

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS RECOMENDADA DE *Emamectin benzoato* PARA CONTROLAR EL DAÑO DEL GUSANO EJÉRCITO (*Spodoptera eridania* Cramer), EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. JAIME DAVID LAQUI ESTAÑA**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

TACNA - PERÚ

2013

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS RECOMENDADA DE *Emamectin benzoato* PARA CONTROLAR EL DAÑO DEL GUSANO EJÉRCITO (*Spodoptera eridania* Cramer), EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)**

TESIS SUSTENTADO Y APROBADO EL 05 DE ABRIL DEL 2013,  
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Presidente	 ..... MSc. Magno Santos Robles Tello
Secretario	 ..... Mgr. Virgilio Simón Vildoso Gonzáles
Vocal	 ..... Ing. Rodi David Alférez Garcia
Asesor	 ..... MSc. Julián Enrique Deza Quiñones

## **DEDICATORIA**

*A mi familia, porque gracias a su apoyo pude concluir mi carrera.*

*A mis padres Gregoria y Demetrio, por dejarme elegir mi camino, cuidarme, y darme su apoyo incondicional en todo momento.*

*A mis hermanos Jorge y Karina, por estar siempre conmigo, acompañándome y dándome mensajes de aliento.*

*A mi tío Jorge y mi tía Jenny, y a todos mis tíos por estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre.*

*A todos mis familiares y amigos que de una u otra manera me han llenado de sabiduría para terminar mi carrera profesional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Le agradezco a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.*

*Al equipo humano que conforma El Centro Experimental Agrícola CEA III, por su disposición y apoyo constante durante la ejecución de la investigación.*

*A mi asesor al Msc. Julián Enrique Deza Quiñones y Msc. Arístides Choquehuanca Tintaya, por sus consejos y sugerencias las cuales facilitaron la concretización de mi tesis.*

*A los docentes jurados, Msc. Magno Robles Tello, Mgr. Virgilio Simón Vildoso Gonzáles y Msc. Rodi Alférez García, por sus valiosos aportes en el desarrollo de esta investigación.*

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLAGA EN ESTUDIO	12
1.2. DESCRIPCIÓN DEL INSECTICIDA	19
1.3. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO	25
1.4. CARACTERÍSTICAS DEL TOMATE HÍBRIDO RÍO GRANDE	37
1.5. ANTECEDENTE	38
II. MATERIALES Y MÉTODOS	41
2.1. MATERIALES	41
2.1.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	41
2.1.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL	41
2.1.3. DATOS METEOROLÓGICOS	42
2.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	43
2.1.5. MATERIALES EN ESTUDIO	47
2.1.6. TRATAMIENTOS	47

2.1.7.	VARIABLES DE RESPUESTA	48
2.1.8.	DISEÑO EXPERIMENTAL	50
2.1.9.	CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL	51
2.1.10.	CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	52
2.1.11.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	53
2.2.	METODOLOGÍA	54
2.2.1.	CONDUCCIÓN DEL CULTIVO	54
2.2.1.1.	Preparación del suelo	54
2.2.1.2.	Siembra en bandejas germinativas	54
2.2.1.3.	Trasplante	55
2.2.1.4.	Riego	56
2.2.1.5.	Fertilización	56
2.2.1.6.	Control de plagas y enfermedades	57
2.2.1.7.	Control de malezas	59
2.2.1.8.	Cosecha	59
2.2.2.	METODOLOGÍA DEL CONTROL QUÍMICO DE LA PLAGA	60
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
	CONCLUSIONES	
	RECOMENDACIONES	

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1 Temperaturas óptimas del cultivo de tomate	29
Cuadro 2 Datos meteorológicos del lugar del experimento de octubre del 2011 a febrero del 2012	42
Cuadro 3 Características físico-químico del suelo experimental	46
Cuadro 4 Niveles de PROCLAIM® 5 S	47
Cuadro 5 Análisis de varianza de incidencia de plaga por unidad experimental	61
Cuadro 6 Prueba de Duncan de incidencia de plaga	62
Cuadro 7 Análisis de varianza de regresión de incidencia de plaga por unidad experimental	62
Cuadro 8 Análisis de varianza de número de posturas por hoja	65
Cuadro 9 Análisis de varianza de regresión de número de posturas por hoja	66
Cuadro 10 Análisis de varianza de número de larvas por hoja	68
Cuadro 11 Prueba de Duncan de número de larvas por hoja	69

Cuadro 12	Análisis de varianza de regresión de número de larvas por hoja	69
Cuadro 13	Análisis de varianza de porcentaje de frutos perforados	72
Cuadro 14	Análisis de varianza de regresión de porcentaje de frutos perforados	73
Cuadro 15	Análisis de varianza de número de larvas por fruto	76
Cuadro 16	Prueba de Duncan de número de larvas por fruto	77
Cuadro 17	Análisis de varianza de regresión de número de larvas por fruto	77
Cuadro 18	Análisis de varianza del rendimiento (t/ha)	79
Cuadro 19	Análisis de varianza de regresión del rendimiento (t/ha)	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Croquis del campo experimental	52
Figura 2 Regresión lineal simple dosis de <i>Emamectin benzoato</i> /incidencia de plaga en el cultivo de tomate	63
Figura 3 Regresión lineal simple dosis de <i>Emamectin benzoato</i> /número de posturas por hoja en el cultivo de tomate	67
Figura 4 Regresión lineal simple dosis de <i>Emamectin benzoato</i> /número de larvas por hoja en el cultivo de tomate	70
Figura 5 Regresión lineal simple dosis de <i>Emamectin benzoato</i> /porcentaje de frutos perforados en el cultivo de tomate	74
Figura 6 Regresión lineal simple dosis de <i>Emamectin benzoato</i> /número de larvas por fruto en el cultivo de tomate	78

Figura 7 Regresión lineal simple dosis de *Emamectin benzoato*/rendimiento en el cultivo de tomate

80

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1 Análisis físico-químico del campo experimental
- Anexo 2 Fechas de aplicación de los tratamientos
- Anexo 3 Datos obtenidos de las unidades experimentales  
Promedio de incidencia de plaga (%)
- Anexo 4 Datos obtenidos de las unidades experimentales  
Promedio número de posturas por hoja
- Anexo 5 Datos obtenidos de las unidades experimentales  
Promedio número de larvas por hoja
- Anexo 6 Datos obtenidos de las unidades experimentales  
Promedio de porcentaje de frutos perforados
- Anexo 7 Datos obtenidos de las unidades experimentales  
Promedio de número de larvas por fruto
- Anexo 8 Datos obtenidos de las unidades experimentales  
Promedio de rendimiento (t/ha)
- Anexo 9 Costo de producción tomate (ha)

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en el C.E.A. III “Fundo los Pichones”, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna.

El material experimental empleado fue el tomate híbrido Río Grande; y la plaga en estudio fue (*Spodoptera eridania* Cramer), sometido a dosis de *Emamectin benzoato*.

El diseño estadístico fue el de bloques completos aleatorios con 5 tratamientos los cuales fueron  $T_1 = 100$  g/ha,  $T_2 = 150$  g/ha,  $T_3 = 200$  g/ha,  $T_4 = 250$  g/ha,  $T_5 = 300$  g/ha y 4 repeticiones. El experimento se inició en el mes de septiembre del 2011 y concluyó en febrero del 2012. Las variables de respuesta principales fueron el % de incidencia por unidad experimental en donde los tratamientos  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  y  $T_5$  usadas en el presente ensayo, dieron buen resultado para controlar el gusano ejército del tomate. Sin embargo desde el punto de vista de residualidad y económico el tratamiento  $T_2$  (150 g/ha) es el tratamiento que mejor comportamiento obtuvo ya que presentó 4,165% de incidencia de plaga.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es uno de los más importantes y representativos de la horticultura nacional, debido a la gran superficie en producción que alcanzó 5 922 hectáreas, un rendimiento de 37,22 toneladas por hectárea, y una producción de 220 435 toneladas. Además el tomate es uno de los productos frescos de mayor consumo per cápita con 6,10 kg hab<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para el año 2009 (FAO, 2010).

Uno de los problemas más frecuentes a la cual el productor se enfrenta, es el de las plagas que presentan ciclos de vida muy cortos y alta tasa de multiplicación, a lo cual se le suma la capacidad de producir un daño económico grande que nos obliga a estar atentos, ejecutando todas las medidas de manejo integrado de control de plagas para obtener un producto de calidad y con buenas prácticas agrícolas.

Dentro de las plagas más importantes del cultivo de tomate se encuentra el “Gusano Ejército” o “Prodenia” (*Spodoptera eridania* Cramer), un lepidóptero de la familia noctuidae que tiene un ciclo de vida con cuatro estadios de desarrollo.

## 1.1 OBJETIVO

Determinar una dosis recomendada de aplicación de *Emamectin benzoato* (PROCLAIM® 05 SG), para controlar el daño del gusano ejército (*Spodoptera eridania* Cramer), en el C.E.A. III “Fundo los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna.

## 1.2 HIPÓTESIS

Existe una dosis de aplicación apropiada de *Emamectin benzoato* (PROCLAIM® 05 SG), que controla el daño ocasionado por (*Spodoptera eridania* Cramer), en el C.E.A. III “Fundo los pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna.

# I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLAGA EN ESTUDIO

### 1.1.1 ASPECTOS GENERALES DE LA PLAGA

Los Noctuidae constituyen la familia del orden Lepidóptera que mayor daño causa a muchos cultivos. Y dentro de esta familia, el género *Spodoptera* agrupa a numerosas especies plaga que están distribuidas en todo el mundo afectando a diversos cultivos. (Sánchez, Vergara, 1990).

EL gusano ejército o gusano prodenia es una de las plagas principales de la familia Noctuidae que ocasiona daños al cultivo del tomate, la cual se distribuye ampliamente en América Central, América del Sur y el Caribe. (Dos Santos; *et al.*, 2005). Comúnmente se le conoce también como gusano ejército, la cual está ampliamente distribuida e infesta diversos cultivos. (Capinera; Valles, 1993).

### 1.1.2 UBICACIÓN SISTEMÁTICA

El “Gusano Ejército” o “Prodenia” presenta la siguiente clasificación taxonómica. (Saunders, King; Vargas, 1983).

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Sub-phylum: Mandibulata

Clase: (Hexápoda) Insecta

Orden: Lepidóptera

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *eridania*

Nombre científico: *Spodoptera eridania* (Cramer)

Nombre común: “Gusano ejército” o  
“Prodenia”

### 1.1.3 IMPORTANCIA

El género *Spodoptera*, está compuesto por treinta especies de distribución Cosmopolita, encontradas con mayor frecuencia en localidades de climas más calientes. En la cual quince especies son plagas agrícolas, presentando alto grado de polifitofagia, alimentándose de importantes cultivos. (Zenker *et al.*, 2007).

*Spodoptera eridania* (Cramer) es un Noctuido polífago considerado plaga potencial en cultivos de tomate, papa y camote en la costa central del Perú. (Redolfi; Marin, 1992).

El gusano ejército (*Spodoptera eridania* Cramer), es una especie polífaga, considerada como una de las plagas de mayor importancia económica porque afecta a diversos cultivos y además por su ciclo de vida muy corto y su alta tasa de multiplicación. Esta plaga se alimenta del follaje de soja, maíz, camote, algodón, papa, tomate, así como en “yuyo” (*Amaranthus dubius* Mart., Amaranthaceae) y “verdolaga” (*Portulaca oleracea* L., Portulacaceae), entre otros y se ha informado que las dos últimas especies de malezas, constituyen la fuente primaria de infestación. (Sánchez; Vergara, 1997).

*Spodoptera eridania* (Cramer) es una especie, polífaga con un gran número de hospederos como soja, maíz, algodón, tabaco y tomate (Valverde, 2007), o cultivos como soja, maíz, batata, tomate (Zenker *et al.*, 2007) o tomate, camote, remolacha, leguminosas, maíz, hortalizas, algodón. (Saunders, Coto; King, 1998).

#### **1.1.4 DISTRIBUCIÓN**

El gusano ejército es una especie nativa de los trópicos americanos, se reproducen ampliamente en América central, América del sur y el Caribe. En los Estados Unidos se encuentra principalmente en los estados del sureste; su área de distribución se extiende hasta el oeste de Kansas y Nuevo México. (Belda *et al.*, 1994) y (Saunders, Coto; King, 1998).

Es importante destacar que en Brasil se la considera actualmente una plaga en amplia expansión en cultivos de algodón y soja. (Dos Santos *et al.*, 2005).

En América del sur en las campañas agrícolas 2005 y 2006 se encontraron fuertes infestaciones de larvas de *Spodoptera eridania* o

“oruga militar del sur” atacando y barrenando plantaciones de soja en la provincia de Tucumán y Argentina. (Valverde, 2007).

En el Perú, la plaga más frecuente en los valles de la costa donde se cultiva espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es el género *Spodoptera*, que en ocasiones puede causar severos daños al área foliar si no se toman medidas de control en forma adecuada y oportuna. (Casana; Vergara, 2006).

#### **1.1.5 DAÑOS OCASIONADOS**

Esta especie ataca al tomate y muestra gran agresividad en este cultivo hortícola, siendo temida por los agricultores debido a que produce, en la primera etapa del desarrollo del cultivo, muerte de plantas tiernas cortándolas a la altura del cuello de la raíz y fuerte defoliación y, en la fase final, una fuerte perforación y pudrición de frutos. (Sánchez; Vergara, 1997).

