

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**Facultad de Ciencias Agrarias  
Departamento Académico Agrosilvo Pastoral**



**“EFECTO DE BACULOVIRUS EN LOS DIFERENTES ESTADIOS  
LARVALES DEL COGOLLERO (Spodoptera frugiperda)  
EN EL CULTIVO DEL MAÍZ AMARILLO DURO (Zea mays) M-28  
EN JUAN GUERRA”**

**TESIS:**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por el Bachiller:

**WAGNER LUIS GARCÍA TUESTA**

Promoción 1999

**Tarapoto - Perú**

2003



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## Facultad De Ciencias Agrarias

Departamento Académico Agrosilvo Pastoril.

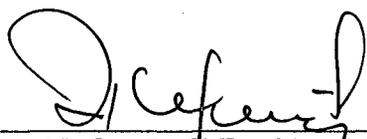
### ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

**“EFECTO DE BACULOVIRUS EN LOS DIFERENTES ESTADIOS  
LARVALES DEL COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN EL  
CULTIVO DEL MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays*) M – 28- T EN JUAN  
GUERRA”**

## TESIS:

Para optar el título profesional de:

## INGENIERO AGRÓNOMO



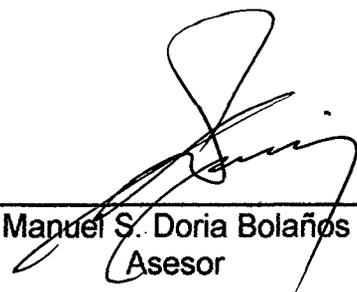
Blgo M. Sc. Raúl Espíritu Cávero  
Presidente



Blgo. M. Sc. Winston Franz Ríos Ruíz  
Miembro



Ing. Eybis J. Flores García  
Miembro



Ing. Manuel S. Doria Bolaños  
Asesor

# CONTENIDO.

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>01</b>
<b>II OBJETIVOS.</b>	<b>03</b>
<b>III REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.</b>	
3.1. El control biológico.	04
3.2. Características generales del control biológico.	04
3.3. Virus entomopatogénicos.	05
3.4. Estructura de un virus entomopatogénico.	06
3.5. Ventajas y desventajas del control biológico con baculovirus.	07
3.6. Uso de baculovirus en Brasil.	08
3.7. Modo de acción del baculovirus.	08
3.8. Trabajos realizados con baculovirus.	09
3.9. Recomendaciones para el uso de baculovirus en el control de larvas de cogollero.	11
3.10. Síntomas que presentan las larvas después de aplicado el VPN.	12
3.11. Taxonomía del gusano cogollero.	12
3.12. Descripción y biología del cogollero.	12
3.13. Daños que causa el cogollero.	15
3.14. Crecimiento y desarrollo del maíz.	16
3.15. Características del maíz variedad M – 28 – T.	17
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	<b>18</b>
<b>V. RESULTADOS.</b>	<b>26</b>
<b>VI. DISCUSIÓN.</b>	<b>36</b>
<b>VII. CONCLUSIONES.</b>	<b>42</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES.</b>	<b>43</b>
<b>IX. RESUMEN EN CASTELLANO.</b>	<b>44</b>
<b>X. RESUMEN EN INGLES.</b>	<b>46</b>
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>	<b>48</b>
<b>Anexos.</b>	<b>51</b>

# DEDICATORIA

A mis queridos Padres **WAGNER**  
y **MARTA** que con gran sacrificio  
y voluntad hicieron posible la  
culminación de mi carrera y  
cumplir con mi gran anhelo, ser  
profesional.

A mis Hermanos, **Juan Alfonso** y  
**Lidia Inés** quienes me brindaron  
su apoyo en todo momento.

A **Patricia Roxana Vásquez**  
**Arévalo** por su gran apoyo moral y  
espiritual.

A mi Cuñada **Guadalupe Perea**  
**Saldaña** y mi querida sobrina  
**Grecia Jimena García Perea**.

# AGRADECIMIENTO

- ❖ A Dios Todopoderoso, por prestarme la vida para poder culminar mi carrera profesional.
  
- ❖ Al Ingeniero Agrónomo Manuel Doria Bolaños, asesor del presente trabajo de investigación.
  
- ❖ Al Ingeniero Agrónomo Ronal Echevarria Trujillo, Investigador del INIA E. E. “El Porvenir”, co patrocinador del presente trabajo de tesis, por su apoyo incondicional.
  
- ❖ A los técnicos y obreros de la E. E. “El Porvenir” del Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz, quienes me brindaron todo su apoyo durante la ejecución del presente trabajo de investigación.
  
- ❖ A todas las personas, quienes de una u otra manera contribuyeron a hacer posible la culminación de mis estudios.

## I.- INTRODUCCIÓN

El maíz constituye en nuestra región uno de los cultivos más importantes, debido a que gran parte de la producción esta destinada para la elaboración de raciones alimenticias de los animales, así como para el consumo humano; además de ser usado también industrialmente.

Actualmente en nuestra región el bajo nivel tecnológico que se viene empleando en este cultivo se ve reflejado en la baja producción que se obtiene campaña tras campaña, a esto se suma además las condiciones climáticas desfavorables que se presentan en la zona.

El maíz es atacado por diversas plagas durante todo su desarrollo, y aun en condiciones de almacenamiento. Algunas especies de insectos son muy importantes por la frecuencia y gravedad de sus daños, constituyéndose en plagas claves, mientras que otras se presentan ocasionalmente considerándolas plagas secundarias.

El cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) es una de las plagas principales del cultivo, que se alimenta del cogollo de las plantas tiernas ocasionando pérdidas considerables llegando a reducir la producción en un 40% (Rivero, 2 000).

La aplicación de agroquímicos para el control de esta plaga es el método más difundido. El uso constante de estos y muchas veces indiscriminado produce la reducción de insectos benéficos, y cada vez más el agricultor crea dependencia de los

productos químicos; con esto la plaga puede obtener resistencia haciéndose mucho más difícil el control obligando al agricultor a cambiar de producto, aumentar las dosis e incluso usar productos que pueden ser mucho más dañinos para los animales como para el hombre.

Para evitar estos problemas que ocasionan el uso de agroquímicos, es necesario aplicar nuevas medidas de control, el uso de productos biológicos representa una alternativa viable a este problema.

El presente trabajo de investigación trató de encontrar a través de la aplicación del Baculovirus de la poliedrosis nuclear a una dosis óptima de 100 g/ha y una concentración de  $4 \times 10^9$  poliedros / gramo (Rivero, 2 000), la edad límite de las larvas de cogollero para la aplicación de este entomopatógeno, y el efecto que este causa sobre todos los estadios larvales.

## II.- OBJETIVOS.

2.1.- Evaluar el efecto de la aplicación de baculovirus sobre los diferentes estadios larvales del cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad M – 28 – T.

2.2.- Determinar la edad límite de la larva de cogollero para la aplicación del baculovirus.

### **III.- REVISIÓN DE LITERATURA.**

#### **3.1.- EL CONTROL BIOLÓGICO.**

CISNEROS (1 995), menciona que el control biológico es la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales; es decir mediante la acción de predadores, parasitoides y patógenos.

El control biológico se considera natural, cuando se refiere a la acción de los enemigos biológicos sin la intervención del hombre, y se denomina artificial o aplicado cuando, de alguna manera, es afectado o manipulado por el hombre.

#### **3.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONTROL BIOLÓGICO.**

Según CISNEROS (1 995), el control biológico tiene características propias que lo distinguen de otras formas de control de plagas, particularmente del control químico

El control biológico tiende a ser permanente.

Los efectos represivos del control biológico son relativamente lentos en contraste con la acción inmediata de los insecticidas.

La acción del control biológico se ejerce sobre grandes áreas, de acuerdo a las condiciones climáticas y biológicas predominantes.

### **3.3.- VIRUS ENTOMOPATOGÉNICOS.**

ALVES (1 996), En los estudios realizados sobre virus que atacan a artrópodos menciona que, son muy importantes ya que existen más de 700 virus infectando diversas ordenes de insectos. Muchos ataques ocurren naturalmente sobre insectos de gran importancia agrícola.

Los virus de insectos fueron clasificados inicialmente teniendo como punto de vista la morfología de los cuerpos de inclusión, virions y grupos de hospederos.

RIBEIRO (1 995), indica que, los baculovirus son representantes del único género descrito por la familia baculoviridae, que consiste de por lo menos 800 tipos diferentes que pueden ser subdivididos de acuerdo a su morfología en sub géneros: virus de poliedrosis nuclear (VPN) y virus de la granulosis (VG).

