

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ciencias Agrícolas**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL BIOESTIMULANTE STIMPLEX - G  
EN EL RENDIMIENTO DE LA VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.)  
BAJO TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL SECTOR  
DE LA YARADA BAJA**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. EDGAR ABEL ALFÉREZ MAMANI**

**Para optar el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA - PERÚ**

**2009**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL BIOESTIMULANTE STIMPLEX-G  
EN EL RENDIMIENTO DE LA VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.)  
BAJO TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL  
SECTOR DE LA YARADA BAJA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 04 DE DICIEMBRE DEL  
2009, ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

**PRESIDENTE:**

  
.....  
Dr. Oscar Fernández Cutire

**SECRETARIO:**

  
.....  
MSc. Nivardo Núñez Torreblanca

**VOCAL:**

  
.....  
Ing. Rodi Alferez García

**ASESOR:**

  
.....  
MSc. Magno Robles Tello

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

TITULO PROFESIONAL

Tomo: 02

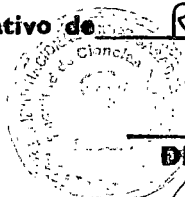
Folio N° 467

El Decano de la Facultad, **CERTIFICA:**

Que el Bachiller: ALFÉREZ MAMANI  
EDGAR ABEL

ha sustentado el presente Trabajo de Tesis y ha sido **APROBADO**  
por Mayoría, con el calificativo de Regular

Tacna, Diciembre 2009



[Signature]  
**DECANO FCAG**

## DEDICATORIA

*A Dios; porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome la fortaleza para continuar y por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.*

*A mis queridos padres; Don Andrés Avelino Alférez Gutiérrez y Doña Victoria Mamani Rivera quienes con su sabiduría supieron orientarme a la dirección correcta, para poder alcanzar mi más anhelada meta; ser profesional*

*A mi gran amor Aime; por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante, rompiendo todas las barreras que se me presenten.*

*A mis hermanos que estuvieron presentes donde más los necesitaba; con su apoyo y orientación acertada y sobre todo su confianza y comprensión hasta la culminación de mi carrera profesional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer profundamente a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboración incondicional en el momento oportuno.

- A mi asesor; el MSc. Magno Robles Tello por su orientación y asesoramiento durante y después de la ejecución de mi trabajo de tesis.
- Mi gran amigo; Ing. Avelino García Lévano por su gran ayuda, orientación y colaboración a lo largo de la ejecución de mi trabajo de tesis.
- Agradezco de manera especial a mis docentes de la escuela de agronomía quienes me transmitieron sabios conocimientos y experiencias clase tras clase.
- Agradezco a mis compañeros de la Facultad de Ciencias Agrícolas y en especial a mis amigos más cercanos; Juan Rolando, Julio Cayo y Juan Vargas. Quienes en todo momento me apoyaron en la culminación de mi trabajo de tesis.

## **CONTENIDO**

|                                   | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>            | <b>01</b>   |
| <b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> | <b>04</b>   |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>  | <b>30</b>   |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUCION</b> | <b>55</b>   |
| <b>V. CONCLUSIONES</b>            | <b>93</b>   |
| <b>VI. RECOMENDACIONES</b>        | <b>95</b>   |
| <b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>          | <b>97</b>   |
| <b>VIII. ANEXOS</b>               | <b>104</b>  |

## RESUMEN

La presente tesis titulada **“Efecto de la aplicación del bioestimulante Stimplex - G en el rendimiento de la vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo tres densidades de siembra en el sector de la Yarada Baja”**, se realizó en el sector las Palmeras pozo AS - 43, en el fundo del señor Andrés Alférez Gutiérrez.

Como material experimental utilizado fue la variedad Venus-INIA sometida a tres densidades de siembra  $d_1$ : 2 plantas (150 000 plantas/ha)  $d_2$ : 3 plantas (225 000 plantas/ha)  $d_3$ : 4 plantas (300 000 plantas/ha) y tres dosis de bioestimulante Stimplex - G:  $b_1$  (300 cc/ 200 L),  $b_2$  (400 cc / 200 L)  $b_3$  (500 cc/ 200 L) respectivamente.

El diseño experimental utilizado fué el de bloques completos aleatorios con arreglo factorial de 3 x 3, con 9 tratamientos con cuatro repeticiones conformadas con 36 unidades experimentales.

Las principales conclusiones fueron las siguientes:

La dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G para el rendimiento de vainita fue de 400,418 cc/ 200 L con la que resulta un óptimo de rendimiento de 10 434,59 (kg/ha), siendo la densidad más adecuada la  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con un promedio de rendimiento de 11 139,00 (kg/ha)

En cuanto al rendimiento por planta, se encontró una dosis óptima del bioestimulante 381,197 cc/ 200 L, con la que se encontró un óptimo de rendimiento por planta de 846,208 g asimismo la densidad de mayor efecto fue la  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con 948,59 g por planta.

En lo referente al número de vainas por planta, la dosis óptima encontrada del bioestimulante fue de 398,905 cc/ 200 L con la que resulta un óptimo de número de vainas de 26,36. Por otro lado se observó que el mayor número de vainas por planta fue con la densidad  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con un promedio de 26,00.

La dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G para el peso de la vaina fue 398,030 cc con la que resulta un óptimo de peso 36,15 g. Asimismo, se observó que la densidad que reporta el mayor efecto fue la densidad  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con 36,11 g.

En referente al largo de vaina la dosis óptima de bioestimulante fue de 405,186 cc / L. con la que resulta un óptimo de largo de la vaina 16,59 cm, por otra parte el mayor promedio de largo de la vaina fue con la densidad  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con 17,39 cm respectivamente.

## I. INTRODUCCIÓN

La vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), es un cultivo de gran importancia a nivel mundial, especialmente como fuente proteíca, la importancia de la vainita dentro del grupo de las hortalizas está determinada en gran parte por su precio, calidad y compatibilidad con los alimentos básicos de la dieta. **Infoagro, (2009)**

La línea de las hortalizas y legumbres, se ha convertido en una importante línea generadora de divisas y de atracción de inversiones a nivel nacional. Tacna cuenta con ventajas comparativas tanto en clima y suelo y la contraestación que permite ofertar a Chile cuando no hay producción interna en dicho país o competir con productos frescos, de mejor calidad y presentación. **MINAG, (2009)**

La siembra constituye uno de los procesos críticos en la producción de la vainita. Su cultivo para la agroindustria o exportación, por la magnitud de las siembras, puede diferir de los procedimientos usuales para esta modalidad de cultivo llevada como hortaliza.

La densidad de siembra será, junto con otras técnicas de cultivo, determinante de la intercepción de radiación solar por el cultivo.

**Richester, (1984)**

En los últimos años y a causa de hacer más eficiente los sistemas productivos, distintas industrias agroquímicas han dispuesto en el mercado complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y/o hormonas de crecimiento, los cuales se han denominado “promotores de crecimiento o bioestimulantes”.

Estos interesantes productos, tienen como cualidades, estimular a las plantas hormonalmente, promover el desarrollo radicular, resistencia a enfermedades, estimulación del desarrollo vegetativo, translocación de nutrientes y por consiguiente aumentos en el rendimiento; en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos: **Coque, (2002)**

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto del bioestimulante STIMPLEX – G y tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de vainita.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Determinar la dosis óptima del bioestimulante STIMPLEX en el rendimiento de la vaina
  
- Determinar la densidad de siembra más adecuada en el rendimiento del cultivo de vainita

**HIPÓTESIS**

Existe un efecto positivo en el incremento del rendimiento del cultivo de vainita variedad Venus-INIA sometida a tres niveles del bioestimulante STIMPLEX – G y tres densidades de siembra en la zona de la Yarada – Baja.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. ASPECTO GENERALES DE LOS BIOESTIMULANTES**

#### **2.1.1. DEFINICIÓN**

**BIETTI y ORLANDO, (2003)** detallan a los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales.

**COSMOCEL, (2005)** indica que los bioestimulantes son fitorreguladores que contienen además de hormonas, fracciones metabólicas activas, así como micronutrientes indispensables en la activación de enzimas. Este tipo de compuestos, bioquímicamente balanceados, nos brindan la posibilidad de actuar sobre los rendimientos de los cultivos, ya que el rendimiento es el resultado final de todos los procesos del desarrollo y los componentes de estos bioestimulantes, influyen directamente sobre los mismos

**ROJAS y RAMÍREZ, (1987)** dicen que los bioestimulantes son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchísimas moléculas bioactivas; usados principalmente para estimular el rendimiento. **BIETTI y ORLANDO (2003)**, agregan que hay bioestimulantes cuya composición se basa en aminoácidos, moléculas formadoras de las proteínas y enzimas.

**RUSSO, R.O, BERLYN, G.P (1990)** Mencionan que los bioestimulantes son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales Russo y Berlyn (1990) los definen como productos no nutricionales que puedan reducir el uso de fertilizantes y aumentar la producción y a resistencia al stress causado por la temperatura y déficit hídrico.

**BIETTI, S Y ORLANDO J. (2003)** Indican que el desarrollo vegetal, tanto en el aspecto de crecimiento como en la diferenciación de órganos; se encuentra regulado por la acción de sustancias químicas llamadas hormonas que activan o reprimen determinados procesos fisiológicos interactuando entre sí.

La denominación de bioestimulantes se emplea para referirse a sustancias químicas que regulan el desarrollo de los cultivos. En la actualidad el desarrollo vegetal se manipula con auxinas y otras hormonas, además con otro tipo de fitorreguladores.

### **2.1.2 HORMONAS**

**JENSEN y SALISBURY, (1994)** Definen que las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y que se trasladan (normalmente) hasta otra región, en la cual se encargan de iniciar, terminar, acelerar o desacelerar algún proceso vital

Para **WEAVER, (1976)** las hormonas de las plantas son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas.

Según **VILLEE, (1992)** las hormonas vegetales son producidas sobre todo en los tejidos en crecimiento, especialmente el meristemo de los casquetes en desarrollo en el extremo de tallos y raíces. El autor indica además que las hormonas estimuladoras de crecimiento son las auxinas, giberelinas y citocininas.

### 2.1.3. AUXINAS.

**SALISBURY y ROSS, (1994)** Señalan que el término auxina (del griego auxein, incrementar) fue utilizado por primera vez por Fritz Went, quien en 1926 descubrió que era posible, que un compuesto no identificado causara la curvatura de coleóptilos de avena hacia la luz.

Asimismo indican **SALISBURY y ROSS, (1994)** que las auxinas son de origen naturales y otras se producen sintéticamente (WEAVER, 1976). Entre las auxinas el ácido indolacético (AIA) es el principal compuesto de producción natural, pero las más utilizadas son el ácido indolbutírico (AIB) y ácido diclorofenoxiacético (2,4-D), que son obtenidas sintéticamente, pero muy similares al AIA y no existen en forma natural en las plantas

**ROJAS y RAMÍREZ (1987) y JENSEN y SALISBURY, (1994)** Detallan que las máximas concentraciones de auxinas se encuentran en los ápices en crecimiento, es decir en la punta del coleóptilo, en las yemas y en los ápices en crecimiento de las hojas y de las raíces.

Por su parte **DEVLIN, (1982)** Menciona que Las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de las células de tallos y coleóptilos (WEAVER, 1976). En algunos casos la auxina actúa como estimulante, en otros como inhibidora, y en un tercer grupo de casos actúa como un participante necesario en la actividad de crecimiento de otras fitohormonas (por ejemplo, cinetinas y giberelinas)

**SALISBURY y ROSS, (1994)** Mencionan que las auxinas y las citocininas son indispensables para iniciar crecimiento en tallos y raíces, no siendo necesarias las aplicaciones externas porque las producciones endógenas rara vez son limitantes

Según **BANSE, (1983)** en su trabajo sobre enraizamiento de esquejes de papa concluyen que éste se vio favorecido con la aplicación de auxina sintética como es el ácido indolbutírico.

### **2.1.3 GIBERELINAS.**

Según **JENSEN y SALISBURY, (1994)** Al mismo tiempo que Frits Went descubría las auxinas (1926) los patólogos vegetales japoneses estaban a punto de descubrir el segundo grupo importante de hormonas vegetales; las giberelinas

Las giberelinas se sintetizan prácticamente en todas las partes de la planta, pero especialmente en las hojas jóvenes (JENSEN y SALISBURY, 1982; SALISBURY y ROSS, 1994). Autores agregan que además se pueden encontrar grandes cantidades de giberelinas en los embriones, semillas y frutos.

Asimismo indican **JENSEN y SALISBURY, (1994)** que las giberelinas viajan rápidamente en todas direcciones a través de la planta: en el xilema y el floema, o a lo largo del parénquima cortical o de otros tejidos parenquimatosos.

**ROJAS y RAMÍREZ, (1987)** Mencionan que su actuación es sobre el RNA desreprimiendo genes que en algunos casos se han identificado. A diferencia de las auxinas la acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango muy amplio de concentraciones lo cual parece indicar que el número de receptores es muy grande o bien hay una continua síntesis de ellos.

**KOSSUTH, (1987)** Menciona que el efecto más sorprendente de asperjar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento. Los tallos de las plantas asperjadas se vuelven generalmente mucho más largos que lo normal **STOWE y YAMAKI (1959)** y **WEAVER, (1976)**.

#### 2.1.4. CITOCININAS.

**SALISBURY y ROSS, (1994)** Mencionan que hacia 1913, Gottlieb Haverlandt, en Austria, descubrió que un compuesto desconocido presente en los tejidos vasculares de diversas plantas estimula la división celular que causa la formación del cambium del corcho y la cicatrización de las heridas en tubérculos cortados de papas

Asimismo señalan **SALISBURY y ROSS, (1994)** que en 1964 Carlos Miller y Letham identificaron la zeatina casi de manera simultánea, empleando ambos científicos el endospermo lechoso del maíz como fuente de citocininas.

Según **JENSEN y SALISBURY, (1994)** se les dio el nombre de citocininas debido a que provocan la citocinesis: división de la célula (formación de una nueva pared celular), siendo la división del núcleo simultánea o previa a ella.

Por otra parte **ROJAS y RAMÍREZ (1987); SALISBURY y ROSS (1994)** y **JENSEN y SALISBURY, (1994)** Mencionan en general los niveles de citocininas son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas) y en las puntas de las raíces.

Parece lógico que se sinteticen en esos órganos, pero la mayoría de los casos no podemos desechar la posibilidad de su transporte desde otro lugar.

**SALISBURY y ROSS, (1994)** Señalan que la acumulación de citocininas en el pecíolo implica que las hojas maduras pueden suministrar citocininas a las hojas jóvenes y a otros tejidos jóvenes a través del floema, siempre que, por supuesto, esas hojas puedan sintetizar citocininas o recibirlas de las raíces

**WEAVER, (1976)** Indican que dos son los efectos sorprendentes de las citocininas: provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados

#### **2.1.4.1. Rol de las citoquininas en la agricultura:**

**DAVIES, (1995)** Señala que las citoquininas aplicadas exógenamente inducen la división celular en tejidos en presencia de auxina y también el desarrollo de cloroplastos, promoviendo la conversión de etioplastos en cloroplastos.

