

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agrícolas

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**“EFECTO DEL BIOL SOBRE EL RENDIMIENTO
DE DOS VARIEDADES DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)”**

TESIS

Presentado por:

Bach. WILSON LÓPEZ CHOQUE

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

**TACNA - PERÚ
2008**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**“EFECTO DEL BIOL SOBRE EL RENDIMIENTO
DE DOS VARIEDADES DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)”**

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 15 DE AGOSTO DEL 2008;
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:**

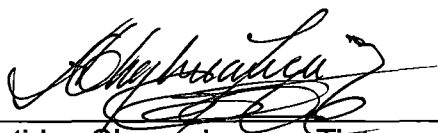
PRESIDENTE:


Dr. Oscar Fernández Cutire

SECRETARIO:


Mgr. Virgilio Vildoso Gonzáles

VOCAL:


Ing. Arístides Choquehuanca Tintaya

ASESOR:


Mgr. Magno Robles Tello

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROSMONT" DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

TITULO PROFESIONAL

Tomo: 02

Folio N° 424

El Decano de la Facultad, CERTIFICA:

Que el Bachiller:

López Choque
Wilson

ha sustentado el presente Trabajo de Tesis y ha sido APROBADO

por

Yajaira

con el calificativo

Regular

Tema 22 diciembre 2008



[Handwritten signature]

ALVARO PENA

A mi alma mater la

***Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
(U.N.J.B.G.)***

***Por brindarme la oportunidad de obtenerlos grados
académicos de:***

***Bachiller en Ciencias Agrícolas
Ingeniero Agrónomo***

El Autor

***A mi Madre: Julia,
Por su extraordinario sacrificio y apoyo en
La culminación de mi carrera profesional.***

***A mi esposa y compañera espiritual,
Trinidad, que recorre este glorioso camino
Junto a mí, y a nuestra querida hija,
Luana Shantal.***

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a todos aquellos que de una u otra manera colaboraron en la elaboración del presente trabajo.

Al **Ing. Magno Robles Tello**, profesor guía en este trabajo-informe, por su apoyo responsable en la culminación del presente trabajo.

Al **Dr. Oscar Fernández Cutire**. Por su colaboración desinteresado para la elaboración del presente trabajo.

Al **Mgr. Virgilio Vildoso González**, por su orientación desinteresada en el trabajo de investigación.

Al **Ing. Arístides Choquehuanca Tintaya**; Por su denodado apoyo en la elaboración del trabajo de investigación

Al **Sr. Ismael Mollinedo Escobar**, por su apoyo y colaboración desinteresado en la realización del presente trabajo de investigación.

A mis profesores quienes con sus experiencias y enseñanzas; me orientaron hacia el camino del conocimiento científico, contribuyendo a cumplir con mis metas.

CONTENIDO

Página

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	50
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	72
V.	CONCLUSIONES	91
VI.	RECOMENDACIONES	92
VII.	BIBLIOGRAFÍA	93
VIII.	ANEXOS	100

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que lleva como título “Efecto del biol sobre el rendimiento de dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)” se llevó a cabo CEA. III. Fundo “los Pichones”, de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, teniendo como objetivo: Determinar el nivel más adecuado del biol para el rendimiento de frutos en dos variedades de tomate.

El experimento se realizó durante los meses de febrero a agosto del 2007. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos aleatorios con tres repeticiones, donde se evaluaron cuatro niveles de biol, aplicando a dos variedades de tomate.

El área experimental fue de 40 x 12 m, lo cual arroja un área de 480 m²; la plantación se realizó a un distanciamiento de 0,5 m entre plantas y 1,5 m entre líneas.

El análisis estadístico de los resultados demostró que con el nivel de aplicación de 600 l/ha en la variedad Nirvana y Río Grande Mejorado se obtuvieron los mas altos rendimientos que fueron: 57,86 t/ha, 38,58 t/ha. respectivamente. Demostraron un comportamiento productivo en términos de rendimiento, superior al testigo de la zona, (variedad local).

El tamaño de los frutos señala que la longitud polar y ecuatorial, con el nivel 800 l/ha en la variedad Nirvana obtuvo el mayor, 7,57 cm., 5,38 cm. respectivamente; mientras que el nivel 600 l/ha en la variedad Río Grande Mejorado se encontró 7,07 cm., 5,16 cm. respectivamente.

En cuanto a altura de planta, se concluyó que con el nivel 600 l/ha en la variedad Nirvana se obtuvo el valor mas alto 1,14 m; mientras que en la variedad Río Grande Mejorado se obtuvo 1,21 m.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), es una hortaliza de gran interés, socioeconómica para el grande y pequeño agricultor teniendo significativa importancia en la agricultura nacional y mundial., debido al consumo masivo y continuo durante todo el año.

En Tacna se cultiva la variedad río grande, a pesar de que el nivel tecnológico es bajo, las fluctuaciones del mercado, los rendimientos no son los esperados debido a la susceptibilidad a las plagas y enfermedades, escasez de agua y elevado costo de producción. Se continúa cultivando la variedad río grande especialmente en las áreas de la Yarada, Magollo, alcanzando rendimientos promedios de 26,980 t/ha según Ministerio de Agricultura.

Sin embargo una de las alternativas que puede mejorar la productividad, es el uso de nuevos cultivares y adecuado suministro de nutrientes consiguiendo grandes resultados cuando se manejan correctamente.

Hasta la fecha se han realizado muchas evaluaciones de campo para conocer los efectos directos del biol. En el desarrollo de los cultivos, determinándose que este abono líquido se puede utilizar en una gran variedad de plantas, con los de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes; gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, pero no se conocen las cantidades adecuadas para la aplicación en los diferentes cultivos.

En la actualidad la agricultura tiende a la búsqueda del uso de productos orgánicos y propiciar así una agricultura más orgánica en tal sentido, una de las alternativas es la utilización del biol como una fuente natural de nutrientes, por esta razón se hizo la investigación para mejorar los rendimientos y la calidad del producto. Teniendo en cuenta estos factores y además que no existen estudios realizados de esta índole, se consideró necesario su estudio para evaluar los efectos de los diferentes niveles de biol sobre el rendimiento de dicho cultivo. Es por ello que empleamos el biol como alternativa, debido a que se trata de una fuente natural de nutrientes, a la vez con la utilización de este se logra reducir drásticamente los costos de producción del cultivo.

De ahí que surge la inquietud de determinar la cantidad más adecuada de biol; con el único fin de que el agricultor local se beneficie con la información más acertada. Bajo esta perspectiva, El trabajo de investigación tiene el siguiente objetivo:

–Determinar el nivel más adecuado de biol para el rendimiento de frutos en dos variedades de tomate.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. ABONOS ORGÁNICOS

El abono orgánico esta 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 el particularmente a la microflora 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 oxido – reducción, fijación biológica, por esta razón, la materia orgánica se a constituido en el centro de atención fundamentalmente cuando se quiere realizar un manejo ecológico del suelo. (11)

Los abonos orgánicos son recursos naturales renovables y están constituidos por todo tipo de residuos orgánicos que se incorporan al suelo, estos abonos contienen millones de microorganismos que solubilizan los nutrientes presentes en cantidades suficientes para nutrir a cualquier tipo de cultivo y son los que mejor garantizan su fertilidad. (34)

2. LOS ABONOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS

Los desechos líquidos que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles (en biodigestores), y funcionan como reguladores de crecimiento en la planta.

Se ha comprobado que aplicando foliarmente a los cultivos (papa, hortalizas), a 20 – 30 % estimulan el crecimiento mejorando la calidad de productos e incluso tienen ciertos efectos repelentes contra las plagas.

Los abonos líquidos son ricos en nitrógeno, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además puede ser un buen complemento a la fertilización integral aplicando al suelo. (19)

3. EL BIOL

El biol es un efluente líquido que se descarga de un digestor, el cual hemos denominado con la aceptación de la red latinoamericana de energías alternas. (19)

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 líquida del 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. (18), el cual aplicado a la planta como fertilizante favorece al enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplia la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traducándose todo esto en un aumento significativo de las cosechas (13).

El bio - abono 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 conocidos con el nombre "digestores". El bio – abono tiene una parte sólida y otra líquida, el bio – abono sólido se llama también "lodo residual", es el que se obtiene como producto de la descarga o limpieza total del digestor, esta compuesto por sustancias orgánicas solubles, sales minerales (fosfatos), alcoholes y hormonas vegetales. El bio – abono líquido, llamado también "efluente", es el que se obtiene como producto de las descargas periódicas (interdiarias o semanales), tiene alrededor de 3 a 5 por ciento de sólidos totales, esta constituido de materia orgánica no degradada, hormonas, complejos intermedios, minerales y otros. (11) (14)

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 bio – abono tiene una parte sólida y otra líquida. Es un abono líquido orgánico, hecho a base de residuos animales y vegetales que se descomponen en ausencia del oxígeno (anaerobio). Su aplicación a las plantas las hace más resistentes a plagas y enfermedades, también ayuda en el crecimiento y fructificación.

