

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOL EN EL RENDIMIENTO
DE FRUTO DE DOS CULTIVARES DE PIMIENTO (*Capsicum
annuum* L.) EN EL CEA III “LOS PICHONES” DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN DE TACNA”**

TESIS

Presentada por:

Bach. ROGELIO OSWALDO APAZA ENCINAS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2013

“UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN -TACNA”

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**EFFECTO DE LA APLICACION DE BIOL EN EL RENDIMIENTO DE FRUTO
DE DOS CULTIVARES DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) EN EL CEA III
“LOS PICHONES” DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 12 DE JULIO DEL 2013,

ESTANDO COMO JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE:



.....
Dr. Quiterio Asunción Valencia Mécola

SECRETARIO:



.....
MSc. Nelly Arévalo Solsol

VOCAL:



.....
Ing. Rodi David Alferez Garcia

ASESOR:



.....
MSc. Magno Santos Robles Tello

DEDICATORIA

A mis padres Facundo y Balbina, por su extraordinario sacrificio y apoyo en la culminación de mi carrera profesional y cumplir mis aspiraciones.

A mis hermanos Helfer y Luis, que me apoyaron en todo momento para lograr mi desarrollo profesional y personal.

A mi Hijo Eduardo, quien me dio y da tantas alegrías, robándome sonrisas en los momentos más difíciles de mi vida.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo no es el fruto de un trabajo individual, sino de una labor colectiva, en la que han participado de una u otra forma muchas personas, a las que desde estas páginas quisiera expresar mi agradecimiento.

A mi asesor MSc. Magno Robles Tello por apoyarme e impulsarme constantemente en el inicio y conclusión de mi tesis.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, por todos los conocimientos brindados durante y después de mi permanencia en este centro superior de estudios.

A todos mis amigos pasados y presentes; por ayudarme a crecer y madurar como persona y por estar siempre conmigo apoyándome en todas los momentos posibles, también son parte de esta alegría.

RESUMEN

La presente tesis titulada “efecto de la aplicación de biol en el rendimiento de fruto de dos cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el C.E.A. III “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna”

El material experimental utilizado fue dos cultivares de pimiento: California Wonder, Keystone Resistant Giant; y cinco dosis de biol: 0 l/ha; 200 l/ha; 400 l/ha; 600 l/ha y 800 l/ha.

Se utilizó el diseño de bloques completos aleatorios con un arreglo factorial de 2x5.

El cultivar con mayor rendimiento fue Keystone Resistant Giant con un rendimiento de 15,91 t/ha, para lo cual requirió un nivel óptimo de biol de 631,83 l/ha; así mismo, el cultivar California Wonder produjo un rendimiento de 14,32 t/ha, para lo cual requirió un nivel óptimo de biol de 592,85 l/ha.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	
CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Aspectos generales del pimiento	3
2.1.1 Origen	3
2.1.2 Características morfológicas	3
2.1.3 Exigencias edafoclimáticas	5
2.1.4 Fertilización	9
2.1.5 Cosecha	14
2.1.6 Variedades de pimiento.....	15
2.1.7 Trabajos de investigación.....	17
2.2 Aspectos generales del biol	19
2.2.1 Composición del biol	21
2.2.2 Relación carbono-nitrógeno.....	23
2.2.3 Microbiología del proceso de obtención del biol	23
2.2.4 Condiciones para la formación del biol	27
2.2.5 Formación del biol	28
2.2.6 Elaboración del biol	29
2.2.7 Resultado de investigaciones realizadas con el uso del biol ...	31
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Ubicación del campo experimental.....	34
3.2 Cultivos anteriores	34

3.3	Análisis de suelo	34
3.4	Análisis de biol	37
3.5	Características climáticas	39
3.6	Material experimental	40
3.7	Diseño experimental	43
3.8	Análisis estadístico	43
3.9	VARIABLES DE EVALUACIÓN	44
3.9.1	Altura de planta	44
3.9.2	Peso promedio de frutos por planta	45
3.9.3	Peso promedio de un fruto	45
3.9.4	Diámetro ecuatorial	45
3.9.5	Diámetro polar	46
3.9.6	Rendimiento	46
3.10	CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	46
3.10.1	Preparación del terreno	46
3.10.2	Tendido de cintas	47
3.10.3	Preparación de almácigos	47
3.10.4	Trasplante	48
3.10.5	Riego	49
3.10.6	Deshoje	49
3.11	ELABORACIÓN DEL BIOL	49
a.	Materiales para construir un biodigestor	49
b.	Ingredientes	50

c. Procedimiento de elaboración	50
3.12 Fertilización	52
3.13 Aplicación del biol	53
3.14 Control de plagas	54
3.15 Enfermedades	55
3.16 Cosecha	56
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Rendimiento de frutos	58
4.2 Peso promedio de frutos por planta	65
4.3 Peso promedio de un fruto	70
4.4 Diámetro ecuatorial	74
4.5 Diámetro polar	79
4.6 Altura de planta	84
CAPITULO V. CONCLUSIONES	
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES	
CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA	
CAPITULO VIII. ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Temperaturas críticas para las distintas fases de desarrollo en el cultivo de paprika.....	8
Cuadro 2. Elementos encontrados en bioles elaborados con estiércol de vacunos con brotes de alfalfa	22
Cuadro 3. Formas de aplicación del biol	31
Cuadro 4. Análisis físico químico del suelo	35
Cuadro 5. Análisis químico del biol	37
Cuadro 6. Cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio en kg/ha que aporta el biol en el experimento	38
Cuadro 7. Temperaturas registradas en el CEA III “Los Pichones” – FCAG – UNJBG de Tacna del 2009-2010	39

Cuadro 8. Combinación de factores del experimento, CEA III “Los Pichones” Tacna – 2010	43
Cuadro 9. Fraccionamiento de los niveles de biol x cultivares de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) en el campo experimental	54
Cuadro 10. Análisis de variancia del rendimiento de frutos (t/ha) de dos cultivares de pimiento	58
Cuadro 11. Análisis de regresión del rendimiento de frutos (t/ha) para el cultivar California Wonder	59
Cuadro 12. Análisis de regresión del rendimiento de frutos (t/ha) para el cultivar Keystone Resistant Giant	61
Cuadro 13. Análisis de variancia del peso de frutos por planta (kg) de dos cultivares de pimiento.....	66
Cuadro 14. Análisis de regresión del peso promedio de frutos por planta (kg) para el cultivar California Wonder	67

Cuadro 15. Análisis de regresión del peso promedio de frutos por planta (kg) para el cultivar Keystone Resistant Giant	68
Cuadro 16. Análisis de variancia del peso promedio (gramos) de fruto de dos cultivares de pimiento	71
Cuadro 17. Análisis de regresión del peso promedio de fruto (gramos) para el cultivar California Wonder.....	72
Cuadro 18. Análisis de regresión del peso promedio de fruto (gramos) para el cultivar Keystone Resistant Giant.....	73
Cuadro 19. Análisis de variancia del diámetro ecuatorial (cm) de dos cultivares de pimiento.....	75
Cuadro 20. Análisis de regresión del diámetro ecuatorial de fruto (cm) para el cultivar California Wonder.....	76
Cuadro 21. Análisis de regresión del diámetro ecuatorial de fruto (cm) para el cultivar Keystone Resistant Giant	77

Cuadro 22. Análisis de variancia del diámetro polar de fruto (cm) de dos cultivares de pimiento.....	80
Cuadro 23. Prueba de significación de Duncan del diámetro polar de fruto para cultivares ($\alpha=0,05$).....	81
Cuadro 24. Análisis de variancia del número promedio de frutos por planta de dos cultivares de pimiento.....	82
Cuadro 25. Análisis de regresión para número promedio de frutos por planta de dos cultivares de pimiento.....	83
Cuadro 26. Análisis de variancia de altura de planta (cm) de dos cultivares de pimiento	84
Cuadro 27. Análisis de regresión de altura de planta (cm) para el cultivar California Wonder.....	85
Cuadro 28. Análisis de regresión de altura de planta (cm) para el cultivar Keystone Resistant Giant	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Figura 1. Rendimiento de frutos del cultivar California Wonder, en relación a cinco niveles de biol.....	61
Figura 2. Rendimiento de frutos del cultivar Keystone Resistant Giant, en relación a cinco niveles de biol	62
Figura 3. Peso promedio de frutos por planta del cultivar California Wonder, en relación a cinco niveles de biol	68
Figura 4. Peso promedio de frutos por planta del cultivar Keystone Resistant Giant, en relación a cinco niveles de biol	69
Figura 5. Diámetro ecuatorial de fruto del cultivar California Wonder, en relación a cinco niveles de biol	77
Figura 6. Diámetro ecuatorial de fruto del cultivar Keystone Resistant Giant, en relación a cinco niveles de biol	79

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Datos originales del rendimiento total (t/ha).
- Anexo 2.** Datos originales del peso promedio de frutos por planta (kg).
- Anexo 3.** Datos originales del peso promedio de un fruto de pimiento (g).
- Anexo 4.** Datos originales del diámetro ecuatorial de frutos de pimiento (cm).
- Anexo 5.** Datos originales del diámetro polar de frutos de pimiento (cm).
- Anexo 6.** Datos originales del número de frutos por planta (unid).
- Anexo 7.** Datos originales de la altura por planta (cm).
- Anexo 8.** Costos de producción del biol.
- Anexo 9.** Costos de producción del cultivo.
- Anexo 10.** Análisis de Biol.
- Anexo 11.** Análisis de Suelo.
- Anexo 12.** Datos SENAMHI
- Anexo 13.** Preparación del biol.
- Anexo 14.** Preparación del almácigo.
- Anexo 15.** Plántulas germinadas.
- Anexo 16.** Campo de plantas en crecimiento.
- Anexo 17.** Aplicación del biol vía foliar.
- Anexo 18.** Frutos de pimientos desarrollados.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura en el Perú atraviesa grandes problemas debido a diferentes factores que afectan su producción, uno de estos factores es el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, lo que provoca productos anti orgánicos, afectando la salud de los productores y consumidores, consecuentemente estas prácticas elevan los costos de producción.

Las condiciones agro climáticas favorables de los valles de la región Tacna, permiten cultivar una amplia gama de cultivos, entre ellos las hortalizas, destacando el cultivo del Pimiento Morrón.

En el valle de Tacna se cultiva principalmente la variedad California Wonder teniendo un rendimiento promedio de 12 t/ha según la Dirección Regional Sectorial de Agricultura Tacna.

Con la siembra de nuevos cultivares de Pimiento Morrón se propondría una alternativa muy importante y, asimismo se promovería la agro-exportación, mejorando la situación actual del mercado para el Pimiento Morrón y en general de otras hortalizas. Por esta razón con la

introducción de nuevos cultivares se busca superar el rendimiento y calidad con respecto a la variedad California Wonder.

En la actualidad no existen muchos estudios realizados con la aplicación de Biol en el cultivo del Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.).

Por lo expuesto, se consideró muy importante ejecutar este trabajo de investigación el cual tuvo el siguiente objetivo:

- Comparar el rendimiento de frutos de dos cultivares de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) con diferentes dosis de aplicación de "Biol".

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL PIMIENTO

2.1.1 Origen

El género *Capsicum* incluye más o menos 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, correspondiendo a las áreas de Bolivia-Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7 000 años, habiéndose diseminado luego a toda América (Nuez, 1996).

2.1.2 Características morfológicas

Las características botánicas son las que se describen a continuación:

Planta anual, herbácea, sistema radicular pivotante provisto y reforzado de un número elevado de raíces adventicias. Tallo de crecimiento limitado y erecto, con un porte que en término medio puede variar entre 0,5 – 1,5 m. Cuando la planta alcanza cierta

edad los tallos se lignifican ligeramente. Las hojas son glabras (sin pelos), enteras, ovales o lanceoladas con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo o poco aparente **(López, 1998)**.

Las flores son de corola blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparentemente axilar **(Nuez, 1996)**.

El fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo cuando está maduro, insertado pendularmente, de forma y tamaño muy variable **(Fuentes, 1999)**.

Las semillas, redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener 3-5 mm de longitud. Se insertan sobre una placenta cónica de disposición central, y son de un color amarillo pálido. Un gramo puede contener entre 150 y 200 semillas y su poder germinativo es de tres a cuatro años **(Román, 2005)**.

2.1.3 Exigencias edafoclimáticas

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto **(Bravo y Aldunante, 1987)**.

2.1.3.1 Suelo

Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, aunque en menor medida que el tomate **(Carpio, 1995)**.

Los suelos más adecuados para el cultivo del pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados **(Tamaro, 1974)**.

Los valores de pH óptimos oscilan entre 6,5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a

8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5,5 a 7 **(Cáceres, 1984)**.

El cultivo del pimiento se adapta a numerosos suelos siempre que estén bien drenados, ya que es una planta muy sensible a la asfixia radicular. Prefiere los suelos profundos, ricos en materia orgánica, sueltos, bien aireados y permeables. No es muy sensible a la acidez del suelo, adaptándose bien a un rango de pH entre 5,5 y 7.

Los suelos más adecuados para el pimiento son los sueltos y arenosos (no arcillosos, ni pesados), profundos, ricos en materia orgánica y sobre todo con un buen drenaje. Los suelos encharcados y asfixiantes favorecen el desarrollo de hongos en raíces y la pudrición consiguiente de éstas. En suelos con antecedentes de *Phytophthora* sp. es conveniente realizar una desinfección previa a la plantación **(Valadez, 1994)**.

2.1.3.2 Temperatura

Es una planta exigente en temperatura, más que el tomate y menos que la berenjena **(Bravo y Aldunante, 1987)**.

Es el factor más importante para el cuajamiento de los frutos. Es deseable que las temperaturas nocturnas vayan disminuyendo en la medida que la época de fructificación avanza. Cuando esta es mayor de 30°C durante la noche disminuye el rendimiento. En relación con la temperatura, la producción de Pimiento Morrón responde bien a una amplia gama de temperaturas desde los 500 hasta los 1 800 m.s.n.m., de altitud **(Jaramillo, 1991)**.

