	Virus	Mano obra			
T <sub>0</sub>	736.5	1.30	957.45	---	---	40.00	40.00	917.45	100.00
T <sub>1</sub>	892.6	1.30	1160.38	60.00	---	40.00	100.00	1060.38	115.58
T <sub>2</sub>	724.3	1.30	941.59	---	20.00	40.00	60.00	881.59	96.09
T <sub>3</sub>	767.7	1.30	998.01	---	25.00	40.00	65.00	933.01	101.69
T <sub>4</sub>	688.3	1.30	894.79	---	30.00	40.00	70.00	824.79	89.90

Tipo de cambio \$ 1.0 equivalente a S/.3.30

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Porcentaje de tubérculos dañados por *P. operculella*

Realizado el ANVA de los efectos simples para la interacción tratamientos x localidad en el porcentaje de tubérculos dañados a los 120 días de almacenamiento Cuadro 8, y al analizar el efecto del factor tratamientos (T) en cada uno de las localidades (L) se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), en el Cuadro 9, Figura 2 y Figura 3 se puede observar que el tratamiento con 5 kg de virus granulosis/t ( $T_3$ ) tuvo una mejor eficacia en el control del porcentaje de tubérculos dañados ( $T_3 = 1.0\%$ ) en relación al testigo ( $T_0 = 2.55$ ) cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Jauja ( $L_1$ ). Esto quizás se deba a que en el  $T_0$  no se le aplicó ningún producto para el control de polillas.

Así mismo en Casacancha ( $L_2$ ), Cuadro 9, Figura 2 y Figura 4, observamos que los tratamientos con 4 kg de virus granulosis/t ( $T_2$ ) y 6 kg de virus granulosis/t ( $T_4$ ) tuvieron una mejor eficacia en el control del porcentaje de tubérculos dañados ( $T_2 = 1.50$ ), ( $T_4 = 1.99$ ) en relación al testigo ( $T_0 = 4.29$ ) cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Casacancha ( $L_2$ ). Probablemente porque el virus granulosis hizo efecto en las larvas de *P. operculella* ya que también durante las evaluaciones se encontraron larvas enfermas y muertas por efecto del virus.

De la misma forma en Sicaya ( $L_4$ ), Cuadro 9, Figura 2 y 6, observamos que el tratamiento con Deltametrina 0.05% ( $T_1$ ) tuvo una mejor eficacia en el control del porcentaje de tubérculos dañados ( $T_1 = 1.21$ ) en relación a los

tratamientos con 4, 5 y 6 kg de virus granulosis/t cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Sicaya (L<sub>4</sub>). Probablemente los factores que hayan influenciado para estos resultados son: el tiempo de almacenamiento hasta los 120 días, y el otro de que en la localidad de Sicaya estuvieron los tubérculos parcialmente expuestos a radiación directa del sol debido a la ubicación del almacén. Según RAMAN y ALCAZAR (1992) mencionan que la luz directa de sol afecta al virus. Además reportan que registraron la persistencia del virus hasta los 60 días después de la aplicación.

Al analizar el efecto del factor localidad (L) en cada uno de los tratamientos (T), se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), en el Cuadro 10, Figura 2 y 6, podemos observar que los tratamientos con 4, 5 y 6 kg de virus granulosis/t de tubérculos mostraron significación estadística cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Sicaya (L<sub>4</sub>). En este Cuadro 10 y Figura 3, se puede ratificar de que con 5 kg de virus granulosis/t de tubérculos tuvo mejor eficacia en el control del porcentaje de tubérculos dañados (T<sub>3</sub> = 1.0%) cuando se encontraba bajo el efecto de la localidad de Jauja (L<sub>1</sub>), posiblemente debido a la buena calidad de selección inicial que se efectuó previo al almacenamiento en la mencionada localidad.