Este abono es complementario a cualquier abonamiento funcionara de mejor manera en el abonamiento orgánico complejo. (34)

El bio – abono o biol se obtiene de procesar estiércol de ganado, desechos agrícolas y agua por sistema anaerobio. (2)

4. EL BIOL COMO FUENTE ORGÁNICA DE FITORREGULADORES

El biol es una fuente de fitorreguladores de crecimiento que se obtienen como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos.

Durante la producción de biogás a partir de la fermentación metanogénica de los desechos orgánicos, en uno de los colectores laterales del digestor aparece un residuo líquido sobrenadante que constituye el biol (denominación aceptada por la Red Latinoamericana de Energías Alternas). También se lo puede obtener mediante la filtración o decantación del bio - abono, separando la parte líquida de la sólida.

Siendo el biol una fuente orgánica de fitorreguladores de crecimiento a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traducándose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. (36)

5. EL BIOL EN LA EFICIENCIA FOTOSINTÉTICA

El biol se emplea por vía foliar mediante pulverizaciones manuales o mediante riego por aspersión, o que se haga por vía radicular a través de riegos mantiformes por gravedad, aquel trae consigo un incremento notable en el sistema radicular por efecto de la tiamina entre otros componentes que se hallan en su composición.

También el índice de área foliar (IAF), la clorofila y la tasa de asimilación neta (TAN) se incrementa sustancialmente cuando a la solución de biol que se a de asperjarse foliarmente, se le añade un producto que contenga adeninas, tal como el Agrispon.

El aparato reproductivo de la zona trofogénica de un cultivo se allá en la parte superior del mismo, por tener cloroplastos muy activos y ser la región de mayor captación de energía radiante útil en la fotosíntesis. (19)

6. COMPOCICIÓN DEL BIOL

El biol es una fuente orgánica de fitorreguladores de crecimiento como el ácido indolacético (auxinas) y giberelinas que promueven actividades fisiológicas y estimulan el desarrollo de la planta. En la tabla

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.

El estiércol en estado más o menos fresco contiene en promedio 10% de materia seca o sólidos totales; si en tales circunstancias se lleva al digestor en una proporción de 3 kilos de estiércol por 1 litro de agua, se está incorporando 300 gramos de sólidos totales o de sustancia seca. (18)

Cuadro 1: Comparativo de abonos foliares obtenidos de bioles elaborados con estiércol de vacunos y 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
Giberelina	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
Triptofano	56,6	27,3	ng/g

Fuente: Elaboración propia

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 los fitorreguladores. Por ello, se han trabajado diversas formas para enriquecer el contenido de la hormona de crecimiento en el biol, así como de sus precursores, con resultados muy significativos. Por ejemplo: agregándole alfalfa picada en una proporción de cinco por ciento del peso total de la biomasa, como también vísceras de pescado, cáscara de huevos, leche, etc. (13)

En el biol se encontró un apreciable contenido de auxinas y giberelinas, así como indicios de citoquininas, en forma de vitaminas del complejo B y de algunos aminoácidos, todos los que inclusive sería susceptibles de producirse a escala industrial tan pronto como el trabajo establezca parámetros definitivos. (2)

7. 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. (36)

8. 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 esta ligado a un buen manejo de este y es aquí donde radica la importancia de saber manejar y utilizar cantidades optimas 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.

Una vez terminado el proceso de digestión de todo el material introducido en el, 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. (36)

9. 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. (36)

10. ELABORACIÓN DEL BIOL

Los pasos para la elaboración artesanal del biol:

- 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.

11. VENTAJAS EN EL USO DEL BIOL

El biol tiene las siguientes ventajas:

- ✓ 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. (11)

El bio – abono o biol presenta las siguientes características:

- ✓ Activa los microorganismos del suelo.
- ✓ Estimula y fortalece el crecimiento de tallos y hojas, la floración y la fructificación.
- ✓ Actúa como repelente y adherente.
- ✓ Aumenta la resistencia a heladas plagas y enfermedades. (13)

12. UTILIZACIÓN EN LA AGRICULTURA

El biol esta siendo cada vez más utilizado en labores agrícolas como aplicaciones a la semilla, al suelo y al follaje aunque en formulaciones y aplicaciones variables. Por eso una de las mayores dificultades encontradas en su utilización, es la concentración, el nivel y forma de aplicación (foliar o al suelo) la que difiere mucho de acuerdo al cultivo, los materiales utilizados en la elaboración del biol y el tiempo de fermentación entre otros. (6)

Las soluciones del biol al follaje debe aplicarse en los tramos críticos del cultivo, mojando bien las hojas con unos 400 a 800 litros por hectárea, el biol no debe aplicarse puro al follaje de las plantas, ni tampoco a la semilla antes de la siembra, por el efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de metionina como precursor del etileno. (33)

El biol debe utilizarse diluido en agua y aplicar al follaje en proporciones que puedan variar desde un 25 a 75 por ciento, las aplicaciones deben realizarse de tres a cinco veces durante el desarrollo vegetativo de la planta, principalmente en las etapas críticas de este. (36)

a). Aplicación del biol a 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 50 al 75 %.

Cuadro 2: Formas de aplicación del biol.

DILUCIÓN	BIOL PURO (l)	AGUA (l)
25 %	5	15 (*)
50 %	10	10(*)
75 %	15	5(*)
12,5 %	250 c.c	750(*)

(*), 20 litros de agua

Fuente: Elaboración propia

b). Efectos fisiológicos del biol en la planta

No es recomendable la aplicación de biol puro en el follaje ni tampoco a la semilla antes de la siembra por el efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de metionina como precursor del etileno.

Sea que el biol se emplee por vía radicular a través de riegos por gravedad, aquel trae consigo un incremento notable en el sistema radicular por efecto de la tiamina, entre otros componentes que se hallan en su composición.

El biol al ser aplicado a la semilla en concentraciones de 12,5 %, a al follaje, en concentraciones de 50 – 70 %, permite aumentar la capacidad fotosintética de las plantas mejorando así sustancialmente la producción de la cosechas, por cuanto es biofactor que promueve el crecimiento de la zona trofогénica de los vegetales por un incremento apreciable del área foliar efectiva.

El biol en su composición química cuenta con principios bioactivos derivados esencialmente de metabolitos secundarios, como consecuencia del metabolismo vegetal y animal y que al parecer quedan libres en el biol luego de las fermentaciones acidogénicas. (19)

13. 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. 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 a sido aplicado a una amplia gama de residuos industriales, agrícolas y domésticos. En la actualidad el conocimiento de la microbiología de los digestores esta basada 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 productores 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 y formato 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 generados y producen metano y CO₂. (7)

14. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL USO DE BIOL

La investigación denominado *“Efecto del abonamiento foliar orgánico y mineral del rendimiento del fríjol (Phaseolus vulgaris L.) cv. Japonés y pallar (Phaseolus lunatus L.) cv. I-1548 en La Molina.”*; menciona que logró incrementos de rendimientos en pallar (*Phaseolus lunatus L.*) Var. I – 1548, obteniendo 2,237 t/ha, con la aplicación de biol frente a testigo que obtuvo 1,944 t/ha, fertilizado con Fertilon Combi. (Dulanto, P. 1997). (27)

En el ensayo denominado *“Efecto de la aplicación y dilución del abono foliar orgánico en el rendimiento de grano del sorgo forrajero (Sorghum vulgare) var. Sugar Drip - Valle del Medio Piura.”* El rendimiento de grano responde significativamente a la dosis de biol obteniéndose el mayor rendimiento (2533,75 kg/ha) con la dosis 75 % de biol. (Adanaqué, Z.). (27)

Vásquez, A. 1998; Logró incremento de rendimientos en frijol castilla o caupi (*Vigna unguiculata*), obteniendo un rendimiento de 4,79 t/ha con aplicaciones de biol, mientras que el testigo tubo un rendimiento de 2,12 t/ha. (27)

En el ensayo denominado *“Producción rápida de bioabonos con diferentes tipos de estiércol y su efecto mediante aplicación foliar en el rendimiento y calidad en melón (Cucumis melo)”*, el mayor rendimiento se logra al aplicar el biol al suelo y vía foliar, cuyos resultados fueron 21 t/ha con aplicación de biol y el testigo obtuvo 11,8 t/ha. (Díaz, M. 1998). (27)

15. FITORREGULADORES Y SUSTANCIAS ORGÁNICAS EN LOS BIOESTIMULANTES

15.1. FITORREGULADORES:

Los fitorreguladores en pequeñas cantidades inhiben, promueven o modifican algunos procesos fisiológicos y fitohormonas de los compuestos producidos por las propias plantas generalmente en un punto distinto al que actúa. (26)

Los fitorreguladores auxínicos, los fitorreguladores giberélicos que regulan el tamaño y el rendimiento, los citocínicos que influyen en la estimulación de la germinación, el crecimiento de algunos frutos y el retardo de la secuencia de diferentes órganos; por otro lado las citoquininas también interactúan con las auxinas y giberelinas para regular el crecimiento y diferenciación de las plantas. (32)

15.2. AUXINAS

La principal auxina es el ácido indol acético (AIA) y se sintetiza a partir del triptófano, se sintetiza básicamente en los meristemos y en tejidos jóvenes, es transportado especialmente como AIA – inositol su movimiento es basipetalo a través del floema conjuntamente con los productos fotosintetizados. En los lugares de acción se deslinda del inositol y en forma libre se adhiere a la proteína de membrana receptora para iniciar su acción cuando se sintetiza en el ápice radicular, tiene un movimiento acropetalo.