Según ENTWISTLE (1 983), los baculovirus son virus de ADN, con forma baciliforme, que se multiplican en el núcleo de la célula de los invertebrados causando infecciones letales en los insectos, especialmente en los lepidópteros.

infoagro.com/agricultura (2 001), nos dice que se han encontrado 450 especies de virus patógenos de insectos y ácaros. Los principales se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 01: Principales especies de virus patógenos de insectos y ácaros.**

FAMILIA	GÉNERO	Ac. NUCLEICO	FORMA DE PARTÍCULA	CUERPO DE INCLUSIÓN	HOSPEDERO
Baculoviridae	Baculovirus	ADN	Varilla	Si	Neuróptera, Trichóptera, Lepidóptera, Himenóptera, coleóptera, Ácaro, no ataca vertebrados ni plantas.
Reoviridae	V.P.citoplasmática	ARN	Icosaedro	Si	Lepidóptera, díptera, vertebrados y plantas.
Poxviridae.	Entomopoxivirus	ADN	Ovoide	Si	Lepidóptera, Orthóptera, Coleóptera, Díptera.

**3.4.- ESTRUCTURA DE UN VIRUS ENTOMOPATOGÉNICO.**

Un virus está compuesto internamente de un ácido nucleico normalmente de ADN y ocasionalmente apareciendo el ARN en virus de poliedrosis citoplasmáticas. Envolviendo al ácido nucleico, existen proteínas compuestas de sub unidades denominadas capsómeros las cuales forman una capa llamada capsídeo. El conjunto del capsídeo más el ácido nucleico es conocido como nucleocapsídeo.

El nucleocapsídeo está envuelto por una membrana que está construido a partir de un material celular específico del artrópodo hospedero. Ese conjunto compuesto de la membrana más el nucleocapsídeo se denomina virion. El virion es la unidad infectiva del virus.

Una membrana proteica puede envolver uno ó más nucleocapsídeos, que a su vez están envueltos por una matriz de naturaleza proteica. Asimismo todo ese conjunto es conocido como cuerpo de inclusión poliédrica.

### **3.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONTROL BIOLÓGICO CON BACULOVIRUS.**

ENTWISTLE (1 983), menciona que el control biológico con baculovirus como los pesticidas químicos tienen ventajas y desventajas aunque estas no sean las mismas.

Por no ser contaminantes los baculovirus se pueden utilizar en áreas ambientales sensibles como bosques y en otras situaciones donde el amplio espectro de acción hace que el uso de productos químicos sean inapropiados.

Una desventaja es que su efectividad disminuye con el crecimiento de la larva anfitriona. Esto indica la necesidad de un control más cuidadoso de la frecuencia de aplicaciones de los baculovirus.

Los baculovirus son inestables especialmente en su forma pura, cuando están expuestos a la radiación solar ultravioleta, sin embargo se puede lograr considerable estabilidad mezclando los baculovirus con protectores ultravioleta.

### **3.6.- USO DE BACULOVIRUS EN BRASIL.**

VALICENTE y CRUZ (1 991), indican que el control de plagas a través del uso de baculovirus viene recibiendo mucho énfasis en los últimos años; en este grupo se incluyen los virus granulados (VG) y los virus de poliedrosis nuclear (VPN), siendo este sub grupo el más estudiado. Un ejemplo más significativo en Brasil es el control de larvas de soya con el *Baculovirus anticarsia*. Este VPN fue encontrado por primera vez en larvas muertas de soya recolectadas en la Región de Campinas Sao Paulo, Brasil.

El primer insecticida biológico a base de virus recibió la denominación de "Virion H", el cual fue descubierto en los Estados Unidos de Norteamérica en 1975.

Según los datos de la literatura, los insecticidas biológicos a base de virus son en su mayoría del grupo de los baculovirus. Este grupo a sido apuntado como uno de mayor potencial para el uso como bioinsecticida, debido a su especificidad, y con alta virulencia para el hospedero y una mayor seguridad proporcionada a los vertebrados.

### **3.7.- MODO DE ACCIÓN DEL BACULOVIRUS.**

VALICENTE y CRUZ (1 991), mencionan que la larva es la fase del insecto más susceptible a la infección por el virus. En condiciones naturales la plaga puede ser infectada a través de los huevos, de los orificios de respiración del cuerpo (espiráculos), a través de los insectos parasitoides que contienen el

virus, o más comúnmente por la vía oral, ingiriendo el virus juntamente con el alimento. El virus comienza a multiplicarse, esparciéndose por todo el cuerpo del insecto provocando su muerte que ocurre generalmente a los 6 a 8 días después de la ingestión. El tiempo para la aparición de los primeros síntomas del ataque, bien para la muerte del insecto es influenciado por diferentes factores como la especie del insecto, la edad en que ocurre la infección, la cantidad ingerida, las condiciones climáticas durante el periodo en que el insecto fue infectado. Como consecuencia, estos factores tienen efectos marcantes sobre la rapidez de la acción del virus, cuando este sea aplicado en campo. Además otros factores también influyen en la eficiencia del virus antes de ser ingerido por la plaga; entre estos tenemos la radiación solar, la temperatura, humedad, el hábito de la plaga, los equipos y la tecnología para su aplicación. Todos estos factores deben ser investigados antes de ser recomendados con seguridad el uso del baculovirus para el control de plagas.

### **3.8.- TRABAJOS REALIZADOS CON BACULOVIRUS.**

VALICENTE y CRUZ (1 991), informan que en el experimento conducido en condiciones de laboratorio con larvas de cogollero de 4 a 12 días de edad, utilizando concentraciones de virus variando de  $4 \times 10^1$  a  $4 \times 10^7$  poliedros por larva, aplicando una dosis de  $4 \times 10^3$  poliedros por larva para larvas de hasta 6 días de edad (cerca de 6 mm.) obtuvieron una mortalidad del 88%.

VALICENTE Y CRUZ (1 991), en experimentos realizados en condiciones de laboratorio, mencionan que utilizaron una formulación de baculovirus en la

forma de polvo mojable, donde aplicaron a las larvas del cogollero, de edades que van desde los 5 días hasta los 10 días. La concentración fue de  $2,5 \times 10^9$  poliedros / gramo, disuelto en 100 ml de agua; las larvas fueron administradas en una dosis de 0,04ml de suspensión, esto es  $1 \times 10^6$  poliedros por larva, en una temperatura promedio de 25°C, los resultados que obtuvieron fueron los siguientes:

**Cuadro N° 02: Mortalidad de larvas de diferentes edades después de aplicado el VPN.**

EDAD (larvas)	MORTALIDAD (%)
5	93
6	86
7	93
8	57
9	13
10	44
<b>MEDIA</b>	<b>64</b>

En otro estudio realizado por Valicente y Cruz indican que utilizaron el virus de poliedrosis nuclear en una concentración de  $7,2 \times 10^8$  poliedros/ml, en donde cada larva de cogollero fue administrada con 0,06ml de suspensión, es decir  $4,3 \times 10^6$  poliedros por larva. En el presente experimento utilizaron larvas de 10 a 12 días de edad, a una temperatura promedio de 26°C. 24 horas después de alimentados con la dieta artificial observaron una mortalidad del 91% para las larvas de 10 días de edad y 76 % y 51% para las larvas de 11 y 12 días respectivamente.

RIVERO (2 000), reporta que la aplicación de baculovirus sobre larvas de cogollero del tercer estadio a una dosis de 100 g/ha. produce una mortalidad del 54,5%; menciona además que a mayor concentración los resultados a 120 horas de aplicado el VPN, los efectos aún persisten con mayor eficacia.

### **3.9.- RECOMENDACIONES PARA EL USO DE BACULOVIRUS EN EL CONTROL DE LARVAS DE COGOLLERO.**

VALICENTE y CRUZ (1 991).- recomiendan lo siguiente:

**Época de aplicación.**-El periodo de mayor incidencia de la larva en la planta de maíz está entre los 40 a 45 días después de la siembra, por lo tanto es necesario que los agricultores estén atentos a la aparición de los primeros síntomas del ataque para que el control sea más eficiente.

**Tamaño de la larva.**- Todas las investigaciones muestran que a medida que la larva se desarrolla, esta obtiene mayor resistencia al virus; por lo tanto se recomienda la aplicación del baculovirus en larvas de 1,5 cm de longitud como máximo.

**Hora de aplicación.**- Considerando que el virus es sensible a los rayos ultravioletas, la aplicación deberá ser efectuada en las tardes o inicio de la noche.