## **5.2 Número de larvas y pupas de *P. operculella***

Realizando el ANVA de los efectos simples para la interacción tratamiento x localidad a los 120 días, Cuadro 12, y al analizar el efecto del factor tratamientos (T) en cada uno de las localidades (L) se realizó la prueba

de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), en el Cuadro 13 y Figura 8, apreciamos que en el tratamiento con 5 kg de virus granulosis/t ( $T_3$ ) se presentó menor número de larvas y pupas de polillas ( $T_3 = 1.825$ ) en relación al testigo ( $T_0 = 3.240$ ) y ( $T_1 = 3.581$ ) cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Casacancha ( $L_2$ ). Esto del tratamiento ( $T_1$ ) que supero al testigo ( $T_0$ ) quizás se deba a que sufrió un lavado después de los 90 días de almacenamiento, echo que nos percatamos en el momento de la evaluación a los 120 días, encontrándonos con la sorpresa que el techo de teja tenía una rajadura y que daba exactamente a la altura del tratamiento ( $T_1$ ), probablemente este incidente hizo que el número de larvas y pupas de polillas se incrementara superando al testigo absoluto.

De la misma forma cuando se encontraban bajo el efecto de la localidad de Sicaya ( $L_4$ ) y al analizar la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), Cuadro 13 y Figura 8 para todos los tratamientos en estudio se pudo observar que el tratamiento con Deltametrina 0.05% ( $T_1 = 1.707$ ) tuvo un mejor comportamiento para el control de larvas y pupas de la polilla en relación a los tratamientos con virus granulosis y al ( $T_0 = 4.778$ ). Esto quizás se debió a que el insecticida Deltametrina tuvo mejores condiciones para su acción en el control de polillas bajo condiciones medio ambientales de Sicaya. Por otro lado cabe recalcar que el virus granulosis no tuvo efecto para el control de larvas y pupas porque le afecto la luz directa del sol, razón por la que no podemos atribuirle la mejor eficiencia al  $T_1$  en las conclusiones.

Al analizar el efecto del factor localidad (L) en cada uno de los tratamientos (T), se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), en el Cuadro 14 y

Figura 8 se puede observar que el  $T_4 = 1.207$  con 6 kg de virus granulosis/t de tubérculos mostró significación estadística cuando se encontró bajo el efecto de la localidad de Lastay ( $L_3$ ), mostrando menor número de polillas en comparación al  $T_3 = 1.825$  con 5 kg de virus granulosis/t de tubérculos cuando se encontraba bajo el efecto de la localidad de Casacancha ( $L_2$ ). Cuadro 13. Probablemente este influenciando la calidad de selección previa al almacenamiento, ya que en todas las localidades en estudio se encontraron tubérculos con síntomas y signos de daño por polillas en campo.

### 5.3 Índice de daño

Realizando el ANVA de los efectos simples para la interacción tratamiento x localidad, y al analizar el efecto del factor tratamientos (T) en cada uno de las localidades (L) se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) (Cuadro 16), en la cual podemos observar que el tratamiento con 5 kg de virus granulosis/t ( $T_3$ ) tuvo menor índice de daño ( $T_3 = 1.005$ ) en relación al testigo ( $T_0 = 1.034$ ) cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Sicaya ( $L_4$ ). Así la Figura 9 nos indica que el índice daño fue mayor en las 4 localidades cuando no se trató los tubérculos para almacenarlos. Por otro lado, en la localidad de Sicaya se observó el mayor índice de daño probablemente se deba a que los tubérculos de campo vinieron con alta incidencia de polillas o debido a que esta localidad se ubica a menor altitud que los demás, situación que facilita una mejor proliferación de la polilla de la papa, una menor duración del ciclo biológico del fitófago mencionado y por ende un mayor número de

generaciones. BACALLA (1965) y RAMAN (1980) corroboran lo anteriormente afirmado, y mencionan que a 20.7°C el ciclo de vida de *Phthorimaea operculella* duró 46.55 días mientras que a 28°C el ciclo de vida tan solo duró entre 20 a 30 días.