Sus actividades incluyen la formación de órganos (interactúan con las citoquininas), organización de tejidos (interactúan con otros factores), estimulación de la división celular (interactúan con las citoquininas), alargamiento celular, relajación de la pared celular, síntesis del RNA y de las proteínas, dirección del transporte, efectos enzimáticos, producción de etileno, respuestas trópicas y násticas (a veces quizá debidas al etileno), dominancia apical y prevención de la abscisión. Las auxinas han sido uno de los primeros compuestos utilizados comercialmente y se utiliza para enraizamiento, inducción de la partenocarpia, inducción de la formación de flores, mejoramiento del prendimiento del fruto, raleamiento de frutos para mejorar el rendimiento, entre los más importantes. (18)

15.3. GIBERELINAS

Se sintetizan básicamente, en las hojas jóvenes y en las semillas. El nivel de giberelinas aumenta conforme se desarrolla el embrión y luego se estaciona cuando madura la

semilla. Las giberelinas son muchas, apareciendo en las plantas superiores unas 40 sin embargo todas ellas tienen la misma estructura anillada básica derivada de las vías de síntesis de los isoprenoides.

Las giberelinas se transportan con facilidad en las plantas moviéndose aparentemente en forma pasiva con la corriente de transporte por el floema o el xilema. Sus principales acciones son: Alargamiento celular (no por el mecanismo de las auxinas), división celular, inducción de enzimas, floración (plantas de días largos), contrarresta el letargo (antagónica al ABA), inhibición de la formación de órganos y floración precoz de los árboles. Las giberelinas son de amplio uso en la agricultura, en cultivos hortícola se usa para aumentar la longitud del tallo en el apio precocidad en alcachofa, ruptura del letargo en papa, entre otras. (6)

15.4. CITOQUININAS

Este grupo de hormonas tiene evidencias de que se forman en las raíces y se transportan a las hojas y tallos, a pesar de que no se mueven en la planta con tanta facilidad como las giberelinas y auxinas. La hormona parece transportarse por el xilema; hay cierta evidencia que las citoquininas se mueven a hacia la fuente de auxina; sin embargo que debe notarse que muchos experimentos han demostrado que cuando las citoquininas se aplica a una hoja o a un tejido no se mueve sino que permanece donde se aplicó. (6)

Las citoquininas activan directamente el proceso de división celular interactuando con las auxinas, determinan la dominancia apical, retardan la senectud vegetal, activan el transporte de nutrientes y por efecto de cascada activan muchas enzimas que ejercen diversas acciones ligadas con la permeabilidad de membranas. (18)

15.5. SUSTANCIAS ORGÁNICAS

El proceso de fermentación anaeróbica de la materia orgánica, que se realiza por medio de microorganismos, la materia prima utilizada es transformado en vitaminas, ácidos y minerales los cuales pueden ser absorbidos y utilizados por la planta, además de ser también una fuente de energía. A continuación se mencionan las sustancias que generalmente se encuentran en los biofertilizantes: La tiamina – vitamina B1, piridoxina – vitamina B6, ácido nicotínico, ácido pantoténico, riboflavina – vitamina B2, cobalaminas - vitamina B12, ácido ascórbico, ácido fólico, pro – vitamina A, ergoterol – vitamina E, alfa – amilasa, anino – acilaza, aminoácidos, ácidos orgánicos como carólico, cítrico, fúlvico, fumárico, láctico, etc.

(28)

16. CONSIDERACIONES TÉCNICAS SOBRE EL CULTIVO DEL TOMATE

16.1. IMPORTANCIA

El tomate cultivado probablemente se originó en tipos silvestres del denominado cereza (*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*) que se encuentran espontáneamente en las zonas tropicales y subtropicales de la región andina y América Tropical. El centro de origen del tomate es el Perú y su domesticación ocurrió en los países del norte de América del sur y de América central, principalmente en México, de donde fue llevado posteriormente a Europa por los españoles para fines ornamentales. Solamente a mediados del siglo XVII comenzó a ser explotado en Italia como cultivo alimenticio. El tomate volvió domesticado a América a principios de siglo XVIII a partir de 1830 adquirió popularidad e importancia como fuente de alimento en Estados Unidos, donde el cultivo a sido sometido a grandes avances de mejoramiento genético. (20) (30)

El aumento del nivel de vida de los países desarrollados conduce hacia prácticas dietéticas que se admite que resultan mas “sanas” En este sentido, Algunos Autores, como Rovic 1985; indican que existen múltiples razones para incrementar el consumo de hortalizas de calidad, como las siguientes: Aumentar la ingestión de glucidos de asimilación lenta contenidos en zanahorias, tomate, lechugas, pepinos, apio, etc. En lugar de consumir altos niveles de azucares refinados. (17)

El tomate es una planta de origen americano, al parecer de la zona de Perú – Ecuador, desde donde se extendió a América Central y Mediterráneo. (16)

16.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

Reino : Vegetal

División : Spermatophitae

Subdivisión : Angiospermas

Clase : Dicotiledóneas

Orden : Tubiflorales

Familia : Solanaceae

Subfamilia : Solanoideae

Género : Lycopersicon

Especie : *Lycopersicon esculentum* Mill.

Nombre común : Tomate

El tomate, posee una semilla discoidal comprimida y con un embrión enrollado, de diámetro más o menos uniforme (subfamilia Solanoideae). Todos los miembros de esta familia tienen el mismo número de cromosomas básicos ($X = 12$). El embrión tienen los cotiledones incumbentes, con endospermo abundante. Las yemas florales nunca presentan los lóbulos de la corola solapantes; los filamentos de los estambres se insertan en las bases de las anteras, no sobre la cara dorsal (*tribu Solaneae*). (23)

El género lycopersicon se caracteriza por sus estambres únicos, conectivos y alargada, a diferencia de otros géneros de la familia, la dehiscencia de las anteras es longitudinal, no poral.

La primera descripción botánica del tomate, la realizó Pier Andrea Mattioli, del jardín botánico de Padua (Italia), quien publicó su herbario en 1554. Desde entonces aparece descrito en numerosos herbarios como el Mathias de L'Obel en 1581, el de Gerard en Inglaterra en 1597 o el de Salmón en Estados Unidos, ya 1710. (23)

16.3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

El tomate, es una planta herbácea anual, de tallos sarmentoso rastreante, de la cual se utilizan sus bayas de color rojo mas o menos brillantes, que se consumen directamente o bien transformadas de distintos modos. También existen algunas variedades de bayas amarillas y de bayas blancas. (37)

A. RAÍZ:

La raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro,

encontramos epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes). (37)

B. TALLO:

El tallo del tomate es anguloso, recubierto en toda su longitud de pelos perfectamente visibles, muchos de los cuales, al ser de naturaleza granular, le confieren a la planta un olor característico. De crecimiento determinado, puesto que se detiene a consecuencias de la formación de una inflorescencia terminal. (16)

C. HOJAS:

Las hojas son compuesta, e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y de borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares.

Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parénquimático, esta cubierto por una epidermis

superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. (37)

D. FLORES Y FRUTOS:

La floración y la fructificación ocurren simultáneamente con el desarrollo vegetativo. Las flores se agrupan en racimos simples o en ramificados que se desarrollan en el tallo y en ramas del lado opuesto a las hojas. Un racimo puede reunir de 4 a 20, flores dependiendo de la variedad y las condiciones de desarrollo de la planta, las flores son amarillas y normalmente pequeñas (de 1 a 2 cm. de diámetro), son hermafroditas o perfectas, actinomorfas, heteroclamídeas y pentámeras, los cinco estambres son libres y se reúnen formando un cono, el ovario es súpero y bicarpelar, con dos lóculos plurióvulados. (20)

Los frutos del tomate, varían de tamaño desde 2 cm. De diámetro hasta 18 – 20 cm., con un peso entre 5 g hasta mas de 500 g, el color puede ser rojo intenso, rosado amarillento. Así mismo existen variedades que producen frutos con rugosidades en

su superficie, característica que produce cierto rechazo por el consumidor que prefiere frutos redondos y lisos. (9)