La temperatura del aire y del suelo ejerce gran influencia en la floración de las plantas de pimentón. El intervalo de tiempo entre la emergencia y la floración aumenta cuando hay disminución de la temperatura. Bajo temperaturas más elevadas (21-27°C), hay mayor producción de flores, aunque puede haber mayor porcentaje de caída de estas. Bajo temperaturas medias de 15-21°C, las flores presentan pedicelos mayores, a esta característica es asociado el mayor amarre del fruto. Bajo

temperatura nocturna más elevada (24°C), hay considerable caída de frutos. Los pimentones de frutos pequeños son más tolerantes a las temperaturas altas, presentando en estas condiciones, menor intensidad de caída de flores y mayor amarre de frutos que los cultivares de frutos mayores (**Goncalves, 1984**).

Cuadro 1. Temperaturas críticas para las distintas fases de desarrollo en el cultivo de paprika

°C	Siembra/Germinación	desarrollo vegetativo	Diferenciación y cuajado
Mínimo	13	15	18-20
Óptimo	18-35	25	25
Máximo	40	32	35

Fuente: INIA 1995

Si durante la floración-fructificación se presentan temperaturas no adecuadas, se producen pocos frutos por planta y los frutos son de mala calidad, pequeños, deformes y con manchas causadas por quemaduras del sol (**INIA, 1995**).

2.1.3.3 Luminosidad

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración, con una intensidad luminosa aproximada de $0,4 \text{ cal. cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ (**Valadez, 1994**).

2.1.3.4 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (**Valadez, 1994**).

2.1.4 Fertilización

Esta hortaliza necesita de altas dosis de fertilizante, gran cantidad de nitrógeno puede producir excesivo crecimiento y vicio, dando como resultado un rendimiento menor (**Peña, 1975**).

La planta de pimiento es muy exigente en nitrógeno durante las primeras fases del cultivo, decreciendo su demanda después de la recolección de los primeros frutos verdes debiendo controlar muy bien su dosificación a partir de este momento, ya que un exceso retrasaría la maduración de los frutos. La máxima demanda de fósforo coincide con la aparición de las primeras flores y con el periodo de maduración de las semillas. El potasio es determinante sobre la precocidad, coloración y calidad de los frutos, aumentando progresivamente hasta la floración y equilibrándose posteriormente **(Viloria, 1991)**.

2.1.4.1 Papel del nitrógeno

El abono nitrogenado es una de las principales prácticas agronómicas que regula la productividad de las plantas y la calidad de los frutos. Esta práctica ha estado considerada durante mucho tiempo como un instrumento necesario para incrementar la productividad. Las últimas investigaciones han ayudado a conocer mejor el papel que ejerce el nitrógeno en el proceso vegetativo y productivo. Entre las principales funciones tenemos: Formar la clorofila, Aminoácidos, Proteínas, Enzimas, Síntesis de

Carbohidratos, es la base del crecimiento y desarrollo, y uno de los elementos que en mayor cantidad demandan las plantas **(Robles, 1989)**.

Algunos investigadores han demostrado que un nivel bajo de nitrógeno antes de la iniciación floral produce un florecimiento tardío y una disminución en el peso de los frutos y por el contrario, el número de flores y el florecimiento temprano de los racimos se ven influenciados positivamente por el nivel elevado de nitrógeno aplicados después de la iniciación floral. El exceso de este elemento trae como consecuencia un gran desarrollo vegetativo en perjuicio de la fructificación, ya que un alto porcentaje de los frutos resultan huecos y livianos con poco jugo y pocas semillas, los frutos resultan verdes, se retarda la maduración, disminuye el porcentaje de materia seca y Vitamina C, entre otros aspectos negativos. Cuando es excesivo con relación al fósforo y potasio disponible, el tallo y las hojas crecen excesivamente, tornado las plantas menos resistente a la falta de agua y más susceptible al ataque de enfermedades **(Bonilla, 1992)**.

2.1.4.2 Papel del fósforo

Desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energías, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta, además promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces, mejora la calidad de frutos hortalizas y granos, es además vital para la formación de la semilla, está involucrado en la transferencia de características hereditarias de una generación a la siguiente, igualmente ayuda a las raíces y las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejora su resistencia a las bajas temperaturas. Además, incrementa la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades y adelanta la madurez. Es importante para rendimientos más altos y calidad del cultivo (**Robles, 1989**).

2.1.4.3 Papel del potasio

Su función principal está relacionada fundamentalmente con muchos y varios procesos metabólicos, es vital para la fotosíntesis, cuando existe deficiencia de K, la fotosíntesis se

reduce y la transpiración de la planta se incrementa. Se reduce la acumulación de carbohidratos con consecuencias adversas en el crecimiento y producción de la planta. Otras funciones son: Es un activador enzimático (más de 60 enzimas), promueve el crecimiento de tejidos meristemáticos, intervienen en la apertura de los estomas y por tanto, en la fotosíntesis, es importante en la formación de hidratos de carbono, Interviene en el metabolismo del N, y en la síntesis de la clorofila.

Fortalece los mecanismos de resistencia al ataque de plagas y enfermedades, un nivel adecuado de K, aumenta la resistencia de la planta a la sequía y heladas, un adecuado suministro de K le da mayores y mejores azúcares a los frutos, granos, racimos. Influye en la calidad y presentación de productos, refuerza las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por ello se emplean tutores que faciliten las labores de cultivo y aumente la ventilación. Pueden considerarse dos modalidades:

Un aporte de agua irregular, en exceso o en defecto, puede provocar la caída de flores y frutos recién cuajados y la aparición de necrosis apical, siendo aconsejables los riegos poco copiosos

y frecuentes. La mayor sensibilidad al estrés hídrico tiene lugar en las fases de floración y cuajado de los primeros frutos, siendo el período de crecimiento vegetativo el menos sensible a la escasez de agua. El déficit hídrico ocasiona un descenso en la producción en cantidad y calidad al reducirse al número de frutos y/o su peso unitario, incrementándose la proporción de frutos no comerciales y, en frutos destinados a la industria, disminuir el pH y aumentar el contenido en sólidos totales y solubles **(Robles, 1989)**

2.1.5 Cosecha

La recolección del fruto puede hacerse cuando este tiene color rojo y aún esté verde. Si se recolectan frutos verdes hay que recolectarlos en el momento que se inicia la madurez fisiológica, punto que se aprecia en el brillo metálico de un color verde y en la dureza o consistencia de los tejidos **(Carpio, 1995)**.

El intervalo de tiempo que media entre una recogida y la siguiente varía de 8 a 15 días, según la variedad y época del año. Los rendimientos son estimados entre 1 y 2 kilos por planta **(Valadez, 1994)**.

2.1.6 Variedades de pimiento

2.1.6.1 Variedades dulces

Son las que se cultivan en los invernaderos. Presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco e industria conservera.

2.1.6.2 Variedades de sabor picante

Muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado.

2.1.6.3 Variedades para la obtención de pimentón

Son un subgrupo de las variedades dulces. Dentro de las variedades de fruto dulce se pueden diferenciar tres tipos de pimiento:

- ***Tipo California:***

Frutos cortos (7-10 cm), anchos (6-9 cm), con tres o cuatro cascotes bien marcados, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros y de carne más o menos gruesa (3-7mm). Son los cultivares más exigentes en temperatura, por lo que la plantación se realiza temprano (desde mediados de mayo a comienzos de agosto, dependiendo de la climatología de la zona), para alargar el ciclo productivo y evitar problemas de cuajado con el descenso excesivo de las temperaturas nocturnas.

- ***Tipo Lamuyo:***

Denominados así en honor a la variedad obtenida por el INRA francés, con frutos largos y cuadrados de carne gruesa. Los cultivares pertenecientes a este tipo suelen ser más vigorosos (de mayor porte y entrenudos más largos) y menos sensibles al frío que los de tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos.

- **Tipo Italiano:**

Frutos alargados, estrechos, acabados en punta, de carne fina, más tolerantes al frío, que se cultivan normalmente en ciclo único, con plantación tardía en septiembre u octubre y recolección entre diciembre y mayo, dando producciones de 6-7 kg/m².

2.1.7 Trabajos de investigación

2.1.7.1 Respuesta productiva del pimiento (*Capsicum annuum* L.) a tres fuentes fosforadas y dos materiales de sostén bajo condiciones de hidroponía (Quispe, 1996).

La semilla utilizada fue California Wonder, las fuentes fosforadas fueron superfosfato simple, fosfato di amónico y ácido fosfórico; los materiales de sostén fueron grava fina y cuarcita. Se concluyó que comparando la cuarcita y grava fina no hubo diferencias, pero en las fuentes fosfóricas destacaron en primer lugar ácido fosfórico y fosfato diamónico.

2.1.7.2 “Comparativo de cuatro densidades de siembra y dos variedades en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) con el sistema de riego por exudación” (Copaja, 1997).

Las variedades usadas fueron California Wonder y Merced, con los cuales se sometieron a a diferentes distanciamientos de siembra entre golpes y a diferentes números de planta por golpe; la variedad Merced destacó más y el mejor distanciamiento fue de 0,44 m entre golpes con 2 plantas por golpe.

2.1.7.3 “Determinación del nivel óptimo de Nitrógeno y Fósforo en el rendimiento de Pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad California Wonder” (Espejo, 1999).

Se utilizó cuatro niveles de Nitrógeno y Fósforo, como fuentes fueron Urea y superfosfato triple de Calcio, y como resultado se obtuvo que el fósforo responde a cada incremento de nitrógeno, obteniéndose el óptimo de fertilización de nitrógeno en 196,6 kg/ha de urea y fósforo de 136,5 kg/ha de superfosfato.

2.1.7.4 “Rendimiento de seis cultivares de Páprika (*Capsicum annuum* L.) introducidas en el Valle de Tacna” (Tuyo, 1999).

Los factores en estudio fueron cinco cultivares de páprika, siendo estos: Red Top, Red Tower, Sky Linel, Sky Line 2 y Sky 3, teniendo como testigo el cultivar Papri King. Se observó que el Papri King y Red Tower obtuvieron un crecimiento uniforme y el cultivar con menor altura fue Sky Linel.

2.2 ASPECTOS GENERALES DEL BIOL

El abono orgánico está constituido por todo tipo de residuos, de origen vegetal y animal, que son incorporados al suelo. El abono orgánico incorporado en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida al suelo, ya que sirve como alimento a todos los organismos que viven en él, particularmente a la micro flora responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo, en beneficio del crecimiento de las plantas como proceso de óxido – reducción y fijación biológica, por esta razón, la materia orgánica se ha

constituido en el centro de atención fundamental cuando se quiere realizar un manejo ecológico del suelo **(Guerrero, 1993)**.

El biol es un efluente líquido que se descarga de un digestor, el cual se ha denominado con la aceptación de la red latinoamericana de energías alternas **(Mena, 2001)**.

Es considerado un fitoestimulante complejo, que se obtiene de la descomposición de los desechos orgánicos a través de la técnica de los biodigestores. Es la fase líquido producto de la degradación anaeróbica de la materia orgánica compleja en elementos simples por acción de diversos microorganismos que se lleva a cabo en los digestores, el cual aplicado a la planta como fertilizante favorece al enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas **(Guerrero, 1993)**.

Se denomina bio – abono al residuo de la producción de microorganismos y consiste en una solución acuosa diluida. Es el

resultado de la degradación de la materia orgánica compleja en elementos simples por acción de diversos microorganismos y en condiciones anaeróbicas. Esta degradación se lleva a cabo en depósitos herméticamente cerrados con el nombre de digestores, el biol – abono tiene una parte sólida y otra líquida (**Guaman, 1998**).

2.2.1 Composición del Biol

El biol es una fuente orgánica de fitoreguladores de crecimiento como el ácido indolacético (Auxinas) y giberelinas que promueven actividades fisiológicas y estimulan el desarrollo de la planta. En el cuadro 1 que se presenta a continuación, en la columna denominada BE, se puede observar la composición bioquímica del biol obtenido del estiércol de ganado lechero estabulado, que recibe en promedio una ración diaria de 60% de alfalfa, 30% de maíz ensilado y 10% de alimentos concentrados. En la siguiente columna BEA se observa la composición del biol proveniente de la mezcla del mismo estiércol de ganado lechero estabulado sometido a la misma ración alimenticia, pero al que se ha adicionado alfalfa picada.

Cuadro 2. Elementos encontrados en bioles elaborados con estiércol de vacunos con brotes de alfalfa.

COMPONENTE	BE	BEA	UNIDAD
Sólidos totales	5,6	9,9	%
Materia orgánica	38,0	41,1	%
Fibra	20,0	26,2	%
Nitrógeno	1,6	2,7	%
Fósforo	0,2	0,3	%
Potasio	1,5	2,1	%
Calcio	0,2	0,4	%
Azufre	0,2	0,2	%
Ácido indolacético	12,0	67,1	ng/g
Giberalina	9,7	20,5	ng/g
Tiamina (B1)	187,5	302,6	ng/g
Riboflavina (B2)	83,3	210,1	ng/g
Piridoxina (B6)	33,1	110,7	ng/g
Ácido nicotínico	10,8	35,8	ng/g
Ácido fólico	14,2	45,6	ng/g
Cisteína	9,2	27,4	ng/g
Triptófano	56,6	127,3	ng/g

Fuente: (Suquilanda, 1995)

En el proceso de innovación relacionado con la mejora de la calidad y la eficiencia del abono foliar ha estado orientado a mejorar el contenido de fitoreguladores. Por ello, se han trabajado diversas formas para enriquecer el contenido de las hormonas de crecimiento en el biol, así como de sus precursores, con resultados muy positivos. Por ejemplo; agregándole alfalfa picada en una

proporción de 5% del peso total de la biomasa, como también vísceras de pescado, cáscaras de huevo, leche, etc (**Gomero, 2005**).