### 3.10.- SÍNTOMAS QUE PRESENTAN LAS LARVAS DESPUÉS DE APLICADO EL VPN.

INFOAGRO.COM/AGRICULTURA (2 001), reporta que Los principales síntomas que presentan las larvas son: lentitud, falta de apetito, color blanquecino, que más tarde se torna oscuro. El uso excesivo produce efectos mutagénicos no deseados.

### 3.11.- TAXONOMÍA DEL GUSANO COGOLLERO.

INIPA & OTROS (1 984), mencionan la siguiente taxonomía:

Reino	:	Animalia.
Phyllum	:	Arthropoda.
Subphyllum	:	Mandibulata.
Clase	:	Insecta.
Subclase	:	Pterigota.
Orden	:	Lepidóptera.
Familia	:	Noctuidae.
Género	:	<i>Spodoptera</i> .
Especie	:	<i>frugiperda</i> J.E. Smith.

### 3.12.- DESCRIPCIÓN Y BIOLOGÍA DEL COGOLLERO.

CRUZ, FIGUEREIDO y MATOSO (1 991), indican que la mariposa coloca sus huevos en masas, una masa tiene en promedio cerca de 100 huevos.

El período de incubación dura aproximadamente 3 días, con temperaturas que varían entre 25 a 30°C, con temperaturas inferiores el período de incubación se prolonga hasta 8 a 10 días.

Una larva del primer estadio mide aproximadamente 1,9 mm de longitud con una cápsula cefálica de 0,30 mm. de largo

El segundo estadio es caracterizado por una coloración verdosa con un sombreamiento marrón en el dorso, la longitud varía de 3,5 a 4 mm con una cápsula cefálica de 0,4 mm de largo.

Las larvas del tercer estadio se caracterizan por presentar una coloración marrón claro en la parte dorsal y un color verdoso en la parte ventral. La longitud del cuerpo varía de 6,35 a 6,5 mm con una cápsula cefálica cerca de 0,74 mm de largo.

El cuarto estadio larval presenta una cabeza de color marrón rojizo, el cuerpo es de color marrón oscuro en la parte dorsal, la longitud de la larva llega a medir hasta 10 mm, y una cápsula cefálica de 1,09 mm de largo.

En el quinto estadio larval, ésta es similar al cuarto estadio, pero un poco más oscura, la longitud del cuerpo es de aproximadamente de 18 mm, con una cápsula cefálica de 1,80 mm.

La larva del último estadio tiene el cuerpo cilíndrico de una coloración marrón grisáceo en el dorso, verdosa en la parte ventral y subventral. Las líneas dorsales son más notorias.

La pupa es de coloración verde clara hasta llegar a una coloración marrón oscura.

El insecto adulto tiene 35 mm de envergadura y la longitud del cuerpo es de 15 mm. Las alas anteriores del macho tienen unas manchas más claras, diferenciándolos estas de las hembras. Las alas posteriores de ambos son de coloración clara circulada por líneas marrones. El cuerpo es de coloración grisácea.

SÁNCHEZ (1 999), en experimento realizado en condiciones de laboratorio, observó que el ciclo biológico del cogollero del maíz tiene una duración de 33 a 46 días, distribuidos de la siguiente manera:

**Cuadro N° 03: Ciclo biológico del cogollero del maíz.**

<b>ESTADIOS</b>	<b>DÍAS</b>
HUEVO	03 – 05
LARVA	15 – 18
PUPA	09 – 14
ADULTO	06 – 09
<b>TOTAL</b>	<b>33 – 46</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>40</b>

CAMPOS (1 969), en trabajos realizados indica que las observaciones se efectuaron todos los días, con la finalidad de determinar el ciclo biológico. El

cambio de los estadios fue verificado por la presencia de exuvia o cápsula cefálica, única constancia de haberse producido este cambio.

**Cuadro N° 04: Duración (en días) de los estadios larvales del cogollero.**

ESTADIOS	N° DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	DURACIÓN EN DÍAS
1 <sup>er</sup>	25	4
2 <sup>do</sup>	25	3
3 <sup>er</sup>	25	4
4 <sup>to</sup>	25	5
5 <sup>to</sup>	25	4
PRE PUPA	25	1
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>21</b>

### 3.13.- DAÑOS QUE CAUSA EL COGOLLERO.

SARMIENTO y CASTILLO (1 992), indican que el ataque comienza cuando las polillas dejan grupos de huevos sobre las hojas, de las cuales emergen varias larvitas que rápidamente pasan al cogollo, haciendo sólo ligeros raspados. Después de unas dos semanas, lo más común es observar una sola larva de 3 a 4 cm de tamaño que masca y perfora el cogollo dejando gran cantidad de excrementos.

Cuando el cartucho se despliega, las hojas aparecen comidas en sus bordes y con grandes agujeros.

El periodo crítico de la planta con relación a los ataques del cogollero ocurre entre los 15 a 50 cm de altura. Cuando se ha superado esta etapa los daños son menos importantes puesto que no llega a producir la muerte de la planta. Si el cultivo es agronómicamente bien conducido el efecto sobre el rendimiento es reducido.

INIA (1 995), menciona al cogollero como la plaga de mayor importancia del cultivo de maíz, atacando hojas tiernas y al cogollo haciendo perforaciones. En plantas tiernas de 10 a 15 cm de altura, puede destruirlas por completo; en plantas tiernas de 30 hasta 100 cm de altura, ocasionan retraso del desarrollo, y ocasionalmente ataca a los granos ubicados en el ápice de las mazorcas.

### **3.14.- CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL MAÍZ (*Zea mays*).**

INIA (1 995), reporta que la forma como se desarrolla y funciona la planta de maíz, nos permitirá un buen manejo. El periodo vegetativo bajo nuestras condiciones de siembra a cosecha puede dividirse en:

- Siembra a emergencia (aproximadamente 8 dds).
- Crecimiento vegetativo inicial lento (aproximadamente 30 dds).
- Crecimiento vegetativo rápido hasta la floración (aproximadamente hasta los 50 dds).
- Polinización y fecundación (aproximadamente 70 dds).
- Maduración y formación completa del grano (aproximadamente 100 dds).
- Secado del grano y de la planta, hasta la cosecha (aproximadamente hasta los 120 dds).

### **3.15.- CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ VARIEDAD M – 28 – T.**

INIPA (1 984), indica que esta variedad fue formada basándose en maíces cristalinos dentados del caribe y otras regiones bajas del mundo, provenientes del CIMMYT y fue introducido por el Programa Nacional de Maíz del INIA, siendo sus principales características las siguientes: la floración se estima entre los 50 a 60 días, el periodo vegetativo es de 110 a 120 días, con una altura de planta de 2,30 m, puede producir más de una mazorca por planta, grano de color amarillo rojizo, tiene una densidad de 50 000 plantas/ha. con distanciamiento de 0,80 x 0,50 m; con una fertilización de 90 Kg de nitrógeno, el potencial de rendimiento es de hasta 8 000 Kg/ha.



## **IV.- MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **4.1.- MATERIALES.**

#### **4.1.1.- De campo.**

- Larvas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith).
- Semillas de maíz variedad M – 28 – T.
- Baculovirus ( $4 \times 10^9$  poliedros/gramo).
- Estacas, wincha, cordel, etc.

#### **4.1.2.- De laboratorio.**

- Jaulas de crianza de insectos.
- Microscopio óptico.
- Estereomicroscopio.
- Pinzas.
- Vasos descartables de 03 onzas.

### **4.2.- METODOLOGÍA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.**

#### **4.2.1.- Ubicación del Campo Experimental.**

El presente trabajo se realizó en los campos de experimentación del Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz de la E.E. "El Porvenir", ubicado en el Km 14 de la Carretera Marginal Sur, distrito de Juan Guerra, Provincia, Departamento y Región de San Martín, a una altitud de 232 m.s.n.m, longitud oeste  $76^{\circ} 19'$ , latitud sur  $6^{\circ} 35'$ .

#### **4.2.2.- Antecedentes del campo experimental.**

El terreno donde se desarrolló el trabajo de investigación, pertenece al Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz (PNIMA), el cual desde 1 992 viene empleando para trabajos experimentales en estos dos cultivos.

#### **4.2.3.- Características del terreno.**

##### **a) Ecología.**

La clasificación ecológica de la zona en mención, según HOLDRIDGE (1 975), pertenece a un bosque seco pre montano tropical.