E. ESTRUCTURA DEL FRUTO

El fruto adulto del tomate esta constituido, básicamente, por el pericarpio el tejido placentario y las semillas: El pericarpio lo componen la parte externa, las paredes radiales o septos que separan los lóculos y la parte interna o colmuela. Se origina de la pared del ovario y consta de un exocarpo o piel, un mesocarpo parénquimático con haces vasculares y el endocarpo constituido por una capa unicelulares que rodea los lóculos. (12)

El fruto tiene dos sistemas vasculares principales, uno que se extiende desde el pedicelo por la pared externa del pericarpio y el otro que va a las semillas a través de las paredes radiales y colmuela. En el extremo proximal del fruto, los vasos que pasan a través de pericarpio están distribuidos de manera uniforme con pocas ramificaciones, mientras que en el extremo distal se ramifican considerablemente. (23)

El desarrollo de las plantas depende de numerosos factores; entre los que cabe mencionar, la variedad, la iluminación, la temperatura, la nutrición, el suministro de agua y la concentración de CO₂ que actúan en un complejo entramado de interacciones. (24)

F. SEMILLA

Las semillas presentan una coloración grisácea, de pequeño tamaño discordares y recubiertas de vellosidades. En un gramo de semilla puede haber hasta 350 semillas y sus capacidades germinación dura de 4 – 5 años. (16)

16.4. FISIOLOGÍA DEL TOMATE

Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo de las características genéticas de la variedad. (22)

16.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

16.5.1. TEMPERATURA

El tomate, es una planta termo periódica, creciendo mejor con temperatura variable, de constante; que varia con la edad de la planta. Diferencias térmicas noche/día de 6 a 7 °C son óptimas. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 1 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30 - 35 °C, afectan la fructificación. (17)

Este cultivo tiene preferencia por los climas calidos y templados calidos, aunque puede cultivarse en todas las zonas agrícolas. Si su cultivo se realiza en zonas frescas y templadas, será necesario protegerlo convenientemente del frío y heladas. (1)

La coloración del fruto se debe a la acumulación de pigmentos. La temperatura óptima durante la maduración del fruto es de 18 a 24 °C. La exposición del fruto del sol puede provocar un blanqueo o quemazón de la piel. (22)

16.5.2. HUMEDAD

La humedad relativa optima oscila entre un 60 %. Humedades relativas muy elevadas, favorecen el desarrollo de enfermedades criptogamitas, especialmente *Botrytis* y el agrietamiento del fruto y, dificultan la fecundación. (12)

16.5.3. LUMINOSIDAD:

Las temperaturas optimas del cultivo del tomate esta relacionada con la iluminación, siendo recomendable una mayor radiación. Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre procesos de floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. (16)

16.5.4. PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD RELATIVA.

Las lluvias excesivas e índices de humedad relativas elevados, asociados a las altas temperaturas, favorecen la incidencia de enfermedades, principalmente aquellas causadas por hongos y bacterias, así como dificultan su control por el lavado y lixiviación de los plaguicidas aplicados. (24)

El clima húmedo con altas temperaturas y una humedad relativa superior al 75 %, es poco apropiado para el tomate, debido a que este favorece los ataques de enfermedades fungosas. Por esto, se debe cultivar el tomate con preferencia en áreas áridas o semiáridas. (22)

16.5.5. RADIACIÓN

El tomate, es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requieren buena iluminación. Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implica mayor competencia por los productos asimilados con incidencia en el desarrollo y producción. (23)

El tomate, es indiferente al fotoperíodo, pudiéndose desarrollar tanto en épocas de días cortos como de días largos. A su vez, el tomate es considerado una planta de días cortos. (24)

16.5.6. VIENTO

Los vientos calientes y de gran intensidad afectan la floración y alteran el balance fotosintético de las hojas. Los vientos fuertes, asociados con lluvias, son importantes agentes diseminadores de enfermedades bacterianas y otros microorganismos patógenos del suelo. (24)

16.5.7. SUELO

La planta del tomate, no es muy exigente en cuanto a los suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura siliceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante, se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. (37)

Los mejores rendimientos se obtienen a intervalos de pH comprendidos entre 6,5 y 6,9 en relación con los conseguidos en suelos ácidos. (23)

Para obtener una buena producción y frutos de alta calidad, se requiere de un terreno que permita la fácil penetración

de las raíces a 80 cm. de profundidad mínimo. El suelo, no debe tener capas duras o compactas ni humedad excesiva. El cultivo de tomate requiere un suelo poroso que favorezca el desarrollo adecuado del sistema radicular. (22)

16.6. FERTILIZACIÓN

La planta de tomate, es muy exigente en lo que respecta a la nutrición. Absorbe grandes cantidades de nitrógeno y de potasio, y por ello resulta necesario realizar un abonado adecuado del terreno: Los abonos químicos más adecuados, son los fosfonitrogenados, a razón de 150 unidades de nitrógeno y 60 – 80 unidades de anhídrido fosfórico por hectárea, y potásicos a razón de 200 – 250 unidades por hectárea. (37)

En el caso de los tomates de temporada, los rendimientos son inferiores que bajo invernadero, por lo cual los requerimientos de fertilizantes también son menores. Previo a la plantación, se incorporan 90 kg. de P_2O_5 (450 kg. de superfosfato magnésico) por hectárea, antes del ultimo rastraje. (12)

El tomate, es exigente en niveles de nutrición mineral apropiados, principalmente debido al gran volumen de frutos producidos por unidad de superficie. La cantidad de nutrientes encontrados en los frutos cosechados, es relativamente superior cuando se la compara con otras hortalizas, especialmente en potasio. (24)

El tomate extrae una gran cantidad de nutrientes, que estará en proporción directa a la cosecha obtenida. Por lo general cultivares híbridos serán más exigentes que cultivares de polinización abierta y cultivares de crecimiento indeterminado. (31)

El potasio, uno de los elementos mayores, representa el mayor consumo seguido por el nitrógeno, calcio, magnesio, azufre, fósforo y nitrógeno amoniacal. (10)

16.6.1. NITRÓGENO

No es aconsejable aplicaciones de nitrógeno en la preparación del terreno, excepto en terrenos pobres o de niveles inferiores a los óptimos. (30)

16.6.2. FÓSFORO

El fósforo es un elemento primordial en la preparación del terreno. Favorece el desarrollo radicular y de nuevos tejidos, así como la floración. La deficiencia de este elemento, produce tejidos violáceos, más acentuados en el envés de las hojas; las cantidades deben aumentar cuando mayor sea la salinidad del suelo o del agua de riego. (30)

16.6.3. POTASIO

El potasio ejerce su mayor acción sobre los frutos, actuando sobre las sustancias sólidas que lo constituyen; es junto con el magnesio el que da una mejor coloración, peso y sabor a este. (30)

El potasio es el macroelemento al que se le adjudica la principal incidencia sobre la firmeza de la piel del tomate y su calidad, habiéndose establecido incluso correlaciones entre el contenido en potasio en los frutos y la escala de apreciación de los mismos. (17)

16.6.4. CALCIO

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate, la necrosis apical (blossom end rot) es ocasionada normalmente por la carencia o bloqueo del calcio en terrenos generalmente salinos o por graves irregularidades en los riegos. (23)

Se ha determinado que la longitud del día – luz, acompañada de dosis variables de nitrógeno, puede afectar notoriamente la actividad reproductiva del tomate. Así, las plantas cultivadas en un ambiente de 7 horas de luz - día, fructificaron abundantemente; con días cortos sin nitratos, no se produjeron ni flores, ni frutos. (12)

16.7. MEJORAMIENTO GENÉTICO

Las especies silvestres de tomate, del desierto tacneño, han servido como fuente valiosa de genes en trabajos de mejoramiento genético del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en todo el mundo: así por ejemplo, *L. peruvianum* han contribuido con genes de resistencia al

marchitamiento bacteriano del tomate, al virus CMV, encrespamiento y al virus de la clorosis, así como la racha producida por *Alternaria solani*. (8)

Uno de los mayores atractivos de cualquier producto frente al consumidor es su diversidad. El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza). (23)

Los criterios que dominan en la producción de las nuevas variedades son:

- Producciones elevadas
- Resistencia a enfermedades
- Resistencia a la salinidad del agua
- Facilidad del cultivo
- Precocidad
- Aspecto externo; forma, color, homogeneidad
- Resistencia a la manipulación y al transporte
- Cualidades gustativas

La creación de nuevas variedades ha adquirido gran incremento en los últimos años, como resultado de nuevas técnicas, de nuevas exigencias agrícolas e industriales y de problemas derivados de la presencia de nuevas enfermedades y plagas. (12)

Existen numerosas variedades de tomate, tanto de tipo determinado, como de carácter indeterminado. También existen variedades de comportamiento intermedio. El comportamiento depende del carácter genético, pero varía mucho de acuerdo con su adaptación a los diferentes climas y condiciones del suelo. (22)

De acuerdo con el destino del cultivo se pueden agrupar las variedades en dos grupos.