Una vez sintetizadas, las citoquininas pueden ser distribuidas a otras partes de la planta a través del xilema o del floema, o ambos. La utilización de uno u otro sistema conductor depende del lugar donde las citoquininas fueron inicialmente sintetizadas. La presencia de citoquininas en los exudados, ya sean del xilema, el floema, es un hecho común en la totalidad de las plantas examinadas.

**DAVIS, (1995)** señala que su efecto característico es la inducción de la división celular de los tejidos (en presencia de auxina).

Las citoquininas aplicadas exógenamente son compuestos bastantes inmóviles, que ejercen efectos muy localizados (normalmente actúan en el órgano o incluso en la zona del órgano en que fueron aplicadas).

La inmovilidad de las citoquininas está ligada a las conversiones típicas de su metabolismo, que conducen a la formación de citoquininas más polares que quedan atrapadas en el interior de las células.

### 2.1.5. HORMONAS

**DAVIES, (1995)** Señalan que las hormonas son factores estimulantes del desarrollo, pero este es uno de sus efectos y no su acción fundamental. En realidad, las moléculas directamente responsables de los procesos del desarrollo son, como es lo general en el metabolismo, las enzimas. Las hormonas son mensajeros cuyo papel sería un intermediario entre el estímulo (a menudo la luz o la temperatura) y la respuesta de la planta (germinación, floración, etc.)

- **Fitorreguladores hormonales:**

Se conocen los fitorreguladores auxínicos, los fitorreguladores giberélicos que regulan el tamaño y el rendimiento y los citocínicos que influyen en la estimulación de la germinación, el crecimiento de algunos frutos y el retardo de la secuencia de diferentes órganos;

Por otro lado las citoquininas también interactúan con las auxinas y giberelinas para regular el crecimiento y diferenciación de las plantas.

### 2.1.6. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

**GAMBETTA, L. (2007)** En su investigación utilizando dos variedades de vanita *Mágnum* y *Venus-INIA* sometidas de 3 niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo en la zona del valle viejo de Tacna obtuvo el mayor rendimiento con la variedad *Mágnum* con 10 320 kg / ha, y la variedad *Venus-INIA* obtuvo un rendimiento promedio de 7 950 kg / ha.

Según **VERKERK, (1957)** Las auxinas estimulan la actividad del tejido circundante y facilitan su crecimiento. Las auxinas se encuentran en tejidos de rápido crecimiento, tales como frutos inmaduros, semillas inmaduras, botones florales y ápices caulinares, donde generalmente hay altas concentraciones de azúcares. Si un tejido que contiene auxinas es removido, la concentración de azúcares disminuye.

Según **CHAMORRO, (1995)** La aplicación de bioestimulante es una práctica establecida para inducir el desarrollo partenocárpico, posibilitando la producción de frutos a lo largo de todo el año, frutos esponjosos, debido a un pobre desarrollo de la pulpa gelatinosa, y una carne esponjosa, se asocian a menudo al tratamiento con auxinas.

**ABAD y GUARDIOLA, (1986)** señalan que las aplicaciones de auxinas incrementan el rendimiento al producir un aumento en el tamaño de los frutos, así como también inducen a una mayor precocidad. Las auxinas sintéticas provocaron un aumento significativo en el contenido de sólidos totales, no afectando la acidez ni el contenido de sólidos solubles del fruto.

**ABAD Y GUARDIOLA, (1986)** señalan que estas sustancias estimulan la acumulación de metabolitos en el fruto, medido por el aumento en la materia seca, que se acumula preferentemente en las estructuras celulares insolubles y/o como sustancias de reserva.

**ROJAS, (1992)** Menciona la aparición de productos novedosos para activar las plantas sometidas a condiciones adversas. Estos productos son los denominados bioestimulantes, los cuales son compuestos orgánicos que estarían regulando algunos procesos de crecimiento y desarrollo en la planta.

Entre las ventajas de la aplicación de aminoácidos, **ROJAS, (1992)** plantea:

- En momentos de estrés de la planta, ayudan a ésta para conseguir una normalización de sus funciones, ya que por efectos de temperatura, virosis, etc., se ven afectadas.
- Proporcionan aminoácidos de una manera inmediata, los cuales mediante uniones peptídicas catalizadas, se convierten en fuente de proteínas para las plantas.
- Dan vigor a la planta y favorecen la vida bacteriana del suelo al aumentar los contenidos orgánicos.
- Actúan como reconstituyentes de los tejidos vegetales.

Al respecto, **GALLARDO, (1998)** Señala que el efecto de los bioestimulantes se manifiesta según la intensidad de la condición desfavorable que se presente durante la floración.

#### **2.1.6. ASPERSIÓN FOLIAR:**

**SILVA y RODRÍGUEZ, (1995)** Indican que la fertilización foliar permite superar las dificultades de corrección al suelo y presenta la ventaja de una corrección rápida y oportuna. Otra ventaja, es la rápida respuesta que presentan las plantas a la corrección de deficiencias mediante aspersiones foliares.

La desventaja es que su corrección es sólo transitoria, por lo que normalmente se requiera más de una aspersión en la temporada y aspersiones periódicas a través de los años.

**SILVA y RODRÍGUEZ, (1995)** Señalan que aplicaciones foliares presentan la ventaja de una corrección rápida y oportuna de deficiencias y, la desventaja es que es transitoria. Esto explicaría que una aplicación es insuficiente para tener un efecto positivo en la retención primaria de frutos.

**GALLARDO, (1998)** Refiere que si se considera la información anterior, tenemos que hay varios factores que están influenciando una aplicación foliar sobre un cultivo y en especial, cuando se trata con productos del tipo bioestimulante como se menciona anteriormente.

## **2.2. IMPORTANCIA DE LA SIEMBRA**

### **2.2.1. Densidad de siembra.**

**Gardner, (1985)** Refiere que se llama densidad de siembra a la medida que establece la cantidad de plantas que se cultivan en una área determinada.

Usualmente la densidad de siembra se mide con el número de plantas sembradas en una hectárea, es decir, en 10 000 m<sup>2</sup>.

Es necesario destacar que la densidad de siembra tiene un efecto muy significativo en la productividad de una campaña. Pero si bien elevar la densidad de siembra puede beneficiar, no siempre es lo recomendable.

Las condiciones necesarias para definir adecuadamente la densidad de siembra de un cultivo son:

- El tipo de cultivo
- La fertilidad del suelo
- La disponibilidad de agua
- El tipo de riego
- Las condiciones sanitarias del cultivo
- Los recursos económicos disponibles **Gardner, (1985)**

## 2.3. CULTIVO DE VAINITA

### 2.3.1. Origen

La vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) pertenece a la familia de las leguminosas, su centro de origen es Perú y América Central. Es una planta anual, muy exigente en el factor clima y terreno. **Infoagro, (2009)**

### 2.3.2. Taxonomía:

**Infoagro, (2009)** Según la clasificación taxonómica la vainita pertenece al:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionoidae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

Nombre común: vainita, poroto verde.

### 2.3.3. MORFOLOGÍA

- **Sistema radicular:**

Es muy ligero y poco profundo y está constituido por una raíz principal y gran número de raíces secundarias con elevado grado de ramificación. **FAIGUENBAUM, (1993)**

- **Tallo principal:**

Es herbáceo. En variedades enanas presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 a 40 centímetros, mientras que en los porotos de enrame alcanza una altura de 2 a 3 metros, siendo voluble y dextrógiro (se enrolla alrededor de un soporte o tutor en sentido contrario a las agujas el reloj) **FAIGUENBAUM, (1993)**

- **Hoja:**

Sencilla, lanceolada y acuminada, de tamaño variable según la variedad. En sus primeros estados de desarrollo presenta un par de hojas cotiledónicas, para después formar las hojas verdaderas que son compuestas formadas por tres folíolos (trifoliadas) **Faiguenbaum, (1993)**

- **Flor:**

La flor puede presentar diversos colores, únicos para cada variedad, aunque en las variedades más importantes la flor es blanca. Las flores presentan en racimos en número de 4 a 8, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos.

- **Frutos:**

El fruto es una legumbre o vaina, de color verde claro, plana, de dimensiones variables, en cuyo interior se disponen 4-6 semillas. Existen frutos de color verde, verde oscuro etc. **FAIGUENBAUM, (1993)**

#### **2.3.4. CONDICIONES AGRO CLIMÁTICAS**

- **Temperatura**

La vainita es un cultivo muy conveniente para la región andina alta, su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas le permite producir regularmente entre las temperaturas de 13-26 °C con un rango óptimo de producción entre 21 y 15° C **Giacconi, (1996)**

La planta de la vainita crece bien entre temperaturas promedio de 15° a 27° C. existiendo un rango de tolerancia. Se considera que como mínimo requiere de 8° a 12° C para germinar; de 15° a 18° C para la floración; y, de 18° a 20° C para la formación y desarrollo de las vainas.

**Giaconi, (1996)**

Las bajas temperaturas retardan el crecimiento mientras que las altas temperaturas lo acortan. Una planta de vainita puede soportar por períodos cortos temperaturas de 5° C a 40° C, pero si se prolonga ocurren daños irreversibles, como falta de floración o problemas de esterilidad.

**Giaconi, (1996)**

- **Suelos**

Es un cultivo que requiere suelos livianos, bien drenados y de pH entre 5,6 a 6,5. Es necesario que el suelo posea un alto contenido de materia orgánica para que haya retención de humedad, en especial durante el proceso de germinación y floración.

Puede sembrarse con éxito en distintos tipos de suelo; sin embargo, deben evitarse los muy ligeros y los muy pesados, por la dificultad de mantener en ellos, un balance de humedad favorable al cultivo. Los suelos alcalinos son inconvenientes porque las vainas producidas son gruesas y de baja calidad. **Maroto, (1983)**

- **Fotoperíodo:**

Es una planta de día corto, donde la fase reproductiva es inducida por alrededor de 12 horas de luz. Sin embargo la mayoría de las variedades comerciales son insensibles al fotoperíodo, es decir que la floración se produce bajo cualquier condición de largo de día. **FAO, (2006)**

- **Humedad relativa:**

La humedad relativa óptima del aire durante la primera fase de cultivo es del 60% al 65%, y posteriormente oscila entre el 65 y 75%, humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. **Maroto, (1983)**

- **Luminosidad:**

Es una planta de día corto, aunque en las condiciones de invernadero no le afecta la duración del día. No obstante, la luminosidad condiciona la fotosíntesis, soportando temperaturas más elevadas cuanto mayor es aquella, siempre que la humedad relativa sea adecuada.

**Maroto, (1983)**

- **Fertilización:**

Se recomienda realizar el análisis de suelo para determinar el requerimiento de fertilizantes, en promedio la vainita responde a la aplicación de 40 a 60 unidades de nitrógeno /ha, 60 unidades de fósforo y 40 unidades de potasio.

Esto equivale aplicar 87 kg de urea, 139 kg de superfosfato triple y 66 kg de cloruro de potasio, se mezclan los 3 elementos y se aplican en su totalidad al momento de la siembra o a la emergencia de las plántulas

Junto con el fertilizante y al fondo del surco, se recomienda la aplicación de un insecticida granulado para el combate de plagas del suelo. **Maroto, (1983)**

- **Cosecha**

El estado más usado de cosecha es cuando las vainas están entre un tercio y la mitad de su período de formación, esto es de 45 a 50 días y puede apreciarse que los granos están muy pequeños. Esto permite obtener uniformidad en la forma y tamaño de las vainas, pero requiere más cuidado y frecuencia en la recolección.

Las vainitas al estado de cosecha se tienen a los 15 a 20 días. Debe tenerse presente que en los siguientes 20 días se activa la formación de los granos. Los intervalos de cosecha pueden tomar de 3 a 4 días y en invierno pueden ser de 7 a 10 días. La cosecha se realiza a mano, y se requiere de cuidado para no dañar la planta, en especial las vainas que aún no están en estado de cosecha. **Castro, (1987)**

- **Post cosecha y almacenamiento:**

La vainita deberá ser colocada en mallas o jivas que deberán facilitar la ventilación o circulación del aire. Cuando la vainita envasada es colocada en rumas, la temperatura puede incrementarse por el calor que desprende el fruto.

En estas condiciones la vainita tiende a deteriorarse, disminuyendo su calidad. **Maroto, (1983)**

**Cuadro 1:** Composición nutricional: 100 gramos de parte comestible contienen:

| COMPUESTO       | CANTIDAD |
|-----------------|----------|
| Calorías        | 31,0     |
| Agua            | 90,27 g  |
| Carbohidratos   | 7,14 g   |
| Grasas          | 0,12 g   |
| Proteínas       | 1,82 g   |
| Fibra           | 3,4 g    |
| Cenizas         | 0,66 g   |
| Calcio          | 37,0 mg  |
| Potasio         | 209 mg   |
| Fósforo         | 38,0 mg  |
| Hierro          | 1,04 mg  |
| Tiamina         | 0,084 mg |
| Riboflavina     | 0,105 mg |
| Niacina         | 0,752 mg |
| Acido ascórbico | 16,3 mg  |

Fuente: USDA (2008)

### 2.3.5. CONDUCCIÓN DEL CULTIVO

- **Preparación del suelo**

La vainita, requiere una buena preparación del suelo considerando que la germinación de la semilla y desarrollo de la planta se favorece por una adecuada oxigenación y aireación de la raíz, el aprovechamiento de los nutrientes y del agua. Al preparar el suelo debe quedar suelto sin terrones ni depresiones que puedan provocar el empozamiento del agua.

**UNALM, (2000)**

- **Siembra**

Para variedades enanas los surcos de una sola hilera se pueden espaciar desde 0,50 hasta 0,80 m y con surcos de doble hilera, de 0,60 a 0,90 m. entre surcos. Los tipos enanos se siembran directamente en forma continua, o sea chorro, a razón de 80 kg, de semilla por hectárea.

Las variedades de guía se siembran tres semillas por golpe cada 0,40 a 0,90 m. con los surcos separados a 1,20 m. se requieren de 30 a 40 kilos de semilla por hectárea **UNALM, (2000)**

- **Cosecha**

A la hora de la cosecha, las vainas deben tener ciertas características y las normas de calidad establecidas para exportación son:

- Ausencia de fibra en la vaina
- Forma transversal redonda, vaina recta
- Color verde claro
- Tiernas, fácil de partir, que crujan
- Buen sabor y fácil cocción

La cosecha puede realizarse aproximadamente entre los quince y veinte días después de la floración o sea entre los cuarenta y cinco y cincuenta días después de la siembra y durante períodos de dos a tres semanas o más. **UNALM, (2000)**

Las vainas deben ser cosechadas cuando alcanzan su tamaño y la textura comercial. Las cosechas pueden ser en número de dos a tres en los tipos arbustivos y cada dos a cinco días y por períodos largos, para las Variedades de guía.

Para exportación se utiliza el escaldado que consiste en sumergir o pasar las vainas por agua a 98°C durante dos a tres minutos o bien ponerlas al vapor durante tres a cinco minutos. El escaldado ejerce una acción antioxidante y mantiene el color verde de la vaina. **UNALM, (2000)**

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

La presente tesis se realizó en la zona de la Yarada Baja, sector las Palmeras pozo AS - 43, en el fundo del señor Andrés Alférez Gutiérrez.