Las larvas de *Spodoptera* (*Prodenia*) *eridania* (Cramer) cuando atacan a las plantas de tomate pueden presentarse como cortadoras de plantas tiernas, como masticadoras del follaje de plantas medianas, y como perforadores de frutos en plantas mayores. (Cisneros, 1995).

### **1.1.6 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

#### **A. Huevo**

La forma de los huevos es como una esfera achatada con estructura esculpida en corion con una medida de 0.45 mm de diámetro y 0.35 mm de altura. Recién ovipositado es de color verde claro y próximo a la eclosión se torna de color negro debido al desarrollo de la cápsula cefálica de la nueva larva. La hembra coloca los huevos en masas entre 100 a 200, y lo cubren con sus escamas del abdomen, la duración de la fase de huevo es de 4 a 6 días. (Flores *et al.*, 2005; Valverde, 2007).

#### **B. Larva**

La larva pasa por seis estadios, de 35-40 mm de largo cuando está madura; negra oscura aterciopelada, con rayas amarillas laterales cuando está pequeña; cuando está más vieja es pardo-gris con dos líneas paralelas dorsales de manchas triangulares negras, a veces pobremente definidas, también tiene líneas subdorsales rojizas. Se puede distinguir por una línea subspiracular prominente que está quebrada por manchas oscuras, a veces tiene una mancha difusa en el primer segmento abdominal inmediatamente detrás del último par de patas verdaderas. La

cabeza es amarillo pardo. Las larvas son gregarias durante los dos primeros estadios, se dispersan durante el tercero; generalmente se esconden en el rastrojo o en el follaje durante el día y se alimentan durante la noche; empupan en el suelo. La duración de la etapa larval es normalmente de 14 a 20 días. (Saunders, Coto; King, 1998) y (Martínez *et al.*, 2006).

### **C. Pupa**

Es de tipo obteta o momificada, de color marrón a café brillante, tornándose marrón oscuro o negruzco antes de la emergencia de los adultos. Se ubica en el suelo en una celda de tierra débil de 19 a 20 mm de longitud. La pupa mide de 25 a 35 mm de longitud. La duración de la etapa de pupa es de 9 a 12 días. (Valverde; Sarmiento, 1986).

### **D. Adulto**

Presenta una expansión alar que varía de 33 a 38 mm. El cuerpo es de color pardo claro, grueso y cubierto de finos pelos. Se observa dimorfismo sexual, así los machos son más pequeños y las alas anteriores son de color gris pajizo con una mancha negra central o en forma de una barra con orientación al margen externo. Las hembras

tienen las alas anteriores de color marrón claro, jaspeado y con manchas negras. Las alas posteriores son blancas. Los adultos son de actividad nocturna. Las hembras ovipositan en masas de huevos sobre los tallos y hojas, cubierto con pelos y escamas de color pajizo. Las mariposas prefieren ovipositar en las hojas con menor daño ocasionado por las larvas de su misma especie. (García, 1986; Valverde; Sarmiento, 1986; Sánchez, Vergara, 1990; Alonso, 1991).

## **1.2 DESCRIPCIÓN DEL INSECTICIDA**

### **1.2.1 ASPECTOS GENERALES DEL INSECTICIDA**

El insecticida *Emamectin benzoato* (PROCLAIM® 05 SG) tiene su acción principal por ingestión y también tiene efecto de contacto con el gusano. El cual penetra a la cutícula de la planta formando un reservorio que permite controlar a las larvas que se alimentan de la planta. Poco tiempo después de la exposición e ingestión de este producto, las larvas dejan de alimentarse y quedan paralizadas irreversiblemente. La mortandad máxima se obtiene de 3 a 4 días después. La parálisis del insecto es inmediata y el daño a la planta se detiene, ya que la plaga deja de alimentarse después de ingerir el producto. (<http://www.syngenta.com>).

### 1.2.2 GRUPO QUÍMICO DEL INSECTICIDA

El insecticida *Emamectin benzoato* (PROCLAIM® 05 SG) pertenece al grupo químico de las Lactonas Macrocíclicas son productos derivados de la fermentación de un microorganismo perteneciente al género de los *Streptomyces* e incluyen a dos familias análogas estructuralmente entre sí, las avermectinas y las milbemicinas. A pesar de que el origen de ambas familias es la misma, estas dos subclases difieren en distintos radicales presentes en los carbonos 13, 22, 23 y 25. (Barragry, 1987).

Las cepas de *Streptomyces spp.* que producen a las lactonas tipo milbemicinas se encuentran comúnmente en las muestras de suelo, sin embargo, las de *Streptomyces avermitilis*, productoras de las lactonas tipo avermectinas, son raras. De hecho, sólo dos colecciones individuales se han reportado de ésta y fue la primera la que originó los 8 tipos de avermectinas que, a través de sus múltiples cultivos, lograron dar origen a la IVM y a las otras avermectinas comerciales. De las avermectinas, las más utilizadas comercialmente son la ivermectina, abamectina, doramectina, espiromectina y selamectina. Mientras que de las milbemicinas, las utilizadas comercialmente son la milbemicina, oxima y la moxidectina. (Barragry, 1987).

La estructura química básica de las avermectinas es la de una lactona macrocíclica con dos azúcares adheridos. Tal como se dijo anteriormente las avermectinas se obtienen a partir de la fermentación de un microorganismo presente en el suelo, llamado *Streptomyces avermitilis* del cual se obtuvo 8 avermectinas A<sub>1a</sub>, A<sub>1b</sub>, A<sub>2a</sub>, A<sub>2b</sub>, B<sub>1a</sub>, B<sub>1b</sub>, B<sub>2a</sub> y B<sub>2b</sub>. Cada una con diferencias estructurales entre cada componente. Así, el componente A posee un grupo methoxylo en el C-5, mientras que el B un grupo hidroxilo; El componente 1 tienen una unión doble entre el C-22 y 23, mientras que el 2 una unión simple con un grupo hidroxilo en el C-23; por último el componente a tiene un grupo butilo secundario en el C-25, mientras que el b una molécula isopropílica. Además se dice que la variante a sería el homólogo mayor de la variante b por lo que tendría una mayor potencia, sin embargo cabe destacar que la separación entre los componente a y b en la fermentación a gran escala es impracticable e innecesaria pues ambos tendrían actividades virtualmente idénticas, por lo que en la literatura las avermectinas son referidas comúnmente como A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>. (Barragry, 1987).

De las 8 avermectinas naturales producidas por *Streptomyces avermitilis*, sólo el A<sub>2a</sub>, B<sub>1a</sub> y B<sub>2a</sub> son producidas en gran proporción durante la fermentación, transformándose en candidatos deseables para su posterior desarrollo. El homólogo B<sub>1</sub> fue el que demostró poseer la

mayor potencia y el mayor espectro de acción contra nematodos, seguida del homólogo B<sub>2</sub>, sin embargo este último demostró ser el más seguro de utilizar. Así, el derivado semi sintético más interesante en este contexto es el 22,23 - dihydroavermectina B<sub>1</sub>, o IVM la que contiene a lo menos un 80% de 22,23 - dihydroavermectina B<sub>1a</sub> y un poco más de un 20 % del homólogo B<sub>1b</sub>. (Barragry, 1987).

### **1.2.3 INGREDIENTE ACTIVO DEL INSECTICIDA**

PROCLAIM® 5 SG es un insecticida a base de *Emamectin benzoato*, es un insecticida tanto estomacal como de contacto, usado principalmente para control de orugas a dosis de 0,0075 a 0,015 kg de ingrediente activo por hectárea o es decir 150 a 300 g/ha. Poco después de ser expuestas al producto, las larvas dejan de alimentarse y quedan irreversiblemente paralizadas, y mueren en 3 - 4 días. (Ware y Whitacre, 2004).

## 1.2.4 DESCRIPCIÓN DEL INSECTICIDA PROCLAIM® 5 SG

### 1.2.4.1 Características

Las características principales del insecticida PROCLAIM® 5 SG son: (<http://www.syngenta.com>).

- Grupo químico: Lactonas macrocíclicas
- Nombre técnico: *Emamectin benzoato*, 50 g de i.a. por kilo de producto formulado.
- Nombre comercial: PROCLAIM® 5 SG
- Formula empírica: El producto es una mezcla de B<sub>1a</sub> y B<sub>1b</sub>.
  - B<sub>1a</sub>: C<sub>56</sub> H<sub>81</sub>NO<sub>15</sub> / B<sub>1b</sub>: C<sub>55</sub> H<sub>79</sub> NO<sub>15</sub>
- Peso molecular: B<sub>1a</sub>: 1008.3g/mol / B<sub>1b</sub>: 994.2 g/mol
- pH: 6,1
- Aspecto: Gránulos de color blanco ha tostado.
- Inflamabilidad: No es inflamable.
- Explosividad: No es explosivo.
- Corrosividad: No es corrosivo.
- Presentaciones: 100 gramos.
- Toxicología: Categoría III ligeramente peligroso.

#### **1.2.4.2 Propiedades Biológicas**

##### **A. Mecanismo de acción**

*Emamectin benzoato* se fija a receptores específicos en el sistema nervioso del organismo objetivo. Así, el grado de especificidad para las plagas objetivo se confiere a través de la posesión de receptores de alta afinidad. La fijación de receptores potencia la actividad de neurotransmisores tales como el glutamato y el ácido aminobutírico (GABA) para mantener abiertos los canales de cloro, lo que aumenta la permeabilidad de la membrana celular a los iones de cloro. El influjo resultante de iones de cloro lleva a la parálisis y finalmente a la muerte del insecto plaga. (<http://www.syngenta.com>).

##### **B. Modo de acción**

La emamectina tiene fuerte acción por ingestión y alguna actividad de contacto. Es translaminar y se degrada rápidamente en la superficie de las hojas. Esto detiene la alimentación de las larvas de lepidópteros al cabo de unas horas de haber ingerido el producto, previniendo el subsiguiente daño al cultivo. (<http://www.syngenta.com>).

## 1.3 DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

### 1.3.1 ASPECTOS GENERALES DEL TOMATE

El cultivo de *Lycopersicon esculentum* Mill. "Tomate" no es una planta anual. Su ciclo es anual solamente debido a las condiciones climáticas, puede ser polianual y de distinta duración, según la variedad. (Anderline, 1976).

El tomate es una de las especies de mayor importancia económica, se la utiliza como materia prima para la industria de transformación, el tomate tiene importancia mundial por las siguientes razones:

- Por su variedad de uso para el consumo humano.
  - Por su variedad de uso como ingrediente principal en jugos, pastas, bebidas y otros concentrados.
  - Por su relativo valor nutritivo, por su contenido de vitamina A y C.
  - Por su alto valor comercial por unidad de superficie cultivada.
- (Folquer, 1976).

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. presenta la siguiente clasificación taxonómica. (Maroto, 1995).

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Subdivisión: Magnoliophytina

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanáceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: *Lycopersicon*

Especie: *Lycopersicon esculentum* Mill.

Nombre común: Tomate

### **1.3.2 ORIGEN**

Planta de origen americano, al parecer de la zona Perú – Ecuador; desde donde se extendió a América Central y Meridional. Su nomenclatura se deriva de los términos aztecas “tomatil”, “xitomate” y “xitotomate”; en principios se cree que fue utilizado como planta ornamental. Su introducción a Europa se realizó en el siglo XVI, y se sabe que a mediados del siglo XVIII era cultivado con fines alimenticios, principalmente en Italia. (Maroto, 1995).

### **1.3.3 VARIEDADES**

Existen varios criterios para clasificar las variedades, el cual señalaremos de acuerdo al hábito de crecimiento. (Juscafresa, 1969).

#### **A. Variedades determinadas**

Las variedades de hábito determinado son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas, poseen inflorescencias apicales y su producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas. (Jaramillo, *et al.*,

2007). Así tenemos; a Río grande, Río grande mejorado, Roma, Marmande, Early park; entre otras. (Morales, 1970).

## **B. Variedades indeterminadas**

Las variedades de tomate para agroindustria son por lo general de hábito indeterminado, con frutos en forma de pera o ciruela, redondos, alargados, acorazonados o cilíndricos. Las variedades de hábito indeterminado tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo; la floración, fructificación y cosecha se extienden por períodos muy largos; las plantas necesitan de tutores que conduzcan su crecimiento. (Jaramillo, *et al.*, 2007), a este grupo pertenecen Manalicie Manapal, Marglobe, Daniela, Naomi, Romina, San Marzano, El Híbrido, Carmelo VF, entre otros. (Anderlini, 1976).

### **1.3.4 CLIMA**

El tomate es una planta solanácea herbácea, de hábito de crecimiento decumbente y guiador, razón por lo que, algunas variedades que se cultivan en invernaderos, pueden crecer hasta 4 m. de altura. Se cultiva en climas templados, sub-tropical y tropicales; y en el país en el

valle de la costa, quebradas abrigadas de la sierra y en la selva alta y baja. (Bullón, 1985).

Aunque ya han sido indicados algunos de los climáticos al hablar de la fisiología de la planta de forma global; se puede considerar las siguientes temperaturas óptimas según el cuadro 1:

Cuadro 1: Temperaturas óptimas del cultivo de tomate

Etapas	Temperatura diurna °C	Temperatura nocturna °C
Germinación	18 – 20	-
Crecimiento	18 – 20	15
Floración	22 – 25	13 – 17
Fructificación	25	18

Fuente: Maroto, 1995

### 1.3.5 NUTRICIÓN

El tomate se cultiva muy bien en suelos con diferente textura, desde el arenoso al arcilloso. (Bullón, 1985).