##### **b) Edáficas.**

El área de la E.E. "El Porvenir" se encuentra ubicado en la formación fisiográfica de tierras medias. Moderadamente profundos, textura fina, según su capacidad de uso pertenece a la clase IV (cultivos en limpio). MINAG (1 982)

#### **4.2.4.- Diseño y características del experimento.**

##### **4.2.4.1.- Diseño experimental.**

En el presente trabajo experimental se utilizó el diseño de bloques completamente randomizado (BCR), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

#### 4.2.4.2.- Tratamientos en estudio.

Se emplearon cinco tratamientos distribuidos de la siguiente manera:

**Cuadro N° 05: Tratamientos en estudio.**

CLAVE	TRATAMIENTO
T <sub>1</sub>	Aplicación de baculovirus al 1 <sup>er</sup> estadio larval
T <sub>2</sub>	Aplicación de baculovirus al 2 <sup>do</sup> estadio larval
T <sub>3</sub>	Aplicación de baculovirus al 3 <sup>er</sup> estadio larval
T <sub>4</sub>	Aplicación de baculovirus al 4 <sup>to</sup> estadio larval
T <sub>5</sub>	Aplicación de baculovirus al 5 <sup>to</sup> estadio larval

#### 4.2.4.3.- Análisis de varianza.

Muestra las siguientes características.

**Cuadro N° 06: Características del ANVA**

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD
BLOQUES	$r - 1 = 3$
TRATAMIENTOS	$t - 1 = 4$
ERROR EXPERIMENTAL	$(r - 1) (t - 1) = 12$
<b>TOTAL</b>	<b><math>r.t - 1 = 19</math></b>

Fuente: Rojas Tasilla Manuel (1 991).

#### 4.2.4.4.- Características del campo experimental.

##### a) De la unidad experimental.

- N° total de parcelas : 20
- Largo : 6,4 m
- Ancho : 5,0 m
- Área total de parcela : 32,0 m<sup>2</sup>
- N° plantas/surco : 22
- N° plantas/evaluación : 10
- Distancia entre surcos : 0,80 m
- Distancia entre plantas : 0,50 m

##### b) Del bloque.

- Largo : 32,0 m
- Ancho : 5,0 m
- Área total : 160 m<sup>2</sup>
- N° de bloques : 04

#### 4.2.5.- Plan de ejecución del experimento.

##### a) Recolección de larvas de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith.

Las larvas de *Spodoptera frugiperda* fueron recolectadas de los campos de cultivo de maíz del PNIMA E.E. "El Porvenir" del distrito de Juan Guerra; cabe mencionar que las larvas recolectadas fueron de diferentes edades. Estas larvas fueron conducidas al laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U. N. S. M,

para la crianza masal hasta obtener posturas de huevos uniformes; que posteriormente fueron trasladadas a la E. E "El Porvenir".

**b) Traslado de las posturas de huevos a la E. E. "El Porvenir" INIA.**

Las posturas obtenidas fueron trasladadas al laboratorio de crianza de insectos de la E. E. "El Porvenir", para continuar con la crianza masal de la plaga; las cuales servirán para realizar las infestaciones de las parcelas experimentales de los diferentes tratamientos.

**c) Crianza de larvas obtenidas en laboratorio.**

Una vez que las larvas eclosionaron fueron colocadas en vasos descartables de 03 onzas acondicionadas para la crianza, las larvas estuvieron colocadas a razón de 02 por vaso y alimentadas artificialmente con hojas de maíz libres de baculovirus; obteniendo así larvas del primer estadio para la infestación del tratamiento 01 (T<sub>1</sub>). Posteriormente se continuó con la crianza de las larvas en el laboratorio para los demás tratamientos, es decir esta crianza se realizó hasta que el número total de larvas para el T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> alcancen el estadio deseado. El cambio de estadio se pudo determinar con la presencia de exuvia en los vasos descartables.

**d) Infestación del cultivo.**

La primera infestación en campo con larvas del primer estadio se realizó 30 días después de la siembra; para el caso de la infestación

de los demás tratamientos se realizó conforme se fueron obteniendo las larvas, vale aclarar que la infestación del campo experimental no se realizó el mismo día, es decir que el T<sub>2</sub> fue infestado al cuarto día después de la infestación del T<sub>1</sub> (conforme se observó el cambio de estadio de las larvas criadas en laboratorio) y así sucesivamente para cada tratamiento.

Las larvas fueron colocadas en campo a razón de dos por planta con la ayuda de pinceles muy pequeños y pinzas.

**e) Preparación del entomopatógeno.**

El baculovirus fue proporcionado por La Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola (EMBRAPA) y el Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz (PNIMA), bajo la característica de polvo mojable, a una concentración de  $4 \times 10^9$  poliedros/gramo, el entomopatógeno se conservó a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  en refrigeradores comunes, acondicionados para este fin.

La dosis aplicada fue de 100 g/ha (Rivero, 2 000), la cual se diluyó en agua destilada con un pH neutro.

**f) Aplicación del entomopatógeno.**

El baculovirus fue aplicado por aspersion a las 24 horas después de la infestación de las parcelas experimentales con las larvas de cogollero. Las aplicaciones se realizaron en horas de la tarde, donde la incidencia de los rayos solares es menor.

**g) Labores culturales del cultivo (Maíz variedad M – 28 – T).**

- ❖ **Trazado del campo experimental.-** Se hizo el replanteo del diseño experimental utilizando wincha, estacas y cordel.
- ❖ **Preparación del terreno.-** Esta labor se realizó con la ayuda de un tractor agrícola, desarrollando las labores de arado y surcado.
- ❖ **Siembra.-** La siembra se realizó manualmente con la ayuda de un tacarpo, colocando tres semillas por golpe a un distanciamiento de 0,80m X 0,50m obteniendo una densidad de 50 000 plantas por hectárea. Esta labor se realizó el día 30-01-2 001.
- ❖ **Desahije.-** Esta labor se realizó a los 25 días después de la emergencia de las plantas, dejando dos plantas por golpe.
- ❖ **Control de malezas.-** Se efectuó el control químico, para esta labor se utilizó Hedonal (2 – 4 – D) a una dosis de 2 l/Ha. También se efectuó el control cultural, mediante deshierbos, durante el periodo crítico de competencia con el cultivo, utilizando para esta labor azadones y machetes.
- ❖ **Fertilización.-** Esta labor no se realizó, para evitar la alteración del rendimiento con respecto al ataque de la plaga.
- ❖ **Cosecha.-** Se efectuó manualmente cuando el grano de maíz tuvo una humedad promedio de 26,3% (120 d.d.s.)

#### 4.2.6.- Evaluaciones realizadas.

- ❖ **Número de larvas muertas.-** Las evaluaciones se realizaron a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas después de haber aplicado el baculovirus a cada uno de los tratamientos en estudio. Posteriormente las larvas sobrevivientes fueron llevadas al laboratorio para el seguimiento respectivo durante cinco días consecutivos, o hasta observar la muerte de estas.

Para realizar cada una de las evaluaciones se cortaron 10 plantas de los surcos centrales, elegidas al azar, las cuales fueron llevadas al laboratorio para el seguimiento respectivo.

- ❖ **Total de plantas cosechadas.-** Se evaluó tres surcos centrales de cada una de las parcelas, sin importar que la planta tuviera una o dos mazorcas.
- ❖ **Número total de mazorcas.-** Se registró la cantidad total de mazorcas.
- ❖ **Rendimiento expresado en Kg/ha.-** Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Kg/ha} = \frac{\text{Peso de campo}}{\text{Área neta}} \times 10 \left[ \frac{(100 - \%H \text{ campo})}{86} \right] \times 0.80$$

## V.- RESULTADOS.

Mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* con la aplicación del Baculovirus (VPN).

### 5.1.- Mortalidad de larvas a las 24 horas de aplicado el Baculovirus.

**CUADRO N° 07.-** Análisis de varianza de la mortalidad de larvas a las 24 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear.

F. de V.	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FACTOR CALCULADO
BLOQUE	3	180	60	17,59 **
TRATAMIENTO	4	9 500	2 375	
ERROR	12	1 620	135	
TOTAL	19	11 300		

\*\* = Altamente significativo. C.V. = 17,88%  $R^2 = 85,66\%$   $X = 65$

El análisis de varianza nos muestra una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

**CUADRO N° 08.-** Prueba múltiple de Duncan para la mortalidad de larvas a las 24 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear, expresados en porcentaje.

TRATAMIENTO	MORTALIDAD (%)	SIGNIFICANCIA (0,05)
T <sub>1</sub>	97,5	a
T <sub>2</sub>	77,5	b
T <sub>3</sub>	62,5	bc
T <sub>4</sub>	55,0	c
T <sub>5</sub>	32,5	d

Al realizar la prueba múltiple de Duncan se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los tratamientos de una misma letra son estadísticamente iguales.