#### 5.4 Porcentaje de pérdida en peso

Realizado el ANVA de los efectos simples para la interacción tratamiento x localidad (Cuadro 18), y al analizar el efecto del factor tratamientos (T) en cada uno de las localidades (L) se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), en el Cuadro 19, Figura 10 y a 90 días, podemos observar que el tratamiento con 5 kg de virus granulosis/t ( $T_3$ ) tuvo mayor efectividad para controlar la pérdida en peso en relación al tratamiento con Deltametrina 0.05% ( $T_1$ ) que mostró superioridad cuando se encontraba bajo el efecto de la localidad de Jauja ( $L_1$ ). Esto se debió probablemente al factor "tamaño de tubérculo" que en el caso de Jauja para el  $T_1$  los tubérculos empleados para el ensayo fue de mayor tamaño en comparación a los demás tratamientos estudiados. Así mismo en el Cuadro 19, Figura 10, se puede observar que los tratamientos con 4 y 6 kg de virus granulosis/t ( $T_2$  y  $T_4$ ) tuvieron mayor efectividad para controlar la pérdida en peso en relación a los demás tratamientos, principalmente al testigo ( $T_0$ ), cuando se encontraban bajo el efecto de la localidad de Casacancha ( $L_2$ ).

Finalmente al analizar la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), Cuadro 19, Figura 10 puede observar que a los 90 días tan solamente el testigo absoluto

(T<sub>0</sub>) mostró superioridad en relación a los demás tratamientos cuando se encontraba bajo el efecto de las localidades de Sicaya, Casacancha y también Jauja.

Al analizar el efecto del factor localidad (L) en cada uno de los tratamientos (T), se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) en el Cuadro 20, Figura 10, a 90 días podemos observar que el tratamiento T<sub>3</sub> con 5 kg de virus granulosis/t de tubérculos tuvo mayor efectividad en comparación con los demás tratamientos y esto se dio cuando se encontró bajo el efecto de la localidad de Jauja solamente, probablemente esto se deba a lo ya explicado para el Cuadro 19.

Asimismo se puede notar que en la localidad de Sicaya se dio el mayor porcentaje de pérdida en peso como podemos ver en todos los tratamientos (del T<sub>0</sub> al T<sub>4</sub>) probablemente por el mayor número de polillas y el mayor porcentaje de tubérculos dañados.

De igual manera en el Cuadro 21 y Figura 11, podemos observar que el tratamiento con Deltametrina 0.05% (T<sub>1</sub>) mostró mayor porcentaje de pérdida en peso (T<sub>1</sub> = 3.396) en relación a los tratamientos con virus granulosis, probablemente debido a que el poder residual del Deltametrina disminuye a los 120 días ocasionando una mayor proliferación de polillas o quizás por la inestabilidad del insecticida en presencia de arcillas por lo que se degrada rápidamente en el suelo, tal como corrobora el Vademécum 1994. En el mismo Cuadro puede observarse que el tratamiento con 6 kg de virus granulosis/t (T<sub>4</sub> = 1.681) tuvo mayor efectividad para controlar la pérdida en peso en relación a

los demás tratamientos principalmente al testigo ( $T_0 = 2.953$ ) cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Lastay ( $L_3$ ).

También en el Cuadro 21, el tratamiento con Deltametrina 0.05% ( $T_1 = 3.260$ ) aparentemente tuvo mayor efectividad cuando se encontraron bajo el efecto de la localidad de Sicaya ( $L_4$ ), ya que los tratamientos con virus granulosis mostraron superioridad conjuntamente con el testigo, esto probablemente como se venía mencionando anteriormente ya sea por efecto de la luz directa del sol que afecto al virus o por su persistencia del virus hasta los 60 días después de la aplicación, reportado por RAMAN y ALCAZAR (1992). Entonces no hubo efecto de control, razón por lo que se incrementó el porcentaje de pérdida en peso.

Al analizar el efecto del factor localidad (L) en cada uno de los tratamientos (T), se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), en el Cuadro 22, Figuras 11 y 5, a 120 días podemos observar que en Lastay ( $L_3$ ) con 6 kg virus granulosis/t de tubérculos se tuvo menor porcentaje de pérdida en peso en comparación a las demás localidades ( $T_4 = 1.681$ ) probablemente por el menor número de polillas y menor porcentaje de tubérculos dañados que se presentó en esta localidad.