Los mejores rendimientos se obtienen a intervalos de pH comprendidos entre 6,5 y 6,9 en relación con los conseguidos en suelos ácidos. (Nuez, 2001).

Para obtener una buena producción y frutos de alta calidad, se requiere de un terreno que permita la fácil penetración de las raíces a 80 cm. de profundidad mínimo. El suelo, no debe tener capas duras o compactas ni humedad excesiva. El cultivo de tomate requiere un suelo poroso que favorezca el desarrollo adecuado del sistema radicular. (Mondeño, 1990).

La planta de tomate, es muy exigente en lo que respecta a nutrición. Absorbe grandes cantidades de nitrógeno y de potasio, y por ello resulta necesario realizar un abonado adecuado del terreno: los abonos químicos más adecuados, son los fosfonitrogenados, a razón de 150 unidades de nitrógeno y 60 – 80 unidades de anhídrido fosfórico por hectárea, y potásicos a razón de 200 – 250 unidades por hectárea. (Turchi, 1985).

### 1.3.6 RIEGO

El tomate es una planta sensible tanto al déficit como al exceso de riego. Una vez que ha dado el riego de plantación y como máximo un segundo riego los agricultores suelen dejar transcurrir un cierto tiempo sin regar, para que las raíces profundicen y la planta se vea obligada en cierta manera a florecer. Una vez que la planta empieza a cuajar sus primeros frutos, el régimen de riego se hace más regular y frecuente, aunque evitando los excesos. Han constatado que el riego tiene una influencia positiva sobre la producción de tomates, empleando a niveles medios y no excesivos. (Marin, 1992).

### 1.3.7 FITOSANIDAD

#### 1.3.7.1 Plagas

A. Cogollero del tomate: *Scrobipalpula* (Tuta) *absoluta* (Mayrick)  
Lepidóptera: Gelechiidae.

El daño de esta plaga es causado por las larvas que atacan el follaje y forman minas, pegan las hojas del cogollo formando una telaraña, y barrenan las nervaduras, las ramas y los tallos, e incluso producen la

caída de flores y frutos. Esta plaga es de gran importancia económica ya que afecta directamente la producción del cultivo. El ataque se descubre por la presencia de hojas moteadas o parcialmente secas. Los adultos se pueden detectar con trampas de luz o trampas con hembras vírgenes, las que atraen a los machos. Sin embargo, lo más fácil es vigilar permanentemente el follaje y determinar la existencia de larvas vivas en hojas dañadas. El control generalmente se inicia al constatar la presencia de larvas activas. (Jaramillo, *et al.*, 2007).

B. Gusano ejército: *Spodoptera eridania* (Cramer) y Gusano trozador negro: *Agrotis ipsilon* (Hufnagel). Lepidóptera: Noctuidae

Son mariposas nocturnas cuyo daño más importante lo hacen las larvas, que generalmente atacan en focos o parches y se presentan en forma abundante durante periodos secos, con temperaturas altas y en presencia de malezas, pastos o residuos de cosechas anteriores. Las larvas se alimentan de las plantas en las primeras semanas después del trasplante, atacan sus cuellos y raíces y en ocasiones dañan el follaje y perforan frutos. Las larvas se pueden localizar al escarbar el suelo junto a la base de la planta cortada, pues permanecen inmóviles dentro del suelo durante el día. (Jaramillo, *et al.*, 2007).

C. Minadores de la hoja: *Liriomyza sativae* (Blanchard). *Liriomyza strigata*. *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard). Díptera: Agromyzidae

El daño económico es consecuencia de la actividad de las larvas de estos insectos que, al construir minas y galerías en las hojas, desarrollan necrosis. Las minas interfieren con la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, de tal manera que si el daño se presenta en plantas jóvenes se atrasa su desarrollo. En ataques fuertes, las hojas se secan por completo. Si el daño es severo en la época de fructificación, la planta se defolia, los frutos expuestos al sol pueden aparecer lesionados, y ocurrir pérdidas económicas considerables. (Jaramillo, *et al.*, 2007).

D. Mosca blanca: *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), Mosca blanca del tabaco: *Bemisia tabaci* (Genn). Homóptera: Aleyrodidae

Su importancia como plaga radica en el daño causado por adultos y estados inmaduros al succionar la savia de la planta. Para ocasionar un efecto significativo sobre la cosecha, las poblaciones de la mosca blanca deben ser altas, y el cultivo presentar fumagina. La fumagina se forma al crecer el hongo *Cladosporium sp.* sobre la excreción azucarada de adultos y ninfas de la mosca blanca. Cuando la infestación es fuerte, la fumagina cubre las hojas y reduce la fotosíntesis, además puede cubrir

los frutos, los cuales se deben limpiar antes de su comercialización. El daño causado por la fumagina es mucho mayor que el causado por los adultos e inmaduros de la mosca blanca al succionar la savia. Otro daño importante es la transmisión de virus, lo que ocasiona un mosaico amarillo y encrespamiento de las hojas nuevas. (Jaramillo, *et al.*, 2007).

### **1.3.7.2 Enfermedades**

#### **A. Gota, tizón tardío, phytophthora: *Phytophthora infestans* (Mont.)**

La enfermedad es muy común en zonas con temperaturas entre 15 y 22 °C y humedad relativa alta (mayor de 80 %). El patógeno se transmite en semillas de tomate y puede sobrevivir en forma de micelio en otras plantas cultivadas o malezas de la familia de las solanáceas, o en residuos de cosecha que permanecen en el suelo. Cuando la severidad de la gota es alta en las hojas o tallos, las esporas del hongo son fácilmente diseminadas por el viento, las herramientas o por el salpique del agua de riego.

Los síntomas de la gota se pueden presentar en hojas, tallos o frutos. Generalmente, los primeros síntomas se presentan en las hojas, como manchas grandes de color café o castaño, apariencia húmeda, con una

coloración verde pálido alrededor de la lesión. En el envés de las hojas o sobre la superficie de los tallos las lesiones son del mismo color, y se observa una leve ceniza blanquecina en el centro de la lesión que corresponde a la esporulación del hongo. En periodos de humedad relativa alta, las lesiones en los tallos crecen y cubren grandes extensiones de tejido, causando la muerte total o parcial de la planta. (Jaramillo, *et al.*, 2007).

B. Mancha de alternaria, tizón temprano: *Alternaria solani* (Ell. y Mart.)

El hongo que causa la mancha de alternaria es favorecido por periodos húmedos y cálidos. El patógeno se disemina por la lluvia y el viento, y sobrevive en tejidos enfermos, en la semilla de tomate y en otras plantas de la familia de las solanáceas. En semilleros, el hongo puede causar lesiones en tallos y hojas, y producir la muerte de las plántulas. En condiciones de campo, las plántulas de tomate afectadas presentan los primeros síntomas en las hojas más viejas de la planta, y ocurre el amarillamiento generalizado de la hoja. Las lesiones son redondas, secas, de color café oscuro o negro, de bordes irregulares, con marcados anillos concéntricos rodeados de un halo clorótico; en tallos se producen síntomas similares.

En ocasiones, las lesiones son tan numerosas que se unen y causan una necrosis de la hoja, que se acentúa y es más frecuente en sus bordes. Cuando afecta tallos y pecíolos produce lesiones anilladas, hendidas, ovaladas, de color marrón o negro y de aspecto blanquecino o grisáceo en su región central. (Jaramillo, *et al.*, 2007).

C. Botrytis, moho gris, mancha fantasma del fruto: *Botrytis cinérea* (Fr.)

Las altas densidades de siembra, lluvias continuas, humedad relativa alta y temperaturas entre 15 y 22 °C favorecen el desarrollo del moho gris. El hongo se disemina fácilmente por el viento, las herramientas y el salpique del agua de lluvia. El hongo *B. cinerea* afecta flores, tallos y frutos. En hojas, el hongo produce lesiones de color café oscuro localizadas en el ápice, que se caracterizan por no presentar halo clorótico, pero sí algunos anillos concéntricos por el haz de la hoja y un abundante moho café por su envés, que corresponde a la esporulación del hongo que causa la enfermedad. El patógeno afecta los pecíolos de las hojas y las flores, donde también produce lesiones de color café claro a oscuro, con abundante esporulación. (Jaramillo, *et al.*, 2007).

#### D. Cenicilla, oidium: *Oidium lycopersicum* (Cke.)

La cenicilla es favorecida por épocas calurosas y baja humedad. El patógeno se disemina por el viento. Los síntomas se presentan en tallos, pecíolos y hojas más viejas. En el haz de las hojas se observan puntos o manchas circulares con crecimiento superficial de aspecto blanquecino, que van colonizando diferentes partes y tornando la hoja clorótica. El hongo puede causar clorosis superficial en el haz, y por el envés se observa un leve crecimiento blanquecino. En los tallos y los sépalos las lesiones son de borde irregular, ligeramente necrosadas y adquieren con el tiempo tonalidades negruzcas acompañadas de un crecimiento blanquecino superficial. El manejo químico puede realizarse con la aspersión de productos a base de azufre. (Jaramillo, *et al.*, 2007).

### **1.4 CARACTERÍSTICAS DEL TOMATE HÍBRIDO RÍO GRANDE**

Tomate híbrido Río Grande muy productivo de frutos tipo pera cuadrado grandes. Fruto muy firme, de pulpa gruesa, de excelente consistencia y buen sabor. Planta determinada, vigorosa y de una excepcional carga. Presenta resistencia o tolerancia a *Verticillium sp.*, *Fusarium* raza 1 y 2, Nematodos, Peca Bacteriana y *Stemphylium*. Doble propósito mercado fresco e industrial. (<http://www.semillasmagna.com>).

## 1.5 ANTECEDENTE

El control de *Spodoptera eridania* se realizó en función al grado de infestación, según recomendaciones 5 % de infestación es apropiada para realizar el control. (Narrea, 2005).

En el caso de larvas de *Spodoptera* se ha recomendado un umbral económico de 4 larvas cada 10 plantas, según el manual técnico de Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas (Jaramillo, *et al.*, 2007), apropiado para el control. Para el caso de mordeduras en los frutos se recomienda un umbral económico con incidencias de 1 a 5 % (La Torre, 1990). Según la Universidad de California (1988) el umbral de acción es de 3,25 % de frutos dañados apropiado para realizar el control.

En el trabajo Influencia de cuatro plantas hospedadoras en la susceptibilidad de *Spodoptera eridania* a tres insecticidas ensayo realizado en laboratorio con temperaturas de  $25 \pm 2$  °C y  $65 \pm 5$  % de humedad relativa, utilizando Metamidofos para el control de larvas del IV estadio de *Spodoptera* en tomate obtuvo una incidencia de 3,395 %. (Valverde; Sarmiento, 1986).

En el ensayo denominado control químico del “Gusano ejército” *Prodenia sunia* (G.) en tomatera realizado en la C.A.P. “La Candelaria” de Huaral, con el objetivo de determinar los insecticidas que mejor se comportan en el control del “Gusano ejército” *Prodenia sunia* (G.), se observó que los productos Clorfenvinfos 24 % C.E. (1,5 l/ha.), Carbaryl 85% P.M. (1,5 kg/ha) y Metamidofos 50 % C.E. a bajas dosis (1 l/ha), tuvieron una modesta acción contra larvas del gusano ejército *Prodenia sunia* (G). teniendo promedios de 2,6, 2,7 y 2,38 larvas/hoja respectivamente. (Rolf, 1975).

En el ensayo sobre control de gusanos perforadores del fruto del tomate *Heliothis zea* (Boddie), *Laphygma frugiperda* (S & A), *Prodenia latisfacia* (Walker) y *Xylomyges eridania* (Cramer) mediante el uso de insecticidas. Con el objetivo de comparar diferentes insecticidas con el Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT). Obtuvo resultados de % de frutos perforados con tratamientos líquidos de Thiodan 35 % C.E. 1,327 c.c./ha., Sevin 85 % P.M. 2 kg/ha, Dipterex 80 % P.S. 1,327 g/ha y DDT 25 % C.E. 4 l/ha, (dosis de productos comercial) porcentajes de 0,83, 0,66, 0,61 y 0,61 % respectivamente. (Salinas, Cedeño, 1963).

En el trabajo de investigación realizado entre noviembre de 1992 y febrero de 1993 sobre la “Respuesta del tomate cultivar Río Grande Mejorado a la aplicación de diferentes dosis del fitorregulador Trigar al suelo bajo riego por exudación”; menciona que para el control del gusano ejército (*Prodenia sp.*), realizó controles con aplicaciones de Ripcord y Stermin al 1 %. Obteniendo el rendimiento con mejor promedio el tratamiento T<sub>3</sub> (dosis 1 l/ha), con rendimiento de 67,43 t/ha. (Flores, 1993).

En el ensayo de investigación realizado durante los meses de febrero a agosto del 2007 denominado “Efecto del biol sobre el rendimiento de dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)”, mencionó que para el control del gusano perforador del fruto (*Prodenia eridania*) aplicó Lorsban 1,0 %. El cual obtuvo rendimientos en la var. Nirvana de 57,86 t/ha y la var. Río Grande Mejorado de 38,58 t/ha. (López, 2008).

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 MATERIALES**

#### **2.2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El experimento se ejecutó en el Centro Experimental Agrícola (C.E.A. III), “Fundo los pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, bajo la administración de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, que se encuentra ubicada geográficamente a una latitud sur de 17°59'38”; a una longitud oeste de 70°14'22”; a una altitud de 508 m.s.n.m.; y con una extensión de 16,6 ha. Políticamente se encuentra en la Región, Provincia y Distrito de Tacna.