### 5.2.- Mortalidad de larvas a las 48 horas de aplicado el baculovirus.

**CUADRO N° 09.-** Análisis de varianza de la mortalidad de larvas a las 48 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear.

F de V	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FACTOR CALCULADO
BLOQUE	3	580	193	46,47 **
TRATAMIENTO	4	8 830	2 207	
ERROR	12	570	47,50	
TOTAL	19	9 980		

\*\* = Altamente significativo C.V. = 9,99%  $R^2 = 94,29\%$   $X = 69$

El análisis de varianza nos muestra una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

**CUADRO N° 10.-** Prueba múltiple de Duncan para la mortalidad de larvas a las 48 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear, expresados en porcentaje.

TRATAMIENTOS	MORTALIDAD (%)	SIGNIFICANCIA (0,05)
T <sub>1</sub>	100,0	a
T <sub>2</sub>	85,0	b
T <sub>3</sub>	65,0	c
T <sub>4</sub>	52,5	d
T <sub>5</sub>	42,5	e

Al realizar la prueba múltiple de Duncan se observa que existe una diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos.

### 5.3.- Mortalidad de larvas a las 72 horas de aplicado el baculovirus.

**CUADRO N° 11.-** Análisis de varianza de la mortalidad de larvas a las 72 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear.

F. de V.	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FACTOR CALCULADO
BLOQUE	3	1 380	460	57,01**
TRATAMIENTO	4	4 180	1 045	
ERROR	12	220	18,33	
<b>TOTAL</b>	19	5 780		

\*\* = Altamente significativo. C.V.= 6,03%  $R^2 = 96,19\%$   $X = 71$

El cuadro N° 11 del análisis de varianza de la mortalidad de larvas a las 72 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear nos muestra una alta significancia entre los tratamientos.

**CUADRO N° 12.-** Prueba múltiple de Duncan para la mortalidad de larvas a las 72 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear, expresados en porcentaje.

TRATAMIENTOS	MORTALIDAD (%)	SIGNIFICANCIA (0,05)
T <sub>1</sub>	92,5	a
T <sub>2</sub>	75,0	b
T <sub>3</sub>	72,5	bc
T <sub>4</sub>	67,5	c
T <sub>5</sub>	47,5	d

Al realizar la prueba múltiple de Duncan se observa que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, donde el T<sub>1</sub> supera a los demás tratamientos.

#### 5.4.- Mortalidad de larvas a las 96 horas de aplicado el baculovirus.

**CUADRO N° 13.-** Análisis de varianza de la mortalidad de larvas a las 96 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear.

F. de V.	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FACTOR CALCULADO
BLOQUE	3	260	86,70	23,69**
TRATAMIENTO	4	3 870	967,50	
ERROR	12	490	40,83	
TOTAL	19	4 620		

\*\* = Altamente significativo. C.V.= 8,30%  $R^2 = 89,39\%$   $\bar{X} = 77$

Al realizar el análisis de varianza se observa que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

**CUADRO N° 14.-** Prueba múltiple de Duncan para la mortalidad de larvas a las 96 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear, expresados en porcentaje.

TRATAMIENTOS	MORTALIDAD (%)	SIGNIFICANCIA (0,05)
T <sub>1</sub>	97,5	a
T <sub>2</sub>	87,5	b
T <sub>3</sub>	75,0	c
T <sub>4</sub>	65,0	d
T <sub>5</sub>	60,0	d

Al realizar la prueba múltiple de Duncan se observa que existe una diferencia significativa entre los tratamientos. Los tratamientos de una misma letra son estadísticamente iguales.

### 5.5.- Mortalidad de larvas a las 120 horas de aplicado el baculovirus.

**CUADRO N° 15.-** Análisis de varianza de la mortalidad de larvas a las 120 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear.

F. de V.	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FACTOR CALCULADO
BLOQUE	3	680	226,67	
TRATAMIENTO	4	2 320	580	4,58 *
ERROR	12	1 520	126,67	
TOTAL	19	4 520		

\* = Significativo. C.V.= 14,43 R<sup>2</sup> = 66,37% X = 78

**CUADRO N° 16.-** Prueba múltiple de Duncan para la mortalidad de larvas a las 120 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear, expresados en porcentaje

TRATAMIENTOS	MORTALIDAD (%)	SIGNIFICANCIA (0,05)
T <sub>1</sub>	95,0	a
T <sub>2</sub>	82,5	ab
T <sub>3</sub>	77,5	bc
T <sub>4</sub>	72,5	bc
T <sub>5</sub>	62,5	c

Al realizar la prueba múltiple de Duncan para la mortalidad de larvas a las 120 horas de aplicado el virus de la poliedrosis nuclear, se observa que existe una significancia entre los tratamientos, donde el T<sub>1</sub> obtuvo un mejor resultado.

### 5.6.- Total Mortalidad de larvas .

CUADRO N° 17.- Análisis de varianza del total de mortalidad de larvas.

F. de V.	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FACTOR CALCULADO
BLOQUE	3	131,20	43,73	87,11 **
TRATAMIENTO	4	5 248	1312	
ERROR	12	180,80	15,06	
TOTAL	19	5 560		

\*\* = Altamente Significativo. C.V.= 5,38%  $R^2 = 96,75\%$  X = 72

CUADRO N° 18.- Prueba múltiple de Duncan para la totalidad de la mortalidad de larvas, expresados en porcentaje.

TRATAMIENTOS	MORTALIDAD (%)	SIGNIFICANCIA (0,05)
T <sub>1</sub>	96,5	a
T <sub>2</sub>	81,5	b
T <sub>3</sub>	70,5	c
T <sub>4</sub>	62,5	d
T <sub>5</sub>	49,0	e

Al realizar la prueba múltiple de Duncan para el total de larvas muertas, se observa que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, donde se puede observar que el T<sub>1</sub> obtuvo mejores resultados con un 96,50% frente al tratamiento 05, que solo alcanzó un 49%.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL RENDIMIENTO.****5.7.- Del número de plantas cosechadas****CUADRO N° 19.- Análisis de varianza para el número de plantas cosechadas.**

<b>F. de V.</b>	<b>GRADO DE LIBERTAD</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>CUADRADO MEDIO</b>	<b>FACTOR CALCULADO</b>
<b>BLOQUE</b>	3	72,90	24,30	2,74 N.S.
<b>TRATAMIENTO</b>	4	60,35	15,08	
<b>ERROR</b>	12	65,90	5,49	
<b>TOTAL</b>	19	199,20		

**N.S = No significativo. C.V.= 7,93% R<sup>2</sup> = 66,89% X = 29,55**

**CUADRO N° 20.- Prueba múltiple de Duncan para la totalidad del número de plantas cosechadas.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>N° PLANTAS A LA COSECHA</b>	<b>SIGNIFICANCIA (0,05)</b>
T <sub>3</sub>	31,00	a
T <sub>4</sub>	30,25	a
T <sub>5</sub>	30,25	a
T <sub>1</sub>	28,75	a
T <sub>2</sub>	27,50	a

Al realizar la prueba múltiple de Duncan para el número total de plantas a la cosecha, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

### 5.8.- Del número total de mazorcas.

CUADRO N° 21.- Análisis de varianza para el número total de mazorcas a la cosecha.

F. de V.	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FACTOR CALCULADO
BLOQUE	3	143,33	47,77	3,09 N.S.
TRATAMIENTO	4	116,35	26,09	
ERROR	12	112,87	9,40	
TOTAL	19	372,55		

N.S = No significativo. C.V.= 11,95%  $R^2 = 69,70\%$   $X = 25,65$

CUADRO N° 22.- Prueba múltiple de Duncan para el número total de mazorcas.

TRATAMIENTOS	N° TOTAL DE MAZORCAS	SIGNIFICANCIA (0,05)
T <sub>3</sub>	27,25	a
T <sub>4</sub>	26,75	a
T <sub>5</sub>	25,25	a
T <sub>2</sub>	24,50	a
T <sub>1</sub>	24,50	a

Al realizar la prueba múltiple de Duncan para el número total de mazorcas, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

### 5.9.- Del rendimiento de grano obtenido en campo.

CUADRO N° 23.- Análisis de varianza para el rendimiento de grano, obtenido en campo.