## 5.5 Análisis económico

El aspecto económico de mayor relevancia se refiere a la posibilidad de conocer la conveniencia o no de la aplicación del virus granulosis para el control de la polilla de la papa, *P. operculella*.



Los resultados en el Cuadro 23, de la localidad de Jauja (L<sub>1</sub>) muestra que el tratamiento (T<sub>1</sub>) con Deltametrina no supero en beneficio al testigo, mientras que los demás si superaron en beneficio, esto indica que la utilidad neta (obtenida en relación al testigo), expresado en índice de retorno liquido relativo (IRLR), fue superior entre 0.84 a 3.55% en las condiciones que se llevó a cabo el ensayo. Esto quizás sucede por dos aspectos importantes, primero, es que es un producto un tanto caro en comparación al virus granulosis y el otro podría ser que el tamaño de los tubérculos para el caso del tratamiento (T<sub>1</sub>) fue relativamente de mayor tamaño.

Los resultados en el Cuadro 24, de la localidad de Casacancha (L<sub>2</sub>), muestran que la relación costos-beneficio es alto para los tratamientos con virus granulosis y Deltametrina. Esto indica que la utilidad neta (obtenida en relación al testigo), expresado en IRLR fue superior entre 14.45 a 28.70%. Encontrándose el mayor beneficio con el tratamiento (T<sub>2</sub>), esto quizás se deba a que se empleo sólo 4 kg de virus granulosis/t pero que según los análisis estadísticos, mostraron que no es una dosis adecuada de virus granulosis para al control de *P. operculella*.

Así mismo, los resultados en el Cuadro 25, de la localidad de Lastay (L<sub>3</sub>), muestran que la relación costo-beneficio es relativamente alto para los tratamientos con virus granulosis y Deltametrina. Esto indica que la utilidad neta (obtenida en relación al testigo), expresado en IRLR fue superior entre 0.96 a 4.16%. Encontrándose el mayor beneficio con el tratamiento (T<sub>4</sub>), pero como podemos apreciar, no fue tan significativo el beneficio, además aquí se refleja la baja población de polillas bajo las condiciones de Lastay y/o buen

comportamiento de los productos utilizados para el control de polillas. De igual manera, en la localidad de Sicaya (L<sub>4</sub>), Cuadro 26, los tratamientos (T<sub>4</sub> y T<sub>2</sub>) con 6 y 4 kg de virus granulosis/t respectivamente, no superaron en beneficio al testigo, mientras que los demás sí; esto indica que la utilidad neta (obtenida en relación al testigo), expresado en IRLR, fue superior entre 1.69 a 15.58 % correspondiendo el alto porcentaje al tratamiento con Deltametrina. Aquí recalcamos lo mencionado anteriormente, en que, ninguno de los tratamientos con aplicaciones de virus granulosis mostró su efectividad probablemente porque el virus fue afectado por la radiación solar cuando los tubérculos tratados se encontraron expuestos parcialmente.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones del trabajo y a los resultados obtenidos, podemos establecer las siguientes conclusiones:

1. En el estudio realizado para determinar el porcentaje de tubérculos dañados por *Phthorimaea operculella*, hasta los 120 días de almacenamiento y bajo las condiciones de la localidad de Jauja (L<sub>1</sub>), se obtuvieron los mejores resultados con aplicaciones de virus granulosis a la dosis de 5 kg/t, correspondientes al (T<sub>3</sub>), siendo este de 1.0% de daño. Mientras que en las demás localidades fue superior el porcentaje de tubérculos dañados.
2. Según el análisis estadístico efectuado para la determinación del número de polillas encontramos de que en Casacancha (L<sub>2</sub>) hasta los 120 días de almacenamiento, el tratamiento (T<sub>3</sub>) con 5 kg de virus granulosis/t mostró mejor efectividad, encontrándose un promedio de 1.825 individuos de *Phthorimaea operculella* por tratamiento. Mientras que en las demás localidades fue mayor el número de larvas y pupas de las polillas.
3. Se ha determinado que el mayor índice de daño en tubérculos almacenados hasta los 120 días fue en el testigo (T<sub>0</sub>) ubicado en la localidad de Sicaya siendo este valor de 1.034.
4. En el estudio realizado para determinar el porcentaje de pérdida en peso causado por *Phthorimaea operculella*, hasta los 120 días de