2.2.2 Relación carbono – nitrógeno

El desarrollo de los microbios que se encargan de la descomposición de los residuos orgánicos necesita de ciertas cantidades de carbono (C) y nitrógeno (N). El carbono lo utilizan como fuente de energía y el nitrógeno en su propia estructura celular.

Los materiales que van a servir de alimento para los microorganismos deben tener una relación de carbono/nitrógeno que esté entre 20:1 a 30:1, respectivamente (**Suquilanda, 1995**).

2.2.3 Microbiología del proceso de obtención del Biol

Se da el nombre de digestión anaerobia a la producción de metano y anhídrido carbónico a partir de la materia orgánica en

ausencia de aire, mediante una población mixta de microorganismos.

Entre los principales beneficios comerciales pueden ser la producción de energía, la reducción de la contaminación y el control del olor. En principio cualquier residuo orgánico puede ser tratado de esta forma y el proceso ha sido aplicado a una amplia gama de residuos industriales, agrícolas y domésticos.

En la actualidad el conocimiento de la microbiología de los digestores está basado en una concepción de los amplios grupos tróficos aparentemente comunes a todos los procesos que operan sobre la digestión de residuos complejos. Estos grupos tróficos, con sus substratos y productos, son las bacterias hidrolíticas y fermentativas (Grupo I), las bacterias acetogénicas obligadas productoras de hidrógeno (Grupo II) y las metanógenas (Grupo III). El Grupo I, constituido por las bacterias hidrolíticas y fermentativas actúa sobre los carbohidratos, proteínas y lípidos, hidrolizándolos y produciendo acetato, que serán utilizado por el Grupo III. Así mismo, produce butirato, propionato, ácidos grasos de la cadena larga y aminoácidos, que sirven como materia prima para el Grupo

II, de bacterias acetogénicas productoras obligados de hidrógeno. El Grupo III, lo constituyen las bacterias metanogénicas que utilizan el acetato y el hidrógeno generado, produciendo metano y CO₂ **(Bejar y Flores, 1999).**

2.2.3.1 Etapas de la digestión anaeróbica

La fermentación de la materia orgánica del oxígeno (fermentación anaeróbica) produce una serie de gases que es conocida como biogás y un lodo residual conocido como bioabono. Este proceso de fermentación anaeróbica ocurre en forma natural en los intestinos de los animales mamíferos y debajo de las aguas estancadas en los pantanos.

La formación de gases, biosol, y biol son el resultado de la digestión anaeróbica de la materia orgánica, el cual es un proceso bioquímico complejo que se realiza en tres etapas utilizando en cada uno un tipo específico de microorganismo **(UMSS - Gate, 1990).**

- Solubilización: Es la primera etapa de la digestión anaeróbica, la materia orgánica formada por los

polímeros (proteínas complejas, grasas y carbohidratos principalmente) es hidrolizada por la acción de enzimas extracelulares de bacterias anaeróbicas en compuestos solubles (monómeros).

- Acidogénesis: Es la segunda etapa, los monómeros (azúcares, aminoácidos, glicéridos y lípidos compuestos simples solubles) de la primera etapa, son sometidos a un proceso de fermentación que los convierte en óxido – reducción, en ácidos simples de cadena corta (ácidos volátiles, alcoholes, dióxido de carbono e hidrógeno), mediante la acción de enzimas intracelulares de la bacterias formadoras de ácido, estas bacterias también son anaeróbicas facultativas, es decir que viven tanto en presencia como ausencia de aire.

- Metanogénesis: Es la tercera etapa, los ácidos orgánicos simples producidos en la segunda etapa, son utilizados como sustratos para la descomposición, estabilización y producción de metano, mediante la

acción de bacterias metanogénicas estrictamente anaeróbicas, las cuales producen metano (CH_4).

2.2.4 Condiciones para la formación del Biol

Los biodigestores deben dar las condiciones anaeróbicas necesarias para que actúen las bacterias que intervienen en el proceso de descomposición de la materia orgánica y la producción de metano.

El funcionamiento del biodigestor está ligado a un buen manejo de este y es aquí donde radica la importancia de saber manejar y utilizar cantidades óptimas de materiales en la carga de un digestor. Los materiales a cargar en un digestor deben de tener una relación C/N entre 25 a 30, también es importante considerar la relación de materia seca y agua, que implica el grado de partículas en solución, esta cantidad debe estar en 10 % de materia seca. Se debe considerar la temperatura óptima de la digestión, que se encuentra entre 25 – 35 °C y el pH alrededor de 7,0; debe permanecer herméticamente cerrado durante todo el proceso de formación del biol (**Suquilanda, 1995**),

Una vez terminado el proceso de digestión de todo el material introducido en él, se obtiene tres productos diferenciados, que son: Nata, líquido sobrenadante (Biol) y el lodo digerido (Biosol). Estos productos por su composición en elementos nutritivos y fitoestimulantes son usados como abonos en agricultura **(Suquilanda, 1995; citado por Lopez, 2008).**

2.2.5 Formación del Biol

Para conseguir un buen funcionamiento del digestor debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la digestión (25 - 35°C), la acidez (pH) alrededor de 7,0 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se dan cuando éste es herméticamente cerrado. Es importante considerar la relación de materia seca y agua que implica el grado de partículas en la solución. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor de 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación **(Suquilanda, 1995).**

Cuando el bioabono sale del digestor se puede observar productos diferenciados por gravedad: Nata, líquido sobrenadante (Biol) y lodo digerido (Biosol). El biol es el principal producto y está constituido casi totalmente de los sólidos disueltos (Nutrientes solubles) y agua, aún conserva de 0,5 a 1,5% de sólidos en suspensión **(Guerrero, 1993)**.

2.2.6 Elaboración del Biol

Los pasos para la elaboración artesanal de biol **(Álvarez, 2010)**.

- Recolectar estiércol.
- Estiércol 50% bovino; 25 % gallinaza o porcino.
- Poner leguminosa picada.
- Llenar el tanque con agua.
- Cerrar el tanque herméticamente y dejar fermentar 36 días en la costa, 90 días en la sierra.
- Filtrar el biol.

Ventajas del uso de biol, el biol tiene las siguientes ventajas **(Guerrero, 1993)**:

- Permite incrementar el rendimiento de los cultivos (maíz, papa, coliflor, lechugas), cuando es utilizado como fertilizante.
- El bio – abono es un mejorador de las propiedades físicas del suelo, contribuye a mejorar la estructura de los suelos al favorecer el proceso de agregación (Unión de partículas) y estabilidad de los agregados, modificando la porosidad del suelo, además mejora también su capacidad de retención de humedad.
- El bio – abono modifica las propiedades químicas del suelo, incrementando el pH del suelo disminuyendo la toxicidad del aluminio e incrementando el contenido de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

Aplicación de biol en la planta:

Las soluciones de biol al follaje deben aplicarse en los tramos críticos del cultivo, mojando bien las hojas con 400 a 800 litros por hectárea. El biol no debe aplicarse puro, sino en

disoluciones, con una concentración del 25 al 75 % **(Suquilanda, 1995)**.

Cuadro 3. Formas de aplicación del biol

DILUCIÓN	BIOL PURO (l)	AGUA (l)
25%	5	15 (*)
50%	10	10 (*)
75%	15	5 (*)

Fuente: **(Suquilanda, 1995) (*)**, 20 litros de agua

2.2.7 Resultados de Investigaciones realizadas con el uso de Biol.

2.2.7.1 “Influencia del Biol, en el Rendimiento y Calidad del Cultivo del Ajo (*Allium sativum* L.) variedad Napuri en la Localidad de Ilabaya”(Mena, 2001).

Se concluyó que el biol influye significativamente en el rendimiento, obteniendo un rendimiento óptimo al aplicar 616 l/ha lo cual arroja 8,76 t/ha; en cuanto a la calidad el biol influye significativamente en las categorías extra y primera.

2.2.7.2 “Efecto de cinco niveles de Biol sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la Alcachofa (*Cynara Scolymus* L.)” (Mollinedo, 2006).

Las variedades utilizadas fueron Green Globe y Criolla, con cinco dosis diferentes; se concluyó que la variedad que destacó fue la Green Globe, y la aplicación que obtuvo mejores resultados fue la dosis de 690 l/ha de Biol. con un rendimiento de 15,9 t/ha para la variedad Green Globe y 11,8 t/ha para la variedad Criolla.

2.2.7.3 “Influencia de cinco niveles de Biol sobre el crecimiento y rendimiento de dos Cultivares híbrido de Sandía (*Citrullus lanatus* L.) bajo condiciones de La Yarada” (Chambi, 2008).

Se utilizó los híbridos Sunday Special (EMR-27) y Disko (EMR-32) con cinco niveles de Biol; de lo cual se concluyó que el híbrido Disko (EMR-32) obtuvo el mejor rendimiento con 21 t/ha con una dosis resaltante de 590,6 l/ha de biol.

2.2.7.4 “Aplicación de cuatro niveles de biol en dos variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en el CEA III Los Pichones” (López, 2008).

Las variedades utilizadas fueron Río Grande Mejorado y Nirvana F1, los niveles utilizados fueron 200, 400, 600, 800 l/ha; se concluyó que la variedad que dio un mejor rendimiento fue la variedad Nirvana con 59 t/ha y la dosis más efectiva fue de 572 l/ha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de propiedad de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann” ubicado a una altitud de 508 m.s.n.m. 17° 59’ 38” latitud sur y 70° 14’ 22” latitud oeste.

3.2 CULTIVOS ANTERIORES

Tomate	(2008)
Brócoli	(2008)
Vainita	(2009)

3.3 ANÁLISIS DE SUELO

Para determinar las características fisicoquímicas se realizó el análisis de suelo correspondiente, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 04.

Cuadro 4. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO

CUALIDADES GENERALES		
Textura	FA	Franco
Arena	64,20	%
Limo	21,70	%
Arcilla	14,10	%
CALCÁREOS		
CaCO ₃	0,00	%
pH	4.85	-
C.E. (sales) a	2,37	mS/cm
NUTRICIÓN PRINCIPAL		
Materia	2,01	%
N (total)	0,07	%
P	14,90	ppm
K	232	ppm

Fuente: Universidad Nacional del Altiplano Puno Facultad de Ciencias

Agrarias Laboratorio de Suelos (2008).

El Cuadro 04, de análisis de suelos, señala que el suelo es franco arenoso, estando adecuado para su desarrollo, por lo que indica Nuez, F (2001), concordando con lo indicado por Caseres E. (1980) donde señala que el cultivo prefiere suelos sueltos (arenosos), con baja conductividad eléctrica, bien aireados y sobre todo con buen drenaje. El contenido de pH del suelo fue de 4,85, es considerado un suelo ligeramente ácido.

La conductividad eléctrica según el análisis fue de 2,37 (mS/cm a 25°C) que según Fuentes, J. (1999) es inapreciable (Todos los cultivos pueden soportarla).

En lo relacionado al contenido de materia orgánica fue del 2,01% que según Fuentes, J. (1999) es considerado bajo.

En cuanto al contenido de fósforo disponible fue de 14,90 ppm, según lo indicado por Rodríguez (1992) los rangos que varían de 11 – 15 es considerado medio, con respecto al contenido de potasio fue de 232 ppm, fue alto según lo indicado por SOQUIMICH Comercial (2001).

3.4 ANÁLISIS DE BIOL

Cuadro 5. Análisis químico del biol.

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	EXPRESIÓN
pH	7,96	U.U.
C.E.	16,7	mS/cm
M.O.	11,18	%
N total	0,35	%
P total	0,92	%
K total	0,78	%

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Facultad de Ciencias Agrarias (2010).

El cuadro 05 de análisis de biol señala que el contenido de pH del Biol fue de 7,96; es considerado un líquido ligeramente alcalino.

La conductividad eléctrica según el análisis fue de 16,70 (mS/cm a 25°C) lo cual se considera elevado y solo apto para plantas tolerantes a la salinidad.

En lo relacionado al contenido de materia orgánica fue del 11,18% que según Fuentes, J. (1999) es considerado bajo.

En cuanto al contenido de fósforo disponible fue de 0,92%, lo cual indica que en cada 100 litros de biol hay 92 litros de fósforo, considerado alto, con respecto al contenido de potasio fue de 0,78%, lo cual indica que en cada 100 litros de biol hay 78 litros de potasio, considerado alto.

Cuadro 6. Cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio en kg/ha que aporta el biol en el experimento

Cantidad de Litros	kg		
	N	P	K
0	0	0	0
200	0,21	0,55	0,46
400	0,42	1,1	0,92
600	0,63	1,65	1,38
800	0,84	2,2	1,84

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 06 nos muestra que la cantidad de nitrógeno que aporta el biol a la planta es inferior a un 1 kg, lo cual se considera como mínimo.

La cantidad de fósforo varía de 0,55 – 2,2 kg dependiendo de la dosificación de biol (200, 400, 600, 800 l), también es considerado bajo.

La cantidad de potasio varía desde 0,46 – 1,84 kg también dependiendo de la dosificación de biol, es también considerado bajo.

3.5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Los datos meteorológicos correspondientes a los meses que duró el ensayo fueron obtenidos del SENAMHI – TACNA.

Cuadro 7. Temperaturas registradas en el CEA III “Los Pichones” – FCAG – UNJBG de Tacna del 2009-2010

Meses	Temperatura (°C)		Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Heliofanía (h/s)
	máxima	mínima			
Octubre	22,8	11,9	77	2,1	7,9
Noviembre	25,6	14,7	74	3,3	7,5
Diciembre	26,8	15,7	71	3,6	7,8
Enero	27,9	15,9	69	0,2	8,6
Febrero	29,1	17,2	66	0,0	7,7
Marzo	27,2	15,7	69	0,0	8,7
Abril	24,9	15,8	76	2,2	6,2

Fuente: SENAMHI – TACNA (2009-2010)

Las temperaturas registradas durante la ejecución del experimento están dentro de los rangos normales de temperaturas requeridas por el cultivo.