16.7.1. VARIEDADES PARA CONSUMO FRESCO

El mercado fresco acepta algunas variedades de doble propósito en periodos de escasez. Para el consumo fresco, se prefieren frutos de variedades que tengan las siguientes características:

- Frutos redondos de buen tamaño
- Frutos lisos y resistentes
- Frutos de consistencia firme pero abundante pulpa
- Frutos con gran número de lóculos o celdas, llenos con la masa gelatinosa.

16.7.2. VARIEDADES PARA LA INDUSTRIA

Las variedades en uso para la producción de tomate, destinada al procesamiento industrial son de tipo determinado o determinado intermedia. Estos tomates de piso, rastreros, o arbustivos suelen tener una cosecha uniforme y compacta. Esta característica simplifica la recolección. (22)

16.8. RENDIMIENTOS

Los híbridos F1 han experimentado un notable incremento de sus rendimientos, gracias a la adopción de mejores variedades y mejores técnicas, las que incluyen varios sistemas de producción. En estas condiciones, se registran rendimientos que superan las 120 toneladas por hectárea. (12)

17. USO EFICIENTE DEL AGUA POR LAS PLANTAS

La eficiencia del agua usada por la plantas depende de la relación entre el crecimiento de las plantas, expresado por el rendimiento total y la calidad de agua consumida para lograr tal rendimiento. El uso más eficiente del agua debe ser la meta en cualquier sistema agrícola, dos medidas se usan para expresar la eficiencia en el uso del agua: La relación transpiración – producción de materia seca y el uso consuntivo del agua.

La cantidad de agua transpirada por la planta incluyendo su sistema radicular para producir un gramo de materia seca se necesita un promedio de 500 gramos de agua. (39)

18. EFECTO DE LOS FERTILIZANTES SOBRE EL EFICIENTE USO DEL AGUA

Numerosas investigaciones han demostrado que las plantas que crecen en un medio que contiene una cantidad pequeña de nutrientes crecen más lentamente y transpiran más agua por gramo de materia seca producida por aquellos que crecen en un medio que contiene abundancia de nutrientes; asimismo se ha demostrado que los cultivos fertilizados son más resistentes a las sequías. (39)

19. CARACTERÍSTICAS DE LOS HÍBRIDOS

Los híbridos de larga vida contienen los genes que determinan que el fruto carezca de la presencia de la enzima poligalacturonasa, encargada durante el proceso de maduración, de la descomposición de las pectinas, ácido poligalacturónico debido a estos, los frutos permanecen firmes por mucho más tiempo, pues no tienen el agente encargado de hidrolizar el cemento intercelular y por ende las paredes estructurales permanecen firmes por más tiempo. (4)

20. ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE EN EL PERÚ

En Tacna, el año de 1985, se dedicaron al cultivo de tomate alrededor de 240 hectáreas, lo que equivale al 8 % de la horticultura local, teniendo una producción de 15,6 t/ha. (29)

En el trabajo de investigación se obtuvo un rendimiento total de 15 t/ha, distribuidas en 62 % de calidad de primera, el 31 % de calidad de segunda y un 7 % en calidad de tercera. (85)

Se realizó una encuesta agro-socioeconómica en la ciudad de Tacna en los aspectos productivos, uso actual los suelos para cultivos transitorios, el subdistrito de riego Tacna presentó 37,92 ha con un promedio de 11,84 t/ha y el sector Magollo 14,86 ha con un promedio 11,54 t/ha.

En la zona de la Yarada, se tuvo un área de 54,39 ha y una producción promedio de 14,43 kg/ha, el sector de los Palos con 8,23 ha y un rendimiento promedio de 20 t/ha. (25)

En el año 1993 se reportó un rendimiento promedio de 24,05 t/ha, obteniendo los mejores resultados con el tratamiento al b1 0,2 % de Ekologin Cen con 60 unidades de N en kg/ha con un promedio de 52,81 t/ha. (38)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III (CEA III), Fundo “los Pichones” de propiedad de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, administrado por la Facultad de Ciencias Agrícolas.

a). Ubicación geográfica

El Centro Experimental Agrícola CEA III Fundo los Pichones se encuentra ubicada geográficamente a:

- Latitud sur de 17°01'50.29"
- Longitud oeste de 70° 15'28.27"
- Altitud de 527 m.s.n.m

En el anexo 8 y 9 se muestra una vista del campo experimental

b). Ubicación política

- Región Tacna
- Provincia Tacna
- Distrito Tacna.
- Fundo Los Pichones

2. HISTORIA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Según la información del C.E.A. III fundo Los Pichones es la siguiente:

- Marigol (2003)
- Espárrago ornamental (2004)
- Zapallito italiano (2005)

3. SITUACIÓN EDÁFICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Para la determinación de las características físico - químicas se realizó el análisis del suelo correspondiente, cuyos resultados se muestran en el cuadro 3, las cuales fueron efectuadas por el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno

El suelo experimental se caracteriza por ser de clase textural franco arenoso, lo cual es muy favorable para el desarrollo radicular del tomate, con muy bajo contenido de materia orgánica. El 0,11 % de N total indica que el suelo carece de nitrógeno. El fósforo y potasio se encuentra en un nivel medio. El pH 6,75 nos indica que el suelo es neutro, no hay presencia de carbonatos de calcio, la conductividad eléctrica es 1,07 nos indica que es un suelo no salino, es decir que son suelos normales, el intercambio catiónico es medio 16,40 esto debido al escaso contenido de materia orgánica y arcilla.

Cuadro 3: Análisis físico del suelo del área experimental “Los Pichones” C.E.A. III – F.C.A.G. – U.N.J.B.G. de Tacna – Perú (2007).

CUALIDADES GENERALES		
Textura	FA	Franco arenoso
Arena	69,11	%
Limo	18,65	%
Arcilla	12,24	%
CALCÁREOS		
CaCO ₃	0,0	%
PH	6,75	-
C. E. (sales)	1,07	ds/m
NUTRICIÓN PRINCIPAL		
Materia orgánica	1,59	%
N (Total)	0,11	%
P	13,19	ppm
K	192,00	ppm
CATIONES CAMBIABLES		
Ca ⁺⁺	10,64	me/100g
Mg ⁺⁺	1,14	me/100g
Na ⁺	0,18	me/100g
K ⁺	0,17	me/100g
C.I.C	16,40	me/100g

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Facultad de Ciencias Agrarias – 2007

4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Las condiciones climáticas de la zona donde se realizó el ensayo se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4: Temperatura, humedad, heliofania y precipitación

Meses	Temperatura		Humedad Relativa (%)	Heliofania (h/s)	Precipitación Promedio Mensual
	Máxima	Mínima			
	°C				
Enero	28,4	17,7	65	8,8	0,0
Febrero	27,9	16,8	68	9,6	0,0
Marzo	26,9	16,0	72	8,7	0,0
Abril	24,4	13,8	84	8,5	0,0
Mayo	20,2	11,1	84	6,5	0,0
Junio	18,5	9,6	84	5,5	2,0
Julio	18,0	8,6	86	6,1	1,3
Agosto	16,6	9,0	87	4,4	9,7

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI),
Estación MAP Jorge Basadre Grohmann – Tacna - 2007

El tomate, es una planta termoperiódica, crece mejor con temperatura variable, que influye en todas las funciones vitales de la planta, como son la transpiración, fotosíntesis, respiración, traslocación de los fotosintatos y germinación.

A fin de comprender como responden las plantas al ambiente, es muy importante el conocimiento de las condiciones del medio en que se ha llevado a cabo el desarrollo del cultivo, para lo cual se realizó un análisis de factores como: temperatura, humedad relativa mensual y heliofania.

En el cuadro 4, se observa una temperatura mínima de 16,8 °C y 16,0°C en el mes de febrero y marzo respectivamente, periodo en que germinó las semillas del tomate. En el periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo, la temperatura máxima y mínima fue de 20,2 y 11,1 °C respectivamente.

En cuanto a la humedad relativa mensual, ésta se encuentra entre el 68 % y el 87 %. Se puede ver que la humedad relativa se encuentra dentro del rango de humedad aceptable tanto para el desarrollo como para la polinización y fructificación de la planta.

La humedad relativa óptima oscila entre un 60 % - 75 % humedades relativas muy elevadas, favorecen el desarrollo de enfermedades criptogámicas, especialmente *Botrytis* y el agrietamiento del fruto y la fecundación. (12)

5. MATERIALES

10.1. MATERIALES EXPERIMENTALES

a) SEMILLAS DE TOMATE

Se utilizaron semillas de dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) las cuales son provenientes de China, Israel.

Cuyas características agronómicas son:

a. Rio Grande Mejorado

- De crecimiento determinado
- Se siembra en mayor cantidad el valle de Tacna
- Resistente a enfermedades (Fusarium)
- Planta de un buen vigor y buena cobertura
- Origen: China distribuido y comercializado por SEMINIS VEGETABLE SEEDS, envasada para Agrocampo - Perú

b. Nirvana F1

- Tomate industrial y consumo en fresco
- Fruto de forma oval
- Fruto con muy buena firmeza y larga vida
- Planta de vigor medio
- Resistencia alta a veritcilium
- Resistencia a *Fusarium sp.*
- Origen: Israel, produce y comercializa Hazera Seed, desde 1939 la más grande y antigua empresa Israelí de nivel internacional. Envasado para Semillas Agrarias SAC “Semiagro” – Perú.

b) ABONO ORGÁNICO BIOL

Como abono líquido se utilizó el biol (bioabono líquido) procedente de un digestor de acuerdo a los niveles establecidos.