##### **3.1.1. Historial del campo experimental**

Ají páprika (2007)

Ají paprika (2008)

##### **3.1.2. Ubicación geográfica**

Las coordenadas geográficas son:

Latitud sur: 18° 13' 49,3"

Longitud oeste 70° 31' 21,9"

Altura 29 msnm

### 3.2. SUELO EXPERIMENTAL:

Para el análisis físico – químico del suelo bajo estudio, se realizó el muestreo a una profundidad de 30 cm, fue analizado en el laboratorio de suelos y aguas de la Universidad Nacional Agraria La Molina se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2:** Análisis Físico – Químico del suelo experimental.  
La Yarada Baja. 2008

| <b>ANÁLISIS FÍSICO</b>   | <b>RESULTADOS</b>  |
|--|--|
| Arena<br>Limo<br>Arcilla<br>Textura  | 72 %<br>22 %<br>6%<br>Franco arenoso                                 |
| <b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>  | <b>RESULTADOS</b>  |
| pH<br>C.E.dS/m<br>CaCO <sub>3</sub><br>M.O.<br>N<br>P<br>K<br>CIC me/100 g | 7,56<br>5,02<br>0,4%<br>0,6%<br>0,15%<br>16,9 ppm<br>322 ppm<br>6,72 |

**Fuente:** Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad De Agronomía de la Universidad Agraria La Molina (2008).

El cuadro del análisis físico - químico dentro de las principales características tenemos que se trata de suelo franco arenoso, presenta un pH de 7,56 que según **Guerrero, A. (2000)** es un suelo ligeramente alcalino no estando dentro de los rangos requeridos por el cultivo de vainita, el contenido de fósforo fue de 16,9 ppm considerado normal, con una conductividad eléctrica de 5,04 siendo un suelo salino según lo indicado por **Fuentes, J. (1999)**.

Asimismo el contenido de M.O. fue de 0,6% considerado muy bajo por lo que se trata de un suelo de reciente incorporación a la actividad agrícola **Guerrero, J. (1998)** y su CIC de 6,72 lo cual nos indica que se trata de un suelo poco fértil y su valoración es considerada débil. **Guerrero, J. (1998)** El contenido de potasio es de 322 ppm considerado elevado causando toxicidad en el cultivo de vainita. Según señalado por **Domínguez, A. (1990)**.

### **3.3. AGUA DE RIEGO**

El agua utilizada en el campo experimental se extrae del subsuelo del pozo AS-43 ubicado en la zona de la Yarada Baja sector las Palmeras, mediante una bomba de eje vertical.

**Cuadro 3: Análisis Físico - Químico de agua del pozo IRHS – 43**

| <b>COMPOSICIÓN QUIMICA</b> | <b>RESULTADOS</b> |
|----------------------------|-------------------|
| pH                         | 7,71              |
| C.E ms/cm                  | 2220              |
| Dureza total mg/l          | 1060              |
| TDS mg/l                   | 1140              |
| SAL %                      | 1,1               |
| <b>CATIONES</b>            |                   |
| Calcio mg/l                | 312               |
| Magnesio mg/l              | 68,37             |
| Sodio mg/l                 | 39,50             |
| Potasio mg/l               | 7,44              |
| <b>ANIONES</b>             |                   |
| Alcalinidad total mg/l     | 124               |
| Cloruros mg/l              | 420,32            |
| Sulfatos mg/l              | 402,34            |
| Carbonatos mg/l            | 11,99             |
| Bicarbonatos mg/l          | 139               |

Fuente: Proyecto Especial Tacna (2009)

Según el análisis físico – químico de agua dentro de las principales características presenta un pH de 7,71 siendo los valores altos para el cultivo de vainita ya que es una planta sensible a la salinidad. **Canovas Cuenca J. (1986)**

La C.E ms/cm fue de 2220 es alto el contenido de sales disueltas en el agua. **Cánovas Cuenca J. (1986)** En cuanto a la dureza total del agua es 1060 mg/l según su clasificación es un tipo de agua muy dura debido al contenido de calcio en el agua. Por otro lado el TDS es de 1140 mg/l es elevado causando problemas de salinidad en el cultivo de vainita. **Cánovas, (1990)**

Para el caso del calcio fue de 312 mg/l es elevado causando problemas de obstrucción en los emisores de riego, en cuanto al magnesio fue de 68,37 mg/l es muy bajo su clasificación no causando obstrucción, para el sodio 93,50 mg/l y potasio 7,44 mg/l sus valores son bajos no causando problemas de toxicidad y salinidad en el cultivo de vainita respectivamente. **COMPO, Agricultura S.L. (2004)**

En el caso de cloruros es 420,32 mg/l según su clasificación es elevado, causando problemas de toxicidad, para sulfatos fue de 402,32 mg/l es bajo no habiendo riesgo de toxicidad. **FAO, (1985)**

Por otra parte para carbonatos fue de 11,99 mg/l y bicarbonatos 139 mg/l estando estos valores con riesgo de toxicidad y clorosis férrica respectivamente **FAO, (1985)**

### 3.4. DATOS METEREOLÓGICOS:

Según el cuadro 2, señala que las temperaturas mínimas más bajas se presentaron en los meses de mayo y julio, mientras que se registró temperaturas máximas más altas en los meses de abril y octubre.

**CUADRO 4:** Temperaturas y humedad relativa registradas en el campo experimental

| Meses     | Temperatura |        | Temperatura promedio | Humedad relativa % |
|-----------|-------------|--------|----------------------|--------------------|
|           | máxima      | mínima |                      |                    |
|           | °C          |        |                      |                    |
| Abril     | 24,8        | 13,2   | 19,0                 | 92                 |
| Mayo      | 22,0        | 12,8   | 17,4                 | 96                 |
| Junio     | 20,5        | 14,4   | 17,4                 | 91                 |
| Julio     | 20,0        | 12,4   | 16,2                 | 91                 |
| Agosto    | 20,7        | 13,8   | 17,2                 | 87                 |
| Setiembre | 21,2        | 14,6   | 17,9                 | 84                 |
| Octubre   | 22,6        | 15,5   | 19,0                 | 82                 |

Fuente: SENAMHI – TACNA. (2008)

Las temperaturas promedios registradas durante la investigación variaron entre los rangos de 16,2 a 19 °C estando dentro de los valores óptimos requeridos por el cultivo mencionado por **Giacconi V. (1995)** que indica que los rangos óptimos van de 15 a 21 °C, con respecto a la

humedad relativa registrada durante la etapa de cultivo, los rangos oscilaron entre 82 a 92% que son superiores indicadas por Infoagro (2008) que señala que la humedad óptima va de 65 a 75% no causando daños al cultivo.

### **3.5. MATERIAL EXPERIMENTAL.**

Como material experimental se utilizó la variedad de vainita Venus-INIA sometidos a tres densidades de siembra y tres niveles del bioestimulante **STIMPLEX - G**

#### **3.5.1. Características del material experimental:**

- **Variedad venus-INIA**

Las características más importantes son:

- Hábito de crecimiento: determinado, erecta
- Vaina de color verde claro
- Forma de la vaina plana larga
- Longitud promedio de vaina 18 cm.
- Alta calidad de la vaina (poca fibra)

- Posee una mayor uniformidad del tamaño comercial, con un 11% más de vainas superiores a 15 cm de largo, de forma recta y plana. comparada con la variedad comercial Magnum, esta última es de un color verde más oscuro y de forma más redonda, características que no corresponden a las preferencias del consumidor y que inciden en el menor precio a que se comercializa.
- Otra ventaja muy importante de Venus-INIA es su resistencia al deterioro producido por el transporte desde la zona de producción al mercado consumidor.
- Antecedentes proporcionados por comerciantes mayoristas indican que la calidad de la vaina permanece inalterable después de haber sido transportadas, a diferencia presenta resistencia a las tres razas del virus del mosaico común del poroto
- Precoz: 70 días
- Rendimiento promedio de 8 000 kg/ha. **BASCUR, G. (2003)**

- **Bioestimulante STIMPLEX- G**

STIMPLEX - G es un producto de origen natural registrado en la Agencia de Protección al medio Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica (U.S. Environmental Protection Agency EPA # 67016-1), como un bioestimulante general de cultivos. Para incrementar los rendimientos y mejorar la calidad del producto y con carácter ecológico.

STIMPLEX - G es una fuente natural de estimulantes de crecimiento vegetal derivados de algunas especies de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) que los contienen en abundancia.

STIMPLEX –G contiene un complejo de nutrientes vegetales como trazas de elementos menores, carbohidratos, aminoácidos, vitaminas y elementos mayores. La conjunción de todos estos ingredientes provee una excelente nutrición, vigor, desarrollo y producción.

STIMPLEX ha sido diseñado para favorecer el desarrollo y producción de las plantas, actuando a nivel hormonal y fisiológico.

**Características del producto:**

- Posee protohormonas orgánicas glycosilicadas, lo que confiere una mayor penetración dentro de la planta en menos tiempo, teniendo

un pH de 4. el pH ácido le permite ser mezclado con la mayoría de plaguicida, mejorando su penetración y sistemicidad dentro de la planta

- Posee citoquininas naturales encapsuladas en proteínas específicas, que al ingresar dentro de la planta es liberado por su sistema de regulación natural, lo que le permite actuar eficiente y prolongadamente dentro de la planta.

### **Características de la protohormona GLYCOSILICADA**

- Su uso es auto regulado fisiológicamente por la misma planta (biodisponible).
- Penetra cualquier membrana o tejido de la planta (bioasimilable 100%).
- Su movimiento dentro de la planta es ascendente (acropetala) y descendente (basipetala) a través de los haces vasculares (xilema y floema) o a través del apoplasto y/o simplasto.
- Contiene agentes quelatizantes naturales: ácido algínico, manitol, laminarina, que favorecen el aprovechamiento de los nutrientes de la planta.
- Mejora la penetración y sistemicidad de los plaguicidas que se aplican en forma conjunta incrementando su efectividad.

**Cuadro 5: Composición química del bioestimulante Stimplex G:  
Aminoácidos (g/100 de proteínas)**

|                 |        |
|-----------------|--------|
| Ácido aspártico | 0,88   |
| Ácido glutámico | 1,16   |
| Alanina         | 0,71   |
| Arginina        | Trazas |
| Cistina         | Trazas |
| Fenilalanina    | 0,56   |
| Glicina         | 0,88   |
| Histidina       | Trazas |
| Isoleucina      | 0,37   |
| Leucina         | 0,71   |
| Lisina          | 0,25   |
| Metionina       | 0,25   |
| Prolina         | 0,79   |
| Serina          | Trazas |
| Tirosina        | 0,42   |
| Treonina        | Trazas |
| Triptófano      | 0,00   |
| Valina          | 0,62   |

Fuente: QUÍMICA SUIZA S.A. (2008)

**Cuadro 6: Composición química (P/V)**

| INGREDIENTES ACTIVOS                     | VALORES  |
|--|----------|
| Materia orgánica                         | 13%      |
| Protocitoquininas (kinetina)             | 0,01 %   |
| Nitrógeno total                          | 0,35 %   |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 0,65 %   |
| Potasio soluble (K <sub>2</sub> O)       | 4,20 %   |
| Calcio (Ca)                              | 320 ppm  |
| Magnesio (Mg)                            | 665 ppm  |
| Manganeso                                | 375 ppm  |
| Hierro (Fe)                              | 413 ppm  |
| Cobalto (Co)                             | 0,75 ppm |
| Zinc (Zn)                                | 500 ppm  |
| Cobre (Cu)                               | 25 ppm   |
| Boro (B)                                 | 300 ppm  |
| Molibdeno (Mo)                           | 25 ppm   |
| Níquel (Ni)                              | 0,75 ppm |
| Ingredientes Inertes                     | 80%      |
| Total                                    | 100 %    |

Fuente: QUÍMICA SUIZA S.A. (2008)

- **Beneficios del STIMPLEX – G**

**a) Etapas de desarrollo (germinación y floración)**

- Promueve una formación buena de la planta obteniendo mayor número de tallos, brotes, yemas y hojas.

**b) Etapas de floración (floración y cuajado de frutos)**

- Promueve el mayor número de ramas jóvenes obteniéndose mayor número de yemas.
- Incrementar las yemas florales obteniéndose mayor número de flores al obtener mayor número de flores permite tener mayor número de frutos.

**c) Etapas de fructificación (llenado de frutos)**

- Al activar la traslocación de los fotosintatos de la hoja de los frutos, aumenta el tamaño y peso.
- Rejuvenecedor y activador de tejidos, aumentando la producción de fotosintatos y llenado de frutos.

- Bloquea la actividad excesiva de etileno rejuveneciendo o alargando el periodo de llenado y cosecha, aumentando el número de cosechas y calidad del producto cosechado.

#### **d) Etapas de cosecha (precosecha y cosecha)**

- Traslocador de fotosintatos, incrementando el llenado de los frutos
- En frutos climatéricos (suculentos) aumenta la vida pos cosecha

### **3.6. FACTORES DE ESTUDIO:**

Los factores en estudio utilizados en la presente investigación fueron los siguientes:

**Factor A:** Densidad de siembra a tres niveles:

a<sub>1</sub>: 2 plantas por golpe (150 000 plantas/ha)

a<sub>2</sub>: 3 plantas por golpe (225 000 plantas/ha)

a<sub>3</sub>: 4 plantas por golpe (300 000 plantas/ha)

**Factor B:** Dosis del bioestimulante STIMPLEX –G a tres niveles:

$b_1$ : 300 cc /200 L. (1,5 L/ha)

$b_2$ : 400 cc /200 L. (2,0 L/ha)

$b_3$ : 500 cc /200 L. (2,5 L/ha)

**Cuadro 7: Combinación de los tratamientos en estudio**

| Densidad          | Bioestimulante | Tratamientos |
|-------------------|----------------|--------------|
| $a_1$ (2 plantas) | $b_1 = 300$ cc | $T_1$        |
|                   | $b_2 = 400$ cc | $T_2$        |
|                   | $b_3 = 500$ cc | $T_3$        |
| $a_2$ (3 plantas) | $b_1 = 300$ cc | $T_4$        |
|                   | $b_2 = 400$ cc | $T_5$        |
|                   | $b_3 = 500$ cc | $T_6$        |
| $a_3$ (4 plantas) | $b_1 = 300$ cc | $T_7$        |
|                   | $b_2 = 400$ cc | $T_8$        |
|                   | $b_3 = 500$ cc | $T_9$        |

Fuente: Elaboración propia

### **3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El experimento se realizó con un diseño de bloques completos aleatorios con estructura factorial de dos factores: factor A (densidad) a 3 niveles y el factor B (bioestimulante) a 3 niveles con un total de combinaciones de 9 tratamientos y 4 repeticiones.

### **3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis de los factores en estudio se utilizó la técnica del análisis de varianza, usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 para la comparación de medias del factor A (Densidad) entre tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan a una probabilidad  $\alpha = 0,05$ .

Asimismo se utilizó la técnica de polinomios ortogonales para el factor B (bioestimulante) ajustando a una función de respuesta para hallar el óptimo.

### CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

| BLOQUES        |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| I              | II             | III            | IV             |
| T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>5</sub> |
| T <sub>9</sub> | T <sub>8</sub> | T <sub>7</sub> | T <sub>1</sub> |
| T <sub>3</sub> | T <sub>5</sub> | T <sub>9</sub> | T <sub>2</sub> |
| T <sub>8</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>7</sub> |
| T <sub>5</sub> | T <sub>6</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>8</sub> |
| T <sub>4</sub> | T <sub>7</sub> | T <sub>5</sub> | T <sub>6</sub> |
| T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>8</sub> | T <sub>4</sub> |
| T <sub>6</sub> | T <sub>9</sub> | T <sub>6</sub> | T <sub>3</sub> |
| T <sub>7</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>9</sub> |

### 3.9. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

- **Campo experimental**

Largo: 60 m

Ancho: 20 m

Área total: 1200 m<sup>2</sup>

- **Área de bloques**

Largo : 15 m

Ancho: 20 m

Área: 300 m<sup>2</sup>

Número de bloques: 4

- **Área de unidad experimental**

Largo : 15 m

Ancho: 2 m

Área: 30 m<sup>2</sup>

Número de U.E. 36

Distancia entre líneas: 1 m

Distancia entre plantas: 0,20 m

### **3.10. VARIABLES EVALUADAS DURANTE LA INVESTIGACIÓN**

Las evaluaciones a realizar desde la siembra hasta la cosecha son las siguientes:

**1. Porcentaje de germinación:**

Se efectuó a los 8 días después de la siembra habiéndose tomado el conteo de plantas germinadas de todas las unidades experimentales.

**2. Altura de planta:**

Se determinó la altura de la planta desde la siembra hasta el inicio de la floración, desde la base de la planta, a los 40 y 60 días después de la siembra, se evaluó 10 plantas por unidad experimental en forma aleatoria.

**3. Número de vainas por planta:**

Esta estimación se efectúa con la recolección y conteo de frutos desde los 60 días después de la siembra, hasta la finalización de la cosecha, se evaluó 10 plantas por unidad experimental en forma aleatoria.

**4. Peso promedio de la vaina por unidad experimental:**

Se realizó pesándose el total de 10 plantas en cada tratamiento, por unidad experimental en forma aleatoria.

**5. Largo de la vaina:**

Se determinó midiendo 10 vainas elegidas al azar por tratamiento en forma aleatoria.

**6. Rendimiento por planta:**

El momento oportuno para cosechar se determinó según el estado de las vainas, se tomó en forma aleatoria 10 plantas por unidad experimental.

**7. Rendimiento (kg/ha)**

Se determinó tomando 10 plantas por unidad experimental en forma aleatoria de cada tratamiento.

### **3.11. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.**

#### **a. Preparación de terreno (5/07/2008)**

Primeramente se removió el suelo a una profundidad 0,35 m. aproximadamente, con el fin de conseguir una buena porosidad del suelo, realizando una aplicación de estiércol de gallina (gallinaza) a razón 10 t/ha, posteriormente se realizó un riego constante por una semana para acelerar la descomposición de la materia orgánica antes de la siembra.

#### **b. Siembra (14/07/2008)**

Después de la preparación del terreno y la demarcación del área experimental se procedió a la distribución del material a evaluar.

La semilla previa a la siembra se trató con Rhizolex – T a una dosis de 0,5 a 1 kg/15 kg de semilla. La siembra se realizó en forma directa a razón de 2, 3 y 4 semillas por golpe según la distribución de cada uno de los tratamientos, las cuales se cubrieron con 2-3 centímetros de tierra, el distanciamiento entre plantas de 20 cm y a 1 m entre líneas.

**c. Riego:**

Los riegos se realizaron por el sistema de goteo y fue en forma periódica de acuerdo a las necesidades de la planta para su desarrollo, siendo los primeros días los más importantes para la germinación, y un riego frecuente y ligero en la etapa de floración y formación de las vainas. La demanda en el cultivo de vainita del recurso hídrico 4000 m<sup>3</sup>/ha/campaña agrícola.

**d. Aplicación del bioestimulante Stimplex – G**

Las aplicaciones que se efectuaron mediante aspersiones foliares, durante el desarrollo de cultivo de vainita fueron las siguientes:

- La primera aplicación se efectuó cuando la planta tuvo de 2 a 3 hojas verdaderas. (02/08/08)
- La segunda aplicación se realizó a inicio de la primera floración. (22/08/08)
- La tercera aplicación se desarrolló al inicio de la formación de las vainas. (03/09/08)

**e. Fertilización:**

El nivel de fertilización utilizado fué de acuerdo a la siguiente dosis de fertilización: 60 /40/ 0 kg/ha de NPK a base de úrea (N: 46%) y nitrato de amonio (N: 33%), siendo las etapas siguientes:

- La primera fertilización se llevó a cabo el día 29/07/08
- La segunda fertilización fue el 06/08/08
- La tercera fertilización fue el 15/08/08
- La última fertilización se llevó acabo el 24/08/08

**f. Control de malezas:**

Los deshierbos sé realizaron en forma manual, al mismo tiempo removiendo el suelo, con el cual se le da buenas condiciones de aireación y humedad para un mejor desarrollo de la planta. Estas labores de realizaron en forma constante cada 7 días, entre las malezas que se presentaron:

- *Taraxacum officinale* "Diente de león"
- *Amaranthus hybridus* "yuyo"
- *Bromus catarticus* "cebadilla"

**g. Control de plagas y enfermedades:**

En la conducción del experimento el cultivo de vainita no se presentó ataques de importancia, sin embargo se aplicaron pesticidas de manera preventiva y en otras de contacto.

Entre las principales plagas y enfermedades que se presentaron durante la conducción del experimento fueron:

**Plagas:**

- Gusanos cortadores (*Agrotis* sp. y *Feltia* sp) se aplicó TIFON 4E, a razón de 200 – 300 ml/200L. Al momento del establecimiento y emergencia del cultivo.
- Mosca minadora (*Lyriomiza huidobrensis*) se aplicó Trigard 75 WP a una dosis de 7 g / 20 L. y Furia C.E a razón de 75 – 150 ml/200L. durante el crecimiento del cultivo.
- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se aplicó Confidor Forte a una dosis de 40 ML en 100 L de agua. Y Lancer a 10 ml/20L.
- Gusano de las vainas (*Heliothis viresces*) se controló con Rayosac 50 EC 100 ml/200L y Lannate 90 PS se aplicó 200 – 300 g/200L. al inicio de la formación de las vainas.

**Enfermedades:**

- Oidiosis (*Erysiphe polygoni*) se aplicó Folicur 250 EW a razón de 60 – 80 ml/200L. durante el proceso de crecimiento del cultivo.

**h. Cosecha:**

La cosecha se realizó a partir del 18 de setiembre 2008, cuando las vainas alcanzaron entre los 15 – 18 cm de largo, es decir, las vainas fueron cosechadas cuando alcanzan su tamaño y textura comercial, cabe señalar que se cosechó cada 4 y 7 días, en el experimento se obtuvieron 3 cosechas que fueron las siguientes:

- Primera cosecha: 650 kg (18/09/08)
- Segunda cosecha: 730 kg (26/09/08)
- Tercera cosecha: 150 kg (02/10/08)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron en la presente tesis corresponden a los análisis de las mediciones realizadas en el campo descritas en los materiales y métodos.

### 4.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN (%)

**CUADRO 8: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN (%) DE VAINITA, A LOS 8 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.**

| Fuentes de variabilidad | G.L. | S.C    | C.M.  | F.C.  | F    |         |
|-------------------------|------|--------|-------|-------|------|---------|
|                         |      |        |       |       | 0,05 | 0,01    |
| Bloques                 | 3    | 1,635  | 0,545 | 0,258 | 3,40 | 5,61 ns |
| Tratamientos            | 8    | 16,719 | 2,089 | 0,990 | 2,36 | 3,36 ns |
| A. Densidad             | 2    | 0,719  | 0,359 | 0,170 | 3,40 | 5,61 ns |
| B. Bioestimulantes      | 2    | 11,719 | 5,859 | 2,778 | 3,40 | 5,61 ns |
| Interacción AxB         | 4    | 4,281  | 1,070 | 0,507 | 2,78 | 4,22 ns |
| Error experimental      | 24   | 50,615 | 2,109 |       |      |         |
| Total                   | 35   | 68,969 |       |       |      |         |

**C.V. 1,474 %**

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis de varianza de porcentaje germinación nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Asimismo el mismo cuadro muestra que no existen diferencias estadísticas para el factor densidad, de igual forma para el factor bioestimulante.

Por otro lado, para el factor interacción no se encontró diferencias estadísticas lo cual señala que ambos factores actuaron independientemente sobre la variable de estudio.

El coeficiente de variación de 1,474 % es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

**CUADRO 9: ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE PLANTA (cm)  
DEL CULTIVO DE VAINITA, A LOS 40 DÍAS DESPUÉS  
DE LA SIEMBRA.**

| Fuentes de variabilidad | G.L. | S.C     | C.M.   | F.C.  | F    |         |
|-------------------------|------|---------|--------|-------|------|---------|
|                         |      |         |        |       | 0,05 | 0,01    |
| Bloques                 | 3    | 78,224  | 26,075 | 9,963 | 3,40 | 5,61 ** |
| Tratamientos            | 8    | 90,523  | 11,315 | 4,323 | 2,36 | 3,36 ** |
| A. Densidad             | 2    | 44,813  | 22,406 | 8,559 | 3,40 | 5,61 ** |
| B. Bioestimulante       | 2    | 25,714  | 12,856 | 4,911 | 3,40 | 5,61 *  |
| Lineal                  | 1    | 0,821   | 0,821  | 0,313 | 4,26 | 7,82 ns |
| Cuadrática              | 1    | 24,893  | 24,893 | 9,512 | 4,26 | 7,82 ** |
| Interacción AxB         | 4    | 19,997  | 4,999  | 1,909 | 2,78 | 4,22 ns |
| Error experimental      | 24   | 62,826  | 2,617  |       |      |         |
| Total                   | 35   | 231,574 |        |       |      |         |

**C.V. 6,699 %**

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis de varianza de altura de planta nos muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los bloques, es decir que hubo eficiencia en el arreglo de los bloques.

Asimismo muestra que existen diferencias altamente significativas para el factor densidad. Para el factor bioestimulante se encontraron diferencias significativas lo que señala que una de las dosis del bioestimulante causó mayor efecto sobre la variable de estudio.

La componente cuadrática resulta altamente significativa para el factor bioestimulante, los que nos indican que la aumentar la dosis del factor B, la altura disminuye.

Al ser significativa la componente cuadrática se ajusto a una función de respuesta, siendo la ecuación resultante:

$$Y = - 0,1 + 0,14295 X - 0,0001765 X^2$$

Que al derivarla obtenemos un óptimo de dosis de Stimplex – G de 404, 957 cc con la que se obtiene un óptimo de altura de 28,54 cm respectivamente tal como se observa en el gráfico 1.

Por otro lado, para el factor interacción no se encontró diferencias estadísticas lo cual señala que ambos factores actuaron independientemente, estos resultados son confiables toda vez que el coeficiente de variación de 6,699 % es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

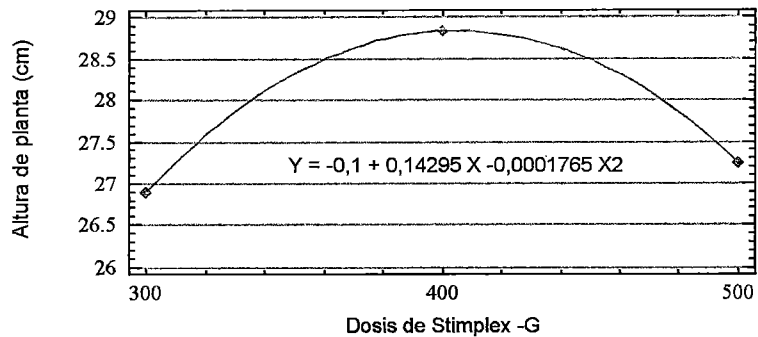
**CUADRO 10: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE ALTURA DE PLANTA A LOS 40 DIAS PARA EL FACTOR DENSIDAD**

| O.M. | Densidad       | Promedio (cm) | Significación<br>0,05 |
|------|----------------|---------------|-----------------------|
| 1    | d <sub>2</sub> | 29,23         | a                     |
| 2    | d <sub>1</sub> | 27,10         | b                     |
| 3    | d <sub>3</sub> | 26,67         | b                     |

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 10, de Duncan que la mayor altura se encuentra con la densidad d<sub>2</sub> con 29,23 cm de altura, asimismo se observo que las densidades d<sub>1</sub> y d<sub>3</sub> obtuvieron promedios de 27,10 y 26,67 cm respectivamente no mostraron diferencias estadísticas.

**GRÁFICO 1:** Función cuadrática de altura de planta a los 40 días del cultivo de vainita



**Fuente:** Elaboración propia.

El gráfico 1, nos muestra que la dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G es de 404, 957 cc con la que se obtiene un óptimo de altura de 28,54 cm, por lo que deducimos que la dosis utilizada en el experimento que causó mayor efecto en la altura de planta fue de 400 cc respectivamente.

**CUADRO 11: ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE PLANTA (cm)  
A LOS 60 DÍAS DEL CULTIVO DE VAINITA**

| Fuentes de variabilidad | G.L. | S.C     | C.M.    | F.C.   | F    |         |
|-------------------------|------|---------|---------|--------|------|---------|
|                         |      |         |         |        | 0,05 | 0,01    |
| Bloques                 | 3    | 27,775  | 9,258   | 4,513  | 3,40 | 5,61 *  |
| Tratamientos            | 8    | 190,726 | 23,840  | 11,623 | 2,36 | 3,36 ** |
| A. Densidad             | 2    | 68,502  | 34,251  | 16,996 | 3,40 | 5,61 ** |
| B. Bioestimulante       | 2    | 100,606 | 50,303  | 24,961 | 3,40 | 5,61 ** |
| Lineal                  | 1    | 0,035   | 0,035   | 0,017  | 4,26 | 7,82 ns |
| Cuadrática              | 1    | 100,571 | 100,571 | 49,035 | 4,26 | 7,82 ** |
| Interacción AxB         | 4    | 21,617  | 5,404   | 2,681  | 2,78 | 4,22 ns |
| Error experimental      | 24   | 48,365  | 2,051   |        |      |         |
| Total                   | 35   | 266,867 |         |        |      |         |

**C.V. 3,955%**

**Fuente:** Elaboración propia.

El cuadro del análisis de varianza de altura de planta a los 60 días nos muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques es decir que los bloques fueron heterogéneos.

Asimismo muestra que existen diferencias significativas para el factor densidad. Para el factor bioestimulante se encontraron diferencias altamente significativas lo que señala que una de las dosis del bioestimulante causó mayor efecto sobre la altura de planta.

La componente cuadrática resultó altamente significativa para el factor B, por lo que se ajustó a una función de respuesta resultando la siguiente ecuación:

$$Y = -19,08 + 0,28675 X - 0,0003585 X^2$$

Que al derivarla se obtiene un óptimo de dosis de bioestimulante de 399,930 con la que resulta un óptimo de altura de planta de 38,26 cm como se muestra en el gráfico 2.