Según lo señalado por Valadez, 1994, la temperatura mínima de 21°C y una humedad del 70-75%. Temperatura óptima 20°-25° C. Las temperaturas mayores a 30°C pueden disminuir la producción de frutos y causar la caída de flores.

3.6 MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material experimental genético se utilizará dos cultivares de pimiento proveniente del semillero Hazerd Sedes de origen Israel y cuatro dosis de biol que será preparado en el CEA III “Los Pichones” de la universidad.

Factor A: cultivares:

A₁ = California Wonder

A₂ = Keystone Resistant Giant

Descripción de los cultivares:

- **California Wonder:**

- Pimiento dulce
- Polinización abierta
- Frutos de 10 x 8 cm
- Frutos de 3 a 4 lóbulos
- Altura de planta 60 a 70 cm
- Frutos cuadrados
- Color de fruto verde/rojo
- Resistencia del virus del mosaico del tabaco (TMV)

- **Keystone Resistant Giant:**

- Pimiento dulce
- Polinización abierta
- Frutos de 11 x 10 cm
- Frutos con 4 lóbulos.
- Altura de planta 75 a 76 cm
- Frutos cuadrados

- Color de fruto verde/rojo
- Resistencia del virus del mosaico del tabaco (TMV)

Factor B: dosis de biol:

B ₁	=	0 l/ha
B ₂	=	200 l/ha
B ₃	=	400 l/ha
B ₄	=	600 l/ha
B ₅	=	800 l/ha

El criterio de la dosificación del Biol se tomó basado en los distintas investigaciones realizadas en las cuales se tiene como promedio dosificaciones desde los 200 – 600 l/ha.

**Cuadro 8. Combinación de factores del experimento, CEA III
“Los Pichones” Tacna – 2010.**

FACTORES EN ESTUDIO		COMBINACION	CODIGO
CULTIVARES	NIVEL DE BIOL		
A1	B1	A1B1	T1
	B2	A1B2	T2
	B3	A1B3	T3
	B4	A1B4	T4
	B5	A1B5	T5
A2	B1	A2B1	T6
	B2	A2B2	T7
	B3	A2B3	T8
	B4	A2B4	T9
	B5	A2B5	T10

Fuente: Elaboración propia

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el modelo estadístico del diseño de Bloques Completos Aleatorios con un arreglo factorial de 5 x 2 con 10 combinaciones de tratamientos y 4 repeticiones.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza; bajo el modelo básico de Bloques Completos Aleatorios con estructura

factorial (5x2) a una prueba de F de 0,05 y 0,01 de significancia, análisis de regresión y una prueba de comparación de Duncan.

El modelo aditivo lineal utilizado es:

$$Y_{ijk} = U + R_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + E_{ijk}$$

Y_{ijk}	=	Observación
U	=	Media general
R_i	=	Efecto de repeticiones
A_j	=	Efecto del factor cultivar
B_k	=	Efecto del factor biol
$(AB)_{jk}$	=	Efecto de la interacción
E_{ijk}	=	Efecto aleatorio del error

3.9 VARIABLES DE EVALUACIÓN

3.9.1 Altura de planta

Para determinar esta variable se hizo la medición desde el cuello de la planta hasta su altura máxima, fueron 10 plantas tomadas al azar

por unidad experimental, las mediciones se realizaron al final de cada aplicación de los tratamientos.

3.9.2 Peso promedio de frutos por planta

Esta evaluación se realizó una vez iniciada la cosecha, tomando 10 plantas al azar por unidad experimental, pesando individualmente el total de frutos por planta en cada cosecha, obteniéndose el peso fresco de frutos por planta, en cada unidad experimental.

3.9.3 Peso promedio de un fruto

Esta variable se determinó pesándose cada fruto por planta, escogiéndose cinco frutos por unidad experimental.

3.9.4 Diámetro ecuatorial

Esta variable se determinó en el momento de cada cosecha, tomando cinco frutos al azar por cada unidad experimental midiendo individualmente el diámetro transversal respectivo de cada fruto.

3.9.5 Diámetro polar

Esta variable se determinó en el momento de cada cosecha, tomando cinco frutos al azar por cada unidad experimental, midiendo el fruto desde la base hasta la parte apical.

3.9.6 Rendimiento

Se tomó el total de la cosecha de todas las unidades experimentales.

3.10 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.10.1 Preparación del terreno

Inicialmente se realizó la limpieza de campo con ayuda de una pala, para así eliminar los rastrojos de la campaña anterior (cultivo de vainita); luego se realizó el arado de discos, después de 4 semanas se procedió con la rastra de discos con la finalidad de que el terreno quede uniforme.

Una vez preparado el terreno se incorporó la materia orgánica (estiércol de vacuno) a razón de 10 t/ha, junto con el fósforo y potasio, inmediatamente después de realizar esta labor se procedió a roturar el suelo con el motocultor, a fin de conseguir el mullido del suelo, posteriormente, se pasó con un rastrillo con la finalidad de nivelar el terreno, quedando en condiciones apropiadas para el trasplante.

3.10.2 Tendido de cintas

El tendido de las cintas de riego se realizó en forma manual a lo largo de cada banda lineal (surco).

3.10.3 Preparación de almácigos

Materiales para una almaciguera:

- Speedling
- Sustrato a base de humus
- Agua

Procedimiento:

Se llenó las bandejas de germinación (Speedlings), con el sustrato de humus, luego se realizó un orificio de 0,5 cm. de profundidad donde se depositó una semilla de pimiento, cubriéndose luego con el mismo sustrato, luego se hizo un riego ligero.

3.10.4 Trasplante

El mismo día previamente se realizó el hoyado, de acuerdo a la especificación del distanciamiento de plantas entre plantas.

En ese momento las plántulas tenían una altura de 15 cm. y habían transcurrido 30 días desde la siembra. Estas plántulas se trasplantaron con sus respectivos panes de humus.

El trasplante se realizó a un costado del surco, se hizo de manera manual, colocando una plántula por golpe, inmediatamente terminado se efectuó un riego ligero.

3.10.5 Riego

Se utilizó el sistema de riego localizado de alta frecuencia (RLAF), riego por goteo, para ello se utilizó las cintas de riego con emisores de 20 cm, este se realizó de acuerdo a la necesidad del campo de cultivo.

3.10.6 Deshoje

Se procedió a eliminar las hojas viejas o manchadas por enfermedades para mejorar la ventilación y para disminuir la presencia de enfermedades, evitando que los frutos estén expuestos a la luz del sol (daño de frutos por quemaduras).

3.11 ELABORACIÓN DEL BIOL

a. Materiales para construir un biodigestor

- Un cilindro de plástico de 200 litros de capacidad.
- Una botella descartable de 2 litros.

- Una manguera plástica de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro (2 metros de largo).
- Una goma.

b. Ingredientes

- 50 kg de estiércol fresco de bovino.
- 15 kg de vísceras de pescado.
- 5 kg de alfalfa fresca
- 2 kg de azúcar rubia
- 2 litros de leche
- $\frac{1}{2}$ kg de cáscara de huevo
- 1 litro de chicha de jora.

Fuente: Zea Rojas; Zuleika, (2007) - Municipalidad de Ite – Manual de producción de abonos orgánicos.

c. Procedimiento de elaboración

En un cilindro de 200 litros de capacidad se introduce 50 kg de estiércol fresco, 15 kg de vísceras de pescado y 5 kg

de alfalfa. Luego se procede a añadir agua hasta los 15 cm debajo del orificio de la salida de gas, con ayuda de un palo (2,5 metros de largo) se procedió a remover la solución, añadiéndose a la vez los 2 kg de azúcar rubia, 1 kg de sal común, 2 litros de leche, $\frac{1}{2}$ kg de cáscara de huevo y 1 litro de chicha de jora; removiendo nuevamente hasta que la solución quedó homogénea.

En la parte superior del cilindro se hizo un agujero y se instaló una manguera plástica de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro, cuya función es la de conducir los gases producidos durante la fermentación hacia el exterior.

El otro extremo de la manguera se introdujo en el fondo de una botella descartable conteniendo agua, para asegurar que no ingrese oxígeno al interior del cilindro. La fermentación terminó cuando el fermento estuvo frío y el olor fuerte desapareció. Este proceso duró 3 meses.

El líquido rico en nutrientes se separó y almacenó en bidones de 10 litros hasta su posterior aplicación. La aplicación

del Biol se puede realizar en el campo de dos formas, aplicando de manera foliar por medio de una mochila fumigadora y la otra forma es aplicando por medio del sistema de riego para la absorción de las raíces; en este caso la forma de aplicación utilizada fue de manera foliar.

3.12 FERTILIZACIÓN

Para la fertilización se utilizó la siguiente fórmula de abonamiento 180 – 100 – 120, esta fórmula de abonamiento es un promedio de las necesidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio según distintas bibliografías; al que se hizo un ajuste de dosis, para que no se enmascare el efecto del Biol.

Nitrogeno (N)	: 180	100%
	120	80%
Fósforo (P ₂ O ₅)	: 100	100%
	80	80%
Potasio (K ₂ O)	: 120	100%

Esta disminución de los fertilizantes se hizo para que los mismos no enmascaren la acción del biol, con lo cual la dosis de fertilización quedó de la siguiente manera: 120-80-120, de la cual el fósforo y potasio se incorporaron de fondo en la preparación del terreno y el nitrógeno corregido se aplicó en dos momentos a los 30 a 40 días después del trasplante la primera aplicación y la segunda aplicación de 14 a 18 días después del cuajado.

3.13 APLICACIÓN DEL BIOL

El biol se aplicó a una concentración del 30%, esto se realizó de manera foliar, utilizando una mochila manual de capacidad de 20 litros para fumigar, se hizo en momentos de aplicación de la siguiente manera 1:1:1:1, en cuatro momentos de los cuales los tres primeros fueron antes de la floración y la última se aplicó después del cuajado (llenado del fruto). Se hizo en las siguientes fechas:

- a. La primera aplicación se realizó el 6 de noviembre a los 22 días después del trasplante.
- b. La segunda aplicación se realizó el 16 de noviembre a los 32 días después del trasplante.

- c. La tercera aplicación se realizó el 26 de noviembre a los 42 días después del trasplante.
- d. La cuarta aplicación se realizó el 22 de diciembre a los 68 días después del trasplante.

Cuadro 9. Fraccionamiento de los niveles de biol x cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el campo experimental.

Tratamientos	Cultivares	Biol (l/ha)	Aplicación de solución biol (l/ha) x cultivar			
			Primera aplicación	Segunda aplicación	Tercera aplicación	Cuarta aplicación
T ₁	CW	0	CW x 0	CW x 0	CW x 0	CW x 0
T ₂	CW	200	CW x 50	CW x 50	CW x 50	CW x 50
T ₃	CW	400	CW x 100	CW x 100	CW x 100	CW x 100
T ₄	CW	600	CW x 150	CW x 150	CW x 150	CW x 150
T ₅	CW	800	CW x 200	CW x 200	CW x 200	CW x 200
T ₆	KRG	0	KRG x 0	KRG x 0	KRG x 0	KRG x 0
T ₇	KRG	200	KRG x 50	KRG x 50	KRG x 50	KRG x 50
T ₈	KRG	400	KRG x 100	KRG x 100	KRG x 100	KRG x 100
T ₉	KRG	600	KRG x 150	KRG x 150	KRG x 150	KRG x 150
T ₁₀	KRG	800	KRG x 200	KRG x 200	KRG x 200	KRG x 200

CW=California Wonder, KRG=Keystone Resistant Giant

Fuente: Elaboración propia

3.14 CONTROL DE PLAGAS

Se realizaron controles preventivos para ácaros como la araña roja aplicando Magister en una dosis de 10 ml/mochila 20 L. Esta aplicación se realizó en tres aplicaciones, la primera a los 15 después

del trasplante la segunda a los 20 días después de la primera aplicación y la última a los 20 de la segunda aplicación.

Para *Bemisia tabaci* (mosca blanca), en forma preventiva se utilizó Lancer en una dosis de 10 ml/20 l, esta aplicación se realizó en tres aplicaciones, la primera a los 15 después del trasplante, la segunda a los 20 días después de la primera aplicación y la última a los 20 de la segunda aplicación.

Para la polilla (*Tuta absoluta*) se aplicó Sunfire en una dosis de 10 ml/ 20 l, y para el gusano de tierra se aplicó Lorsban en una dosis de 40 ml/ 20 l, la aplicación se realizó en tres momentos junto con los otros productos, adicionalmente se realizó una aplicación 15 días después del cuajado de los frutos.

3.15 ENFERMEDADES

No se presentaron ataques de importancia; sin embargo, se aplicó de manera preventiva Rhizolex-T (Ingrediente activo: Tolclofos metil+tiram) para evitar el ataque de *Rhizoctonia solani* (Chupadera Fungosa). La dosis aplicada fue 200 g/200 l de Rhizolet-T en una

mochila de fumigación manual de capacidad de 20 litros. La aplicación se realizó en dos momentos en el campo:

Primera aplicación: en el momento del trasplante al campo definitivo.

Segunda aplicación: diez días después del trasplante.

3.15 COSECHA

Para la cosecha se tuvo en cuenta el grado o índice de madurez, distinguiéndose los dos tipos de madurez: la fisiológica y la comercial.

La madurez fisiológica se refiere a la etapa de desarrollo en donde los frutos han logrado un estado de desarrollo en el cual ésta puede continuar madurando aún después de ser cosechados; la madurez comercial es el momento en que un fruto ha adquirido las condiciones adecuadas requeridas por un mercado. Se realizaron un total de seis cosechas escalonadas que se realizaron en las siguientes fechas:

- 15 de febrero de 2010
- 22 de febrero de 2010

- 02 de marzo de 2010
- 09 de marzo de 2010
- 16 de marzo de 2010

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RENDIMIENTO DE FRUTOS

Esta variable se analizó a partir del peso de frutos del total de plantas de todas las unidades experimentales, los cuales fueron expresados en toneladas por hectárea.