almacenamiento y bajo las condiciones de la localidad de Lastay, se determinó el mejor resultado al hacer aplicaciones de virus granulosis a la dosis de 6 kg/t correspondientes al (T<sub>4</sub>) con 1.681%, equivaliendo esta pérdida a 16.81 kg de tubérculos perdidos/t. Mientras que el testigo (T<sub>0</sub>) sin aplicación de ningún producto mostró mayores pérdidas en la localidad de Sicaya (L<sub>4</sub>), siendo este de 5.123%, equivaliendo esta pérdida a 51.23 kg de tubérculos perdidos/t.

5. La relación costo-beneficio de los tratamientos con virus granulosis e insecticida se dio en función a su eficiencia para el control de la polilla, es así que se obtuvo una utilidad neta superior de entre 0.84 a 28.70% cuando se utilizó virus granulosis y de 0.96 a 15.58% cuando se aplicó el insecticida Deltametrina en las 4 localidades del valle del Mantaro.

## VII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y conclusiones se recomienda:

1. Bajo las condiciones del valle del Mantaro realizar aplicaciones con virus granulosis a la dosis de 5-6 kg/t para tubérculos almacenados previo una selección rigurosa de tubérculos sanos traídos de campo, mientras no existan otros resultados que indiquen lo contrario.
2. Efectuar el almacenamiento de tubérculos de papa tratados con virus granulosis en ambientes que no estén expuestos a los rayos de sol.
3. Almacenar tubérculos de papa semilla y/o consumo tratados con virus granulosis entre 60 a 90 días, porque mayor a los 90 días el porcentaje de tubérculos dañados es mayor debido a que se incrementa la población de *Phthorimaea operculella*.
4. Efectuar trabajos similares, empleando el Baculovirus transgénico para el control de *Phthorimaea operculella*, probar su efectividad y comparar con el Baculovirus hallado en forma natural. Así mismo buscar virus nativos que infecten otros geléchidos importantes como *Scrobipalpuloides solanivora*.
5. Efectuar un trabajo similar en donde el modo de aplicación tanto del insecticida químico en polvo seco (Deltametrina) y el virus granulosis sea uniforme, es decir de la misma forma como se aplicó el virus granulosis a los tubérculos.

6. Existe la necesidad de efectuar un programa de investigaciones sistemáticas en el control biológico de polillas de papa a nivel de almacén y que puedan dilucidar todos los puntos no estudiados por este trabajo, como, correlaciones con temperatura, altitud, humedad relativa, dinámica poblacional, etc.

## VIII. RESUMEN

En el valle del Mantaro, durante los meses de setiembre a diciembre de 1995 se estudió la efectividad del virus granulosis en la protección de tubérculos de papa-semilla frente al ataque de la polilla *Phthorimaea operculella* en condiciones de almacenamiento rústico.

Los tratamientos fueron distribuidos en 4 localidades (Jauja a 3350 msnm., Casacancha a 3490 msnm., Lastay a 3300 msnm., y Sicaya a 3244 msnm.), estudiándose 3 dosis de virus granulosis formulados en polvo seco (P.S), siendo estos de: 4, 5 y 6 kg de virus granulosis/t de tubérculos. El modo de aplicación fue por espolvoreo y homogenización en sacos de polietileno grueso y luego almacenados. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60, 90 y 120 días, registrándose el porcentaje de tubérculos dañados, el número de larvas y pupas de polillas, índice de daño y el porcentaje de pérdida en peso de tubérculos de papa.