10.2. Factores en estudio:

Se utilizó dos factores: variedad y niveles de biol.

a. Factor Variedad: V

V1 : Rio grande mejorado

V2 : Nirvana F1

b. Factor Biol: B (l/ha)

B1 : 200 l/ha

B2 : 400 l/ha

B3 : 600 l/ha

B4 : 800 l/ha

Cuadro 5: COMBINACIÓN DE FACTORES

FACTORES EN ESTUDIO		COMBINACIÓN	CÓDIGO
Variedades	Niveles de Biol		
V1	B1 (200 l/ha)	V1B1	T1
	B2 (400 l/ha)	V1B2	T2
	B3 (600 l/ha)	V1B3	T3
	B4 (800 l/ha)	V1B4	T4
V2	B1 (200 l/ha)	V2B1	T5
	B2 (400 l/ha)	V2B2	T6
	B3 (600 l/ha)	V2B3	T7
	B4 (800 l/ha)	V2B4	T8
V _(local)	--	Testigo	T0

Fuente: Elaboración propia

6. VARIABLES EN ESTUDIO

6.1 Altura de planta:

Para determinar esta variable se hizo la medición desde el cuello de la planta hasta su altura máxima, fueron cinco plantas tomadas al azar por unidad experimental, obteniéndose el promedio de la parcela.

6.2 Longitud del fruto:

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

6.3 Diámetro del fruto:

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

6.4 Número de frutos por planta:

Para la evaluación de esta variable se tomaron cinco plantas al azar por tratamiento, se realizó en el momento de la cosecha, se contabilizó el total de frutos por planta.

6.5 Peso fresco de fruto por planta:

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

6.6 Peso fresco de fruto por unidad experimental

Esta variable se determinó mediante la suma de los pesos totales de fruto de cada unidad experimental, tanto peso comercial como descarte, expresado en kilogramos. Luego estos datos se expresaron en toneladas por hectárea.

7. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos aleatorios, con un arreglo factorial de 2 x 4, y tres repeticiones.

8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

8.1 Campo experimental

Largo : 40 m
Ancho : 12 m
Área : 480 m²

8.2 Bloque experimental

Número : 3
Largo : 13 m
Ancho : 12 m
Área : 156 m²

8.3 Unidad experimental

Largo : 11,5 m
Ancho : 1,5 m
Área : 17,25 m²

8.4 Otros:

- Distanciamiento entre líneas 1,5 m
- Distanciamiento entre plantas 0,5 m
- Número de plantas por U. E. 20 plantas
- Número de líneas del campo exp. 24

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los factores en estudio, se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza (ANVA). Con arreglo factorial de 2 x 4, la prueba de F fue a un nivel de significación de 0,05 y 0,01; para determinar la tendencia y hallar el nivel óptimo de biol, se empleó la técnica de polinomios ortogonales. Ajustándose a la función de respuesta:

En este diseño el valor de cada unidad experimental Y_{ij} se explica según el siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

10. CONDUCCIÓN DEL CULTIVO

10.1. Preparación del terreno

Inicialmente se limpió el terreno de los restos vegetales (rastros) que quedaron de la campaña anterior (zapallito italiano), luego se incorporó materia orgánica (gallinaza) 15 t/ha, inmediatamente se roturó el suelo con el motocultor, con el cual se consiguió el mullido del suelo, posteriormente se paso con un rastrillo con la finalidad de nivelar el terreno, quedando en condiciones apropiadas para la plantación del cultivo.

10.2. Tendidos de cintas de riego

El tendido de las cintas de riego se realizó en forma manual a lo largo de cada banda lineal (surcos), posteriormente se realizó el primer riego.

10.3. Preparación de almacigos (bandejas)

Materiales para almacigera

- Speedlig.
- Humus de lombriz
- agua

Procedimiento que se siguió:

Se llenó las bandejas de germinación (Speedlig), con el humus de lombriz luego se realizó un orificio de 0.5cm. de profundidad donde se depositó dos semillas de tomate, cubriéndose posteriormente con el mismo sustrato, luego se hizo un riego ligero.

10.4. ELABORACIÓN DEL BIOL.

Materiales para construir un biodigestor

- Un cilindro de plástico de 200 litros de capacidad.
- Una botella descartable de 2 litros
- Una manguera plástica de ¼ de pulgada de diámetro (2,0m de largo)
- Una goma.

Ingredientes

- 50 kg. de estiércol fresco.
- 25 kg. de gallinaza.
- 3 kg. de alfalfa fresca.
- Agua.

Procedimiento que se siguió:

En el cilindro de 200 litros de capacidad se introduce 50 kg de estiércol fresco, 25 kg de gallinaza, y 3 kg de alfalfa. En la tapa del cilindro se instaló la manguera plástica de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro, cuya función fue 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 fermentado estuvo frío y el olor fuerte desapareció. Este proceso duró 2 meses.

El líquido rico en nutrientes se separó y almacenó en bidones hasta su posterior aplicación.

10.5. Transplante

Se efectuó manualmente a los 30 días después de la siembra en almacigo, cuando la plántula tuvo aproximadamente 15 cm presentando 3 a 5 hojas verdaderas, el transplante se realizó por la tarde, luego de pasadas las horas de mayor temperatura.

La distancia de plantación entre plantas fue 0,50 m y entre líneas de 1,50 m.

10.6. 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 los periodos de riegos fue ínter diario.

10.7. Deshierbo:

Para el control de malezas se realizó dos deshierbos en forma manual a los 35 y 60 días respectivamente después del transplante.

10.8. Podas:

La poda se realizó a doble eje (forma de Y), los brotes fueron eliminados aun cuando fueron pequeños, se eliminaron todos los brotes que estuvieron por debajo del primer racimo de floración.

10.9. 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 evitando el daño de frutos por quemaduras.

10.10. Aplicación del biol:

El biol se aplicó al suelo en cuatro fracciones:

- ✓ La primera aplicación se realizó el 1 de abril a los 30 días después del transplante.
- ✓ La segunda aplicación se realizó el día 27 de abril a los 57 días después del transplante.
- ✓ La tercera aplicación se realizó el día 17 de mayo a los 76 días después del transplante.
- ✓ La cuarta aplicación se realizó el día 8 de junio a los 99 días después del transplante

10.11. Control de plagas:

Se realizaron controles fitosanitarios en forma preventiva, con aplicaciones de pesticidas de tipo sistémico. Las plagas que estuvieron presentes fueron:

- ✓ **Mosca Blanca** (*Bemisia tabaci*) que es potencialmente transmisora de mayor número de virus en cultivos hortícolas para contrarrestar se aplicó Rescate 1‰.
- ✓ **Polilla o gusano pegador de hojas y brotes y perforador de frutos:** (*Tuta absoluta*). Para su control se aplicó Sunfire a una concentración de 0,5 ‰
- ✓ **Gusano perforador del fruto:** (*Prodenia eridania*). Para su control se aplicó Lorsban 1,0 ‰.

10.12. Enfermedades:

Durante la conducción del experimento, no se presentaron ataques de importancia, sin embargo se presentaron manchas azuladas sobre las hojas a causa del intenso frío, para contrarrestar se aplicó azufre en polvo, de esta manera se mantuvo en buen estado el cultivo.

10.13. Cosecha:

La cosecha de frutos se realizó de acuerdo al grado o índice de madurez, distinguiéndose los dos tipos de madurez: **Fisiológica y comercial**, (Color y tamaño). Se inició el 13 de julio de 2007; A los 160 días de la siembra en Speedling.