Por otro lado, para el factor interacción no se encontró diferencias estadísticas por lo que deducimos que ambos factores actuaron independientemente.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son confiables puesto que el coeficiente de variación de 3,955 % es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

**CUADRO 12: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS PARA EL FACTOR DENSIDAD**

| O.M. | Densidad       | Promedio (cm) | Significación 0,05 |
|------|----------------|---------------|--------------------|
| 1    | d <sub>2</sub> | 37,26         | a                  |
| 2    | d <sub>1</sub> | 36,42         | a                  |
| 3    | d <sub>3</sub> | 34,00         | b                  |

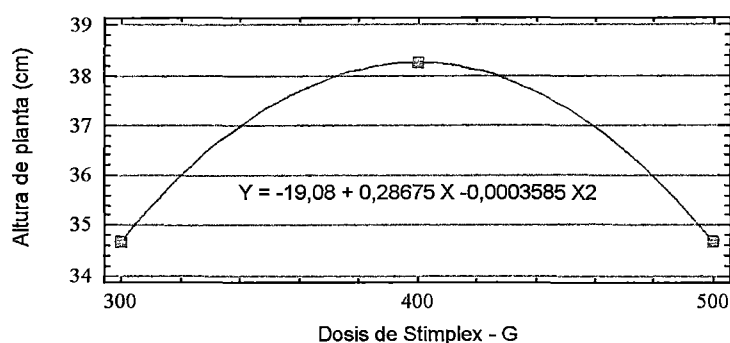
Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 12 de Duncan que la mayor altura se encuentra con la densidad d<sub>2</sub> con 37,26 cm de altura, seguido de la d<sub>1</sub> con 36,42 cm respectivamente y último la densidad d<sub>3</sub> con 34,00 cm respectivamente.

**Chura, R. (2002)** en su investigación utilizado cuatro bioestimulantes comerciales en el rendimiento de brócoli logró la mayor altura con el bioestimulante Ergostin y Stimplex con promedios de 44,91 y 44,55 siendo superiores a los bioestimulantes Pix y Cycocel que lograron promedios de 34,05 y 33,99 cm respectivamente, considerado de

que el Stimplex promueve una formación buena de planta obteniendo mayor número de tallos, brotes, yemas y hojas, según **Química Suiza S.A. (2008)**

**GRÁFICO 2:** Función cuadrática de altura de planta a los 60 días del cultivo de vainita



**Fuente:** Elaboración propia.

El gráfico 2 de altura de planta a los 60 días nos muestra que la dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G es de 399,930 cc con la que se obtiene un óptimo de altura de 38,26 cm, por lo que deducimos que la dosis utilizada en el experimento que causó mayor efecto en la altura de planta fue de 400 cc respectivamente.

Los resultados obtenidos por **Gambetta L. (2007)** en su investigación utilizando distintas dosis nitrógeno y fósforo obtuvo altura de planta con la variedad Venus-INIA de 53,62 cm, siendo superior a la obtenida en la presente investigación, lo que no demostraría que afecta en el crecimiento de la planta las condiciones agro climáticas de la zonas donde se desarrollaron las investigaciones.

**CUADRO 13: ANÁLISIS DE VARIANZA DE NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA DEL CULTIVO DE VAINITA.**

| Fuentes de variabilidad | G.L. | S.C     | C.M.   | F.C.   | F    |         |
|-------------------------|------|---------|--------|--------|------|---------|
|                         |      |         |        |        | 0,05 | 0,01    |
| Bloques                 | 3    | 14,662  | 4,887  | 4,253  | 3,40 | 5,61 *  |
| Tratamientos            | 8    | 148,924 | 18,615 | 16,201 | 2,36 | 3,36 ** |
| A. Densidad             | 2    | 81,811  | 40,906 | 35,573 | 3,40 | 5,61 ** |
| B. Bioestimulante       | 2    | 62,121  | 31,061 | 27,011 | 3,40 | 5,61 ** |
| Lineal                  | 1    | 0,105   | 0,105  | 0,084  | 4,26 | 7,82 ns |
| Cuadrática              | 1    | 62,016  | 62,016 | 49,692 | 4,26 | 7,82 ** |
| Interacción AxB         | 4    | 4,991   | 1,248  | 1,085  | 2,78 | 4,22 ns |
| Error experimental      | 24   | 27,597  | 1,149  |        |      |         |
| Total                   | 35   | 191,184 |        |        |      |         |

C.V. 4,493 %

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de número de vainas por planta nos muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques, es decir que hubo eficiencia en el arreglo de los bloques.

Asimismo muestra que existen diferencias altamente significativas para el factor densidad. Para el factor bioestimulante se encontraron diferencias significativas altas, lo que señala que una de las dosis del bioestimulante causó mayor efecto sobre la variable de estudio.

La componente cuadrática resultó altamente significativa para el factor B, por lo que se ajustó a una función de respuesta resultando la siguiente ecuación:

$$Y = - 17,88 + 0,2186 X - 0,00027 X^2$$

Que al derivarla se obtiene un óptimo de dosis de bioestimulante de 398,905 cc con la que resulta un óptimo de número de vainas de 26,36 tal como se muestra en el gráfico 3.

Por otro lado, para el factor interacción no se encontró diferencias estadísticas de lo que se puede deducir que ambos factores actuaron independientemente.

Los resultados del análisis son confiables siendo el coeficiente de variación de 4,493 % es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

**CUADRO 14: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA PARA EL FACTOR DENSIDAD.**

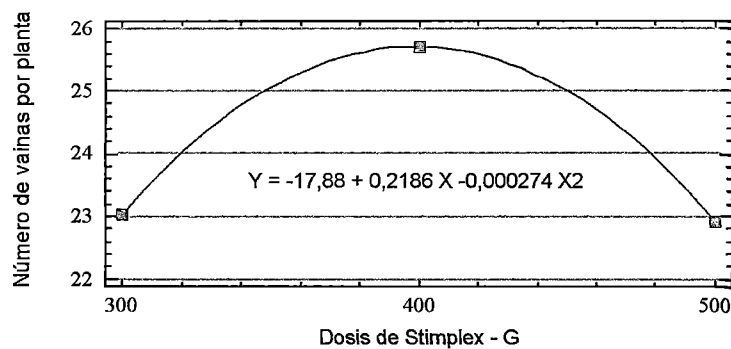
| O.M. | Densidad       | Promedio | Significación<br>0,05 |
|------|----------------|----------|-----------------------|
| 1    | d <sub>2</sub> | 26,00    | a                     |
| 2    | d <sub>3</sub> | 22,90    | b                     |
| 3    | d <sub>1</sub> | 22,78    | b                     |

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 14, de Duncan se observa que el mayor número de vainas por planta se encuentra la densidad d<sub>2</sub> con un promedio de

26,00 asimismo se observa que las densidades  $d_3$  y  $d_1$  obtuvieron promedios de 22,90 y 22,78 respectivamente no mostraron diferencias estadísticas en sus respectivos promedios.

**GRÁFICO 3:** Función cuadrática de número de vainas por planta días del cultivo de vainita



**Fuente:** Elaboración propia.

El gráfico 3 de número de vainas por planta nos muestra que la dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G es de 398,905 cc con la que se obtiene un óptimo de 26,36 por lo que deducimos que la dosis utilizada en el experimento que causo mayor efecto fue de 400 cc respectivamente.

**COQUE, C. (2002)** Concluyó en su investigación utilizando bioestimulantes en su cultivo de vainita a base de Ergostin y Stimplex que incrementaron el número de vainas con valores que fluctuaron entre 20 a 25 vainas por planta, estos valores concuerdan con los obtenidos en la presente investigación.

El número de vainas por planta encontrado en la presente tesis es superior a la obtenida por **GAMBETTA L. (2007)** que obtuvo promedio por vaina de 12, los que nos indicarían que la utilización del bioestimulante Stimplex – G incrementaría el número de vainas por planta.

Asimismo señala **BIETTI y ORLANDO (2003)**, que detallan a los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales.

**CUADRO 15: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO FRESCO DE VAINA (g) DE DEL CULTIVO DE VAINITA.**

| Fuentes de variabilidad | G.L. | S.C     | C.M.   | F.C.   | F    |         |
|-------------------------|------|---------|--------|--------|------|---------|
|                         |      |         |        |        | 0,05 | 0,01    |
| Bloques                 | 3    | 6,563   | 2,188  | 1,107  | 3,40 | 5,61 ns |
| Tratamientos            | 8    | 138,878 | 17,359 | 8,784  | 2,36 | 3,36 ** |
| A. Densidad             | 2    | 78,066  | 39,033 | 19,746 | 3,40 | 5,61 ** |
| B. Bioestimulantes      | 2    | 57,006  | 28,503 | 14,420 | 3,40 | 5,61 ** |
| Lineal                  | 1    | 0,248   | 0,248  | 0,125  | 4,26 | 7,82 ns |
| Cuadrático              | 1    | 56,758  | 56,758 | 28,723 | 4,26 | 7,82 ** |
| Interacción AxB         | 4    | 3,805   | 0,951  | 0,481  | 2,78 | 4,22 ns |
| Error experimental      | 24   | 47,440  | 1,976  |        |      |         |
| Total                   | 35   | 192,882 |        |        |      |         |

**C.V. 4,090 %**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de número de vainas por planta nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir que los bloques fueron homogéneos.

También se observa muestra que existe diferencias altamente significativas para el factor densidad. Para el factor bioestimulante se encontraron diferencias altamente significativas lo que señala que una de las dosis del bioestimulante causo mayor efecto sobre el peso de la vaina.

La componente cuadrática resultó altamente significativa para el factor B, por lo que se ajustó a una función de respuesta resultando la siguiente ecuación:

$$Y = - 6,07 + 0,21215 X - 0,0002665 X^2$$

Que al derivarla se obtiene un óptimo de dosis de bioestimulante de 398,030 cc con la que resulta un óptimo de peso 36,15 g tal como se muestra en el gráfico 4.

En lo referente al factor interacción no se encontró diferencias estadísticas por lo que se deduce que ambos factores actuaron independientemente.

Los resultados son confiables siendo el coeficiente de variación de 4,090 % es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

**CUADRO 16: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE PESO DE VAINA PARA EL FACTOR DENSIDAD**

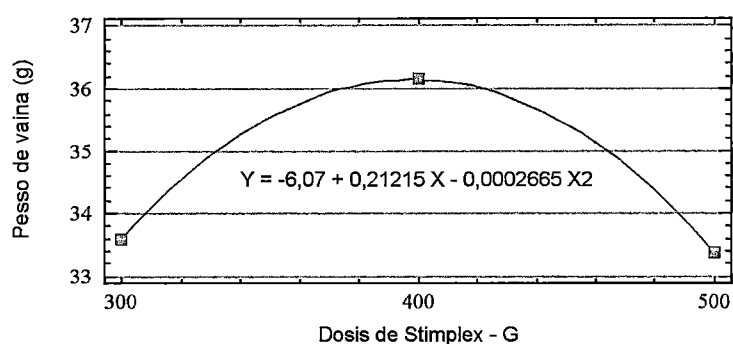
| O.M. | Densidad       | Promedio (g) | Significación 0,05 |
|------|----------------|--------------|--------------------|
| 1    | d <sub>2</sub> | 36,11        | a                  |
| 2    | d <sub>1</sub> | 34,50        | b                  |
| 3    | d <sub>3</sub> | 32,51        | c                  |

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 16, de Duncan que el mayor peso de vaina se observa con la densidad d<sub>2</sub> con 36,11 g, seguido de la densidad d<sub>1</sub> con 34,50 g respectivamente, en el último lugar la d<sub>3</sub> con un promedio de peso de 32,51 g respectivamente.

El peso de la vaina está directamente relacionada con la densidad de siembra directamente y la competencia por luz, agua y nutrientes que éstas generan.

**GRÁFICO 4:** Función cuadrática de peso de vaina del cultivo de vainita



**Fuente:** Elaboración propia.

El gráfico 4 de peso de la vaina nos muestra que la dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G es de 398,030 cc con la que se obtiene un óptimo de 36,15 g por lo que deducimos que la dosis utilizada en el experimento que causó mayor efecto fue de 400 cc respectivamente.

El peso de vaina encontrado en la presente tesis es superior a la obtenida por **GAMBETTA L. (2007)** que obtuvo promedio de peso por vaina de 35,02 g los que nos indicarían que la utilización del bioestimulante Stimplex – G incrementaría el número de vainas por planta

Con relación al peso de los frutos **Masotó y Pérez (2004)**, reportaron valores de 670 y 675 g respectivamente en el cultivo del

pepino al aplicar bioestimulantes y Eloplant. **Collejo, (2003)** reportó valores de hasta 360 g al evaluar diferentes dosis de Biobras-16, el Manual de organopónico y huertos intensivos(2000) refiere que esta variedad rinde fruto de hasta 425 g, los resultados obtenidos en el tratamiento 3(biobras-16 en SD) supera estos últimos valores y difieren significativamente del resto.

Asimismo señala **BIETTI y ORLANDO (2003)**, que detallan a los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales.

**CUADRO 17: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LARGO DE LA VAINA (cm)  
DEL CULTIVO DE VAINITA.**

| Fuentes de variabilidad | G.L. | S.C     | C.M.   | F.C.   | F    |         |
|-------------------------|------|---------|--------|--------|------|---------|
|                         |      |         |        |        | 0,05 | 0,01    |
| Bloques                 | 3    | 15,572  | 5,190  | 7,414  | 3,40 | 5,61 ** |
| Tratamientos            | 8    | 82,202  | 10,275 | 14,678 | 2,36 | 3,36 ** |
| A. Densidad             | 2    | 59,508  | 29,754 | 42,475 | 3,40 | 5,61 ** |
| B. Bioestimulante       | 2    | 16,025  | 8,012  | 11,438 | 3,40 | 5,61 ** |
| Lineal                  | 1    | 0,358   | 0,358  | 0,511  | 4,26 | 7,82 ns |
| Cuadrática              | 1    | 15,667  | 15,667 | 22,381 | 4,26 | 7,82 ** |
| Interacción AxB         | 4    | 6,668   | 1,667  | 2,379  | 2,78 | 4,22 ns |
| Error experimental      | 24   | 16,812  | 0,700  |        |      |         |
| Total                   | 35   | 114,586 |        |        |      |         |

**C.V. 5,578 %**

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis de varianza de largo de la vaina nos muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques, es decir que hubo eficiencia en el arreglo de los bloques.

Asimismo muestra que existen diferencias altamente significativas para el factor densidad. Para el factor bioestimulante se encontraron diferencias altamente significativas lo que señala que una de las dosis del bioestimulante causó mayor efecto sobre la variable de estudio, siendo el efecto lineal no significativo.

En lo referente al efecto cuadrático se encontró diferencias altamente significativas, es decir que a medida que se aumenta la dosis de bioestimulante el largo del fruto disminuye

La componente cuadrática resultó altamente significativa para el factor B, por lo que se ajustó a una función de respuesta resultando la siguiente ecuación:

$$Y = - 3,19 + 0,09765 X - 0,0001205 X^2$$

Que al derivarla se obtiene un óptimo de dosis de bioestimulante de 405,186 cc con la que resulta un óptimo de largo de vaina 16,59 cm como se muestra en el gráfico 5.