F. de V.	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FACTOR CALCULADO
BLOQUE	3	3,22	1,07	3,10 N.S.
TRATAMIENTO	4	2,36	0,59	
ERROR	12	2,29	0,19	
TOTAL	19	7,87		

N.S = No significativo. C.V.= 11.35%  $R^2 = 70,90\%$   $X = 3.84$

CUADRO N° 24.- Prueba múltiple de Duncan para el rendimiento de grano en kilogramo por hectárea (Kg/Ha).

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (Kg/Ha).	SIGNIFICANCIA (0,05)
T <sub>3</sub>	3 418	a
T <sub>1</sub>	3 396	a
T <sub>2</sub>	3 368	a
T <sub>5</sub>	3 164	a
T <sub>4</sub>	3 148	a

Al realizar la prueba múltiple de Duncan para el rendimiento de grano en kilogramo por hectárea, se observa que no existe ninguna diferencia significativa entre los tratamientos.

**5.10.- Duración (en días) de cada uno de los estadios larvales del cogollero**

***Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), observados durante el experimento.**

**Cuadro N° 25.- Duración (en días) de los estadios larvales del cogollero**

***Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)**

<b>ESTADIO</b>	<b>DURACIÓN (Días)</b>	<b>T°C (media)</b>	<b>N° LARVAS OBSERV.</b>	<b>TAMAÑO (Promedio)</b>
I	04	27,63	20	5 mm
II	03	27,53	20	9,5 mm
III	04	26,64	20	17 mm
IV	03	26,50	20	22 mm
V	03	26,28	20	30,5 mm
PRE – PUPA	01	27,60	20	20,5 mm
PUPA	06	26,51	20	15,5 mm

## VI. DISCUSIÓN.

### 6.1. De la mortalidad de larvas a las 24 horas de aplicado el VPN.

En el cuadro N° 07 se muestra el análisis de varianza para la mortalidad de las larvas a las 24 horas de aplicado el VPN, donde se encontró una diferencia altamente significativa, esto nos indica que entre los tratamientos comparados existió un comportamiento diferente, obteniéndose un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 85,66%, lo que indica que los datos tomados son confiables.

En el cuadro N° 08 se observa la prueba múltiple de Duncan, donde se obtuvo un porcentaje de mortalidad de 97,50% ( $T_1$ ), superando ampliamente a los demás tratamientos. Estos resultados obtenidos superan a los obtenidos por Valicente y Cruz (1 991), que al aplicar el baculovirus a larvas de 5 a 10 días de edad obtuvieron una mortalidad promedio del 64%. Esto se debió a que se aplicó una solución de baculovirus más concentrado que el utilizado por los autores antes mencionados.

### 6.2. De la mortalidad de larvas a las 48 horas de aplicado el VPN.

El análisis de varianza para la mortalidad de larvas a las 48 horas de aplicado el VPN (Cuadro N° 09), nos muestra una alta significancia, con coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 94,29%, lo cual nos indica que los datos tomados están dentro del rango de aceptación.

Al realizar la prueba múltiple de Duncan, se observa que el T<sub>1</sub> es el que obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad, obteniendo un 100%, este resultado supera ampliamente a los demás tratamientos, ya que el T<sub>5</sub> obtuvo un porcentaje de mortalidad de 42,5%. El resultado obtenido del T<sub>1</sub> supera a los obtenidos por Valicente y Cruz (1 991), el cual obtuvieron una mortalidad de 88% en larvas de 6 días. La razón por la que se logró mejores resultados de mortalidad fue debido a que las aplicaciones se hicieron en las tardes, donde la incidencia solar es menor, además de utilizar una solución de baculovirus más concentrado.

### **6.3. De la mortalidad de larvas a las 72 horas de aplicado el VPN.**

Al realizar el análisis de varianza para la mortalidad de larvas a las 72 horas de aplicado el VPN (cuadro N° 11), se observa una alta significancia, esto nos da a entender que entre los tratamientos observados hubo un margen de mortalidad muy diferenciado. Lo que se puede observar en la prueba múltiple de Duncan (cuadro N° 12), donde el T<sub>1</sub> es estadísticamente diferente a los demás tratamientos. El T<sub>5</sub> es el que obtuvo el menor porcentaje de mortalidad (47,5%), mientras que el T<sub>3</sub> es estadísticamente igual a los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub>, estos resultados encontrados superan ampliamente a los resultados citados en la revisión bibliográfica, debido a que las aplicaciones del virus fueron más concentradas y dirigidas directamente a las plantas en tratamiento.

#### **6.4. De la mortalidad de larvas a las 96 horas de aplicado el VPN.**

En el cuadro N° 13 se muestra el análisis de varianza para la mortalidad de larvas a las 96 horas de aplicado el VPN, donde se observa una diferencia altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 89,39%, lo cual está dentro del rango de confiabilidad.

En el cuadro N° 14 de la prueba múltiple de Duncan, se observa que el porcentaje de mortalidad varía de 97,5% (T<sub>1</sub>) hasta 60% (T<sub>5</sub>), donde el T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> son estadísticamente diferentes entre sí, mientras que el T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> no presentan diferencia estadística.

Estos resultados obtenidos superan en porcentaje de mortalidad a los obtenidos por Rivero (2 000), que alcanzó un porcentaje de mortalidad de 54,5% , debido a que Rivero (2 000) aplicó el Baculovirus en horas del día donde la incidencia solar es mayor, el cual disminuye la efectividad del virus con respecto a la plaga.

#### **6.5. De la mortalidad de larvas a las 120 horas de aplicado el VPN**

Al realizar el análisis de varianza para la mortalidad de larvas a las 120 horas, ilustrado en el cuadro N° 15, se observa una diferencia significativa, donde el T<sub>1</sub> obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad, logrando alcanzar un promedio de 95% (cuadro N° 16) y el T<sub>5</sub> es el que obtuvo el menor porcentaje de mortalidad con un promedio de 62,5%. Se observa además que los tratamientos 1 y 2 se muestran estadísticamente iguales. Se puede notar que cuando transcurre el tiempo la efectividad del baculovirus

es mayor en las larvas de menor edad; por esta razón es que los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$  son estadísticamente iguales pero diferentes a los demás tratamientos.

#### **6.6. Del total de mortalidad de las larvas.**

En el cuadro N° 17, se muestra el análisis de varianza para el total de mortalidad de larvas, donde se observa una alta significancia lo cual nos da a entender que cada uno de los tratamientos muestra una diferencia estadística, lo cual nos confirma al realizar la prueba múltiple de Duncan (cuadro N° 18), donde el  $T_1$  es el que superó a los demás tratamientos, obteniendo un promedio de 96,5% de mortalidad frente al  $T_5$  que solamente obtuvo un 49% de mortalidad. Se observa además que el  $T_2$  y  $T_3$  obtuvieron un porcentaje de mortalidad alto, superando ampliamente a los resultados obtenidos por Rivero (2 000). Esto nos da a entender que el virus actúa en el control de la plaga conforme pasan los días y con una eficacia aceptable.

#### **6.7. Del análisis para las variables del rendimiento.**

##### **6.7.1. Del número de plantas cosechadas.**

En el cuadro N° 19 se muestra el análisis de varianza para la variable del número de plantas cosechadas, donde se observa que no hubo significancia entre los tratamientos, lo que se confirma al realizar la prueba múltiple de Duncan (cuadro N° 20) donde los tratamientos son estadísticamente iguales (unidos con la misma

letra), obteniendo así que el T<sub>3</sub> es el que presentó el mayor número de plantas cosechadas y el T<sub>2</sub> es el que logró el menor número de plantas a la cosecha, con un promedio de 31 y 27,50 respectivamente.

#### **6.7.2. Del número total de mazorcas.**

Al realizar el análisis de varianza, ilustrado en el cuadro N° 21; del número total de mazorcas obtenidas a la cosecha, se observa que no hubo significancia, lo cual nos da a entender que los tratamientos estudiados tuvieron un comportamiento similar estadísticamente hablando. Esto se confirma con la prueba múltiple de Duncan (cuadro N° 22), donde se muestra que el T<sub>3</sub> es el que alcanzó el mayor promedio con 27,25 mazorcas; el T<sub>2</sub> es el de menor promedio de mazorcas que solo alcanzo 24,50.

Al comparar el número total de mazorcas versus el número de plantas cosechadas, se observa que guardan una estrecha relación, debido a que en ambas variables analizadas el T<sub>3</sub> y el T<sub>2</sub> fueron los que obtuvieron el mayor y menor promedio respectivamente, lo cual difiere con los resultados obtenidos para el control del cogollero, es decir que los tratamientos que tuvieron el mejor control de la plaga debieron de obtener los más altos rendimientos, esta variación se debió a que en la época de realizarse el experimento las condiciones climáticas fueron adversas para el normal desarrollo de la planta.