Cuadro 10. Análisis de variancia del rendimiento de frutos (t/ha) de dos cultivares de pimiento

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Repeticiones	3	6,0325	2,0108	7,33 **
Cultivares	1	17,0694	17,0694	62,20 **
Biol	4	147,5255	36,8814	134,39 **
Lineal	1	90,4826		99,57 **
Cuadrático	1	27,9800		30,79 **
Cultivar x Biol	4	1,2946	0,3236	1,18 ns
Error exp.	27	7,4098	0,2744	
TOTAL	39	179,3317775		

C.V. = 3,86%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de rendimiento de frutos por hectárea (Cuadro 10), muestra que, los cultivares sometidos a los tratamientos difieren estadísticamente entre sí, por lo tanto, uno de los cultivares se comportó

como más rendidor; para el factor biol se encontraron diferencias altamente significativas, lo que indica que existe evidencia estadística, que los niveles de biol influyeron de manera diferente en el rendimiento de frutos. La interacción del factor cultivares por biol resultó no significativa, en consecuencia los cultivares respondieron similarmente a la aplicación del bio abono. El coeficiente de variabilidad fue de 3,86%.

Los componentes lineal, cuadrático y cúbico del factor biol son altamente significativos, lo que indica que los niveles de biol aplicados, influyeron en el rendimiento de frutos de manera diferente. La determinación de las funciones de respuesta para cada cultivar, se realizó mediante el análisis de regresión.

Cuadro 11. Análisis de regresión del rendimiento de frutos (t/ha) para el cultivar California Wonder

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	48,4170	24,2085	19,00 **
Biol:				
Lineal	1	35,1375		27,57 **
Cuadrático	1	13,2795		10,42 **
Error	17	21,6636	1,2743	
Total	19	70,0806		

CV=7,03%

$R^2 = 0,82$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 11, de análisis de variancia de regresión, se observa que se encontró alta significancia estadística para la regresión, lo que implica, que el modelo propuesto es apropiado para determinar la naturaleza de la respuesta. Los componentes lineal y cuadrático, resultaron ser altamente significativos, por lo que se infiere que el rendimiento del cultivar varió con los niveles de biol, hasta alcanzar un máximo, por lo tanto, la respuesta se ajusta a una función cuadrática.

La ecuación resultante es la siguiente:

$$\hat{Y} = 10,04407143 + 0,01442554X - 0,00001217X^2$$

Mediante la ecuación que antecede, se determinó que, con un nivel de aplicación de biol de 592,85 l/ha, se obtuvo un rendimiento máximo de 14,32 t/ha.

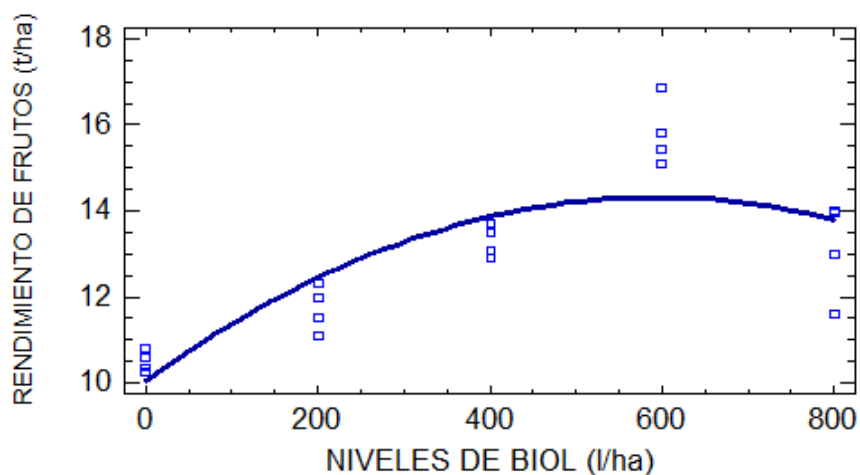


Figura 1. Rendimiento de frutos del cultivar California Wonder, en relación a cinco niveles de biol.

Cuadro 12. Análisis de regresión del rendimiento de frutos (t/ha) para el cultivar Keystone Resistant Giant

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	71,3392	35,6696	29,09 **
Biol:				
Lineal	1	56,6202		46,18 **
Cuadrático	1	14,7190		12,01 **
Error	17	20,8426	1,2260	
Total	19	92,1818		

C.V.=7,80%

$R^2 = 0,77$

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 12, de análisis de variancia de regresión para el cultivar Keystone Resistant Giant, muestra, que la regresión es altamente

significativa, por lo que se considera que el modelo utilizado es adecuado para explicar el comportamiento del cultivar a la aplicación de los tratamientos. Los componentes lineal y cuadrático fueron altamente significativos. La función de respuesta resultante es la siguiente:

$$\hat{Y} = 10,79414286 + 0,01620232X - 0,00001282X^2$$

Al derivar la ecuación precedente, se determinó que, con la aplicación de biol en niveles de 631,83 l/ha, se logró un rendimiento total de 15,91 t/ha de frutos.

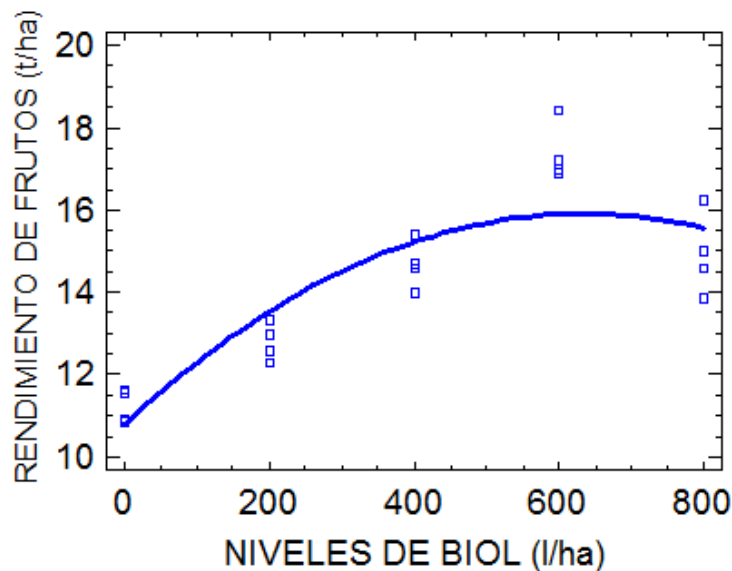


Figura 2. Rendimiento de frutos del cultivar Keystone Resistant Giant, en relación a cinco niveles de biol.

Los resultados del presente trabajo de investigación son concordantes con otras investigaciones realizadas anteriormente a nivel local, en diferentes especies de plantas hortícolas cultivadas como ajo (*Allium sativum* L.), alcachofa (*Cynara scolimus* L.), sandía (*Citrullus lanatus* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Mena, 2001; Mollinedo, 2006; Chambi, 2008; Lopez, 2008); en las que se encontró que con la aplicación de diferentes cantidades de biol, los rendimientos de los cultivos varían en relación al volumen aplicado; las respuestas para los rendimientos máximos varían desde niveles de 572 l/ha para el tomate, 590,6 l/ha para sandía, 616 l/ha para el ajo y de 690 l/ha para el cultivo de la alcachofa. Los niveles de biol (592,85 l/ha y 631,83 l/ha para los cultivares California Wonder y Keystone Resistant Giant respectivamente), determinados en la presente investigación se encuentran dentro del rango de niveles reportados para los cultivos estudiados en la zona. La variabilidad en los niveles de biol que se reportan, obedecen a las distintas exigencias de los cultivos y a que no existe una formulación única para la elaboración del bio abono.

Otros estudios realizados fuera de la región Tacna en cultivos de la familia de las leguminosas tal como frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y pallar (*Phaseolus lunatus* L.), de las gramíneas como el sorgo forrajero

(*Sorghum vulgare*) y de curbitáceas como es el melón (*Cucumis melo* L.); también demostraron incrementos en los rendimientos de frutos en función al nivel de aplicación tal como ocurrió en este trabajo de tesis.

Los resultados del presente estudio, permiten señalar que el cultivar Keystone Resistant Giant se comportó como el cultivar de mayor rendimiento con respecto a California Wonder en las condiciones del experimento, con una diferencia a su favor de 1 590 kilogramos por hectárea; sin embargo, para alcanzar su rendimiento máximo necesitó solamente de 38,98 litros más de biol por hectárea que el cultivar California Wonder, lo que significa que Keystone Resistant Giant sea probablemente más eficiente para acumular materia orgánica en los frutos.

Los efectos beneficiosos de la aplicación del biol sobre el rendimiento de pimiento, que se encontraron en el presente experimento, pueden entenderse a partir de su composición y la acción de sus diferentes componentes.

Se ha reconocido, que el biol contiene elementos nutritivos como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio entre los macronutrientes,

los cuales habrían contribuido en la mejor nutrición de los cultivares; además contiene reguladores de crecimiento como Giberelinas, Auxinas, Purinas, Adeninas y Citoquininas entre los principales grupos (Aparcana y Jansen, 2008), que en acción conjunta favorecen y fortalecen el desarrollo en general de las plantas, estimulando un mayor desarrollo del área foliar, que en suma se manifiesta en rendimientos más elevados.

Otro efecto deseable que se le atribuye al biol, es que favorece el vigor y expansión del sistema radicular de los cultivos, lo que habría permitido que las plantas puedan absorber una mayor cantidad de nutrientes, especialmente aquellos de poca movilidad como el fósforo (Domínguez, 1990).

4.2 PESO PROMEDIO DE FRUTOS POR PLANTA

Esta evaluación se realizó una vez iniciada la cosecha, tomando 10 plantas al azar por unidad experimental, pesando individualmente el total de frutos por planta en cada cosecha, obteniéndose el peso fresco de frutos por planta, en cada unidad experimental.

**Cuadro 13. Análisis de variancia del peso de frutos por planta (kg)
de dos cultivares de pimiento**

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Repeticiones	3	0,1096	0,0365	3,75 *
Cultivares	1	0,1488	0,1488	15,28 **
Biol	4	3,3740	0,8435	86,60 **
Lineal	1	0,3809		24,26 **
Cuadrático	1	1,7600		112,10 **
Cultivar x Biol	4	0,0281	0,0070	0,72 ns.
Error exp.	27	0,2630	0,0097	
TOTAL	39	3,9235		

C.V. = 6.55%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de peso de fruto por planta, se presenta en el cuadro 13; el mismo muestra que para el factor cultivares se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, por lo que se asume que uno de los cultivares se comportó como más rendidor con respecto del otro. Para el factor biol se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, interpretándose que los niveles de biol influyeron en el peso de frutos por planta. El análisis precedente, muestra además que, para el efecto de interacción cultivares por biol no se encontraron diferencias estadísticas, lo que permite aseverar que ambos factores se comportaron de manera independiente.

Los componentes lineal y cuadrático, resultaron ser altamente significativos; para conocer el tipo de respuesta de los cultivares fue necesario realizar el análisis de regresión.

Cuadro 14. Análisis de regresión del peso promedio de frutos por planta (kg) para el cultivar California Wonder.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	1,2765	0,6383	12,95 **
Biol:				
Lineal	1	0,2907		5,90 ns
Cuadrático	1	0,9858		20,01 **
Error	17	0,8376	0,0493	
Total	19	2,1141		

CV = 22,07%

$R^2=0,60$

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de la regresión (cuadro 14) de peso promedio de frutos por planta para el cultivar California Wonder, muestra que, la regresión resultó con alta significancia estadística, en consecuencia, el modelo utilizado permite conocer la respuesta del cultivar a la aplicación de los tratamientos. La función de respuesta resultante es la siguiente:

$$\hat{Y} = 0,56964 + 0,00308X - 0,00000332X^2$$

Aplicando la derivada parcial, se determinó que con un nivel de 463,85 litros de biol por hectárea se obtuvo un rendimiento máximo de 1,28 kilogramos de frutos por planta.

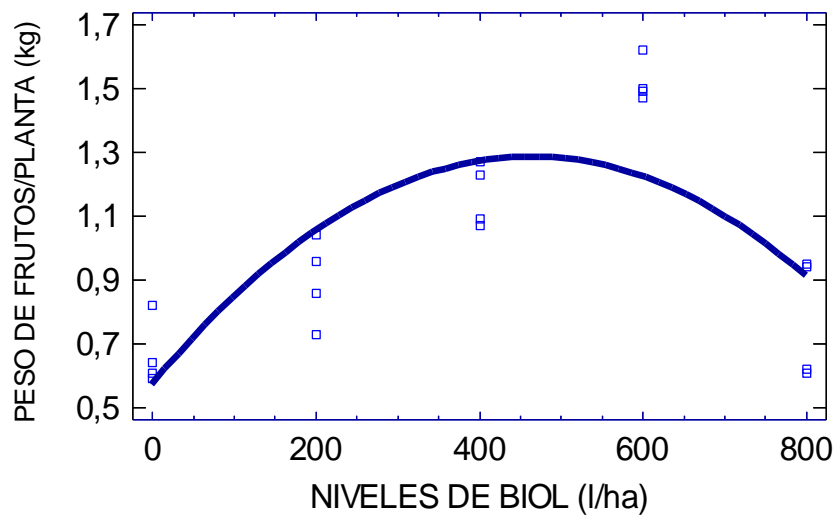


Figura 3. Peso promedio de frutos por planta del cultivar California Wonder, en relación a cinco niveles de biol.

Cuadro 15. Análisis de regresión del peso promedio de frutos por planta (kg) para el cultivar Keystone Resistant Giant.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	0,8255	0,1275	9,85 **
Biol:				
Lineal	1	0,1891		2,46 ns
Cuadrático	1	0,6364		17,25 **
Error	17	0,6609	0,0389	
Total	19	1,6606		

CV = 17,24

$R^2 = 0,56$

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de la regresión (cuadro N° 15), muestra que, la regresión resultó con alta significancia estadística, en consecuencia, el modelo utilizado permite conocer la respuesta del cultivar Keystone Resistant Giant a la aplicación de los niveles de biol. La función de respuesta resultante es la siguiente:

$$\hat{Y} = 0,79927 + 0,00248X - 0,00000267X^2$$

Al derivar la ecuación anterior se obtuvo un nivel óptimo de 464,42 litros de biol, para un rendimiento máximo estimado de 1,37 kilogramos de frutos de pimiento por planta.