#### **2.1.2 ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

Los antecedentes que presenta el campo experimental son:

- 2011: Cultivo de vainita.
- 2010: Cultivo de coliflor.

### 2.1.3 DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos se encuentran en el cuadro 2, registrados por estación meteorológica Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de la Dirección Regional de Tacna y Moquegua, ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Cuadro 2: Datos meteorológicos del lugar del experimento. Octubre 2011 a febrero del 2012

MESES	T máx. °C	T mín. °C	T med. °C	Hr med. %
Octubre	22,9	11,3	17,1	73
Noviembre	24,9	13,4	19,2	73
Diciembre	26,5	15,4	20,9	70
Enero	27,9	16,4	22,2	65
Febrero	28,8	17,5	23,2	67

Fuente: SENAMHI Estación MAP Jorge Basadre Grohmann

En el cuadro 2 de datos meteorológicos, se observa que la temperatura más baja fue registrada en el mes de octubre con 11,3 °C y la temperatura más alta fue registrada en el mes de febrero con 28,8 °C.

La temperatura media para el mes de Octubre (germinación del tomate), fue de 17,1 °C y para los meses de noviembre y diciembre (crecimiento vegetativo y floración) fueron de 19,2 °C y 20,9 °C respectivamente y para los meses de enero y febrero (fructificación y cosecha) se registró temperaturas de 22,2 °C y 23,2 °C respectivamente, estas últimas son muy importantes para la concentración de azúcar en el fruto.

#### **2.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO**

Las propiedades químicas y físicas del suelo se encuentra en el cuadro 3, que fueron determinados por el Laboratorio de Análisis Químico & Servicio E.I.R.L. Arequipa. (Anexo 1).

En el análisis físico se observa que la clase textural es franco limoso, por sus características físicas y químicas se asemejan en ciertos aspectos a los suelos de textura franco. Estos suelos tienen características físicas poco deseables, sobre todo cuando disminuye fuertemente el contenido de arena y se incrementa la presencia de limo fino. El limo puede provocar problemas de encrostramiento superficial y compactación por debajo de piso de arado. Otra característica de estos suelos es la alta capacidad de retención de humedad.

En el análisis químico se observa que este suelo presentó 2,11 % de materia orgánica (M.O.), lo cual se trata de un nivel de materia orgánica bajo.

El contenido de nitrógeno total encontrado fue de 0,114 %, lo cual se trata de un nivel de nitrógeno bajo.

En cambio la cantidad de fósforo que se encontró en este suelo fue de 55,37 (ppm), lo cual se trata de un nivel excesivo. El cual significa que el exceso de fósforo podría interferir, en su mayor parte, en la absorción de otros elementos tales como el hierro, el magnesio y el zinc.

La cantidad de potasio encontrado fue de 1 170 (ppm), lo cual también se trata de un nivel muy alto. El exceso de potasio podría monopolizar el consumo o absorción catiónica, interfiriendo en la captación de calcio y magnesio. Tendríamos una deficiencia indirecta de Ca o Mg inducida por un exceso de K.

El pH encontrado de este suelo fue de 6,05, lo cual lo clasifica como moderadamente ácido. Según recomendaciones los mejores rendimientos se obtienen a intervalos de pH comprendidos entre 6,5 y 6,9. (Nuez, 2001).

La conductibilidad eléctrica fue de 3,46 mS/cm que es la que mide la cantidad total de sales solubles lo cual lo clasifica como muy salino. Quiere decir que tiene una alta influencia sobre los cultivos, es decir se debe tomar precauciones con toda clase para cultivos sensibles.

El contenido de carbonatos de calcio en el suelo fue de 0,0 % el cual se trata de un nivel deficiente.

En el análisis de caracterización se observó que la capacidad de intercambio catiónico fue de 16,2 meq/100 g (miliequivalentes por 100 g de suelo), esto es debido al escaso contenido de materia orgánica y arcilla. La capacidad de intercambio catiónico mide la capacidad de 100 gramos de un suelo de retener a su alrededor cationes; esto depende del tipo de arcillas del complejo arcillo-húmico y de la cantidad de materia orgánica que tenga el suelo.

El contenido de calcio en el suelo fue de 10,95 meq/100 g, el cual se trata de un nivel alto. El potasio encontrado fue de 2,15 meq/100 g, el cual se trata de un nivel muy alto. El sodio encontrado fue de 0,87 meq/100 g, el cual se trata de un nivel alto. Sin embargo, el magnesio encontrado fue de 2,23 meq/100 g, el cual se trata de un nivel medio.

Cuadro 3: Características físico-químico del suelo experimental

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena (%)	29,8
Limo (%)	52,6
Arcilla (%)	16,6
Clase textural	Franco limoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
CO <sub>3</sub> Ca (%)	0,0
pH	6,05
C.E. mS/cm	3,46
Mat. Org. (%)	2,11
N (%)	0,114
P (ppm)	55,37
K (ppm)	1 170
ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN	RESULTADOS
Ca <sup>++</sup> (meq/100 g)	10,95
Mg <sup>++</sup> (meq/ 100 g)	2,23
K <sup>+</sup> (meq/ 100 g)	2,15
Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	0,87
C.I.C. (meq/100 g)	16,2
P.S.I. (%)	5,37

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico &amp; Servicio E.I.R.L. Arequipa – 2011

### 2.1.5 MATERIALES EN ESTUDIO

Como material experimental se utilizaron:

- A. (*Spodoptera eridania* Cramer) infestaciones naturales.
- B. Cultivo de tomate Híbrido Río Grande, en un campo establecido.
- C. Un insecticida alternativo PROCLAIM® 5 SG a diferentes dosis usado en los tratamientos.

### 2.1.6 TRATAMIENTOS

Como tratamientos se tiene cinco niveles de PROCLAIM® 5 SG, los cuales se mencionan en el cuadro 4.

Cuadro 4: Niveles de PROCLAIM® 5 SG

Tratamiento	Dosis	
T <sub>1</sub>	0,05 %	100 g/ha
T <sub>2</sub>	0,075%	150 g/ha
T <sub>3</sub>	0,1%	200 g/ha
T <sub>4</sub>	0,125%	250 g/ha
T <sub>5</sub>	0,15%	300 g/ha

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 4 de niveles de PROCLAIM® 5 SG utilizados, fueron elaborados en base a recomendaciones de autores como (Ware y Whitacre, 2004) quien menciona que *Emamectin benzoato* (PROCLAIM® 5 SG) es usado principalmente para control de orugas a dosis de 0,0075 a 0,015 kg de ingrediente activo por hectárea o es decir 150 a 300 g/ha. Y (Eckel, Dunbar, White, Norton, 1996), quienes mencionan que la proporción usada de *Emamectin benzoato*, en un trabajo experimental denominada “Experience with *Emamectin benzoate* for control of Lepidoptera pest species in Florida vegetable production” fue de 0,0075 a 0,015 lb de ingrediente activo por acre.

## **2.1.7 VARIABLES DE RESPUESTA**

### **A. Incidencia de plaga por unidad experimental**

Para realizar la medición de esta variable se escogieron seis plantas al azar por unidad experimental, de los cuales se observó la presencia o ausencia de la plaga. Dicho monitoreo fue ejecutado nueve veces, desde el desarrollo vegetativo hasta finales de la cosecha.

**B. Número de posturas por hoja (masas de Gusano prodenia)**

La evaluación se realizó en forma de zigzag tomando 6 plantas por unidad experimental y de cada planta se tomó una hoja, teniendo un total de 6 hojas por unidad experimental, del cual se determinó la cantidad total de posturas.

**C. Número de larvas por hoja**

La evaluación se realizó en forma de zigzag eligiendo 6 plantas por unidad experimental y de cada planta se eligió una hoja, teniendo un total de 6 hojas por unidad experimental, del cual se determinó la cantidad total de larvas a partir del tercer estadio. Esta evaluación se realizó revisando el haz y envés de la hoja.

**D. Porcentaje de frutos perforados**

La evaluación se realizó en forma de zigzag seleccionando un total de 6 plantas por unidad experimental, y de cada planta se tomó 10 frutos, teniendo un total de 60 frutos por unidad experimental. Del cual se registró la cantidad total de frutos perforados.

### **E. Número de larvas por frutos**

La evaluación se realizó en forma de zigzag escogiendo 6 plantas por unidad experimental, y de cada planta se escogió un fruto, siendo un total de 6 frutos por unidad experimental, del cual se determinó el número total de larvas por fruto.

### **F. Rendimiento (t/ha)**

Para determinar el rendimiento en t/ha se procedió a cosechar las unidades experimentales, del cual se obtuvo el peso de fruto. Y se estimó el rendimiento por hectárea.

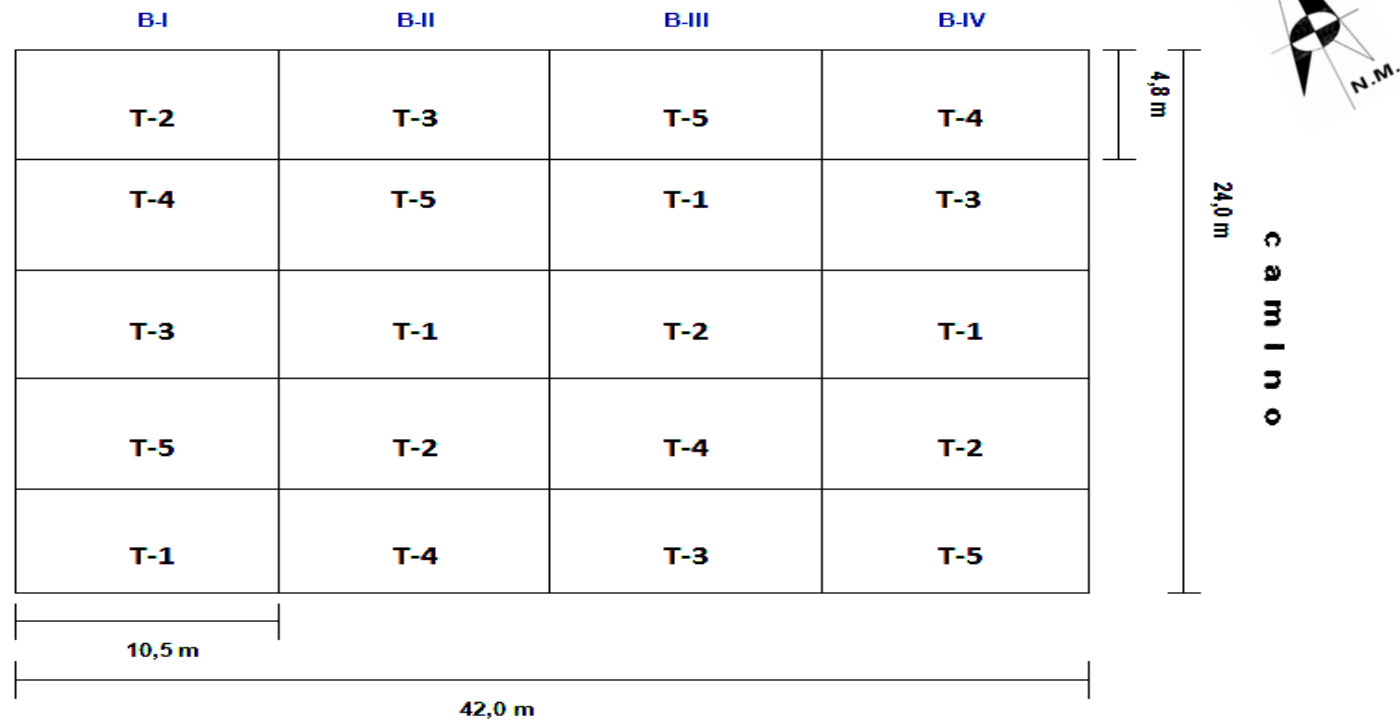
## **2.1.8 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completos aleatorios con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, resultando un total de 20 unidades experimentales.

### 2.1.9 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Largo del campo experimental	42 m.
Ancho del campo experimental	22,50 m.
Área del campo experimental	1008 m <sup>2</sup> .
Ancho del bloque	10,50 m.
Largo del bloque	24 m.
Área del bloque	252 m <sup>2</sup>
Largo de la unidad experimental	10,50 m.
Ancho de la unidad experimental	4,80 m.
Área de la unidad experimental	48 m <sup>2</sup>
Distanciamiento entre líneas	1,50 m.
Distanciamiento entre golpes	0,60 m.
Número de plantas por golpes	1 planta
Número de líneas por unidad experimental	3 líneas
Número de plantas por línea experimental	18 plantas
Número de plantas por unidad experimental	54 plantas

**Figura 1: Croquis del campo experimental**



Fuente: Elaboración propia

### **2.1.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El método utilizado para el análisis estadístico fue la técnica de Análisis de Varianza (ANVA), usando la prueba "F" a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 de probabilidad, bajo el modelo básico de diseño de bloques completos aleatorios. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de significación de Duncan a una probabilidad de  $\alpha = 0,05$ . Para encontrar la relación entre variables se utilizó regresión lineal simple de Pearson.

Para efectuar el análisis de varianza, se consideraron los datos obtenidos de las evaluaciones tales como incidencia de plaga, número de posturas por hoja, número de larvas por hoja, porcentaje de frutos perforados, número de larvas por fruto y rendimiento.