Los resultados en las 4 localidades demostraron que a los 30 y 60 días de almacenamiento, los tratamientos en estudio no mostraron significación entre ellos para los caracteres evaluados.

Efectuado los análisis estadísticos para el porcentaje de tubérculos dañados a los 90 y 120 días, se determinó buena efectividad del virus granulosis en Jauja al hacer aplicaciones a la dosis de 5 kg virus granulosis/t de tubérculos, correspondientes al ( $T_3$ ), siendo este de 1.0%. Así mismo el

número de polillas en Casacancha fue controlado eficientemente con aplicaciones de 5 kg de virus granulosis/t de tubérculos, siendo este promedio de 1.825 individuos de *Phthorimaea operculella*/tratamiento. Para el índice de daño la mayor efectividad se obtuvo con 5 kg de virus granulosis/t de tubérculos en Sicaya correspondiendo este valor al ( $T_3= 0.005$ ). Por otro lado se determinó el porcentaje de pérdida en peso causado por el *Phthorimaea operculella* hasta los 120 días de almacenamiento, obteniéndose el porcentaje más bajo en Lastay con 6 kg de virus granulosis/t siendo este de 1.628% y el más alto porcentaje se obtuvo en Sicaya ( $L_4$ ) con el testigo ( $T_0$ ) sin aplicación de ningún producto, siendo este de 5.123%. Con relación al análisis económico se obtuvo una utilidad neta entre 0.84 a 28.70% utilizando virus granulosis y entre 0.96 a 15.58% utilizando Deltametrina.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ALCAZAR, J; CERVANTES, M; RAMAN, K. V. 1992a. Caracterización y patogenicidad de un virus granulosis de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella*. Rev. Per. Ent. 35: 107-111.
2. ALCAZAR, J; CERVANTES, M; RAMAN, K. V. 1992b. Efectividad de un virus granulosis formulado en polvo para controlar *Phthorimaea operculella* en papa. Rev. Per. Ent. 35: 113-116.
3. ALCAZAR, J; RAMAN, K. V. 1992. Control de *Phthorimaea operculella* en almacenes rústicos, empleando virus granulosis en polvo. Rev. Per. Ent. 35: 117-120.
4. ALCAZAR, J; RAMAN, K. V; SALAS, R. 1991. Un virus como agente de control de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella*. Rev. Per. Ent. 34: 101-104.
5. AMONKAR, S. V; PAL, A. K; VIJAYALAKSHMI, L; RAO, A. S. 1979. Microbial control of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zeller), Indian Journal of experimental Biology. 17: 1127-1133.
6. ANTUNEZ DE MAYOLO, R; S. E 1878. La nutrición en el antiguo Perú. Ministerio de agricultura y alimentación, OSEI. Sistema Nacional de Estadísticas Alimenticias. Serie Estudios N<sup>o</sup> 6. Lima, Perú. Pp. 34-35.

7. BACALLA, P.J. 1975. Biología y comportamiento de *Phthorimaea operculella*, Z. y *Scrobipalpula absoluta*, Meyrick (Lep., Gelechiidae) en papa. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Pp. 67-75.
8. BOOTH, R.H., R.L. SHAW y L.J. HARMSWORT. 1981. Almacenamiento de papa para países en desarrollo. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. Pp. 34-37.
9. BROODRYCK, S.W. y PRETORIUS, L.M. 1974. Occurrence in south Africa of a granulosis virus attacking potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep. Gelechiidae). Ent. Soc. Sth. Afr. 37: Pp.125-128.
10. BURTON, W.G. 1966. The potato. Wageningen, the Netherlands. Pp.143-145.
11. CALDERON, R., CARBAJAL, C., ANDREW, R. y ALCAZAR, J. 1993. Identificación, investigación, producción y transferencia del Baculovirus *Phthorimaea* como un componente de manejo integrado de *Phthorimaea operculella* en almacén. Resúmenes del curso de Manejo Integrado de Plagas - CIP. Cochabamba, Bolivia. Pp. 58-62.
12. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1980a. Algunos resultados sobre almacenamiento de papa. Mimeografiado CIP. Lima, Perú, Pp. 45-59.
13. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1980b. La papa CIP-Circular Volumen VII N° 3, Marzo. Lima, Perú. Pp. 17-19.