Por otro lado, para el factor interacción no se encontró diferencias estadísticas por lo que se deduce que ambos factores actuaron independientemente.

El coeficiente de variación de 5,278 % es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

**CUADRO 18: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE LARGO DE LA VAINA PARA EL FACTOR DENSIDAD**

| O.M. | Densidad       | Promedio (cm) | Significación<br>0,05 |
|------|----------------|---------------|-----------------------|
| 1    | d <sub>2</sub> | 17,39         | a                     |
| 2    | d <sub>1</sub> | 15,94         | b                     |
| 3    | d <sub>3</sub> | 14,24         | c                     |

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 18, de Duncan que mayor promedio de largo de la vaina se obtiene con la densidad d<sub>2</sub> con 17,39 cm respectivamente, seguido de la densidad d<sub>1</sub> con 15,94 respectivamente y en último lugar la densidad d<sub>3</sub> con promedio de 14,24 cm.

Los antecedentes obtenidos muestran que el largo de la vaina presentó una variación para los distintos niveles del factor densidad, que osciló entre 14,24 y 17,39 cm, considerando como valor referencial para esta característica el de las variedades Venus-INIA y Apolo-INIA señalados por **BASCUR Y SEPÚLVEDA, (1997)**

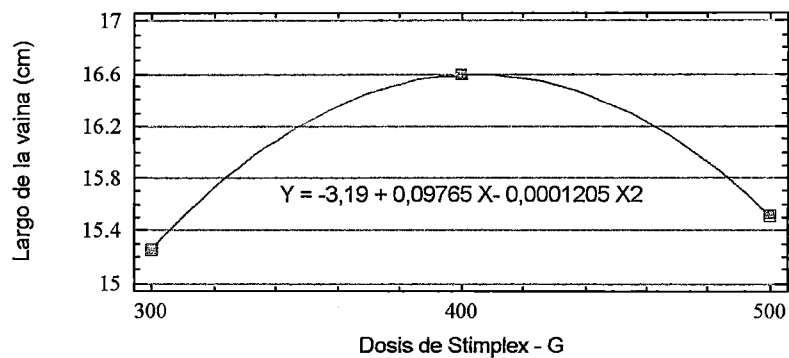
Que normalmente presentan una vaina de aproximadamente 13-14 cm de largo, y que para Trepador-INIA tuvo un valor promedio de 16,5 cm; del mismo modo esta nueva variedad presenta el color verde claro y la forma plana similar a Apolo-INIA y al resto de las variedades evaluadas.

Los antecedentes obtenidos son coincidentes con los obtenidos por **GAMBETTA L. (2007)** que trabajó con esta variedad, en el sentido que presenta excelentes características de vaina, con muy buena aceptación en su comercialización, ya que el tamaño es muy adecuado a los requisitos del mercado, superando a las variedades anteriormente mencionadas que tiene la tendencia a producir vainas más pequeñas.

El aspecto de la vaina es un factor importante en la comercialización y aceptación en el mercado de una nueva variedad, ya

que para producción en verde el consumidor prefiere una vaina plana, larga, de color verde claro, y sin presencia de hilo.

**GRÁFICO 5:** Función cuadrática de largo de la vaina del cultivo de vainita.



**Fuente:** Elaboración propia.

El gráfico 5 de la variable largo de la vaina nos muestra que la dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G es de 405,186 cc con la que se obtiene un óptimo de 16,59 cm por lo que deducimos que la dosis utilizada en el experimento que causó mayor efecto fue de 400 cc respectivamente.

En lo que respecta a largo de la vaina los promedios son similares a la obtenida por **GAMBETTA L. (2007)** que obtuvo promedio de largo de la variedad Venus-INIA de 17,8 cm

**CUADRO 19: ANÁLISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO POR PLANTA (g) DEL CULTIVO DE VAINITA.**

| Fuentes de variabilidad | G.L. | S.C       | C.M.      | F.C.   | F    |         |
|-------------------------|------|-----------|-----------|--------|------|---------|
|                         |      |           |           |        | 0,05 | 0,01    |
| Bloques                 | 3    | 23 284,89 | 7 761,629 | 2,117  | 3,40 | 5,61 ns |
| Tratamientos            | 8    | 319 540   | 39 942,50 | 19,773 | 2,36 | 3,36 ** |
| A. Densidad             | 2    | 239 902   | 119 95,30 | 32,725 | 3,40 | 5,61 ** |
| B. Bioestimulante       | 2    | 55 361,33 | 27 680,67 | 7,551  | 3,40 | 5,61 ** |
| Lineal                  | 1    | 2 636,77  | 2 636,77  | 0,719  | 4,26 | 7,82 ns |
| Cuadrática              | 1    | 52 724,56 | 52 724,56 | 14,384 | 4,26 | 7,82 ** |
| Interacción AxB         | 4    | 24 276    | 6 068,99  | 1,655  | 2,78 | 4,22 ns |
| Error experimental      | 24   | 87 969,11 | 3 665,38  |        |      |         |
| Total                   | 35   | 430 794   |           |        |      |         |

**C.V. 7,247 %**

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis de varianza de rendimiento por planta nos muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques, es decir fueron homogéneos.

Asimismo muestra que existe diferencias altamente significativas para el factor densidad. Para el factor bioestimulante se encontraron diferencias altamente significativas lo que señala que una de las dosis del bioestimulante causó mayor efecto sobre la variable de estudio.

La componente cuadrática resultó altamente significativa para el factor B, por lo que se ajustó a una función de respuesta resultando la siguiente ecuación:

$$Y = 295,35 + 2,8849 X - 0,003784 X^2$$

Que al derivarla se obtiene un óptimo de dosis de bioestimulante de 381,197 cc con la que resulta un óptimo de rendimiento por planta de 846,208 g tal como se muestra en el gráfico 6.

Por otro lado, para el factor interacción no se encontró diferencias estadísticas lo cual señala que ambos factores actuaron independientemente.

El coeficiente de variación de 7,247 % es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

**CUADRO 20: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE RENDIMIENTO POR PLANTA (g) PARA EL FACTOR DENSIDAD.**

| O.M. | Densidad       | Promedio (g) | Significación 0,05 |
|------|----------------|--------------|--------------------|
| 1    | d <sub>2</sub> | 948,59       | a                  |
| 2    | d <sub>3</sub> | 798,81       | b                  |
| 3    | d <sub>1</sub> | 758,98       | b                  |

Fuente: Elaboración propia.

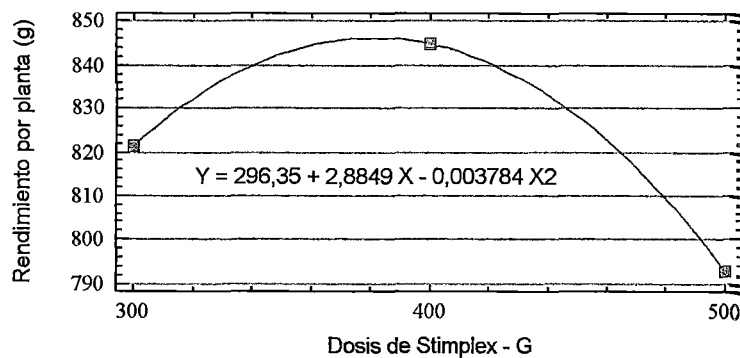
Según la prueba de significación de Duncan se observa que el mayor promedio de rendimiento por planta se obtiene con la densidad d<sub>2</sub> con 948,59 g, sin embargo no existe diferencias estadística entre las densidades d<sub>3</sub> y d<sub>1</sub> que obtuvieron promedios de rendimiento de 798,81 y 758,98 g respectivamente no mostraron diferencias estadísticas.

En las variedades de vainita el rendimiento por planta esta en función de la producción obtenida en cada cosecha, y de la duración del período de producción de vainas.

Este último aspecto es muy importante en las variedades, ya que normalmente presentan una producción escalonada lo que determina un amplio período de producción y un mayor número de cosechas que las variedades para el cultivo al aire libre.

Por su parte **Castilla, (2001)** explica que a partir de un determinado nivel de densidad de siembra, la producción por planta disminuye y la producción por unidad de superficie crece; un nuevo incremento de densidad permite alcanzar la cosecha máxima, mientras que excesivas densidades hacen bajar la cosecha, concordando con los datos obtenidos en el experimento que a mayor densidad de siembra el rendimiento disminuye.

**GRÁFICO 6:** Función cuadrática de rendimiento por planta (g) del cultivo de vainita



**Fuente:** Elaboración propia.

El gráfico 6 de rendimiento por planta nos muestra que la dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G es de 381,197 cc con la que se obtiene un óptimo de 846,208 g por lo que deducimos que la dosis utilizada en el experimento que causo mayor efecto fue de 400 cc respectivamente.

**CUADRO 21: ANÁLISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO (kg/ha)  
DEL CULTIVO DE VAINITA.**

| Fuentes de variabilidad | G.L. | S.C          | C.M.        | F.C.   | F    |         |
|-------------------------|------|--------------|-------------|--------|------|---------|
|                         |      |              |             |        | 0,05 | 0,01    |
| Bloques                 | 3    | 1 894 713,00 | 631 540,90  | 1,032  | 3,40 | 5,61 ns |
| Tratamientos            | 8    | 4 783 693+07 | 5 979 616,0 | 9,772  | 2,36 | 3,36 ** |
| A. Densidad             | 2    | 3 501 304+07 | 1750652+07  | 28,611 | 3,40 | 5,61 ** |
| B Bioestimulante        | 2    | 7 171 158,00 | 3 585 579,0 | 5,860  | 3,40 | 5,61 ** |
| Lineal                  | 1    | 1 852 054,10 | 1 852 054,1 | 3,027  | 4,26 | 7,82 ns |
| Cuadrática              | 1    | 7 169 305,94 | 7 169 305   | 11,720 | 4,26 | 7,82 ** |
| Interacción AxB         | 4    | 5 652 735,00 | 141 3184,0  | 2,309  | 2,78 | 4,22 ns |
| Error experimental      | 24   | 1 468 487+07 | 611 869,60  |        |      |         |
| Total                   | 35   | 6 441 651+07 |             |        |      |         |

**C.V. 7,979 %**

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis de varianza de rendimiento (t/ha) nos muestra que no existen diferencias significativas entre los bloques, es decir fueron homogéneos.

Asimismo muestra que existen diferencias altamente significativas para el factor densidad por lo que se deduce que las densidades tienen efecto sobre el rendimiento del cultivo. Para el factor bioestimulante se encontraron diferencias significativas altas lo que señala que una de las dosis del bioestimulante causó mayor efecto sobre la variable de estudio.

La componente cuadrática resultó altamente significativa para el factor B, por lo que se ajustó a una función de respuesta resultando la siguiente ecuación:

$$Y = - 4499,83 + 74,6126 X - 0,0931915 X^2$$

Que al derivarla se obtiene un óptimo de dosis de bioestimulante de 400,418 cc con la que resulta un óptimo de rendimiento (kg/ha) de planta de 10 434,59 (kg/ha) tal como se muestra en el gráfico 7.

Por otro lado, para el factor interacción no se encontró diferencias estadísticas lo cual señala que ambos factores actuaron independientemente.

El coeficiente de variación de 7,979 % es aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

**CUADRO 22: PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE DUNCAN DE RENDIMIENTO (kg/ha) PARA EL FACTOR DENSIDAD**

| O.M. | Densidad       | Promedio (kg/ha) | Significación<br>0,05 |
|------|----------------|------------------|-----------------------|
| 1    | d <sub>2</sub> | 11 139,00        | a                     |
| 2    | d <sub>3</sub> | 9 483,97         | b                     |
| 3    | d <sub>1</sub> | 8 787,59         | c                     |

Fuente: Elaboración propia.

Según la prueba de significación de Duncan se observa que el mayor promedio de rendimiento (kg/ha) se obtiene con la densidad d<sub>2</sub> con 11 139,00 (kg/ha), asimismo se observa que las densidades d<sub>3</sub> y d<sub>1</sub> obtuvieron promedios de rendimiento de 9 483,97 y 8 787,59 (kg/ha) respectivamente.

En la localidad de Limache, (Chile) durante el año 1997, se evaluaron los genotipos que presentaron los mejores rendimientos y características de vaina adecuadas para la producción de poroto verde.

El ensayo se estableció en febrero en un invernadero después de un cultivo de tomate. Los resultados obtenidos se observó un período de producción de 25 días distribuido en cuatro cosechas.

Los rendimientos obtenidos mostraron una superioridad significativa de Trepador-INIA para cada cosecha y para el rendimiento total, que fue de 15,8 t/ha de vaina verde, comportándose como más precoz y estadísticamente superior a la variedad Venus-INIA obtenida en la presente investigación además fue superada por la mayoría de los genotipos en evaluación. **Bascur, G. y Sepulveda P. (1997)**

**GANÁ y RAMÍREZ (2000)**, realizaron un análisis comparativo de cinco programas de aplicación de bioestimulantes naturales (Crop plus, Kelpak, ProfertAminobox 8N, Aminobox 8K Naturbox, Bioplus extra, Auxym, Reptsul y **Stimplex**, a través de aspersiones foliares, cuyo objetivo fue analizar el efecto sobre la calidad de uva de mesa, cultivares Thompson Seedles y Flame Seedles.

Los resultados obtenidos mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas para las variedades, peso de racimo, peso de bayas y sólidos solubles. Respecto al diámetro ecuatorial, el diámetro polar y el peso del raquis obtuvieron diferencias significativas,

destacándose los tratamientos 6 (Crop plus), 3 (Kelpak + Profert) y 2 (Aminobox 8N + Aminobox 8K + Naturbox ) respectivamente por sobre los demás tratamientos.

**COQUE, C (2002)** Se planteó evaluar cuatro bioestimulantes de origen natural (Ecosane, Acidos húmicos, Biol y Stimplex) en el cultivo de vainita, en base a los resultados y conclusiones se sugiere: indicar a los agricultores de la zona el uso adecuado de Ecosane, en una dosis de 3 ml/l de agua con un intervalo de catorce días, debido a que permitió una mayor productividad con 10,83 t/ha, siendo este valor inferior obtenido en la presente investigación

**ROJAS y RAMÍREZ, (1987)** experimentalmente encontraron que GA a 5 ppm así como el fitorregulador Biozyme que contiene GA, además de las otras fracciones activas, acortan el tiempo de brotación en tubérculos de papa y producen brotes más largos en plantas de esta especie.

Autores que de igual forma encontraron aumentos en el rendimiento al aplicar Antivol (GA) a la semilla y a la planta, lo mismo que Biozyme (GA + otras fracciones activas); tales aumentos fueron

significativos cuando se aplicó a la semilla, pero no significativa cuando la aplicación fue sólo foliar. Mencionan además que al aplicar GA a la planta se estimula el desarrollo de la parte aérea pero los efectos en el rendimiento son inconsistentes.