Los datos de las variables número de posturas por hoja, larvas por hoja y larvas por fruto se transformaron mediante la raíz cuadrada, según las recomendaciones de Calzada (1982). Y para las variables de incidencia de plaga por unidad experimental y porcentaje de frutos perforados datos expresados en porcentajes se realizó la transformación angular o arco seno, según recomendaciones de Calzada (1982).

## **2.2 METODOLOGÍA**

### **2.2.1 CONDUCCIÓN DEL CULTIVO**

#### **2.2.1.1 Preparación del suelo**

Antes de la preparación del suelo se realizó un muestreo del campo experimental, para su análisis. Luego se procedió a arar y posteriormente se pasó la rastra para nivelar el terreno. Estas labores mejoraron las características físicas del suelo así como eliminación de malezas. Posteriormente se hizo la incorporación de estiércol de vacuno a razón, de 10 t/ha en las franjas de plantación donde se ubican las cintas regantes esto para mejorar la textura del suelo, luego se realizó una pasada de motocultor a una profundidad de 0,2 – 0,3 m. finalmente se hicieron las líneas de acuerdo al distanciamiento del sistema de riego.

#### **2.2.1.2 Siembra en bandejas germinativas**

La siembra se realizó en bandejas germinativas el 29 de septiembre del 2011, usando como sustrato humus de lombriz. Estas bandejas se ubicaron en un vivero cubierto con malla raschell la cual sirvió para controlar la evapotranspiración de las plántulas, sombra y

protección contra aves, roedores, insectos plaga y demás agentes que ocasionen daño a esta.

Las plantas permanecieron en el vivero hasta el momento del trasplante. Aquí las plántulas tuvieron riegos con una frecuencia de cada dos días.

### **2.2.1.3 Trasplante**

El trasplante se realizó el 28 de octubre del 2011 es decir 29 días después de la siembra, en donde las plantas presentaban 4 - 5 hojas verdaderas. Un día antes de extraer las plántulas de las bandejas se les dio un riego ligero para facilitar la labor de extracción. En el día del trasplante se colocaron las plántulas a un distanciamiento de 0,6 m. entre plantas y 1,5 m. entre líneas el cual se realizó colocando una planta por golpe. Es recomendable realizar esto en las mañanas para evitar la deshidratación de las plántulas. Inmediatamente después del trasplante se realizó un riego para que las raíces de la planta queden bien adheridas al suelo.

El segundo trasplante se realizó el 9 de noviembre, 12 días después del trasplante.

#### **2.2.1.4 Riego**

Se efectuó mediante el sistema de riego localizado (goteo), empleando como referencia el nivel de requerimiento del cultivo.

El primer riego se dio inmediatamente después de terminado el trasplante. Durante el primer mes los riegos fueron ligeros cada 2 - 3 días esto para fomentar el prendimiento, luego se fue distanciando cada 4 - 5 días y aumentando el tiempo de riego conforme la planta crecía.

#### **2.2.1.5 Fertilización**

La fertilización se realizó sobre la base de un previo análisis de suelo y considerando las necesidades específicas del cultivo. En donde la fórmula de fertilización empleada de N-P-K fue de 300 – 40 – 0, respectivamente y se aplicó de la siguiente forma:

- 620 kg/ha de Urea.
- 87 kg/ha de Fosfato Diamónico.

El fósforo fue incorporado en su totalidad en las franjas de cultivo al momento de la preparación del terreno.

En cambio el nitrógeno se distribuyó en forma fraccionada en tres partes, el cual se aplicó a partir de los 20 días después del trasplante.

Para corregir algunas deficiencias de microelementos se aplicó el fertilizante foliar Vital-W a una dosis de 4 ‰.

El modo de distribución del fertilizante en el campo experimental se hizo al voleo.

#### **2.2.1.6 Control de plagas y enfermedades:**

El cultivo sufrió ataque de plagas y enfermedades las cuales fueron controladas en forma oportuna a fin de evitar daños en la producción. Entre las principales plagas que se presentaron fueron las siguientes:

A. Gusano de tierra: *Feltia sp.* y *Agrostis sp.* Esta plaga atacó al inicio del cultivo. Para su control se aplicó Tifón (Clorpirifos) en dos aplicaciones el primero se realizó al momento del trasplante y el segundo una semana después del trasplante a una dosis de 500 ml/200 l. Y como adherente se empleo Superwet a dosis de 50 ml/200 l.

B. Polilla o gusano pegador de hojas y brotes y perforador de frutos: *Tuta absoluta*. Esta plaga atacó en la etapa de botoneo floral hasta el final de la cosecha del cultivo. Para su control se aplicó PROCLAIM® 05 SG (*Emamectin benzoato*) a dosis de acuerdo a las dosis designadas a cada unidad experimental.

C. Gusano prodenia o ejército: *Spodoptera eridania* Cramer. Esta plaga se presentó durante el desarrollo vegetativo de la planta, fructificación y a lo largo de la cosecha. Para su control se aplicó PROCLAIM® 05 SG (*Emamectin benzoato*) a dosis de acuerdo a las dosis designadas a cada unidad experimental.

D. Mosca blanca: *Bemisia argentifolii*. Esta plagas atacó en el momento de la fructificación aproximadamente a finales de diciembre y se controló con Lancer® (Imidacloprid) a dosis de 100 ml/200 l.

Las enfermedades presentadas fueron las siguientes:

A. Chupadera: *Rhizoctonia spp.* y *Fusarium spp.* Esta enfermedad atacó a las plántulas a lo largo de la campaña desde el trasplante hasta en la cosecha. Para su control se aplicó Rhizolex-T (Tolclofos metil + Thiram) a dosis de 20 g/200 l.

### 2.2.1.7 Control de Malezas

El cultivo del tomate es muy sensible al efecto de malezas ya que además estas se presentan como hospederos de plagas, y para su control se realizó la extracción manualmente realizando un total de tres veces durante la campaña. Las malezas principales que se presentaron en el campo experimental fueron las siguientes:

- Malva común : *Malva parviflora*
- Grama dulce: *Cynoron dactilon*
- Hierba mora : *Solanum nigrum (americanum)*
- Capulí silvestre: *Necandra physaloidres*
- Yuyo: *Amaranthus hybridus*
- Quinoa silvestre: *Chenopodium álbum*
- Pajilla: *Bromus uniliodes*
- Verdolaga: *Portulaca olerácea*

### 2.2.1.8 Cosecha

La cosecha de los frutos se realizó de acuerdo a los índices de madurez. Se inició el 10 de enero del 2012; a los 74 días después del trasplante y 103 días después de la siembra y se finalizó el 16 de Febrero

es decir, a los 111 días después del trasplante y 140 días después de la siembra.

Se cosecharon separadamente los frutos de las plantas evaluadas y se pesaron directamente en el mismo campo experimental, se realizó un total de 9 cosechas en la campaña agrícola.

### **2.2.2 METODOLOGÍA DEL CONTROL QUÍMICO DE LA PLAGA**

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron por aspersión, con una mochila de 20 litros de capacidad. Estos se efectuaron a partir de los 38 días después del trasplante en el momento de cuajado de los frutos, y se realizaron tres aplicaciones, para lo cual previamente se realizó una evaluación. Para la evaluación del número de posturas y larvas por hoja se consideraron las hojas del tercio inferior y medio de la planta; y para las evaluaciones de frutos perforados y larvas por fruto se escogieron muestras al azar. Las fechas de aplicación de los tratamientos se puede observar en el Anexo 2.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 INCIDENCIA DE PLAGA POR UNIDAD EXPERIMENTAL

Para realizar el análisis de varianza cuadro 5, se utilizó los datos del anexo 3. En el que se observa que entre bloques no existen diferencias estadísticas, en tanto que en los tratamientos mostraron diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 14,25 %.

Cuadro 5: Análisis de varianza de incidencia de plaga por unidad experimental

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Bloques	3	16,9023	5,63411	1,74	3,49 5,95 NS
Tratamientos	4	42,1439	10,536	3,26	3,26 5,41 *
Error	12	38,7872	3,23227		
Total	19	97,8335			

CV: 14,25 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6: Prueba de Duncan en incidencia de plaga

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (%)	Sig. $\alpha$ 0,05
1	T <sub>1</sub>	6,945	a
2	T <sub>3</sub>	4,625	b
3	T <sub>4</sub>	4,168	b
4	T <sub>2</sub>	4,165	b
5	T <sub>5</sub>	3,703	b

Fuente: elaboración propia

El cuadro 6, señala que el tratamiento T<sub>1</sub> tuvo la mayor incidencia de plaga, con 6,945 %, le siguen los tratamientos T<sub>3</sub>; T<sub>4</sub>; T<sub>2</sub> y T<sub>5</sub> con promedios de 4,625; 4,168; 4,165 y 3,703 % respectivamente siendo similares en sus promedios.

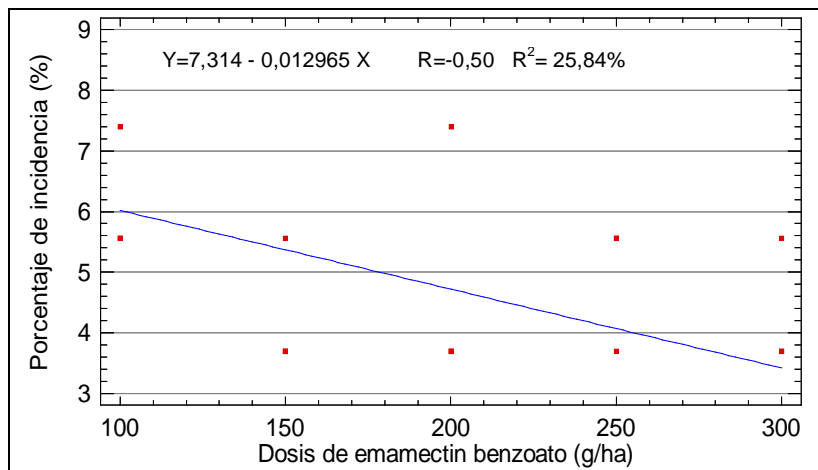
Cuadro 7: Análisis de varianza de regresión de incidencia de plaga por unidad experimental

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Regresión lineal	1	16,8091	16,8091	6,27	4,74 9,33 *
Error	18	48,2383	2,6799		
Total	19	65,0474			

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de varianza de regresión del cuadro 7, se utilizó los datos del anexo 3. El cual se observa que las dosis de *Emamectin benzoato* y la incidencia de plaga están relacionados.

Figura 2: Regresión lineal simple dosis de *Emamectin benzoato* / incidencia de plaga en el cultivo de tomate



Fuente: elaboración propia

La figura 2, muestra la dosis de *Emamectin benzoato* para la incidencia de plaga la cual se ajusta al modelo lineal cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 7,314 - 0,012965 X$$

Indicando que por cada gramo de *Emamectin benzoato* la incidencia disminuye en 0,012965, el coeficiente de correlación de Pearson  $R = - 0,50$  indica que existe una relación negativa entre las

variables, es decir, a medida que se aumenta la dosis, la incidencia disminuye, el  $R^2$  coeficiente de determinación señala que el 25,84 % de la incidencia es ocasionada por la dosis de *Emamectin benzoato*.

En el trabajo Influencia de cuatro plantas hospedadoras en la susceptibilidad de *Spodoptera eridania* a tres insecticidas ensayo realizado en laboratorio con temperaturas de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 5\%$  de humedad relativa, utilizando Metamidofos para el control de larvas del IV estadio de *Spodoptera eridania* en tomate obtuvo una incidencia de 3,395%. (Valverde; Sarmiento, 1986).

En el ensayo realizado en campo se observa que el  $T_5$  obtuvo la menor incidencia con 3,703 seguido de los tratamientos  $T_2$ ,  $T_4$ ,  $T_3$ ,  $T_1$  con 4,165, 4,168, 4,625 y 6,945 respectivamente según estos se observa que los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por Valverde y Sarmiento, que obtuvo 3,395 % de incidencia en laboratorio. Pero el control se realiza cuando llegue al 5 % de infestación. (Narrea, 2005).

### 3.2 NÚMERO DE POSTURAS POR HOJA

Para realizar el análisis de varianza cuadro 8, se utilizó los datos del anexo 4. En el que se observa que entre bloques y tratamientos no existieron diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad fue de 4,16 %.

Cuadro 8: Análisis de varianza de número de posturas por hoja

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Bloques	3	0,000295	0,000098	0,08	3,49 5,95 NS
Tratamientos	4	0,01405	0,003512	2,96	3,26 5,41 NS
Error	12	0,01423	0,001185		
Total	19	0,07752			

CV: 4,16 %

Fuente: Elaboración propia

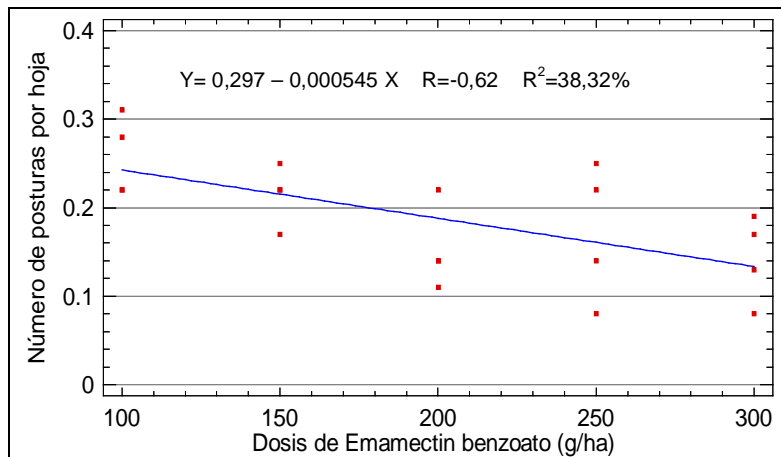
Cuadro 9: Análisis de varianza de regresión de número de posturas por hoja

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Regresión lineal	1	0,0297025	0,0297025	11,18	4,74 9,33**
Error	18	0,0478175	0,002656		
Total	19	0,07752			

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de varianza de regresión del cuadro 9, se utilizó los datos del anexo 4. Donde se observa que las dosis de *Emamectin benzoato* y el número de posturas por hoja están estrechamente relacionados.