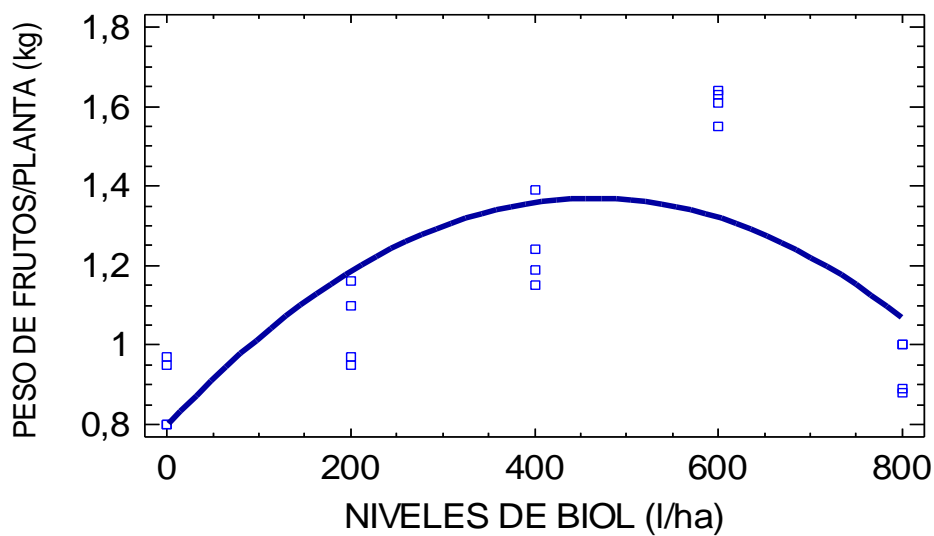


Figura 4. Peso promedio de frutos por planta del cultivar Keystone Resistant Giant, en relación a cinco niveles de biol.

Los resultados de la variable peso promedio de frutos por planta muestran que el cultivar Keystone Resistant Giant se comportó con mejor capacidad de rendimiento de frutos a nivel de planta que el cultivar California Wonder, respuesta es consistente con los resultados de rendimiento total de frutos por hectárea; por lo que podría considerarse esta variable como un componente importante del rendimiento total de frutos.

De otra parte, los resultados de la presente investigación, con respecto a esta variable son semejantes a los registrados en ajo (Mena, 2001), tomate (Lopez, 2008), cultivos en los que se encontró que la utilización de niveles de biol dieron por resultado incrementos en los pesos de frutos por planta en función de los niveles aplicados.

4.3 PESO PROMEDIO DE UN FRUTO

Esta variable se determinó pesándose cada fruto por planta, escogiéndose cinco frutos por unidad experimental.

Cuadro 16. Análisis de variancia del peso promedio (gramos) de fruto de dos cultivares de pimiento

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Repeticiones	3	706,7390	235,5797	10,08 **
Cultivares (A)	1	176,1061	176,1061	7,53 **
Biol (B)	4	5 557,9942	1 389,4985	59,45 **
Cultivar x Biol (AxB)	4	73,5133	18,3783	0,79 ns.
Error exp. (E)	27	631,0876	23,3736	
TOTAL	39	7 145,4401		

CV = 4,02%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 16 se presenta el análisis de variancia de peso promedio de fruto de dos cultivares de pimiento, en el que se aprecia que se presentaron diferencias estadísticas para repeticiones, para el factor cultivares también se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, interpretándose que el peso de fruto de los cultivares en estudio fueron diferentes. Para el factor biol, las diferencias estadísticas encontradas implica que los niveles aplicados influyen en el peso promedio de fruto de los cultivares. El análisis de variancia también muestra que la interacción cultivares por biol es no significativa, lo que demuestra que estos factores son independientes.

Cuadro 17. Análisis de regresión del peso promedio de fruto (gramos) para el cultivar California Wonder.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	2 405,5676	1 202,7838	22,03 **
Biol:				
Lineal	1	2 388,1066		43,75 **
Cuadrático	1	17,4609		0,32 ns
Error	17	631,0876	54,5906	
Total	19	7 145,4401		

CV = 6,26%

$R^2 = 0,72$

Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión de peso promedio de fruto para el cultivar California Wonder (cuadro 17), presentó alta significancia estadística para la regresión, por lo que se considera que el modelo empleado es apropiado para conocer la naturaleza de la respuesta; al resultar con significancia estadística el componente lineal y no significativo el componente cuadrático, se considera que los frutos de este cultivar incrementan su peso en sentido creciente en concordancia con los niveles de biol aplicados a la planta.

La función de respuesta encontrada es la siguiente:

$$\hat{Y} = 101,4052143 + 0,0448016X$$

Cuadro 18. Análisis de regresión del peso promedio de fruto (gramos) para el cultivar Keystone Resistant Giant

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	3 181,8736	1 590,9368	59,59 **
Biol:				
Lineal	1	3 155,5970		118,20 **
Cuadrático	1	26,2766		0,98 ns
Error	17	453,8522	26,6972	
Total	19	3 635,7257		

CV = 4,23%

$R^2 = 0,87$

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 18 del análisis de regresión de peso promedio de fruto para el cultivar Keystone Resistant Giant, se observa, que se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, lo que indica, que el modelo utilizado es apropiado para conocer la naturaleza de la variable de respuesta; la alta significancia estadística encontrada para el componente lineal, permite inferir que el peso de los frutos van en aumento en razón de los niveles de biol aplicados.

La función de respuesta encontrada es la siguiente:

$$\hat{Y} = 105,7780 + 0,04571X$$

En el caso de los dos cultivares, la respuesta de tipo lineal, si bien indica una acción directa del biol sobre el peso individual de los frutos, no implica que el peso se siga incrementando de manera indefinida con respecto a los niveles del bio abono, por lo que se considera, que esta respuesta debe tomarse como un indicador de los efectos beneficiosos del biol para mejorar los rendimientos. En términos generales, estos resultados son semejantes a los obtenidos en otros cultivos como el tomate (López, 2008) en el que hubo efectos positivos del biol en el peso promedio de fruto; situación similar reporta Chambi (2008) en el cultivo de sandía.

En promedio los cultivares Keystone Resistant Giant y California Wonder, dieron un peso individual de fruto 122,27 y 117,97 gramos respectivamente.

4.4 DIAMETRO ECUATORIAL

Esta variable se determinó en el momento de cada cosecha, tomando cinco frutos al azar por cada unidad experimental midiendo individualmente el diámetro transversal respectivo de cada fruto.

Cuadro 19. Análisis de variancia del diámetro ecuatorial (cm) de dos cultivares de pimiento.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Repeticiones	3	0,1549	0,0516	3,07 **
Cultivares (A)	1	0,2924	0,2924	17,37 **
Biol (B)	4	1,9174	0,4794	28,47 **
Cultivar x Biol (AxB)	4	0,1015	0,0254	1,51 ns.
Error exp. (E)	27	0,4546	0,0168	
TOTAL	39	2,9208		

CV = 1,80%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de peso de diámetro ecuatorial de fruto, se presenta en el cuadro 19; el mismo muestra que, para el factor cultivares se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, por lo que se asume que uno de los cultivares desarrolló un diámetro ecuatorial superior al otro. Para el factor biol se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, interpretándose que los niveles de biol influyeron en el diámetro ecuatorial de los frutos. El análisis de variancia muestra además que, para el efecto de la interacción cultivares por biol no se encontraron diferencias estadísticas, lo que permite aseverar que ambos factores se comportaron de manera independiente.

Cuadro 20. Análisis de regresión del diámetro ecuatorial de fruto (cm) para el cultivar California Wonder

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	0,4081	0,2040	8,02 **
Biol:				
Lineal	1	0,1392		5,47 **
Cuadrático	1	0,2688		10,57 **
Error	17	0,4326	0,0254	
Total	19	0,8406		

CV=2.24%

R²=0,48

Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión de diámetro ecuatorial de fruto para el cultivar California Wonder se presenta en el cuadro 20, el que demuestra que se encontró significancia estadística para esta fuente de variabilidad, lo que implica, que el modelo propuesto es útil para conocer la respuesta; la alta significancia estadística encontrada para el componente cuadrático, quiere decir que el diámetro ecuatorial del fruto varía en función de los niveles de biol hasta alcanzar un máximo. Esta respuesta se ajusta a una función cuadrática, dando como resultado la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = 6,88043 + 0,00168X - 0,0000173X^2$$

Resolviendo la ecuación anterior, se determinó que el diámetro ecuatorial del fruto alcanza un valor máximo de 7,29 cm con un nivel de 485,55 litros por hectárea.

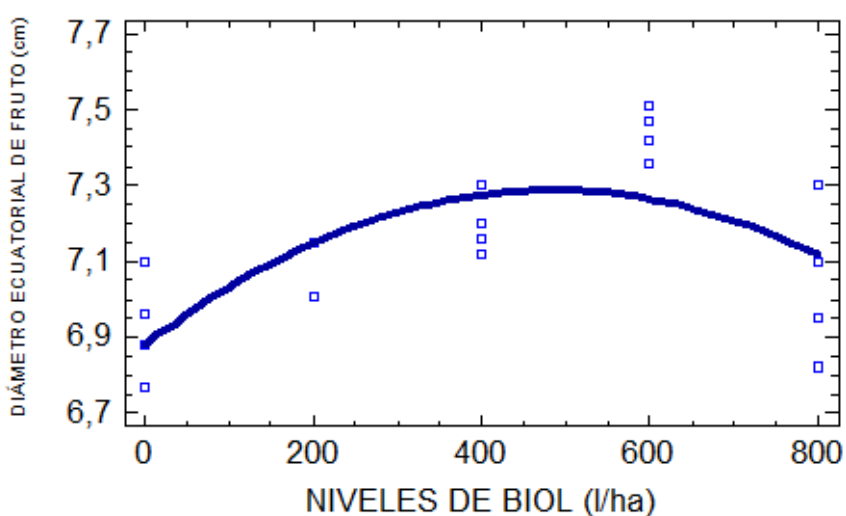


Figura 5. Diámetro ecuatorial de fruto del cultivar California Wonder, en relación a cinco niveles de biol.

Cuadro 21. Análisis de regresión del diámetro ecuatorial de fruto (cm) para el cultivar Keystone Resistant Giant

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	1,1274	0,5637	14,51 **
Biol:				
Lineal	1	0,5422		14,04 **
Cuadrático	1	0,5822		14,99 **
Error	17	0,6603	0,0403	
Total	19	1,7877		

CV=2,70 %

R²=0,63

Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión de diámetro ecuatorial de fruto para el cultivar Keystone Resistant Giant se presenta en el cuadro 21, en el que se observa, que se encontró significancia estadística para esta fuente de variabilidad, lo que implica, que el modelo propuesto es útil para conocer la respuesta; la alta significancia estadística encontrada para el componente cuadrático, quiere decir que el diámetro ecuatorial del fruto varía en función de los niveles de biol hasta alcanzar un máximo. Esta respuesta se ajusta a una función cuadrática, dando como resultado la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = 6,87057 + 0,00262X - 0,00000255X^2$$

A partir de la ecuación anterior, se encontró que, con un nivel de 513,73 litros por hectárea, el diámetro ecuatorial del fruto desarrolla un máximo valor de 7,54 cm.

Los resultados analizados para la variable diámetro ecuatorial de fruto, permiten señalar que el cultivar Keystone Resistant Giant supera a California Wonder en 0,25 cm.

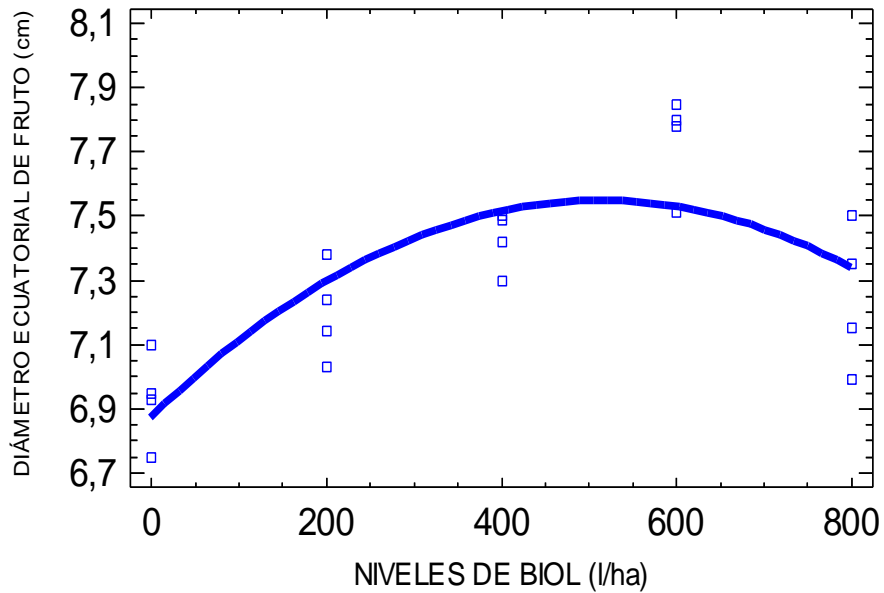


Figura 6. Diámetro ecuatorial de fruto del cultivar Keystone Resistant Giant, en relación a cinco niveles de biol.

4.5 DIÁMETRO POLAR

Esta variable se determinó en el momento de cada cosecha, tomando cinco frutos al azar por cada unidad experimental, midiendo el fruto desde la base hasta la parte apical.