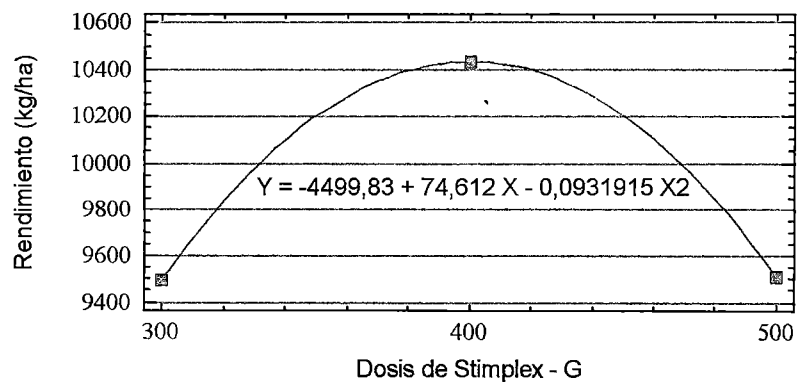
En cebolla aplicaciones foliares de Biozyme en dosis de 0,3 L. de p.c./ha a los 30, 70 y 110 días del trasplante se vieron aumentos en volumen de los bulbos y en un 3% en el rendimiento, no siendo éste significativo **ROJAS y RAMÍREZ, (1987)**.

**GODO, O. (2003)** Evaluó el efecto en el rendimiento del cultivo de frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) Var. Vaina blanca, frente a los bioestimulantes Bionergy, Seaweed Extract y Fertimar, entre los tipos de aplicación al follaje, suelo, follaje + suelo y un testigo (Sin aplicación) sus resultados indican que los más altos rendimientos por hectárea (2 895,85 y 2 745,45 kg), se obtuvieron cuando se empleó el bioestimulante Fertimar aplicado al follaje + suelo y el mismo bioestimulante aplicado al follaje respectivamente

Estos resultados muestran que las especies y las variedades dan respuestas diferentes a la aplicación de los bioestimulantes, una

explicación de esta variabilidad en las respuestas sería la naturaleza de cada especie, variedad y las condiciones medioambientales diferentes bajo las que se condujeron el experimento.

**GRÁFICO 7:** Función cuadrática de rendimiento (kg/ha) del cultivo de vainita



**Fuente:** Elaboración propia.

El gráfico 7 de rendimiento (kg/ha) nos muestra que la dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G es de 400,418 cc con la que se obtiene un óptimo de 10 434,59 kg/ha por lo que deducimos que la dosis utilizada en el experimento que causo mayor efecto fue de 400 cc respectivamente.

El rendimiento obtenido por **COQUE C. (2002)** utilizando bioestimulante a base de Ecosane, en una dosis de 3 ml/l obtuvo el mayor rendimiento con 10,83 t/ha siendo similar a los obtenidos en la presente investigación.

Distintos resultados obtuvo **Gambetta L. (2007)**, al evaluar el efecto de dosis de nitrógeno y fósforo rendimiento de dos variedades de vainita **Mágnum** con 10 230 y **Venus-INIA** con 7 950 kg/ha respectivamente; en el valle viejo de Tacna, es decir que al agregar el bioestimulante incrementan el rendimiento.

Resultado que da respuesta a lo mencionado en la descripción del promotor de crecimiento donde se afirma que este bioestimulante produce aumentos en el desarrollo radicular de las plantas de papas, mejorando la utilización eficiente de los nutrientes y de la humedad del suelo.

Según lo descrito **BIETTI y ORLANDO (2003)**, que detallan a los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales.

Por otra parte **COSMOCEL (2005)** indica que los bioestimulantes son fitorreguladores que contienen además de hormonas, fracciones metabólicas activas, así como micronutrientes indispensables en la activación de enzimas.

Este tipo de compuestos, bioquímicamente balanceados, nos brindan la posibilidad de actuar sobre los rendimientos de los cultivos, ya que el rendimiento es el resultado final de todos los procesos del desarrollo y los componentes de estos bioestimulantes, influyen directamente sobre los mismos.

Según **DURAN (1964)**, al evaluar las variaciones de rendimiento en el trasplante de hortalizas utilizando fitorreguladores a base de hormonas (auxinas), obtuvo resultados estadísticamente significativos en el rendimiento de plantas de solanáceas debido a que al aplicarle una solución hormonal a las plantas, éstas estimulan el desarrollo radicular e inducen el alargamiento de células situaciones que benefician el rendimiento de las plantas.

**Cuadro 23:** Matriz de correlación entre las variables en estudio:

| Variables de estudio        | Altura de planta (cm) | Número de vainas /planta | Peso de vaina (g) | Largo de la vaina (cm) | Rendimiento por planta (kg) | Rendimiento (kg/ha) |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Altura de planta (cm)       |                       | 0,847 **                 | 0,874 **          | 0,806 **               | 0,540                       | 0,508               |
| Número de vainas/planta     | 0,847 **              |                          | 0,879 **          | 0,800 **               | 0,871 **                    | 0,838 **            |
| Peso de vaina (g)           | 0,874 **              | 0,879 **                 |                   | 0,934 **               | 0,685 *                     | 0,613               |
| Largo de vaina (cm)         | 0,806 **              | 0,800**                  | 0,934 **          |                        | 0,713 *                     | 0,660               |
| Rendimiento por planta (kg) | 0,540                 | 0,871 **                 | 0,685 *           | 0,713*                 |                             | 0,989**             |
| Rendimiento (kg/ha)         | 0,508                 | 0,838 **                 | 0,613             | 0,660                  | 0,989 **                    |                     |

\*\* Correlación altamente significativa \* correlación significativa

El cuadro 23, nos muestra que existe una alta correlación positiva perfecta entre el rendimiento por planta y rendimiento kg/ha siendo coeficiente de Pearson  $r = 0,989^{**}$ , asimismo entre el número de vainas y el rendimiento (kg/ha) siendo  $r = 0,838^{**}$  altamente significativo, también destaca la alta correlación entre el peso de vaina y largo de la vaina con  $r = 0,939^{**}$  con una alta correlación.

## IV. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente.

1. La dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G para el rendimiento de la variedad Venus-INIA fue de 400,418 cc/ 200 L con la que resultó un óptimo de rendimiento de 10 434,59 kg/ha, siendo la densidad mas adecuada la  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con un promedio de rendimiento de 11 139,00 kg/ha
2. Para el rendimiento de vainas por planta se encontró una dosis óptima del bioestimulante de 381,197 cc / 200 L. con la que se encontró un óptimo de rendimiento de vainas por planta de 846,208 g. Asimismo la densidad de mayor efecto fue la  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con 948,59 g por planta respectivamente.
3. En lo referente al número de vainas por planta, la dosis óptima de bioestimulante fue de 398,905 cc / 200 L con la que resulta un óptimo de número de vainas de 26,36. Por otro lado se observa que el mayor número de vainas por planta se encontró con la densidad  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con un promedio de 26,00 vainas por planta.

4. La dosis óptima del bioestimulante Stimplex – G para el peso de la vaina fue 398,030 cc / 200 L con la que resultó un óptimo de peso 36,15 g. Asimismo se observa que la densidad que obtuvo el mayor promedio fue la densidad  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con 36,11 g.
  
5. En referente largo de vaina, la dosis óptima de bioestimulante fue de 405,186 cc / 200 L con la que resultó un óptimo de largo de la vaina 16,59 cm, por otra parte el mayor promedio de largo de la vaina se obtiene con la densidad  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con 17,39 cm respectivamente.
  
6. La dosis óptima del bioestimulante encontrada para la altura de planta fue 399,930 cc / 200 L con la que resultó un óptimo de altura de planta de 38,26 cm. Asimismo la mayor altura se encontró con la densidad  $d_2$  (225 000 plantas/ha) con 37,26 cm de altura.

## V. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del trabajo de investigación recomiendo:

1. Para condiciones de zona de la Yarada baja se recomienda utilizar la dosis de 400 cc / 200 L del bioestimulante Stimplex – G y la densidad  $d_2$  (225 000 plantas/ha) por su mayor efecto en el cultivo de la variedad Venus-INIA.
2. Realizar estudios complementarios en base a los resultados obtenidos en este ensayo experimental aplicando otros bioestimulantes con niveles diferentes, de manera que permita evaluar el efecto independiente de cada bioestimulante con respecto a este cultivo.
3. Seria de mucha utilidad utilizar otras variedades de vainita o híbridos nuevos a fin de estudiar su comportamiento, teniendo en cuenta que la ciudad de Tacna y Moquegua son exportadoras de este producto.

4. Con posibilidades de obtener datos que den soporte a los establecidos en esta investigación se recomienda replicar este ensayo en otras áreas que tengan significación en la producción de este cultivo así como otras variedades.
  
5. Realizar más trabajos de investigación en la zona de Magollo, los palos y el valle viejo de Tacna utilizando la misma dosis a fin de compararlos con los resultados obtenidos en la presente investigación.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. ANTONIO TURCHI (1995) "Guía práctica de horticultura" ediciones CEAC 236 pp.
2. ABAD M. y GUARDIOLA J. 1986 Influencia de las auxinas de síntesis en la calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero a baja temperatura. Investigación Agraria, Producción Vegetal. 45 pp.
3. BASCUR, G., Y P. SEPÚLVEDA. 1997. Venus-INIA, nueva variedad de poroto para vaina verde. Revista Tierra Adentro. Chile 48 pp.
4. BIETTI, SY ORLANDO J. (2003). Nutrición vegetal; insumos para cultivos orgánicos Accesado el 20 de abril de 2004. 256 pp.

5. CALZADA, J., (1982) Métodos estadísticos para la investigación  
5ta Edición Editorial Milagros S. A. 642 pp.
  
6. COQUE, C. (2002) Efecto de cuatro bioestimulantes en el cultivo  
de la vainita (*Phaseolus vulgaris*) Universidad  
Central del Ecuador, Quito. Facultad de  
Ciencias Agrícolas Anchilivi (Cotopaxi). Quito –  
Ecuador 70 pp.
  
7. CHAMORRO, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. In: Nuez,  
F. ed. El cultivo del tomate. Madrid. Mundi  
prensa. 125 pp.
  
8. CHURA, R. 2002. Influencia de cuatro bioestimulantes comerciales  
en el rendimiento del brócoli (*Brassica  
olerácea* var. Itálica Plenck ) cultivar Legacy .  
Tesis ingeniero Agrónomo 85 pp.
  
9. DEVLIN, R. 1982. Fisiología vegetal. Ediciones Omega, S.A. 517 p.

10. DURAN, V. 1964. Variación del porcentaje de prendimiento en el trasplante de hortalizas utilizando fitohormonas y diferentes soluciones de comienzo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Chillan-Chile. 92 pp
  
11. FAIGUENBAUM, H. 1993 Curso de producción de leguminosas hortícola y maíz dulce, P.U. Católica de Chile. Dpto. Ciencias Vegetales, Santiago 216 pp.
  
12. GANA, M y RAMÍREZ, C. 2000. Análisis comparativo de cinco programas de aplicación de bioestimulantes orgánicos, sobre el efecto en la calidad de uva de mesa, cultivares Thompson Seedles y Flame Seedles. Tesis Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de las Americas. Santiago. 119 pp.
  
13. KOSSUTH, S. 1987. Hormonal control of tree growth. Martinus Nij HoffPublishers. ordrecht/Boston/Lancaster. 243 pp

14. GAMBETTA, L. 2007 efecto de 3 niveles de nitrógeno y fósforo en dos variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona del valle viejo de Tacna. 103 pp.
  
15. GARDNER F., R. Brent, R. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. The Iowa Sate University Press. AMES. 328 pp
  
16. GODO, O. 2003 Efecto de tres bioestimulantes orgánicos aplicados al follaje y suelo en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) var. Vaina blanca en el valle de tumbes. Tesis presentada para optar el Título de Ingeniero Agrónomo 101 pp.
  
17. GUERRERO, ANDRÉS (2000) El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi prensa. Barcelona - España 206 pp.

18. HUAMANCUSI, M., J (2003) Efectos de la fertilización NPK con o sin nutrientes en el rendimiento y calidad del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad molinera 2, Universidad Agraria – La Molina – Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo. 76 pp
  
19. HUGO AGUILAR CASTRO (1987) “Agricultura General y Especial”  
“Editorial Universitaria. 334 pp.
  
20. MAROTO, L. 1983, Horticultura Herbácea Especial Editorial Mundi  
– Prensa Madrid – España. 650 pp.
  
21. MAZZEY, P.1999. Evaluación agronómica de tres cultivares de poroto verde indeterminado (*Phaseolus vulgaris* L) bajo condiciones de invernadero. 68 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Santo Tomás, Escuela de Agronomía, Santiago – Chile. 68 pp.

22. MONTEIRO, A. 1986. The effect of auxin, giberellin and vibrator on greenhouse tomatoes fruitsetting and yield in mild winter climatic condition. *Acta Horticulturae*. 152 pp.
23. OFICINA DE INFORMACIÓN AGRARIA (2007) Informe anual, Ministerio de Agricultura Tacna-Perú 15 pp
24. PROGRAMA DE HORTALIZAS (2000). Facultad de Agronomía, Universidad Agraria la Molina; Lima – Perú. 202 pp.
25. ROJAS, M y RAMÍREZ, H. 1987. Control hormonal del desarrollo de las planta. Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 p.
26. RUSSO, R.O, BERLYN, G.P, 1990. The use of Organic Biostimulants to Help Low Input Sustainable Agricultura. *Journal of Sustainable Agriculture*. Vol 1(2) 23 pp

27. SALGADO, D. 1983. Evaluación agronómica y económica de manejos de invernadero de plástico: caso del poroto verde (*Phaseolus vulgaris* L). 76 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 115 pp.
28. SALISBURY, F y ROSS, C. 1994. Fisiología Vegetal. Primera edición. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 759 p.
29. VERKERK, K. 1957. THE POLLINATION OF TOMATOES. Netherlands Jour. Agr. Sci. 5(1):152 pp.
30. VICENTE GIACONI 1996 "Cultivo de Hortalizas" Editorial Universitaria 310 pp.
31. VILLEE, C. 1992. Biología. Séptima edición. Ed. McGRAW-HILL. México. 875 p.
32. WEAVER, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México. 622p.
33. WILSON H. Y RICHESTER: 1984 "Producción de Cosechas" México. editorial Continental S.A. 415 pp.