Se realizaron cuatro cosechas:

- ✓ La primera a los 130 días del transplante.
- ✓ La segunda a los 140 días del transplante.
- ✓ La tercera a los 149 días del transplante.
- ✓ La cuarta a los 160 días del transplante.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. RENDIMIENTO TOTAL

Esta variable consta de la suma de los pesos de frutos por unidad experimental, siendo transformadas estos a hectárea. Los datos originales del rendimiento se presentan en el anexo 1, el análisis de varianza se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6: Análisis de varianza del rendimiento total

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign.
Bloques	2	445,975	222,987	7,754	**
Variedad	1	1992,243	1992,243	69,278	**
Niveles B	3	293,616	97,872	3,403	*
lineal	1	105,037		3,653	NS
cuadrática	1	188,274		6,547	*
cúbico	1	0,306		0,011	NS
VxB	3	96,084	32,028	1,114	NS
Error	14	402,600	28,757		
Total	23	3230,518		C.V =	12,10

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7: Prueba de rango múltiple de Duncan para el
rendimiento (t/ha). Los pichones 2007

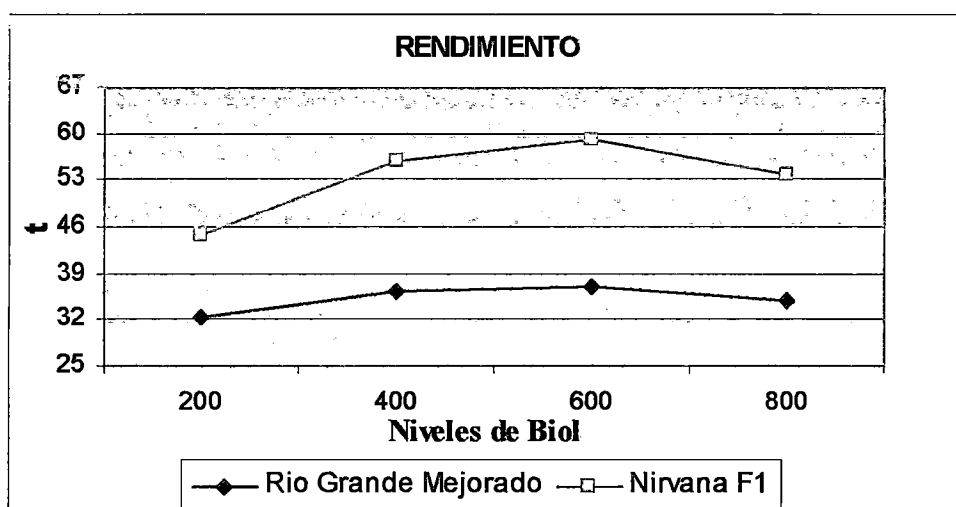
Orden de merito	Variedades	Promedio (tn/ha)	Significación $\alpha = 0,05$
1 °	Nirvana	53,44	a
2 °	Río Grande Mejorado	35,22	b

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza del rendimiento total por hectárea, nos muestra que para el efecto de bloques se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, lo que indica que se ha ganado eficiencia en el modelo estadístico utilizado. Para el efecto de variedad se encontraron diferencias altamente significativas entre sus promedios, y para el efecto del biol. se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para el efecto de interacción variedad y biol no hay diferencias estadísticas, indicándonos que dichos factores actúan independientemente. El coeficiente de variabilidad fue de 12,10 % aceptable para las condiciones del experimento.

En el análisis de varianza muestra diferencias significativas para la componente cuadrática, lo que indica que el rendimiento total muestra una respuesta cuadrática.

Gráfico 1: Rendimiento total por variedades



Fuente: Elaboración propia

No se tiene referencias de la aplicación del biol en el cultivo del tomate, pero en forma general podemos mencionar que los rendimientos obtenidos en el presente ensayo son superiores a los reportados por:

Amachi E, (2006); en el ensayo denominado "*Rendimiento de cuatro cultivares de tomate*" menciona que en el fundo los pichones se obtiene como promedio 47,5 t/ha, con la variedad Nirvana, superando a la variedad local (Río Grande) en 26 %.

Vargas, O. (1995). Que menciona haber obtenido en el año 1994 un rendimiento promedio de 39,93 t/ha, en el ensayo denominado respuesta del cultivo de tomate (*L. esculentum Mill*), c.v. Río Grande a la aplicación de tres niveles de Ekologin Cen y tres niveles de nitrógeno – Tacna.

Serruto R. (1995); en el ensayo denominado conducción y evaluación de aspectos agronómicas en el cultivo del tomate (*L. esculentum Mill*), c.v. Río Grande en condiciones de la irrigación magollo, menciona que se obtiene como promedio 30 t/ha, con la variedad Río Grande.

2. DIÁMETRO POLAR DEL FRUTO

Los datos del diámetro polar del fruto se presentan en el anexo 2, el análisis de varianza se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8: Análisis de varianza del diámetro polar del fruto (cm).

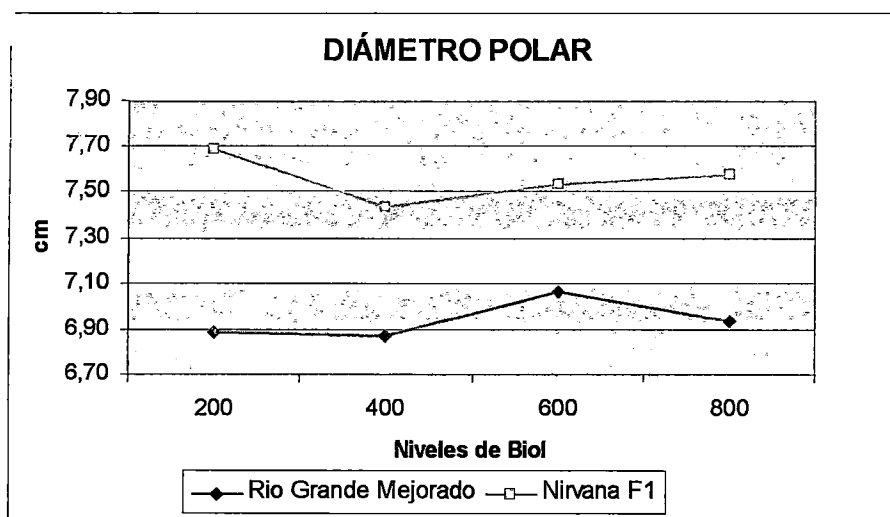
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign.
Bloques	2	0,135	0,067	3,935	*
Variedad	1	2,272	2,272	132,591	**
Niveles B	3	0,081	0,027	1,581	NS
VxB	3	0,088	0,029	1,711	NS
Error	14	0,240	0,017		
Total	23	2,817		C.V =	1,81

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza del diámetro polar del fruto, se observa que entre bloques se encontró diferencias estadísticas. Para el efecto de variedad existe diferencias altamente significativas entre sus promedios. Para el efecto de interacción variedad y biol no se encontró diferencias estadísticas, indicándonos que dichos factores actúan

independientemente. El coeficiente de variabilidad fue de 1,81 % aceptable para las condiciones del experimento.

Gráfico 2: Promedios del diámetro polar del fruto



Fuente: Elaboración propia

Podemos mencionar que el diámetro polar hallado en el presente ensayo son superiores a los reportados por; **Amachi P. E. (2006)**; en el ensayo denominado *rendimiento de cuatro cultivares de tomate (licopersicon esculentum mill) con tres densidades de siembra bajo riego por goteo en el fundo los pichones –Tacna*. Menciona que se obtiene como promedio 7,46 cm con la variedad Nirvana, superando a la variedad Río Grande Mejorado con 6,27 cm.

3. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO

Los datos del diámetro ecuatorial del fruto se presentan en el anexo 3, el análisis de varianza se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9: Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto (cm.).

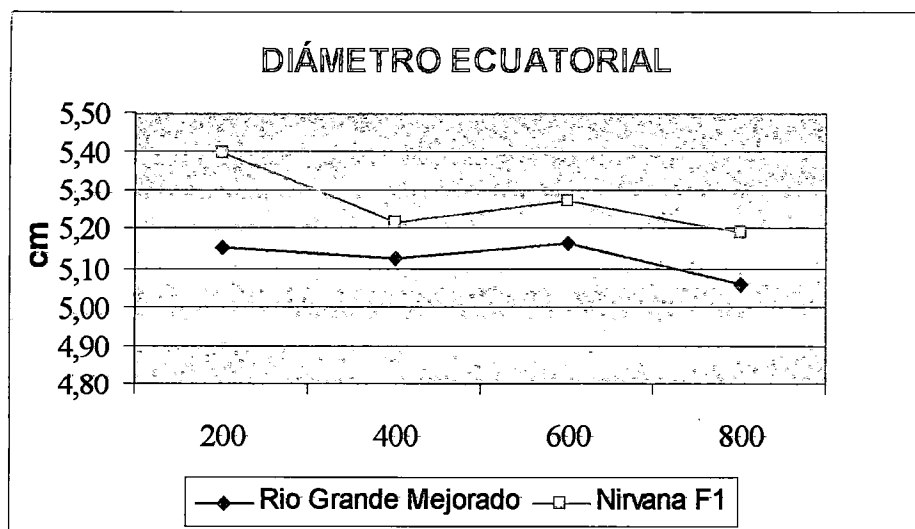
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign.
Bloques	2	0,007	0,004	0,481	NS
Variedad	1	0,130	0,130	17,667	**
Niveles B	3	0,075	0,025	3,393	*
lineal	1	0,051		6,874	*
cuadrática	1	0,000		0,031	NS
cúbico	1	0,024		3,274	NS
VxB	3	0,021	0,007	0,935	NS
Error	14	0,103	0,007		
Total	23	0,336		C.V =	1,65

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto, se observa que entre bloques no hay diferencias estadísticas. Para el efecto de variedad se encontró diferencias altamente significativas entre sus promedios, y para el efecto del biol se encontró diferencias estadísticas. Para el efecto de interacción variedad y biol no se encontró diferencias

estadísticas, indicándonos que dichos factores actúan independientemente. El coeficiente de variabilidad fue de 1,65 % aceptable para las condiciones del experimento.