Figura 3: Regresión lineal simple dosis de *Emamectin benzoato*/ número de posturas por hoja en el cultivo de tomate



Fuente: Elaboración propia

La figura 3, muestra la dosis de *Emamectin benzoato* por número de posturas por hoja, la cual se ajusta al modelo lineal cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 0,297 - 0,000545 X$$

Indicando que por cada gramo de *Emamectin benzoato* el número de posturas por hoja disminuye en 0,000545, el coeficiente de correlación de Pearson  $R = -0,62$  indica que existe una relación negativa entre las variables, es decir a medida que se aumenta la dosis, el número de posturas por hoja disminuye, el  $R^2$  coeficiente de determinación señala que el 38,32 % es ocasionada por la dosis de *Emamectin benzoato*.

Uno de los factores que probablemente llevó a este resultado es que la mariposa adulta se traslada en la parcela colocando posturas casi en forma desuniforme en toda el área experimental.

### 3.3 NÚMERO DE LARVAS POR HOJA

Para realizar el análisis de varianza cuadro 10, se utilizó los datos del anexo 5. En el que se observa que entre bloques no existen diferencias estadísticas, en tanto que en los tratamientos mostraron estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 10,63 %.

Cuadro 10: Análisis de varianza de número de larvas por hoja

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Bloques	3	0,013735	0,004578	0,17	3,49 5,95 NS
Tratamientos	4	0,55157	0,137893	5,24	3,26 5,41 *
Error	12	0,31579	0,026315		
Total	19	0,881095			

CV: 10,63 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11: Prueba de Duncan de número de larvas por hoja

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (%)	Sig. $\alpha$ 0,05
1	T <sub>1</sub>	2,803	a
2	T <sub>2</sub>	1,943	b
3	T <sub>3</sub>	1,808	b
4	T <sub>5</sub>	1,470	b
5	T <sub>4</sub>	1,335	b

Fuente: elaboración propia

El cuadro 11, señala que el tratamiento T<sub>1</sub> tuvo el mayor promedio con 2,803 superando al resto de tratamientos, seguido del tratamiento T<sub>2</sub> con 1,943 y T<sub>3</sub> con 1,808, finalmente los tratamientos T<sub>5</sub> y T<sub>4</sub> que obtuvieron los menores promedios de 1,470 y 1,335 respectivamente.

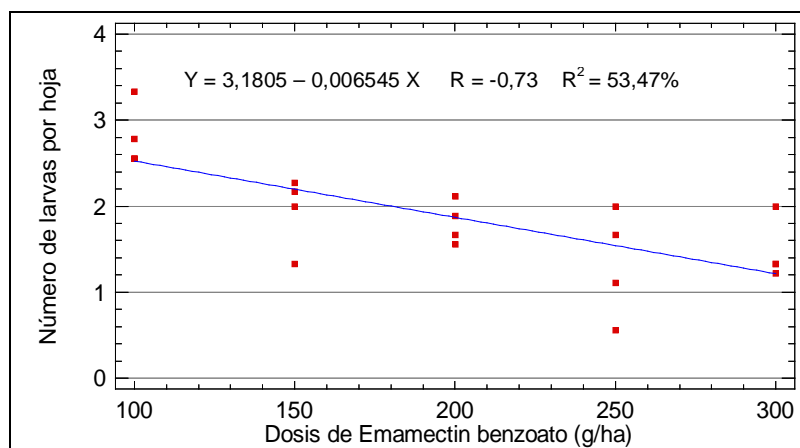
Cuadro 12: Análisis de varianza de regresión de número de larvas por hoja

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Regresión lineal	1	4,2837	4,2837	20,69	4,74 9,33**
Error	18	3,72655	0,207031		
Total	19	8,01026			

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de varianza de regresión del cuadro 12, se utilizó los datos del anexo 5. Donde se observa que las dosis de *Emamectin benzoato* y el número de larvas por hoja están estrechamente relacionados.

Figura 4: Regresión lineal simple dosis de *Emamectin benzoato*/ número de larvas por hoja en el cultivo de tomate



Fuente: Elaboración propia

La figura 4, muestra la dosis de *Emamectin benzoato* por número de larvas por hoja, la cual se ajusta al modelo lineal cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 3,1805 - 0,006545 X$$

Indicando que por cada gramo de *Emamectin benzoato* el número de larva por hoja disminuye en 0,006545, el coeficiente de correlación de

Pearson  $R = - 0,73$  indica que existe una relación negativa entre las variables, es decir a medida que se aumenta la dosis, el número de larva por hoja disminuye, el  $R^2$  coeficiente de determinación señala que el 53,47 % es ocasionada por la dosis de *Emamectin benzoato*.

En el ensayo denominado control químico del “Gusano Ejército” *Prodenia sunia* (G.) en tomatara realizado en la CAP. “La Candelaria” de Huaral, con el objetivo de determinar los insecticidas que mejor se comportan en el control del “Gusano ejército” *Prodenia sunia* (G.), se observó que los productos Clorfenvinfos 24 % C.E. (1,5 l/ha.), Carbaryl 85% P.M. (1,5 kg/ha) y Metamidofos 50 % C.E. a bajas dosis (1 l/ha), tuvieron una modesta acción contra larvas del gusano ejército *Prodenia sunia* (G). teniendo promedios de 2,6, 2,7 y 2,38 larvas/hoja respectivamente. (Rolf, 1975).

En el caso de larvas de *Spodoptera* se ha recomendado un umbral económico de 4 larvas cada 10 plantas, según el manual técnico de Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas (Jaramillo, *et al.*, 2007).

### 3.4 PORCENTAJE DE FRUTOS PERFORADOS

Para realizar el análisis de varianza cuadro 13, se utilizó los datos del anexo 6. En el que se observa que entre bloques y tratamientos no existieron diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad fue de 10,69 %

Cuadro 13: Análisis de varianza de porcentaje de frutos perforados

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,472935	0,157645	1,67	3,49	5,95 NS
Tratamientos	4	0,38827	0,0970675	1,03	3,26	5,41 NS
Error	12	1,13069	0,0942242			
Total	19	1,9919				

CV: 10,69

Fuente: Elaboración propia

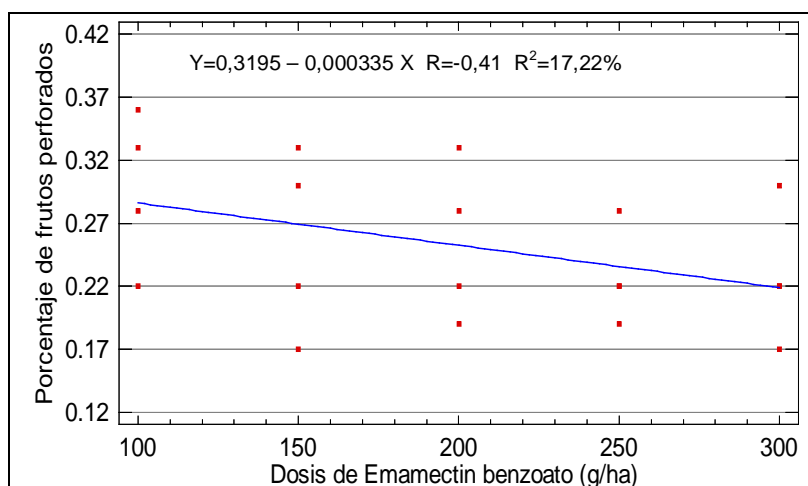
Cuadro 14: Análisis de varianza de regresión de porcentaje de frutos perforados

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Regresión lineal	1	0,011222	0,011222	3,74	4,74 9,33 NS
Error	18	0,053952	0,00299		
Total	19	0,065175			

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de varianza de regresión del cuadro 14, se utilizó los datos del anexo 6. Donde se observa que las dosis de *Emamectin benzoato* y el porcentaje de frutos perforados no se encuentran relacionados.

Figura 5: Regresión lineal simple dosis de *Emamectin benzoato*/ porcentaje de frutos perforados en el cultivo de tomate



Fuente: Elaboración propia

La figura 5, muestra la dosis de *Emamectin benzoato* por el porcentaje de frutos perforados, la cual se ajusta al modelo lineal cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 0,3198 - 0,000335 X$$

Indicando que por cada gramo de *Emamectin benzoato* el porcentaje de frutos perforados disminuye en 0,000335, el coeficiente de correlación de Pearson  $R = -0,41$  indica que existe una relación negativa entre las variables, es decir a medida que se aumenta la dosis, el porcentaje de frutos perforados disminuye, el  $R^2$  coeficiente de

determinación señala que el 17,22 % es ocasionada por la dosis de *Emamectin benzoato*.

En el ensayo sobre control de gusanos perforadores del fruto del tomate *Heliothis zea* (Boddie), *Laphygma frugiperda* (S & A), *Prodenia latisfascia* (Walker) y *Xylomyges eridania* (Cramer) mediante el uso de insecticidas. Con el objetivo de comparar diferentes insecticidas con el Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT). Obtuvo resultados de % de frutos perforados con tratamientos líquidos de Thiodan 35 % C.E. 1,327 cc/ha., Sevin 85 % P.M. 2 kg/ha, Dipterex 80 % P.S. 1,327 g/ha y DDT 25 % C.E. 4 l/ha, (dosis de productos comercial) porcentajes de 0,83, 0,66, 0,61 y 0,61 % respectivamente. (Salinas, Cedeño, 1963).

Para el caso de mordeduras en los frutos se recomienda un umbral económico de 1 a 5 % (La Torre, 1990). Según la Universidad de California (1988) el umbral de acción es de 3,25 % de frutos dañados apropiado para realizar el control.

### 3.5 NÚMERO DE LARVAS POR FRUTOS

Para realizar el análisis de varianza cuadro 15, se utilizó los datos del anexo 7. En el que se observa que entre bloques no existen diferencias estadísticas, en tanto que en los tratamientos mostraron estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 3,54 %.

Cuadro 15: Análisis de varianza de número de larvas por fruto

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Bloques	3	0,000775	0,0002583	0,31	3,49 5,95 NS
Tratamiento	4	0,01247	0,0031175	3,72	3,26 5,41 *
Error	12	0,01005	0,008375		
Total	19	0,023295			

CV: 3,54%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16: Prueba de Duncan de número de larvas por fruto

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (%)	Sig. $\alpha$ 0,05
1	T <sub>1</sub>	0,24	a
2	T <sub>4</sub>	0,18	b
3	T <sub>2</sub>	0,1675	b
4	T <sub>3</sub>	0,1375	b
5	T <sub>5</sub>	0,115	b

Fuente: elaboración propia

El cuadro 16, señala que el tratamiento T<sub>1</sub> obtuvo el mayor promedio con 0,24 superando al resto de tratamientos, seguido de los tratamientos T<sub>4</sub>; T<sub>2</sub>; T<sub>3</sub> y T<sub>5</sub> con 0,18; 0,1675; 0,1375 y 0,115 larvas/fruto respectivamente.

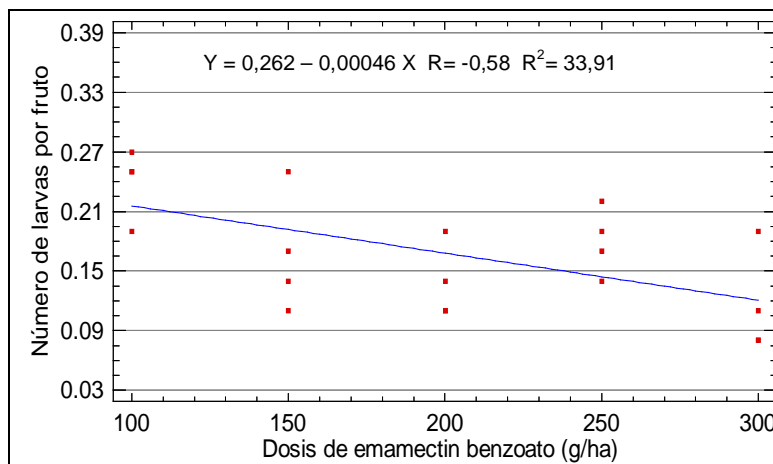
Cuadro 17: Análisis de varianza de regresión de número de larvas por fruto

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01
Regresión lineal	1	0,022562	0,022562	9,24	4,74 9,33 *
Error	18	0,0439575	0,0024420		
Total	19	0,06652			

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de varianza de regresión del cuadro 17, se utilizó los datos del anexo 7. Donde se observa que las dosis de *Emamectin benzoato* y el número de larvas por fruto están relacionados.