14. CHRISTIANSEN, J. 1967. El cultivo de la papa en el Perú. Edit. Jurídica S.A. Ler. Edit. Lima, Perú. Pp. 145-178.
15. CISNEROS, F. 1966. Control químico del perforador de brotes y minador de hojas de papa y tomatera *Gnorimoschema sp.* Rev. Per. Ent. Agr. Vol. 9. Lima. Perú. Pp. 74-79.
16. DELGADO. P.M. 1981. Categorías de las plagas que dañan a la papa. 2<sup>do</sup> curso intensivo de control integrado de plagas y enfermedades agrícolas. Tomo III, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Pp. 7-12.
17. FRANCO, E, D. HOTTON y TARDIEU, F. 1979. Producción y utilización de la papa en el valle del Mantaro. Unidad de ciencias sociales. Documento de trabajo 1979-1 Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. Pp. 34-42.
18. FOCKO, W. y HANS, O. S, 1987. Botánica sistemática. Ediciones Omega, S.A.- Plató, - 08006. Barcelona. Pp. 25 – 28.
19. GARMENDIA, L. A. 1961. Observaciones sobre un posible control biológico de la gusanera de la papa, en almacén. Rev. Per. Ent. Perú. Pp. 23-34.
20. GRANDON, B. M. 1984. Almacenamiento de papa semilla bajo luz natural difusa en la X Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA; Boletín técnico 73, Enero. Obrno, Chile. Pp. 12-15.

21. HORTON, D., TARDIEU, F., BENACIDES, M. TOMASINI, L. ACATINO, P. 1980. Tecnología de la producción de papa en el valle del Mantaro, Perú. Departamento de Ciencias Sociales. Documento de trabajo 1980-1 Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. Pp. 15-19.
22. HUAMAN, Z. 1980. Botánica sistemática y morfología de la papa. Boletín de información técnica 6. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 20p.
23. LUNA, V. 1974. Principales plagas de papa en el Perú. Folleto de información y divulgación, Dpto. de Entomología, Universidad Técnica de Cajamarca, Perú. 28p.
24. MEYER, E. 1981. Uso de la tierra en los Andes, Ecología y Agricultura en el valle del Mantaro del Perú. con especial referencia a la papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. Pp. 67-89.
25. MARGHERITIS, A. E. 1965. Lepidópteros de interés agrícola, orugas, isocas y otras larvas que dañan a los cultivos. Editorial Sudamericana. Buenos Aires, Argentina. Pp. 11-21.
26. MASSON, M. L. 1961. Contribución al estudio del control químico de los insectos de la papa en el valle de Ate. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Pp, 20-58.
27. MENDEZ, G. R. 1952. Los insectos que atacan al cultivo de la papa en los valles de Lima. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura. Lima, Perú. Pp. 68-70.

28. METCALF, C. L. y FLINT, W.P. 1962. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y control, Ed. C.E.C.S.A. México. Pp 56-58.
29. OJEDA, P. D. 1971. Introducción al estudio de los geléchidos en el Norte Peruano. Rev. Per. Ent. Agr. Perú. p. 11. OJEDA, D. y CASTRO, A. 1972. Introducción al estudio de los geléchidos en el Norte Peruano, Rev. Per. Ent. Agr. Lima, Perú, Vol. 15 (1), Pp 125-130.
30. ORE, F. M. 1995. Control integrado de la polilla de la papa. Folleto de información técnica N° 1. INIA. Huancayo, Perú. Pp. 3-5.
31. PANCIOTTO y HEDIGER, E. 1985. Influence of storage methods on the quality of potato sced tubers in Nepal. Thesis. Federal Institute of Technology. Zurich. p. 54.
32. PALACIOS, M.; RAMAN, K. V.; ALCAZAR, J. y CISNEROS, F. 1994. Control integrado de la polilla de la papa. Centro Internacional de la Papa, Boletín de capacitación CIP 4. Lima, Perú. 18 p.
33. POMPEYO, G. 1990. La polilla de la papa. Rev. Minka. N°27 Pp. 8-9.
34. RAMAN, K.V. 1980. La polilla de la papa, boletín de información técnica N° 03, Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. Pp. 4-8.
35. RAMAN, K.V. 1986. Nuevas estrategias en el control de plagas de papa. Memorias del curso sobre control integrado de plagas de papa. CIP-ICA. Bogotá, Colombia. Pp. 35-37.
36. RAMAN, K. V. y ALCAZAR, J. 1992. Control biológico de polilla de la papa con Baculovirus Phthorimaea. Centro Internacional de la Papa (CIP). Boletín de cap. CIP-2. Lima, Perú. 35p.