Cuadro 22. Análisis de variancia del diámetro polar de fruto (cm) de dos cultivares de pimiento

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Repeticiones	3	0,2737	0,9123	0,68 ns
Cultivares (A)	1	1,0368	1,0368	7,76 **
Biol (B)	4	0,4217	0,1054	0,79 ns
Cultivar x Biol (AxB)	4	0,5475	0,1369	1,02 ns
Error exp. (E)	27	3,6097	0,1337	
TOTAL	39	5,8894		

CV = 2,70%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de diámetro polar de fruto (cuadro 22) de los dos cultivares de pimiento, muestra que para el factor cultivares se encontraron diferencias estadísticas significativas, en consecuencia éstos se diferencian en cuanto al tamaño longitudinal del fruto.

El factor biol resultó no significativo, por lo que se asevera que no influyó en la longitud del fruto de ninguno de los dos cultivares.

Para conocer la diferencia entre los cultivares en relación a esta variable, se realizó la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 23. Prueba de significación de Duncan del diámetro polar de fruto para cultivares ($\alpha=0,05$).

Orden de mérito	Cultivar	Promedio (cm)	Significación
1	California Wonder	6,724	a
2	Keystone Resistant Giant	6,402	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan, de diámetro polar de fruto (cuadro 23), pone en evidencia, que el cultivar con mayor promedio de diámetro polar de frutos fue California Wonder 6,72 cm. En comparación al cultivar Keystone Resistant Giant, cuyo promedio fue de 6,40 cm. Estos resultados demuestran, que los niveles de biol utilizados no influyeron en la longitud de fruto, en consecuencia, la respuesta estaría condicionada a la constitución genética de los cultivares principalmente.

Cuadro 24. Análisis de variancia del número promedio de frutos por planta de dos cultivares de pimiento

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Repeticiones	3	30,4174	10,1391	19,82 **
Cultivares (A)	1	0,6503	0,6503	1,27 ns
Biol (B)	4	154,7596	38,6899	75,64 **
Cultivar x Biol (AxB)	4	2,0188	0,5027	0,98 ns
Error exp. (E)	27	13,8100	0,5115	
TOTAL	39	201,6481		

CV = 7,96 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de número de frutos por planta se presenta en el cuadro 24, el que muestra que para el factor cultivares no se encontraron diferencias estadísticas, considerándose que los cultivares son similares en cuanto al número de frutos por planta. Mientras que el factor biol resultó con alta significancia estadística, lo que indica que los niveles aplicados a las plantas influyeron en el número promedio de frutos por planta; de otra parte, la interacción cultivares por biol, al resultar no significativa quiere decir que estos factores se comportaron de manera independiente.

Para continuar con el análisis, se procedió a realizar el análisis de regresión, para conocer la respuesta con mayor aproximación.

Cuadro 25. Análisis de regresión para número promedio de frutos por planta de dos cultivares de pimiento

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	154,7596	77,1964	60,44 **
Biol:				
Lineal	1	154,3735		9,00 **
Cuadrático	1	0,0193		0,02 ns
Error	37	47,2554	1,2772	
Total	39	201,6481		

CV = 12.57%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 25, del análisis de regresión para número de frutos por planta, se observa que se encontró alta significancia estadística, lo que quiere decir, que el modelo utilizado es adecuado para conocer el tipo de respuesta; del mismo modo, el componente lineal resultó altamente significativo, más no así el componente cuadrático, consecuentemente la función de respuesta resultante es:

$$\hat{Y} = 6,2265 + 0,00668X$$

Estos resultados permiten señalar que los niveles de biol aplicados incidieron favorablemente sobre el número de frutos por planta, esta respuesta tendría relación con los efectos positivos de este abono orgánico sobre la floración y crecimiento de los frutos (Aparcana y

Jansen, 2008). El número promedio de frutos para el cultivar California Wonder fue de 8,85 frutos, en tanto que Keystone Resistant Giant dio 8,52 frutos por planta en promedio.

4.6 ALTURA DE PLANTA

Cuadro 26. Análisis de variancia de altura de planta (cm) de dos cultivares de pimiento

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Repeticiones	3	29,0747	9,6916	7,49 **
Cultivares (A)	1	20,6066	20,6066	15,93 **
Biol (B)	4	241,9365	60,4841	46,75 **
Cultivar x Biol (AxB)	4	2,2340	0,5585	0,43 ns
Error exp. (E)	27	34,9316	1,2938	
TOTAL	39	328,7834		

CV = 2,62 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia de altura de planta (cuadro 26), señala que para el factor cultivares se encontraron diferencias estadísticas en consecuencia los cultivares respondieron a la aplicación de biol con alturas de planta diferentes, por lo tanto, se debe seguir analizando el tipo de respuesta; el factor biol mostró diferencias estadísticas, por lo que se asume que niveles utilizados influyeron diferencialmente en la altura de planta de los cultivares.

Cuadro 27. Análisis de regresión de altura de planta (cm) para el cultivar California Wonder

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	117,5324	58,7662	59,16 **
Biol:				
Lineal	1	114,5146		115,28 **
Cuadrático	1	3,0179		3,04 ns
Error	17	16,8869	0,9933	
Total	19	134,4193		

CV = 2,26 %

$R^2=0,87$

Fuente: Elaboración propia

Al analizar el cultivar California Wonder, la descomposición de los componentes lineal y cuadrático mediante el análisis de regresión (cuadro 27) permite determinar que el componente lineal resultó ser estadísticamente significativo, mas no el componente cuadrático; por lo que se afirma que los niveles biol influyeron progresivamente en la altura de planta, este tipo de respuesta en las condiciones del presente experimento hace suponer que el nivel más alto (800 l/ha), no restringe el crecimiento longitudinal de las plantas de pimiento.

La función de respuesta resultante fue:

$$\hat{Y} = 40,31221429 + 0,01310286X$$

Cuadro 28. Análisis de regresión de altura de planta (cm) para el cultivar Keystone Resistant Giant

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.
Regresión	2	126,0829	63,0414	22,48 **
Biol:				
Lineal	1	126,0250		44,94 **
Cuadrático	1	0,0579		0,02 ns
Error	17	47,6746	2,8044	
Total	19	173,7575		

CV =3,92

$R^2=0,72$

Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión de altura de planta para el cultivar Keystone Resistant Giant (cuadro 28) muestra que el componente lineal resultó con alta significancia estadística, por tanto los niveles de biol utilizados en la investigación, promueven la altura de planta, sin embargo, aún el nivel más elevado (800 l/ha) no resultó ser limitante. La función de respuesta resultante fue la siguiente:

$$\hat{Y} = 39,23929 + 0,00823X$$

V. CONCLUSIONES

1. El estudio realizado señala que el cultivar Keystone Resistant Giant mostró un rendimiento superior al de California Wonder con una diferencia de 1,59 t/ha, sin embargo, para alcanzar su rendimiento máximo necesitó de 38,98 litros más de biol por hectárea que el cultivar California Wonder.
 - Así mismo, se pudo observar que el cultivar Keystone Resistant Giant presentó superioridad referente al rendimiento de frutos por planta con una diferencia de 0,09 kg/planta y al peso individual de fruto con una diferencia de 4,3 g/fruto; en ambos casos la diferencia es mínima,
 - El número promedio de frutos para el cultivar California Wonder fue de 8,85 frutos/planta, en tanto que Keystone Resistant Giant dio 8,52 frutos/planta; mostrando una diferencia mínima entre ambos.
 - El Biol no influyó en los diámetros ecuatorial y polar de los frutos, esto debido a que el resultado estaría condicionado a la constitución genética de los cultivares principalmente.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda repetir el presente experimento, en diferentes localidades de la zona, para contar con información más precisa.
- 2.** Realizar trabajos experimentales sobre momentos y concentraciones de aplicación del biol en pimiento.
- 3.** Estudiar las respuestas de cultivares de nueva introducción a la aplicación de biol.

VII. BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, F. 2010 - Preparación y uso del biol. Cusco - Perú: Soluciones Prácticas-ITDG.87 pp.

BEJAR, G. y FLORES, G. 1999 - Cinética poblacional de ascomicetes durante el proceso de obtención de biol y su aplicación como bioabono en el cultivo de rabanito (*Rhapanus sativus*). Cusco - Perú: UNSAAC.75 pp.

BONILLA, L. 1992 - Cultivo de tomate de masa. Fundación del desarrollo agropecuario Inc. Serie Cultivos. Boletín Técnico N° 16. Santo Domingo Republica Dominicana. 28p.

BRAVO, A. y ALDUNANTE, P. 1987 - El cultivo de pimiento - ají. Revista el campesino, septiembre 1987. pp. 35-51

CARPIO, M. 1995 - Manual de producción de pimiento páprika para las condiciones del valle de Tambo. CIED. Arequipa – Perú.

CASSERES, E. 1984 - Producción de hortalizas. Segunda edición. Ediciones IICA. San José de Costa Rica. 158 pp

CHAMBI T. RICHARD. 2008 - Influencia de Cinco niveles de Biol sobre el crecimiento y rendimiento de 2 cultivares híbrido de Sandía (*Citrullus lanatus* L.) bajo condiciones de la Yarada. Tesis Ingeniero Agrónomo U.N.J.B.G. – FCAG – ESAG – Tacna – Perú.

COPAJA B. CARLOS. 1997 - Comparativo de cuatro densidades de siembra y dos variedades en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annum* L.) con el sistema de riego por exudación. Tesis Ingeniero Agrónomo U.N.J.B.G. – FCAG – ESAG – Tacna – Perú.

DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A. 1990 - El Abonado de los Cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. 184 p.

ESPEJO C. JESUS SIXTO. 1999 - Determinación del nivel óptimo de Nitrógeno y Fósforo en el rendimiento de Pimiento (*Capsicum annun* L.) variedad California Wonder. Tesis Ingeniero Agrónomo U.N.J.B.G. – FCAG – ESAG – Tacna – Perú.

FUENTES L. 1999 - El suelo y los fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi – Prensa.

GOMERO, O. 2005 - Los biodigestores campesinos (Vol. 21). Lima - Perú: LEISA. 34 pp.

GONCALVES DE P., WAGNER, D.C.V. Y FERREIRA, P.C.M. 1984 – Efectos Climáticos sobre Pimentón y Pimienta: Informe Agropecuario, Belo Horizonte, Brasil.

GUAMAN P. A. 1998 - Abonos orgánicos. Cusco - Perú: Escuela de Formación de Técnicos en Agricultura Sostenible.120 pp.

GUERRERO, J. 1993 - Abonos orgánicos tecnológicos para el suelo. Lima - Perú: RAAA.145 pp.

INIA. 1995 - Cultivo del Paprika *Capsicum annum* en el Valle Chancay - Huaral Folleto Huaral – Perú

JARAMILLO V., J. 1991 – Recomendaciones para el cultivo del pimentón en el valle del Cauca, Guía para la Producción Hortalizas. Buga Colombia.

LOPEZ M. 1998 - Evaluación de cultivares de Ají del Género *Capsicum* sp. en dos épocas de siembra bajo condiciones de Costa Central. Tesis para optar el Título de Mg. Sc. en Agronomía UNALM. Lima – Perú.

LOPEZ CHOQUE, WILSON. 2008 - Aplicación de cuatro niveles de biol en dos variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en el CEA III Los Pichones. Tesis Ingeniero Agrónomo U.N.J.B.G. – FCAG – ESAG – Tacna – Perú.

MENA, Y. 2001 - Influencia del biol en el rendimiento y calidad del cultivo de ajo (*Allium satibum* L.) var. Napuri en la localidad de Ilabaya. UNJBG. - FCAG - ESAG - Tacna - Perú: Tesis de Ingeniero Agrónomo.110 pp

MOLLINEDO ESCOBAR, YOBANY. 2006 - Efecto de cinco niveles de Biol sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la Alcachofa (*Cynara Scolymus* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo U.N.J.B.G. – FCAG – ESAG – Tacna – Perú.

NUEZ F. 1996 - El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Edit. Mundiprensa, España.

PEÑA, R. 1975 - Horticultura y Fruticultura. 3 ed. José Montero. España. p

53

QUISPE, A. 1996 - Respuesta productiva del pimiento (*Capsicum annuum* L.) a tres fuentes fosforadas y dos materiales de sostén bajo condiciones de hidroponía. Tesis Ingeniero Agrónomo U.N.J.B.G. – FCAG – ESAG – Tacna – Perú

ROBLES M. 1989 - Determinación del nivel óptimo de fertilización en el cultivo de ají utilizando el sistema de riego por goteo en condiciones de suelos salino. UNJBG – FCAG Tacna.

RODRÍGUEZ, J. 1992 - Manual de fertilización. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.143 pp.

ROMÁN GF- RODRIGUEZ HG. 2005 - Concentración de reguladores de crecimiento vegetal inducido por hongos micorrízicos en dos cultivares de Capsicum (*Capsicum annum* L.) Segunda convención Mundial de Capsicum. México.

SOQUIMICH COMERCIAL. 2001 - Agenda del salitre. Sociedad química y minera de Chile S.A. Santiago, Chile. 78 pp.

SUQUILANDA, M. 1995 - El biol fitoestimulante orgánico. Quieto - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. 45 pp.

TAMARO, D. 1974 - Manual de horticultura. Séptima Edición. Editorial Gustavo Gill. Barcelona, España.

TUYO CONDORI, EDGAR. 1999 - Rendimiento de seis cultivares de Paprika (*Capsicum annum* L.) introducidas en el valle de Tacna. Tesis Ingeniero Agrónomo U.N.J.B.G. – FCAG – ESAG – Tacna

UMSS - GATE. 1990; Abonos orgánicos líquidos. Cochabamba, Bolivia: Universidad Nacional de San Simón. 98 pp.

VALADEZ, A. L. 1994 - Producción de hortalizas, Ed. Limusa, México. D.F. Vilmorin, D.F.1976. El cultivo del pimiento dulce tipo bell. Ed. Diana. México.