Figura 6: Regresión lineal simple dosis de *Emamectin benzoato*/ número de larvas por frutos en el cultivo de tomate



Fuente: Elaboración propia

La figura 6, muestra la dosis de *Emamectin benzoato* por el número de larvas por fruto, la cual se ajusta al modelo lineal cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 0,262 - 0,00046 X$$

Indicando que por cada gramo de *Emamectin benzoato* el número de larvas por fruto disminuye en 0,00046, el coeficiente de correlación de

Pearson  $R = - 0,58$  indica que existe una relación negativa entre las variables, es decir a medida que se aumenta la dosis, el número de larvas por fruto disminuye, el  $R^2$  coeficiente de determinación señala que el 33,91 % es ocasionada por la dosis de *Emamectin benzoato*.

### 3.6 RENDIMIENTO (t/ha)

Para realizar el análisis de varianza cuadro 18, se utilizó los datos del anexo 8. En el que se observa que entre bloques y tratamientos no existieron diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad fue de 7,47 %.

Cuadro 18: Análisis de varianza del rendimiento (t/ha)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$	
					0,05	0,01
Bloques	3	189,398	63,1326	1,01	3,49	5,95 NS
Tratamientos	4	322,088	80,522	1,29	3,26	5,41 NS
Error	12	749,731	62,4776			
Total	19	1261,22				

CV: 7,47 %

Fuente: Elaboración propia

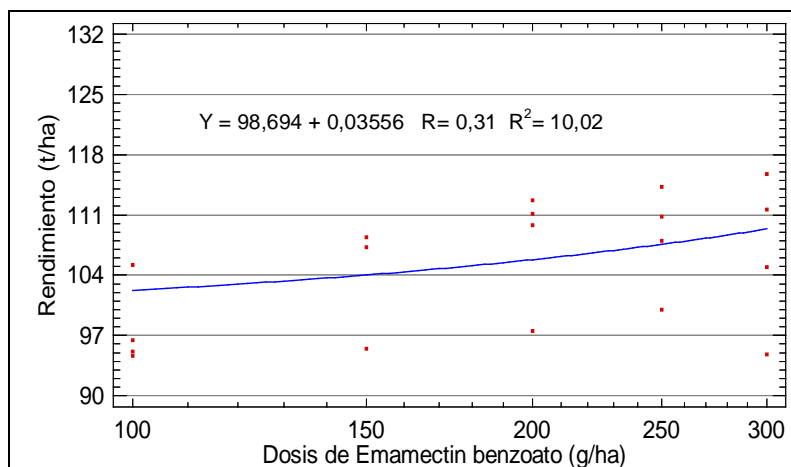
Cuadro 19: Análisis de varianza de regresión del rendimiento (t/ha)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F $\alpha$	
					0,05	0,01
Regresión lineal	1	126,451	126,451	2,01	4,74	9,33 NS
Error	18	1134,77	63,0425			
Total	19	1261,22				

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de varianza de regresión del cuadro 19, se utilizó los datos del anexo 8. Donde se observa que las dosis de *Emamectin benzoato* y el rendimiento no se encuentran relacionados.

Figura 7: Regresión lineal simple dosis de *Emamectin benzoato*/rendimiento en el cultivo de tomate



Fuente: Elaboración propia

La figura 7, muestra la dosis de *Emamectin benzoato* por el rendimiento, la cual se ajusta a un modelo lineal cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 98,694 + 0,03556 X$$

Indicando que por cada gramo de *Emamectin benzoato* el rendimiento aumenta en 0,03556, el coeficiente de correlación de Pearson  $R = 0,31$  indica que existe una relación positiva entre las variables, es decir a medida que se aumenta la dosis, el rendimiento aumenta, el  $R^2$  coeficiente de determinación señala que el 10,02 % del rendimiento es ocasionada por la dosis de *Emamectin benzoato*.

En el trabajo de investigación realizado entre noviembre de 1992 y febrero de 1993 sobre la “Respuesta del tomate cultivar Río Grande Mejorado a la aplicación de diferentes dosis del fitorregulador Trigar al suelo bajo riego por exudación”; menciona que para el control del gusano ejército (*Prodenia sp.*), realizó controles con aplicaciones de Ripcord y Stermin al 1 %. En donde el rendimiento con mejor promedio lo obtuvo el tratamiento  $T_3$  (dosis 1 l/ha), con un rendimiento de 67,43 t/ha. (Flores, 1993).

En el ensayo de investigación realizado durante los meses de febrero a agosto del 2007 denominado “Efecto del biol sobre el rendimiento de dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)”, mencionó que para el control del gusano perforador del fruto (*Prodenia eridania*) aplicó Lorsban 1,0 %. Obtuvo rendimientos en la var. Nirvana de 57,86 t/ha y la var. Río Grande Mejorado de 38,58 t/ha. (López, 2008).

El cual indican estos rendimientos son más bajos a los tratamientos citados en este ensayo, el rendimiento mas alto fue de 108.34 t/ha ( $T_2 = 150$  g/ha). Cabe resaltar que ambos trabajos fueron realizados en al misma época.

## CONCLUSIONES

De los resultados se desprende, en términos generales, que las dosis de los tratamientos  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  y  $T_5$  usadas en el presente ensayo, dan buen resultado para controlar el gusano ejército del tomate. Sin embargo desde el punto de vista de residualidad el tratamiento  $T_2$  (150 g/ha) es el tratamiento que mejor comportamiento obtuvo ya que presentó 4,465 % de incidencia de plaga, y respecto al número larvas por hoja, el tratamiento  $T_2 = 150$  g/ha obtuvo una baja cantidad de larvas por hoja con 1,943 y respecto al número de larvas por fruto, el tratamiento  $T_2 = 150$  g/ha obtuvo una cantidad de 0,1675 larvas por fruto, en cuanto al rendimiento el tratamiento  $T_2 = 150$  g/ha obtuvo el rendimiento más alto con 108,34 t/ha siendo este superior a cualquier otro tratamiento probado.

## RECOMENDACIONES

1. Para obtener un control adecuado *Emamectin benzoato* debe ser aplicado tan pronto se observen los primeros individuos de las plagas en el campo.
2. No utilizar dosis menores al tratamiento  $T_1 = 100$  g/ha debido a que en este punto se produce pérdidas económicas y es recomendable siempre alternar con otros insecticidas.
3. Replicar esta investigación en otras zonas productoras de tomate, con el fin de obtener datos comparativos que permitan confiar la información obtenida y poder llevar recomendaciones definitivas a los agricultores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALONSO, R. (1991). *Reseña histórica y aspectos bioecológicos del gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (J. E. Smith). Seminario Spodoptera frugiperda (El gusano cogollero) en sorgo, maíz y otros cultivos.* Memorias Cali, Co. s.n. Pág. 12-14.
2. ANDERLINE, R. (1976). *El cultivo del tomate.* Editorial Mundi-Prensa. Madrid – España. 209p.
3. BARRAGRY, T. (1987). *A Review of the Pharmacology and Clinical Uses of Ivermectin.* Can. Vet. J. Vol. 28. Pág. 512-517.
4. BELDA, J.E.; CABELLO, T.; JUSTICIA, L.; PASCUAL, F. (1994). *Distribución espacial de Spodoptera exigua (Hübner) (Lepidóptera; Noctuidae) en cultivo de pimiento en invernadero.* Boletín de Sanidad Vegetal 20. Pág. 287-301.
5. BULLÓN F. OSCAR. A. (1985). *Producción y Protección de cultivos.* Primera edición. Editorial S.R.L. 210p.
6. CALZADA B., J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación.* 5ta Edición. Editorial Milagro. Lima - Perú. 647p.
7. CAPINERA, J. L.; VALLES, S. M. (1993). *Response of southern armyworm, Spodoptera eridania (Lepidoptera: Noctuidae) larvae to*

*selected botanical insecticides and soap*. Journal of Agricultural Entomology 10: Pág. 145-153.

8. CASANA, A. NINA; VERGARA C. CLORINDA. (2006). *Biología y comportamiento de Spodoptera ochrea (Hampon) (Lepidóptera: Noctuidae) en cultivo de espárrago (Asparagus officinalis L.), bajo condiciones de laboratorio*. Rev. Per. Ent. Vol. 45. Pág. 141-143.
9. CISNEROS V., FAUSTO H. (1995). *Control de plagas agrícolas*. 2ª Edición. Editorial Full Print. Lima. Perú. 313p.
10. DOS SANTOS, K. B.; MENEGUIM. A. M.; NEVES, P. M. O. (2005). *Biología de Spodoptera eridania (Cramer) (Lepidóptera: Noctuidae) en diferentes hospederos*. Rev. Neotropical Entomology, 34(6). Pág. 903-910.
11. ECKEL, CRAIG S.; DUNBAR, DENNIS M.; WHITE, STEPHEN M. NORTON, JACK A. (1996). *Experience with Emamectin benzoate for control of Lepidoptera pest species in Florida vegetable production*. Proc. Fla. State Hort. Soc. 109: Pág. 205-207.
12. FLORES, L.R.; BAUTISTA, N.; CARRASCO, J.; MORALES, O. Y QUIÑÓNEZ, S. (2005). *Comparación de dos técnicas de medición de cápsulas cefálicas para separar estadios larvales de Copitarsia incommoda (Walker) (Lepidóptera: Noctuidae)*. Acta Zool. México. Pág. 109-113.

13. FLORES, P. EDGAR. (1993). *Respuesta del tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) cv. Río grande mejorado a la aplicación de diferentes dosis de Fitorregulador Triggrr suelo bajo riego por exudación. En el C.E.A. III "Fundo los Pichones" de la U.N.J.B.G.* Tesis (Ing. Agrónomo).
14. FOLQUER, F. (1976). *El cultivo del Tomate*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. 104p.
15. GARCÍA, U. (1986). *Insectos dañinos de las leguminosas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. Pág. 27.
16. JARAMILLO, J.; RODRÍGUEZ, V. P.; GUZMÁN, M.; ZAPATA, M.; RENGIFO, T.; (2007). Manual Técnico: *Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Primera Edición. Pág. 331.
17. JUSCAFRESA, BAURILLO. (1969). *Cultivo de Tomates*, Editorial AEDOS, Barcelona - España, Pág. 210.
18. LA TORRE, B. A. (1990). *Plagas de las hortalizas*. Santiago, Chile. Pág. 520.
19. LÓPEZ CH., WILSON. (2008). *Efecto del biol sobre el rendimiento de dos variedades de tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*. En el C.E.A. III "Fundo los Pichones". U.N.J.B.G. Tesis (Ing. Agrónomo).

20. MARIN C. G. (1992). *Rendimiento de nuevos cultivares de Tomate (Lycopersicon esculentum Mill) Sometidos a dos Sistemas de Conducción, en el Valle de Azapa, I Región de Arica - Chile.* U.N.J.B.G. Tesis (Ing. Agrónomo).
21. MAROTO, J. (1995). *Horticultura Herbácea Especial*, 4ta Edición, Editorial Mundi – Prensa. Madrid España. 611p.
22. MARTÍNEZ GONZÁLEZ, E.; BARRIOS SANROMÁ G.; ROVESTI L.; SANTOS PALMA R. (2006). *Manejo Integrado de Plagas.* Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Cuba.
23. MONDEÑO, J. (1990). *Manual para la producción agropecuaria Tomate. Área de producción vegetal.* 2da Edición. Edit. Trillas. 52p.
24. MORALES, J. (1970). *El cultivo del Tomate.* Ministerio de Agricultura, Divulgación N° 01. Pág. 06.
25. NARREA CANGO, MÓNICA. (2005). *Evaluación en Tomate Paprika y Espárrago.* Dpto. de Entomología y Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
26. NUEZ F. (2001); *“El cultivo del tomate”* Editorial Mundi – Prensa Madrid España. 783p.
27. PADRÓN C., EMILIO. (1996). *Diseños experimentales con la aplicación a la Agricultura y la Ganadería.* Editorial Trillas. Primera edición. 215p.

28. REDOLFI DE HUIZA I.; MARIN LOAYZA R. (1992). *Los controladores biológicos de Spodoptera eridania (Cramer) en la costa central del Perú*. Rev. Per. Ent. Pág. 35.
29. ROLF, GLORIA B. (1975). *Control Químico del "Gusano Ejército" Prodenia sunia (G.) en tomatara realizado en la CAP. "La Candelaria" Huaral*. Rev. Per. Ent. Vol. 18 N° 1. Pág. 120-123.
30. SALINAS, PEDRO J.; CEDEÑO, OSCAR. (1963). *Ensayo sobre control de gusanos perforadores del fruto del tomate Heliothis zea (Boddie), Laphygma frugiperda (S & A), Prodenia Latifascia (Walker) y Xylomyges eridania (Cramer) mediante el uso de insecticidas*. Venezuela. Fundación SHELL. Pág. 13.
31. SÁNCHEZ V.; VERGARA C. (1990). *Manual de prácticas de Entomología Agrícola*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Entomología. Lima - Perú. Pág. 236.
32. SÁNCHEZ V.; VERGARA C. (1997). *Plagas de Hortalizas*. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Entomología. Lima - Perú. Pág. 255.
33. SARMIENTO M., JORGE; SÁNCHEZ V. GUILLERMO. (1997). *Manual de evaluación de insectos*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Departamento de Entomología y Fitopatología. Lima - Perú. Pág. 117.