37. RAMAN, K. V. y BOOTH, R.H. 1986. Evaluación de tecnologías para el control integrado de la polilla de la papa en campos y almacenes. Serie de evaluación de tecnología N° 13. San Ramón, Perú. 20p.
38. REDOLFI DE H.; PALACIOS, M. y ALCAZAR, J. 1983. Observaciones preliminares sobre los himenóptera parasitoides de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep. Gelechiidae) en la costa central del Perú, Conv. Ent. Huaraz, Perú. Pp. 5-8.
39. REED, E. M. 1969. A granulosis virus of potato. Austr. J. Sci.31,300-301.
40. SARMIENTO, M. J. 1983. Las plagas, Biblioteca Agropecuaria del Perú, NETS Editores, Industrial gráfica S.A. Lima, Perú. P. 63.
- STEINHAUS, E.A.; MARSH, G.A. 1967. Previously un reported accesions for diagnosis and new records. J. Invert. Miscellaneous publications of the Entomological Society of America. Path 9:436-438.
41. VALDIVIESO, J. y BARTRA, P. 1993. Control biológico tecnología ecológica para controlar plagas. Lima, Perú. Pp, 81-84.
42. VALENCIA, L. 1986. Las palomillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae) identificación, distribución y control. Memorias del curso sobre control integrado de plagas de papa. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogota, Colombia. Pp. 48-97.
43. VASQUEZ, A. V. 1977. Almacenamiento de papa. Estación experimental de Cajamarca, Boletín N° 13, Centro Regional de Investigación Agropecuaria del Norte Peruano. 22p.

44. VELASQUEZ, A. y TUPAC YUPANQUI, M. 1983. Recomendaciones generales sobre almacenamiento de papa destinada para semilla. Guatemala ICTA. P. 32.
45. VILCA, P. y C. AUROI, 1984. Aspectos sobre producción distribución y manejo de semilla de papa en el departamento de Cajamarca. Mimeografiado CIP. Lima, Perú. Pp. 58-59.
46. WERGE, R.W. 1977. Sistemas de almacenamiento de papa en el valle del Mantaro (Perú). Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. Pp 36-39.
47. WIERSEMA, S. G. 1985. Desarrollo fisiológico de tubérculos semilla de papa. Boletín de información técnica 20. CIP. Lima, Perú. Pp. 43-47.
48. WILLE, T. J. 1952. Entomología agrícola del Perú. Segunda Edic. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. Pp, 336-339.

## **X. ANEXO**



**Cuadro 27.** Costo de aplicación de los tratamientos por tonelada de tubérculos en nuevos soles.

<b>Clave</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
T <sub>0</sub>	Testigo absoluto	kg.	0	00.00	00.00
T <sub>1</sub>	Deltrametrina al 0.005%	kg.	5	12.00	60.00
T <sub>2</sub>	4 kg virus granulosis/t de tubérculos	kg.	4	05.00	20.00
T <sub>3</sub>	5 kg virus granulosis/t de tubérculos	kg.	5	05.00	25.00
T <sub>4</sub>	6 kg virus granulosis/t de tubérculos	kg.	6	05.00	30.00