## **VIII. ANEXOS**

### ANEXO 1: Porcentaje de germinación (%)

| Clave | Tratamientos                  | I      | II     | III    | IV     |
|-------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 1     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 100,00 | 98,00  | 99,00  | 100,00 |
| 2     | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 98,00  | 100,00 | 100,00 | 97,00  |
| 3     | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 99,00  | 97,00  | 96,00  | 100,00 |
| 4     | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 100,00 | 100,00 | 98,00  | 99,00  |
| 5     | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 98,00  | 98,00  | 100,00 | 97,00  |
| 6     | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 97,00  | 99,00  | 97,00  | 100,00 |
| 7     | a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 98,00  |
| 8     | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | 96,00  | 97,00  | 96,00  | 100,00 |
| 9     | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> | 98,00  | 100,00 | 98,00  | 97,00  |

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 2: Altura a los 40 días (cm)

| Clave | Tratamientos                  | I     | II    | III   | IV    |
|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 26,50 | 25,50 | 24,30 | 25,45 |
| 2     | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 28,90 | 29,50 | 32,50 | 32,45 |
| 3     | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 26,90 | 26,50 | 24,36 | 27,80 |
| 4     | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 25,50 | 25,45 | 26,75 | 25,45 |
| 5     | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 30,20 | 31,56 | 29,95 | 33,45 |
| 6     | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 26,90 | 24,80 | 25,44 | 28,45 |
| 7     | a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | 26,45 | 26,45 | 24,59 | 23,42 |
| 8     | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | 31,50 | 32,57 | 35,60 | 32,45 |
| 9     | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> | 27,80 | 29,40 | 25,40 | 29,45 |

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 3: Altura a los 60 días (cm)

| Clave | Tratamientos                  | I     | II    | III   | IV    | Promedio |
|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 37,00 | 35,45 | 32,70 | 31,45 | 31,45    |
| 2     | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 43,00 | 40,50 | 38,75 | 38,76 | 40,25    |
| 3     | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 37,10 | 36,45 | 31,45 | 34,45 | 34,86    |
| 4     | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 36,75 | 35,45 | 36,45 | 36,45 | 36,27    |
| 5     | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 38,45 | 39,45 | 38,76 | 39,45 | 39,02    |
| 6     | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 37,60 | 36,45 | 36,45 | 35,45 | 36,48    |
| 7     | a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | 34,30 | 32,25 | 34,43 | 33,45 | 33,60    |
| 8     | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | 35,60 | 37,41 | 36,45 | 32,56 | 35,50    |
| 9     | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> | 33,60 | 34,30 | 32,45 | 31,30 | 32,91    |

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 4: Número de vainas por planta

| Clave | Tratamientos                  | I     | II    | III   | IV    | Promedio |
|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 21,00 | 22,00 | 20,0  | 22,00 | 21,25    |
| 2     | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 24,60 | 25,45 | 24,0  | 25,85 | 24,97    |
| 3     | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 22,50 | 20,45 | 22,10 | 23,45 | 22,12    |
| 4     | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 26,40 | 25,40 | 24,50 | 25,45 | 25,43    |
| 5     | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 27,85 | 26,32 | 26,75 | 28,64 | 27,39    |
| 6     | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 25,35 | 24,45 | 25,40 | 25,45 | 25,16    |
| 7     | a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | 23,45 | 21,47 | 21,40 | 23,52 | 22,45    |
| 8     | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | 25,45 | 24,45 | 22,45 | 26,85 | 24,80    |
| 9     | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> | 22,75 | 23,45 | 20,40 | 19,25 | 21,46    |

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 5: Peso promedio por vaina (g)

| Clave | Tratamientos                  | I     | II    | III   | IV    | Promedio |
|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 32,30 | 32,58 | 32,80 | 35,42 | 33,27    |
| 2     | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 35,40 | 36,99 | 36,43 | 38,55 | 36,84    |
| 3     | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 34,22 | 32,45 | 34,15 | 32,74 | 33,39    |
| 4     | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 36,60 | 36,45 | 35,42 | 34,45 | 35,73    |
| 5     | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 38,54 | 38,95 | 36,45 | 36,58 | 37,63    |
| 6     | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 36,45 | 33,52 | 35,45 | 34,45 | 34,96    |
| 7     | a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | 34,23 | 31,45 | 30,25 | 31,10 | 31,75    |
| 8     | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | 32,26 | 35,40 | 32,26 | 35,98 | 33,97    |
| 9     | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> | 32,50 | 32,60 | 29,63 | 32,45 | 31,79    |

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 6: Largo de vaina por planta (cm)

| Clave | Tratamientos                  | I     | II    | III   | IV    | Promedio |
|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 16,60 | 15,00 | 14,60 | 14,45 | 15,16    |
| 2     | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 18,60 | 16,47 | 17,80 | 16,84 | 17,42    |
| 3     | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 17,30 | 13,65 | 15,45 | 14,56 | 15,24    |
| 4     | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 16,60 | 16,55 | 16,20 | 16,40 | 16,43    |
| 5     | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 19,40 | 17,30 | 18,70 | 18,85 | 18,56    |
| 6     | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 18,40 | 15,40 | 17,32 | 17,52 | 17,16    |
| 7     | a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | 15,45 | 14,60 | 14,45 | 12,32 | 14,20    |
| 8     | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | 14,64 | 12,45 | 15,98 | 14,45 | 14,38    |
| 9     | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> | 14,00 | 13,65 | 14,45 | 14,45 | 14,13    |

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 7: Rendimiento por planta (g)

| Clave | Tratamientos                  | I      | II      | III     | IV     | Promedio |
|-------|-------------------------------|--------|---------|---------|--------|----------|
| 1     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 750,60 | 693,45  | 785,45  | 845,60 | 768,77   |
| 2     | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 790,50 | 740,45  | 856,00  | 745,50 | 783,11   |
| 3     | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 695,23 | 715,45  | 789,00  | 700,50 | 725,04   |
| 4     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 896,65 | 845,23  | 956,43  | 850,45 | 887,19   |
| 5     | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 980,45 | 1152,50 | 1050,50 | 978,50 | 1040,48  |
| 6     | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 896,50 | 985,46  | 895,00  | 895,45 | 918,10   |
| 7     | a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | 698,65 | 785,46  | 896,56  | 850,63 | 807,82   |
| 8     | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | 750,45 | 852,54  | 850,00  | 920,45 | 843,36   |
| 9     | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> | 785,45 | 645,45  | 790,50  | 759,60 | 745,25   |

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 8: Rendimiento kg/ha

| Clave | Tratamientos                  | I         | II        | III       | IV        | Promedio  |
|-------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1     | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | 8 578,29  | 7 925,14  | 8 976,57  | 9 664,00. | 8 786,00  |
| 2     | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | 9 034,29  | 8 462,29  | 9 782,86  | 8 520,00  | 8 949,86  |
| 3     | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> | 7 945,48  | 9 539,33  | 9 017,14  | 8 005,71  | 8 626,91  |
| 4     | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | 10 247,43 | 9 659,77  | 10 930,62 | 9 719,43  | 10 139,31 |
| 5     | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | 13 072,66 | 13 171,43 | 12 005,71 | 11 182,85 | 12 358,16 |
| 6     | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> | 11 953,33 | 11 262,40 | 10 228,57 | 10 233,71 | 10 919,50 |
| 7     | a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | 9 315,33  | 8 976,69  | 10 246,40 | 9 721,49  | 9 564,97  |
| 8     | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | 10 006,00 | 9 743,31  | 9 714,28  | 10 519,43 | 9 995,75  |
| 9     | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> | 10 472,66 | 7 376,57  | 9 034,29  | 8 681,14  | 8 891,16  |

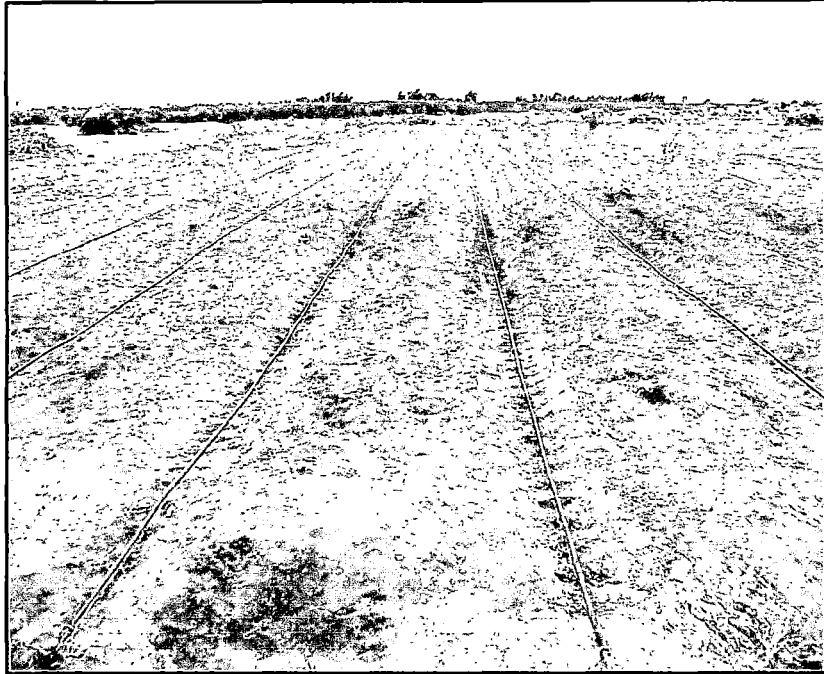
Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 9: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE VAINITA

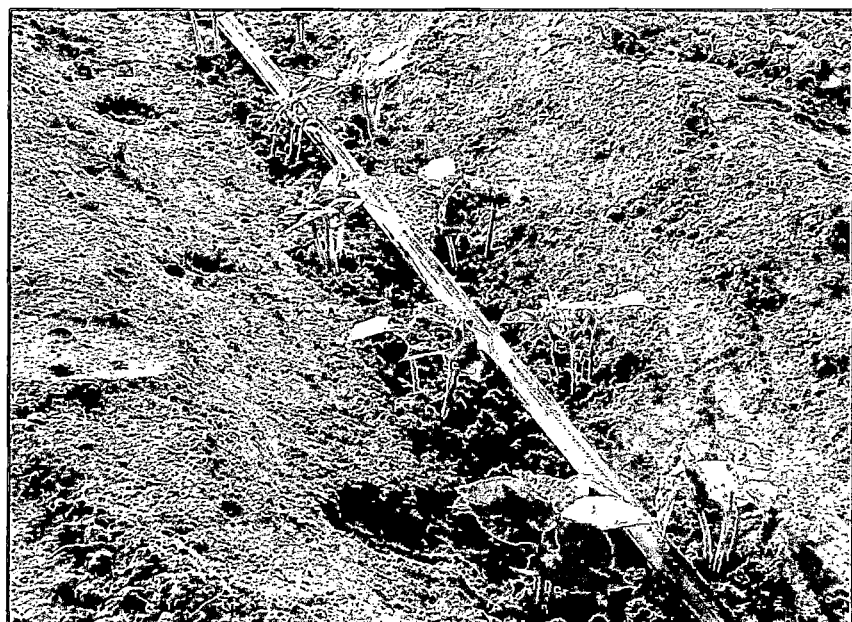
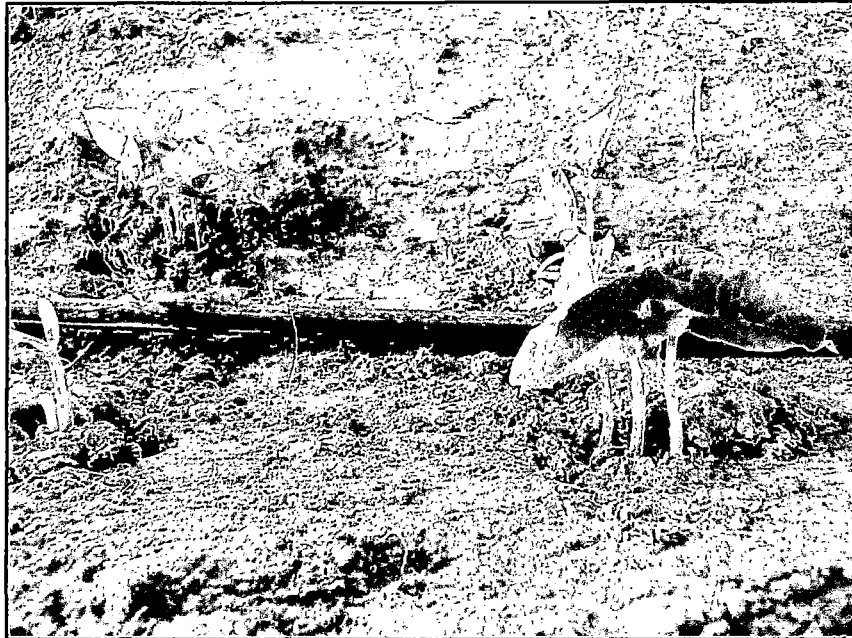
### SISTEMA DE CONDUCCIÓN: RIEGO POR GOTEO

| DESCRIPCION                   | UNIDAD | CANTIDAD | P.U.   | SUB TOTAL | TOTAL S/.           |
|-------------------------------|--------|----------|--------|-----------|---------------------|
| <b>I. HORAS MAQUINARIA</b>    |        |          |        |           |                     |
| Arado                         | Hm.    | 3        | 30,00  | 90,00     |                     |
| Rastra                        | Hm.    | 2        | 30,00  | 60,00     |                     |
| Surqueo                       | Hm.    | 2        | 30,00  | 60,00     | 210,00              |
| <b>II. MANO DE OBRA</b>       |        |          |        |           |                     |
| Siembra                       | Jorn.  | 8        | 25,00  | 200,00    |                     |
| Deshierbo                     | Jorn.  | 30       | 25,00  | 750,00    |                     |
| Tendido de cintas             | Jorn.  | 2        | 25,00  | 50,00     |                     |
| Fertilización                 | Jorn.  | 2        | 25,00  | 50,00     |                     |
| Riegos, fertirrigación        | Jorn.  | 10       | 25,00  | 250,00    |                     |
| Control fitosanitario         | Jorn.  | 8        | 25,00  | 200,00    |                     |
| Cosecha                       | Jorn.  | 70       | 25,00  | 1 750,00  | 3 250,00            |
| <b>III. INSUMOS</b>           |        |          |        |           |                     |
| Semilla                       | kg.    | 80       | 10,00  | 800,00    |                     |
| Urea                          | kg.    | 170      | 0,70   | 119,00    |                     |
| Fosfato diamónico             | kg.    | 90       | 1,10   | 99,00     |                     |
| Fosfato monoamónico           | kg.    | 65       | 3,40   | 221,00    |                     |
| Sulfato de potasio            | kg.    | 200      | 1,20   | 240,00    |                     |
| Benlate                       | kg.    | 0,25     | 150,00 | 37,50     |                     |
| Trigard (x50 gr.)             | Sobre  | 5        | 85,00  | 425,00    |                     |
| Bayleton-Folicular            | L.     | 0,25     | 210,00 | 52,50     |                     |
| Decis                         | L.     | 2        | 115,00 | 230,00    |                     |
| Lorsban                       | L.     | 2        | 65,00  | 130,00    |                     |
| Agrotin                       | L.     | 1        | 18,00  | 18,00     |                     |
| Sumi-8                        | kg.    | 0,25     | 380,00 | 95,00     |                     |
| Rescate                       | kg.    | 0,5      | 590,00 | 295,00    |                     |
| Stimplex-G                    | L.     | 3,0      | 150,00 | 450,00    | 2 762,00            |
| <b>IV. OTROS GASTOS</b>       |        |          |        |           |                     |
| Agua, movilidad, electricidad |        |          |        | 150,00    | 150,00              |
| <b>V. IMPREVISTOS: 5%</b>     |        |          |        |           |                     |
|                               |        |          |        | 318,60    | 318,60              |
| <b>COSTO TOTAL</b>            |        |          |        |           | <b>S/. 6 690,60</b> |

**FOTO 1: Etapa de siembra**



**FOTO 2: Etapa de germinación**



**FOTO 3: Etapa de crecimiento**



**FOTO 4: Etapa de inicio de floración**



**FOTO 5: Etapa cuajado de frutos**



**FOTO 6: Etapa de fructificación**



**FOTO 7: Etapa de cosecha**