34. SAUNDERS, JOSEPH L.; KING, ANDREW B. S.; VARGAS S., CARLOS L. (1983). *Plagas de cultivos en América Central una lista de referencia*. Boletín Técnico/CATIE N° 9. Pág. 92.
35. SAUNDERS, JOSEPH L.; COTO, DANIEL T.; KING, ANDREW B.S. (1998). *Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América central*. Manual técnico/CATIE N° 29. Segunda Edición. Pág. 305.
36. TURCHI, A. (1985). *Guía de la agricultura y Ganadería, Guía Práctica de la Horticultura*. Editorial Edagrícola, España. 236p.
37. VALVERDE, A. C.; SARMIENTO, J. M. (1986). *Influencia de cuatro plantas hospedadoras en la susceptibilidad de Spodoptera eridania a tres insecticidas*. Rev. Per. Ent., 29: Pág. 55-60.
38. VALVERDE, L. (2007). *Microestructura del huevo de Spodoptera eridania (Stoll, 1782) (Lepidóptera; Noctuidae)*. Acta zoológica lilloana 51 (1): Pág. 53–56.
39. WARE W. GEORGE; WHITACRE M. DAVID. (2004). *The Pesticide Book*, 6th Ed. Meister Media Worldwide, Willoughby, Ohio. 496p.
40. ZAPATA T., MARIO Y COLABORADOR RAZURI, VICENTE. *Entomología General Parte 1*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Sanidad Vegetal. Lima Perú. Pág. 131.


41. ZENKER, M.M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. (2007). *Estágios imaturos de Spodoptera cosmioides (Walker) (Lepidóptera, Noctuidae)*. Rev. Bras. Zool 24. Pág. 99-107.

**PÁGINAS CONSULTADAS EN INTERNET:**

42. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2010. [http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm)
43. Syngenta Crop Protection S.A. 2012. <http://www.syngenta.com>
44. Semillas Magna C.A. 2012. <http://www.semillasmagna.com/>

**ANEXOS**

## Anexo 1: Análisis físico-químico del campo experimental

 <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO &amp; SERVICIOS E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD, ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS, ANÁLISIS DE AGUAS POTABLE, SUPERFIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS.												
<b>LAQ&amp;S</b>												
<b>INFORME DE ENSAYO N° 121-10 SUE-2011</b>												
<b>ANÁLISIS DE SUELOS</b>												
<b>INFORMACION PRELIMINAR</b>												
<b>SOLICITANTE</b>				: JAIME DAVID LAQUI ESTAÑA								
<b>DIRECCION</b>				: CIUDAD NUEVA TACNA								
<b>PRODUCTO</b>				: SUELO								
<b>SERVICIO SOLICITADO</b>				: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN								
<b>PROCEDENCIA</b>				: "Centro Experimental Agrícola (CEA III) Fundo Los Pichones de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna"								
				: Latitud Sur 17° 59' 38" Latitud Oeste 70° 14' 22"								
				: Altitud 508 m.s.n.m								
<b>SISTEMA DE RIEGO</b>				: Goteo								
<b>FECHA DE MUESTREO</b>				: 19 Octubre del 2011								
<b>CODIGO REGISTR. LABORATORIO</b>				: M-1 445								
<b>PRESENTACION</b>				: 01 Bolsa de plástico con 1,500 Kgs. de muestra, aprox.								
<b>FECHA DE RECEPCION</b>				: 21 de Octubre del 2011								
<b>FECHA ENTREGA RESULTADO ANALISIS</b>				: 25 de Octubre del 2011								
<b>II. RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS</b>												
MTRA	ANÁLISIS MECÁNICO				ANÁLISIS QUÍMICO				ELEMENTOS DISPONIBLES			
	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	CO <sub>3</sub> Ca	pH	C.E.	Mat. Org.	Nitróg.	Fósforo	Potasio	
	%	%	%		%		ms/cm	%	% N.	ppm P	ppm K	
M-1	29.8	17.6	52.6	Fco. Limoso	0.0	6.05	3.46	2.11	0.114	55.37	1.170	
C.E.= Conductividad Eléctrica mS/cm= milisiemens por cm=mmho por cm % Porcentaje ppm=partes por millón pH y C.E.= extracto/ suelo 1:2.5 CO <sub>3</sub> Ca= Carbonato de Calcio Fco Limoso= Franco Limoso												
MTRA	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC Capacidad de Intercambio Catiónico	PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable						
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>								
	meq/100gs	meq/100gs	meq/100gs	meq/100gs	meq/100gs	%						
M-1	10.95	2.23	2.15	0.87	16.2	5.37						
CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs= miliequivalentes x 100gs de suelo PSI= Porcentaje de Sodio Intercambiable												
<b>III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION</b>												
MTRA	CO <sub>3</sub> Ca	pH	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO					
M-1	Deficiente	Moderad. Acido	Muy Salino	Bajo	Bajo	Excesivo	Muy Alto					
MTRA	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI						
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>								
M-1	Alto	Medio	Muy Alto	Alto	Medio	No Sódico						
Moderad. Acido = Moderadamente Acido												
Victoria Haydee Frisancho Motta Licenciada en Química COP-CHG N° 270 Calle Roma N° 227 - Siento Rosa M. Melgar - Arequipa												
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA												

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico & Servicio E.I.R.L. Arequipa. 2011.



## LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD, ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;  
ANÁLISIS DE AGUAS POTABLE, SUPERFIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES,  
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

**LAQ&S**

### RANGOS DE INTERPRETACION ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

pH		C.E.		MATER.ORG		NITROGENO	
RANGO	pH	RANGO	C.E. mS/cm	RANGO	M.O. %	RANGO	N %
Fuertemente Acido	3.5 - 5.5	No Salino	0 - 0.5	Deficiente	0 - 1.5	Deficiente	0 - 0.05
Moderadamente Acido	5.6 - 6.5	Débilmente Salino	0.5 - 1.0	Bajo	1.5 - 3.0	Bajo	0.05 - 0.12
Neutro	6.5 - 7.3	Moderad. Salino	1.0 - 2.0	Normal	3.0 - 4.0	Normal	0.12 - 0.18
Moderadamente Alcalino	7.4 - 8.4	Salino	1.0 - 2.0	Alto	4.0 - 6.0	Alto	0.18 - 0.30
Fuertemente Alcalino	8.5 a más	Muy Salino	3.0 a más	Excesivo	6.0 a más	Excesivo	0.31 a más

El pH y\* C.E. : Relación suelo agua 1:2.5

Fuente: Dr. Houba y Walinga

Agricultura University Wageningem-The Netherlands

CO <sub>3</sub> Ca		FOSFORO		POTASIO	
RANGO	%	Método Olsen Modificado	ppm. P	RANGO	ppm. K
Deficiente	0 - 1.0	Deficiente	0 - 3.0	Deficiente	0 - 75
Bajo	1.0 - 2.0	Bajo	3.0 - 7.0	Bajo	75 - 125
Normal	2.0-3.0	Normal	7.0 - 14.0	Normal	125 - 176
Alto	3.0 - 6.0	Alto	14.0 - 25.0	Alto	177 a más
Excesivo	6.0 a más	Excesivo	26.0 a más		

### CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO BASES CAMBIABLES CIC

	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Potasio Camb. meq/100 g	< 0.05	0.05 - 0.1	0.1 - 0.4	0.4 - 0.7	> 0.7
Sodio Camb. meq/100 g	< 0.1	0.1 - 0.3	0.3 - 0.7	0.7 - 2.0	> 2.0
Calcio Camb. meq/100 g	< 2	2.0 - 5.0	5.0 - 10.0	10 - 20	> 20
Magnesio Camb. meq/100 g	< 0.3	0.3 - 1.0	1.0 - 3.0	3.0 - 6.0	> 6.0
CIC meq/100g	< 6	6.0 - 12.0	12 - 25	25 - 40	> 40

### CLASIFICACION SUELOS SEGUN SU PSI PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE

CLASE	PSI
No sódicos	< 7
Ligeramente sódicos	7 - 15
Medianamente sódico	15 - 20
Fuertemente sódico	20 - 30
Muy fuertemente sódico	30 a +



Fuente: Laboratorio de Análisis Químico & Servicio E.I.R.L. Arequipa. 2011.

## Anexo 2: Fechas de aplicación de los tratamientos

Fecha de aplicación	Dosis			
	Tratamientos	g/ha	g/200 l	g/l agua en 1008 m <sup>2</sup>
5 Dic.	T - 1	100	50	4 g/16 L
	T - 2	150	75	6 g/16 L
	T - 3	200	100	8 g/16 L
	T - 4	250	125	10 g/16 L
	T - 5	300	150	12 g/ 16 L
26 Dic.	T - 1	100	50	4 g/16 L
	T - 2	150	100	6 g/16 L
	T - 3	200	150	8 g/16 L
	T - 4	250	200	10 g/16 L
	T - 5	300	250	12 g/ 16 L
23 Ene.	T - 1	100	50	4 g/16 L
	T - 2	150	100	6 g/16 L
	T - 3	200	150	8 g/16 L
	T - 4	250	200	10 g/16 L
	T - 5	300	250	12 g/ 16 L

Fuente: elaboración propia.

### **Anexo 3: Datos obtenidos de las unidades experimentales**

#### **Promedio de incidencia de plaga (%)**

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T <sub>1</sub>	5,56	7,4	9,26	5,56
T <sub>2</sub>	3,7	3,7	5,56	3,7
T <sub>3</sub>	3,7	3,7	7,4	3,7
T <sub>4</sub>	5,56	5,56	3,7	1,85
T <sub>5</sub>	1,85	3,7	3,7	5,56

Fuente: Elaboración propia

### **Anexo 4: Datos obtenidos de las unidades experimentales**

#### **Promedio número de posturas por hoja**

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T <sub>1</sub>	0,22	0,22	0,28	0,31
T <sub>2</sub>	0,22	0,17	0,22	0,25
T <sub>3</sub>	0,14	0,14	0,22	0,11
T <sub>4</sub>	0,22	0,25	0,08	0,14
T <sub>5</sub>	0,08	0,19	0,17	0,13

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo 5: Datos obtenidos de las unidades experimentales**

### **Promedio número de larvas por hoja**

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T <sub>1</sub>	2,55	2,33	2,78	2,55
T <sub>2</sub>	2,67	1,33	2,67	2,00
T <sub>3</sub>	1,67	1,89	2,11	1,56
T <sub>4</sub>	2,00	1,67	0,56	1,11
T <sub>5</sub>	1,33	1,22	1,33	2,00

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo 6: Datos obtenidos de las unidades experimentales**

### **Promedio de porcentaje de frutos perforados**

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T <sub>1</sub>	0,10	0,11	0,14	0,13
T <sub>2</sub>	0,08	0,12	0,06	0,11
T <sub>3</sub>	0,12	0,13	0,07	0,10
T <sub>4</sub>	0,08	0,07	0,07	0,08
T <sub>5</sub>	0,11	0,08	0,06	0,08

Fuente: Elaboración propia

### **Anexo 7: Datos obtenidos de las unidades experimentales**

#### **Promedio de número de larvas por fruto**

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV
T <sub>1</sub>	0,27	0,19	0,25	0,25
T <sub>2</sub>	0,14	0,17	0,11	0,25
T <sub>3</sub>	0,11	0,14	0,19	0,11
T <sub>4</sub>	0,19	0,22	0,17	0,14
T <sub>5</sub>	0,11	0,08	0,08	0,19

Fuente: Elaboración propia

### **Anexo 8: Datos obtenidos de las unidades experimentales**

#### **Promedio de rendimiento (t/ha)**

Tratamientos	Block I	Block II	Block III	Block IV	PROMEDIO
T <sub>1</sub>	95,13	105,17	94,67	96,45	97,85
T <sub>2</sub>	107,29	122,25	95,46	108,37	108,34
T <sub>3</sub>	111,10	97,50	109,79	112,71	107,78
T <sub>4</sub>	114,25	107,97	110,83	100,00	108,26
T <sub>5</sub>	111,66	115,71	104,94	94,83	106,79

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 9: Costo de producción tomate (ha)

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Total
<b>Costos Directos</b>				
<b>Preparación de suelo</b>				<b>550,00</b>
Aradura	Horas	5	50,00	250,00
Rastraje	Horas	2	50,00	100,00
Nivelación	Horas	2	50,00	100,00
Surcado	Horas	2	50,00	100,00
<b>Mano de obra</b>				<b>1750,00</b>
Incorporación de materia orgánica	Jornal	5	25,00	125,00
Tendido de cintas	Jornal	3	25,00	75,00
Plantación y replantación	Jornal	12	25,00	300,00
Fertilización	Jornal	8	25,00	200,00
Control de plagas	Jornal	5	25,00	125,00
Riegos	Jornal	5	25,00	125,00
Cosecha	Jornal	25	25,00	625,00
Clasificación	Jornal	7	25,00	175,00
<b>Insumos agrícolas</b>				<b>1945,95</b>
Semilla de tomate Híbrido Río Grande	1	2	300,00	600,00
Estiércol	kg	10000	0,05	500,00
Fosfato diamónico	kg	87	1,45	126,15
Urea	kg	620	1,09	675,80
Abono foliar	kg	4	11,00	44,00
<b>Pesticidas</b>				<b>695,00</b>
PROCLAIM® 05 SG	1	3	75,00	225,00
Tifón	1	2	45,00	90,00
Lancer	1	1,5	200,00	300,00
Rhizolex-T	Kg	0,5	70,00	35,00
Superwett	1	1,5	30,00	45,00
Sub total				4940,95
Imprevistos(5% del sub total)				247,05
<b>Costos Directos</b>				<b>5188,00</b>
<b>Costos Indirectos (7% de los C.D.)</b>				<b>363,16</b>
<b>Costo total</b>				<b>5551,16</b>