VILORIA, A. 1991 - Respuesta de las variables de crecimiento vegetativo y reproductivo del pimentón (*Capsicum annum* L.) a la presión poblacional. Trabajo de Ascenso. Barquisimeto. Venezuela. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Agronomía. 102 pp

ZEA ROJAS; ZULEIKA. 2007 - Municipalidad de Ite – Manual de producción de abonos orgánicos.

VIII. ANEXOS

Anexo 1

DATOS ORIGINALES DEL RENDIMIENTO TOTAL (t/ha).

TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN	REPETICIONES				PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4	
T ₁	A1B1	10,35	10,24	10,80	10,61	10,50
T ₂	A1B2	11,08	11,49	12,31	12,00	11,72
T ₃	A1B3	13,05	13,73	13,51	12,90	13,30
T ₄	A1B4	15,10	15,44	15,80	16,85	15,80
T ₅	A1B5	11,62	13,97	13,00	14,00	13,15
T ₆	A2B1	10,85	10,95	11,56	11,64	11,25
T ₇	A2B2	12,58	12,30	13,33	12,97	12,80
T ₈	A2B3	14,70	14,00	14,60	15,38	14,67
T ₉	A2B4	16,98	16,89	17,20	18,40	17,37
T ₁₀	A2B5	14,60	13,85	15,00	16,20	14,91
PROMEDIO		13,09	13,29	13,71	14,10	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

DATOS ORIGINALES DEL PESO PROMEDIO DE FRUTOS POR PLANTA (kg).

TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN	REPETICIONES				PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4	
T ₁	A1B1	0,82	0,64	0,59	0,61	0,67
T ₂	A1B2	1,04	0,73	0,86	0,96	0,90
T ₃	A1B3	1,27	1,23	1,07	1,09	1,17
T ₄	A1B4	1,62	1,49	1,47	1,50	1,52
T ₅	A1B5	0,94	0,61	0,62	0,95	0,78
T ₆	A2B1	0,97	0,95	0,80	0,80	0,88
T ₇	A2B2	1,10	1,16	0,95	0,97	1,05
T ₈	A2B3	1,24	1,39	1,15	1,19	1,24
T ₉	A2B4	1,63	1,61	1,64	1,55	1,61
T ₁₀	A2B5	0,89	1,00	1,00	0,88	0,94
PROMEDIO		1,15	1,08	1,02	1,05	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

DATOS ORIGINALES DEL PESO PROMEDIO DE UN FRUTO DE PIMIENTO (g).

TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN	REPETICIONES				PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4	
T ₁	A1B1	95,30	105,15	103,57	99,98	101,00
T ₂	A1B2	99,56	115,98	111,40	120,87	111,95
T ₃	A1B3	116,96	125,85	108,59	120,95	118,09
T ₄	A1B4	123,41	136,33	124,76	121,32	126,46
T ₅	A1B5	124,87	147,27	130,90	126,49	132,38
T ₆	A2B1	102,54	106,03	104,33	107,10	105,00
T ₇	A2B2	110,57	119,35	112,41	116,69	114,76
T ₈	A2B3	116,47	120,44	114,79	124,38	119,02
T ₉	A2B4	133,02	137,66	120,53	131,17	130,60
T ₁₀	A2B5	136,68	151,64	136,94	140,70	141,49
PROMEDIO		115,94	126,57	116,82	120,97	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4

DATOS ORIGINALES DEL DIÁMETRO ECUATORIAL DE FRUTOS DE PIMIENTO (CM).

TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN	REPETICIONES				PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4	
T ₁	A1B1	6,77	7,10	6,88	6,96	6,93
T ₂	A1B2	7,01	7,15	7,15	7,01	7,08
T ₃	A1B3	7,12	7,30	7,20	7,16	7,20
T ₄	A1B4	7,36	7,51	7,42	7,47	7,44
T ₅	A1B5	6,82	7,10	6,95	7,30	7,04
T ₆	A2B1	6,95	6,75	6,93	7,10	6,93
T ₇	A2B2	7,24	7,03	7,14	7,38	7,20
T ₈	A2B3	7,12	7,49	7,30	7,50	7,35
T ₉	A2B4	7,51	7,80	7,85	7,78	7,74
T ₁₀	A2B5	6,99	7,35	7,50	7,15	7,25
PROMEDIO		7,09	7,26	7,23	7,28	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5

DATOS ORIGINALES DEL DIAMETRO POLAR DE FRUTOS DE PIMIENTO (cm).

TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN	REPETICIONES				PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4	
T ₁	A1B1	6,73	6,80	6,45	8,55	7,13
T ₂	A1B2	6,46	6,26	7,20	6,03	6,49
T ₃	A1B3	6,55	6,93	6,72	7,20	6,85
T ₄	A1B4	6,47	6,51	6,89	7,07	6,74
T ₅	A1B5	7,37	6,30	6,47	7,11	6,81
T ₆	A2B1	6,75	6,15	6,06	6,69	6,41
T ₇	A2B2	6,04	6,83	6,18	5,85	6,23
T ₈	A2B3	6,54	6,23	6,05	6,08	6,23
T ₉	A2B4	6,30	6,66	5,69	6,16	6,20
T ₁₀	A2B5	6,56	6,49	5,98	6,75	6,45
PROMEDIO		6,58	6,52	6,37	6,75	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6

DATOS ORIGINALES DEL NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA (unidad)

TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN	REPETICIONES				PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4	
T ₁	A1B1	7,50	5,60	5,14	4,88	5,78
T ₂	A1B2	9,00	6,90	7,11	6,40	7,35
T ₃	A1B3	10,90	9,10	7,95	8,10	9,01
T ₄	A1B4	11,40	10,40	10,70	9,20	10,43
T ₅	A1B5	12,50	12,20	11,90	10,14	11,69
T ₆	A2B1	6,80	6,20	6,80	6,50	6,58
T ₇	A2B2	9,30	7,90	6,90	7,70	7,95
T ₈	A2B3	11,22	9,50	7,20	8,20	9,03
T ₉	A2B4	11,80	10,10	8,30	9,10	9,83
T ₁₀	A2B5	13,10	11,90	10,60	12,50	12,03
PROMEDIO		10,35	8,98	8,26	8,27	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7

DATOS ORIGINALES DE LA ALTURA POR PLANTA (cm).

TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN	REPETICIONES				PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4	
T ₁	A1B1	38,85	41,90	39,30	40,80	40,21
T ₂	A1B2	42,90	42,10	42,00	44,70	42,93
T ₃	A1B3	44,80	43,30	44,80	45,30	44,55
T ₄	A1B4	45,44	45,90	46,20	46,30	45,96
T ₅	A1B5	46,40	46,72	48,70	46,80	47,16
T ₆	A2B1	38,10	39,10	39,70	39,90	39,20
T ₇	A2B2	38,90	40,30	43,40	41,60	41,05
T ₈	A2B3	40,80	41,20	45,30	42,70	42,50
T ₉	A2B4	42,60	43,30	47,60	44,70	44,55
T ₁₀	A2B5	44,60	45,60	48,20	46,90	46,33
PROMEDIO		42,34	42,94	44,52	43,97	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8

COSTOS DE PRODUCCION DEL BIOL

	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
Materiales				
Cilindro de plástico de 200 litros	Unidad	1	70	70
Grome de 16 mm	Unidad	1	0,6	0,6
Botella descartable	Unidad	1	0,1	0,1
Manguera de 16 mm	m	2	1	2
Sub. de costos de materiales				76,7
Ingredientes y mano de obra				
Estiércol fresco	kg	50	0,8	40
Viseras de pescado	kg	15	0,3	4,5
Alfalfa fresca	kg	5	1,2	6
Azúcar rubia	kg	2	2,8	5,6
Sal común	kg	1	0,7	0,7
Leche	l	1	1,5	1,5
Cáscara de huevo	kg	0,5	0,3	0,15
Chicha de jora	l	1	0,7	0,7
Mano de obra	Jornal	1	35	35
Sub. de costos de ingredientes y mano de obra				119,8
TOTAL (soles)				196,5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9

COSTOS DE PRODUCCION DEL CULTIVO

1. COSTOS DIRECTOS	Unidad	Precio Unitario	Cantidad por parcela	Costo total
1.1. Preparación del suelo				
Aradura	Horas	45,00	1	45,00
Rastraje	Horas	45,00	1	45,00
Nivelación	Horas	45,00	1	45,00
Sub total preparación del suelo				135,00
1.2. Mano de obra				
Incorporación de materia orgánica	Jornal	35,00	2	70,00
Tendido de cintas	Jornal	35,00	0,5	17,50
Plantación y replantación	Jornal	35,00	3	105,00
Fertilización y control de plagas	Jornal	35,00	4	140,00
Poda de hojas	Jornal	35,00	2	70,00
Riegos	Jornal	35,00	2	70,00
Cosecha	Jornal	35,00	5	175,00
Aplicación de tratamientos	Jornal	35,00	4	140,00
Sub total mano de obra				787,50
1.3. Insumos agrícolas				
Semilla de Keystone Resistant Giant	kg	600,00	0,05	30,00
Semilla de California Wonder	Kg	600,00	0,05	30,00
Estiércol	kg	0,05	500	25,00
Fosfato monoamónico	kg	4,00	8	32,00
Sulfato de potasio	kg	2,20	7	15,40
Úrea	kg	1,20	19	22,80
Sub. total insumos agrícolas				155,20
1.4. Control fitosanitario				
Insecticidas				
Lorsban	litro	46,40	1,2	55,68
Magister	litro	242,00	0,2	48,40
Lancer	litro	245,20	0,1	24,52
Sunfire	litro	405,00	0,5	202,50
Sub total insecticidas				331,10
Fungicidas				
Ryzolex	kg	70,00	0,05	3,50

Sub total fungicidas				3,50
Sub total control fitosanitario				334,60
1.6. Adherente				
Superwett	litro	21,00	0,5	10,50
Sub total adherente				10,50
1.7. Otros				
Biol				196,70
Cinta de riego				120,00
Sub total otros				316,70
Sub total general				1739,50
Imprevistos (10%)				173,95
Costos directos				1913,45
Costos Indirectos**				111,00
TOTAL COSTOS PIMIENTO (S/.)				2024,45

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10

ANÁLISIS DE BIOL



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax: (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL BIOL

PROCEDENCIA: Universidad Nacional Jorge Basadre G- Tacna
 INTERESADO : Rogelio Oswaldo Apaza Encinas
 MOTIVO : Análisis Biol
 MUESTREO : Setiembre del 2010
 ANÁLISIS : Setiembre del 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	BIOL	NC	NC	NC	NC	NC	11.18	0.35

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CACIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S B %
				P %	K %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	7.96	16.70	NC	0.92	0.78	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Puno C.U., 29 Octubre del 2010



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 Jefe de Laboratorio de aguas y suelos
 UNA - PUNO

Anexo 11

ANÁLISIS DEL SUELO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

NOMBRE : Rogelio O. Apaza Encinas PROCEDENCIA : Universidad Nacional
 Jorge Basadre G - Tacna

LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ = %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	01	64.20	14.10	21.70	F. Arenoso	0.00	2.01	0.07

FECHA DE ANÁLISIS : 26/10/2010

# ORD	pH	C.E mS/cm	C:E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
				ppm	ppm	me/100 g suelo						
01	4.85	2.37	11.75	14.90	232	--	--	--	--	0.9	--	--

ArA = Arcillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FArA = Franco Arcillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₃ = Carbonatos

me = Miliequivalente
 FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiantes



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 Jefe de Laboratorio

Anexo 11

DATOS SENAMHI

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA

ESTACION : MAP- JORGE BASADRE G.
PARAMETRO : TEMPERATURA MAXIMA
MENSUAL (°C.)

LAT. : 18° 01' 36"
LONG.: 70° 15' 2.4"
ALT. : 560 msnm.

DPTO : TACNA
PROV : TACNA
DIST : TACNA

SET/09	OCT/09	NOV/09	DIC/09	ENE/10	FEB/10	MAR/10	ABR/10
20.3	22.8	25.6	26.8	27.9	29.1	27.2	24.9

PARAMETRO : TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (°C)

SET/09	OCT/09	NOV/09	DIC/09	ENE/10	FEB/10	MAR/10	ABR/10
11.1	11.9	14.7	15.7	15.9	17.2	15.7	15.8

PARAMETRO : TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

SET/09	OCT/09	NOV/09	DIC/09	ENE/10	FEB/10	MAR/10	ABR/10
15.7	17.4	20.2	21.3	22.9	23.1	21.5	20.3

PARAMETRO : HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)

SET/09	OCT/09	NOV/09	DIC/09	ENE/10	FEB/10	MAR/10	ABR/10
79	77	74	71	69	66	69	76

PARAMETRO : HELIOFANIA MENSUAL (h/s.)

SET/09	OCT/09	NOV/09	DIC/09	ENE/10	FEB/10	MAR/10	ABR/10
5.9	7.9	7.5	7.8	8.6	7.7	8.7	6.2

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL (mm..)

SET/09	OCT/09	NOV/09	DIC/09	ENE/10	FEB/10	MAR/10	ABR/10
4.1	2.1	3.3	3.6	0.2	0.0	0.0	2.2

PARAMETRO : EVAPORACION TOTAL MENSUAL (mm..)

SET/09	OCT/09	NOV/09	DIC/09	ENE/10	FEB/10	MAR/10	ABR/10
2.7	3.6	4.2	4.7	4.9	5.0	4.4	3.2



Guadalupe
Ing. GUADALUPE MIRANDA ESPINOZA
C.I.P. 37705
Directora Regional SENAMHI TACNA

Anexo 12

PREPARACION DEL BIOL



Anexo 13

TANQUE DE BIOL



Anexo 14

PREPARACION DEL ALMÁCIGO



Anexo 15

PLÁNTULAS GERMINADAS



Anexo 16

CAMPO DE PLANTAS EN CRECIMIENTO



Anexo 17

APLICACIÓN DEL BIOL VÍA FOLIAR



Anexo 18

FRUTOS DE PIMIENTO DESARROLLADOS