### **6.7.3. Del rendimiento en grano (Kg/Ha.)**

En el cuadro N° 23 del análisis de varianza para la variable del rendimiento en grano, resultó ser no significativo, lo cual evidencia que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.

En el cuadro N° 24, la prueba múltiple de Duncan muestra que el T<sub>3</sub> es el que obtuvo el mayor promedio de rendimiento (3 418 Kg/Ha), donde se observa además que el T<sub>4</sub> es el que obtuvo el menor promedio de rendimiento (3 148 Kg/Ha.).

Estos resultados obtenidos no guardan una relación directa con los resultados obtenidos para la mortalidad de larvas donde el T<sub>1</sub> es el que obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad, y por ende debería obtener el mejor rendimiento. Esta contradicción fue causada por el mal tiempo climático que se presentó durante el desarrollo del cultivo, donde las precipitaciones fueron constantes y acompañados de corrientes de viento muy fuertes.

Además de alterar los resultados, se obtuvo un bajo promedio de rendimiento con respecto al potencial del maíz M – 28 – T, que es de hasta 8 000 Kg./Ha. (INIPA 1 984).

## **VII. CONCLUSIONES.**

- 7.1** El tratamiento 01 (aplicación de baculovirus al primer estadio larval) es el que obtuvo el mejor promedio con respecto al porcentaje de mortalidad, llegando a alcanzar un 96,50%.
- 7.2.** El tratamiento 05 (aplicación de baculovirus al quinto estadio larval) es el que obtuvo el menor porcentaje de mortalidad (49,00%), debido a que la plaga se hace más resistente conforme va adquiriendo más edad.
- 7.3.** El rango óptimo para la aplicación del baculovirus con respecto a la edad de las larvas esta comprendida hasta aquellas que bordean el tercer estadio. (hasta los 11 días o hasta los 2cm de longitud.)
- 7.4.** El baculovirus actúa en todos los estadios larvales del cogollero, pero se nota una disminución en la severidad conforme aumenta la edad de la plaga.
- 7.5.** Los bajos rendimientos de maíz en grano obtenidos en la ejecución del experimento se debieron al mal tiempo climático que predominó en la zona durante la ejecución del experimento y con mayor incidencia en la época de llenado del grano.
- 7.6.** El baculovirus no produce ningún efecto sobre los controladores naturales, debido a que se observó a éstos después de realizadas las aplicaciones.

## VIII. RECOMENDACIONES.

- 8.1. Realizar las aplicaciones del baculovirus a una dosis óptima de 100 g/ha a las larvas que están comprendidas entre el primero y los once días de edad o hasta que estas alcancen los 2cm de longitud. (hasta el 3<sup>er</sup> estadio larval), intervalo en donde se observó el mayor porcentaje de mortalidad.
- 8.2. Para obtener una mejor eficacia en el control de la plaga, se debe realizar un muestreo a los campos de maíz, y hacer la aplicación cuando se observan raspaduras en las hojas, ocasionadas por el cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith).
- 8.3. Realizar las aplicaciones del baculovirus hasta en dos oportunidades durante el ciclo del cultivo, para de esta forma obtener un control mucho más efectivo de la plaga, ya que este producto es económico y no altera el medio ambiente.
- 8.4. El baculovirus por ser un producto muy susceptible a los rayos ultravioleta, se recomienda realizar las aplicaciones en horas de la tarde, donde la radiación solar es menor, y mezclar a éste con agua limpia de pH neutro.
- 8.5. Se recomienda trabajos de investigación que se puedan realizar con el uso del baculovirus, ya sea en la aplicación de otras plagas potenciales, en las horas de aplicación, etc.

## IX. RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se ejecutó entre los meses de Enero a Mayo del 2 001. Con la finalidad de encontrar la edad límite para aplicación de baculovirus a las larvas y el efecto que tiene sobre todos los estadios larvales del cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) en el cultivo del Maíz, La fase de Campo se desarrolló en el ámbito de la E.E. "El Porvenir" en el distrito de Juan Guerra, Provincia, Departamento y Región de San Martín, comprendido entre la latitud sur 6° 35', longitud oeste 76° 19' y a una altitud de 232 m.s.n.m.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques completamente randomizado (BCR) con 04 repeticiones y 05 tratamientos.

Se recolectaron larvas de cogollero en los campos de cultivo de maíz de la E.E. "El Porvenir", que luego fueron llevados al laboratorio de Entomología de la FCA – UNSM para la crianza masal, para de esta manera uniformizar las edades de las larvas a estudiar.

Las infestaciones se realizaron a partir de los 30 días después de la siembra. Las aplicaciones del baculovirus se realizaron a las 24 horas después de cada infestación. La dosis aplicada fue de 100g/ha.

Los resultados de mortalidad de larvas obtenidas después de realizadas las evaluaciones fueron  $T_1 = 96,50\%$ ;  $T_2 = 81,50\%$ ;  $T_3 = 69,00\%$ ;  $T_4 = 62,50\%$  y  $T_5 =$

49,00%; donde se puede mencionar que la edad límite para aplicación del baculovirus esta comprendida hasta el tercer estadio larval (20mm de longitud ó 11 días de edad), además de actuar con gran eficacia en todos los estadios larvales.

## X. SUMMARY.

The current research was carried out between the months of January to May of 2001, in order to find the limit age for the application of the baculovirus to larvae and the effects that it has on the larvae stages of the "Fall army worm" (*Spodoptera frugiperda* J. E Smith) in the cropping of corn. The field work phase was developed in the installations of the "El Porvenir" Experimental Center in the district of Juan Guerra, in the Province, Department and Region of San Martín, located between latitude south 6° 35', longitude west 76° 19' and an altitude of 232 m. a. s. l.

The experimental design used was the full random blocks (FRB) with 04 repetitions and 05 treatments.

There were recollected larvae of "fall army worm" in the corn fields of the "El Porvenir" Experimental Center, and then the larvae were brought to the U.N.S.M laboratory of Entomology for the mass breeding, so in that way uniform the ages among the larvae subject of study.

The infestations were done since 30 days after the sowing. the baculovirus applications were done 24 hours after each infestation . The dose applied was 100 g/ha.

The results of larvae mortality achieved after evaluations were carried out were:  $T_1 = 96,50\%$ ;  $T_2 = 81,50\%$ ;  $T_3 = 69,00\%$ ;  $T_4 = 62,50\%$  y  $T_5 = 49,00\%$ ; where it can be mentioned that the limit age for the application of the baculovirus is comprised until the third larval stage (20 mm long or 11 days of age), apart from working with a great efficiency at totality of the larval stages.

**XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

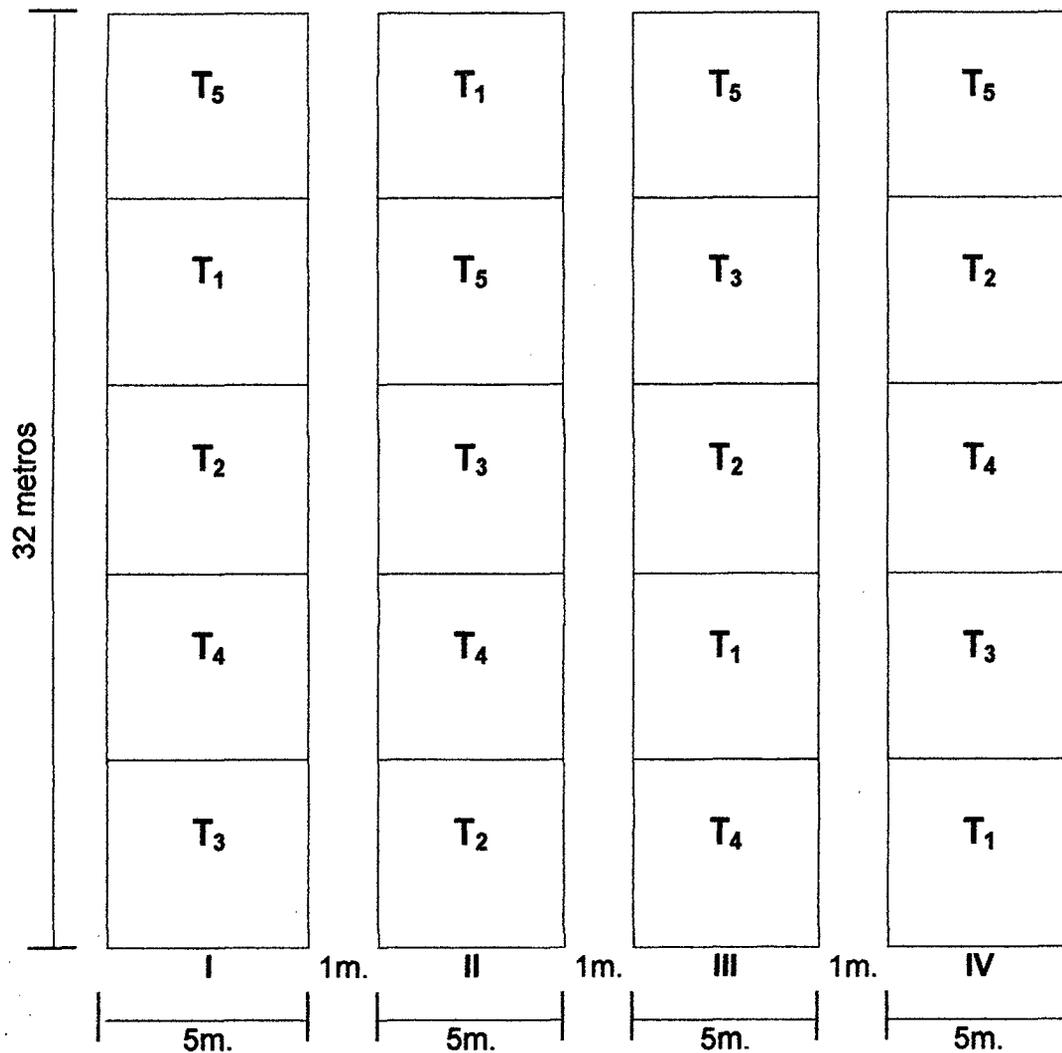
- 11.1 ALVES, S. B. (1 996). "Virus Entomopatogénicos, control microbiano de insectos". Edit. Manole – Sao Paolo – Brasil.
- 11.2 CISNEROS, B. F. (1 995). "Control de Plagas Agrícolas". AGSIS Electronics – Lima – Perú, Pág. 102 – 104.
- 11.3 CRUZ, FIGUEREIDO y MATOSO (1 991). "Controle Biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o Parasitóide de ovos *Trichogramma*", EMBRAPA - Sete Lagoas, MG – Brasil. Pág.. 6 – 8.
- 11.4 ENTWISTLE, P. L. (1 983). "Virus Para el Control de Insectos Plagas", Editorial Span. Vol 26, Pág.. 59 – 62.
- 11.5 HOLDRIDGE, L.R. (1 975). "Ecología Basada en las Zonas de Vida", San José – Costa Rica, IICA 250 pp.
- 11.6 INFOAGRO. (2 001). "Agricultura ecológica" [www.infoagro.com/agricultura-ecol...snaturals3.asp](http://www.infoagro.com/agricultura-ecol...snaturals3.asp). traslate Buenos Aires – Argentina.
- 11.7 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA, INIA (1 995). "Manejo del Cultivo del Maíz Amarillo Duro", E.E. El Porvenir, Juan Guerra – San Martín – Perú.

- 11.8** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN AGROPECUARIA, INIPA Y OTROS (1 984). "Plagas del Maíz y sus enemigos naturales", Manual técnico, sector agrario N° 4, Lima – Perú.
- 11.9** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN AGROPECUARIA (1 984). "Mejoramiento Genético", Programa Nacional de Maíz, Edic. INIA, Lima – Perú, 76 Pág..
- 11.10** MINISTERIO DE AGRICULTURA. (1 982). "Estudio Detallado de Suelos", E.E. El Porvenir, Zona Agraria IX, Lima – Perú, 62 pp.
- 11.11** RIBEIRO – CAMARAO, T. (1 995). "Importancia de Variabilidad Genética de Baculovirus en el Control Biológico de Plagas de Interés Económico", Soc. Entomológica de Brasil – Campinas, Pág.. 141 – 142.
- 11.12** RIVERO, M (2 000). "Efecto Letal de 4 Concentraciones de Baculovirus Sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith en Maíz Amarillo Duro, Variedad M – 28 – T" Tesis de Ingeniero Agrónomo, UNSM – FCA, Tarapoto-Perú, 44 pp.
- 11.13** ROJAS, M. (1 991). "Métodos Estadísticos Para la Investigación", UNSM – Fac. Agronomía, Tarapoto – Perú. Pág. 79.

- 11.14 SÁNCHEZ, M.** (1 999), "Crianza del Cogollero del Maíz en laboratorio", Informe de Prácticas Pre Profesionales, UNSM – FCA, Tarapoto – Perú, Pág.. 24.
- 11.15 SARMIENTO, J. y J, CASTILLO.** (1 992). "Control de Plagas y Enfermedades del Maíz Amarillo Duro en la Costa Central", Proyecto TTA – INIA, Lima – Perú, Pág.. 7 – 9.
- 11.16 VALICENTE y CRUZ, I.** (1 991), "Controle Biológico da Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com baculovirus" Sete Lagoas – EMBRAPA – Brasil, 23 pp.

## ANEXOS.

FIG. N° 01.- Croquis del campo experimental

**LEYENDA:**

T<sub>1</sub> = Aplicación del baculovirus al 1<sup>er</sup> estadio larval.

T<sub>2</sub> = Aplicación del baculovirus al 2<sup>do</sup> estadio larval.

T<sub>3</sub> = Aplicación del baculovirus al 3<sup>er</sup> estadio larval.

T<sub>4</sub> = Aplicación del baculovirus al 4<sup>to</sup> estadio larval.

T<sub>5</sub> = Aplicación del baculovirus al 5<sup>to</sup> estadio larval.

**ANEXO N° 02.- Costo de producción de Maíz/ha. (Con aplicación de baculovirus).**

CULTIVO : Maíz  
 VARIEDAD : M – 28 – T  
 DENSIDAD DE SIEMBRA : 0,80m X 0,50m.

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO S/.	SUB TOTAL S/.	TOTAL S/.
<b>I COSTOS DIRECTOS</b>					<b>1 137,50</b>
<b>a. Preparación de terreno</b>					<b>280,00</b>
- Arado y rastra.	H/M	4	70,00	280,00	
<b>b. Siembra.</b>					<b>130,00</b>
- Semilla	Kg.	25	2,00	50,00	
- Siembra.	Jornal.	8	10,00	80,00	
<b>c. Conducción del Cultivo</b>					<b>212,00</b>
- Deshierbo.	Jornal	8	10,00	80,00	
- Desahije.	Jornal	3	10,00	30,00	
- Herbicida. (Hedonal)	Litro	2	30,00	60,00	
- Baculovirus	Kg.	0,10	120,00	12,00	
- Aplicación.	jornal	3	10,00	30,00	
<b>d. Labores de Cosecha</b>					<b>515,50</b>
- Cosecha.	Jornal	20	10,00	200,00	
- Sacos.	Unidad	55/2	1,00	27,50	
- Empaque.	Jornal	2	10,00	20,00	
- Rafia.	Unidad	3	1,00	3,00	
- Transporte almacén.	Jornal	3	10,00	30,00	
- Leyes sociales.	%	50 M.O		235,00	
<b>SUB TOTAL C.D.</b>					<b>1 137,50</b>
<b>II COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>125,12</b>
- Gastos Administrativos	%	8 C.D.			91,00
- Gastos Financieros.	%	3 C.D.			34,12
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>1 262,62</b>
<b>Análisis Económico:</b>					
- Rendimiento	Kg/ha	3 298,80			
- Precio Kg.	S/.		0,50		
- Valor Bruto de Producción	S/.				1 649,40
- Costo de Producción	S/.				1 262,62
- Valor neto de la producción	S/.				386,78

**ANEXO N° 03.-** Datos climáticos durante la ejecución del experimento.

MESES	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)	HUMEDAD RELATIVA (%)
	MAXIMA	MÍNIMA	MEDIA		
FEBRERO	32,85	21,51	27,18	126,40	74,70
MARZO	32,03	21,36	26,70	109,60	82,40
ABRIL	31,66	21,45	26,56	227,00	85,20
MAYO	31,78	21,58	26,68	142,90	85,60
<b>TOTAL</b>				<b>605,90</b>	
<b>X MENSUAL</b>	<b>32,08</b>	<b>21,48</b>	<b>26,78</b>		<b>81,98</b>

**Fuente:** Estación MAP. "El Porvenir" – Juan Guerra – San Martín.