Gráfico 3: Promedios del diámetro ecuatorial del fruto



Fuente: Elaboración propia

Podemos mencionar que el diámetro ecuatorial hallado en el presente ensayo son superiores a los reportados por; **Amachi P. E. (2006)**; en el ensayo denominado. *Rendimiento de cuatro cultivares de tomate en el fundo los pichones - Tacna*. Menciona se obtiene como promedio 5,65 cm con la variedad Nirvana, superando a la variedad Río Grande Mejorado con 4,94 cm.

4. PESO PROMEDIO POR PLANTA

Los datos originales del peso promedio por planta se presentan en el anexo 4, el análisis de varianza se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10: Análisis de varianza del peso promedio por planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign.
Bloques	2	0,060	0,030	1,218	NS
Variedad	1	0,307	0,307	12,502	**
Niveles B	3	0,362	0,121	4,912	*
lineal	1	0,193		7,870	*
cuadrática	1	0,115		4,682	*
cúbico	1	0,054		2,185	NS
VxB	3	0,021	0,007	0,281	NS
Error	14	0,344	0,025		
Total	23	1,093		C.V =	14,19

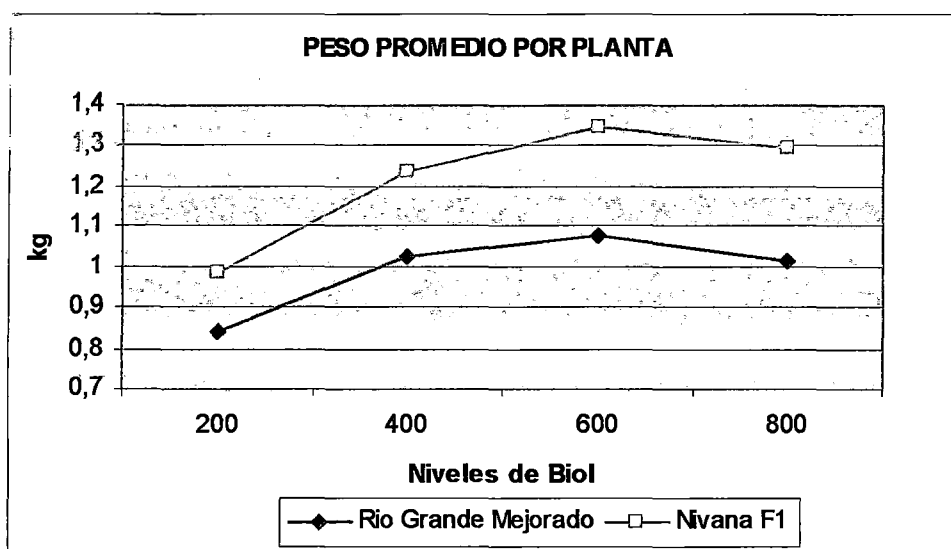
Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza del peso promedio por planta, se observa que entre bloques no hay diferencias estadísticas. Para el efecto de variedad se encontró diferencias altamente significativas entre sus

promedios, y para el efecto del biol se encontró diferencias estadísticas significativas. Para el efecto de interacción variedad y biol no hay diferencias estadísticas, indicándonos que dichos factores actúan independientemente. El coeficiente de variabilidad fue de 14,19 % aceptable para las condiciones del experimento.

En el análisis de varianza muestra diferencias significativas para la componente cuadrática, lo que indica que el peso promedio por planta muestra una respuesta cuadrática.

Gráfico 4: Comparación de peso promedios por planta



Fuente: Elaboración propia

Podemos mencionar que el peso promedio por planta hallado en el presente ensayo son inferiores a los reportados por; **Amachi P. E. (2006)**; en el ensayo denominado *“Rendimiento de cuatro cultivares de tomate (lycopersicon esculentum mill) con tres densidades de siembra bajo riego por goteo en el fundo los pichones - Tacna.”*. Menciona que se obtiene como promedio 3,74 kg/planta. Con la variedad Nirvana, superando a la variedad Río Grande Mejorado con 2,28 kg/planta.

5. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Los datos originales del número de frutos por planta se presentan en el anexo 5, el análisis de varianza se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11: Análisis de varianza de número de frutos por planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign.
Bloques	2	0,052	0,026	1,559	NS
Variedad	1	0,831	0,831	50,257	**
Niveles B	3	0,718	0,239	14,479	**
lineal	1	0,583		35,283	**
cuadrática	1	0,124		7,475	*
cúbico	1	0,011		0,680	NS
VxB	3	0,037	0,012	0,737	NS
Error	14	0,231	0,017		
Total	23	1,868		C.V =	3,97

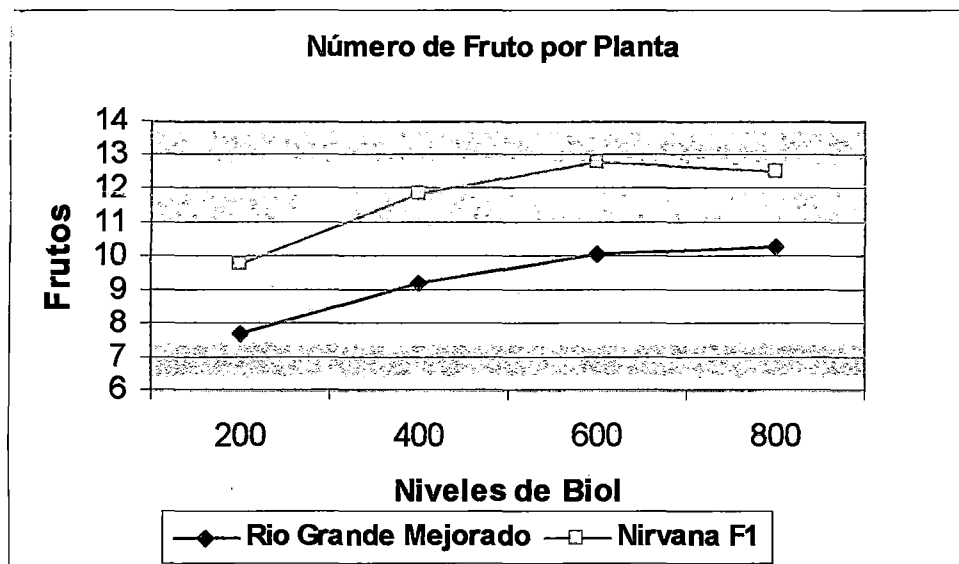
Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza de número de frutos por planta, se observa que entre bloques no hay diferencias estadísticas. Para el efecto de variedad se encontró diferencias altamente significativas entre sus

promedios, y para el efecto del biol se encontró diferencias estadísticas altamente significativas. Para el efecto de interacción variedad y biol no hay diferencias estadísticas, indicándonos que dichos factores actúan independientemente. El coeficiente de variabilidad fue de 3,97 % aceptable para las condiciones del experimento.

En el análisis de varianza muestra diferencias significativas para la componente cuadrática, lo que indica que el número de frutos por planta muestra una respuesta cuadrática.

Gráfico 5: Comparación de número de frutos por planta



Fuente: Elaboración propia

6. ALTURA DE PLANTA

Esta variable consta de la altura final de las plantas evaluadas. Los datos originales de la altura de planta se presentan en el anexo 6, el análisis de varianza se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12: Análisis de varianza de altura de planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign.
Bloques	2	0,003	0,002	1,736	NS
Variedad	1	0,000	0,000	0,109	NS
Niveles B	3	0,059	0,020	20,643	**
lineal	1	0,037		38,738	**
cuadrática	1	0,022		23,184	**
cúbico	1	0,000		0,008	NS
VxB	3	0,033	0,011	11,490	**
lineal	1	0,024		24,851	**
cuadrática	1	0,009		9,610	**
Error	14	0,013	0,001		
Total	23	0,109		C.V =	2,75

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza de altura de planta, no hay diferencias estadísticas para la variable bloques. Para el efecto de variedad no se encontró diferencias estadísticas, y para el efecto del biol. se encontró diferencias estadísticas altamente significativas. Para el efecto de interacción variedad y niveles de biol se encontró diferencias altamente significativas, indicándonos que existe efectos dependientes de cada factor, por lo cual se procedió a analizar los efectos simples de dosis en cada variedad. El coeficiente de variabilidad fue de 2,75 % aceptable para las condiciones del experimento.

Los efectos simples de dosis en la variedad Río Grande Mejorado se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13: Análisis de varianza de los efectos simples de dosis de biol en la variedad Río Grande Mejorado

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign.
lineal	1	0,0301	0,0451	31,4108	**
cuadrática	1	0,0150		15,6619	**
cúbico	1	0,0000		0,0000	NS
Error	14	0,013	0,001		
Total	23	0,109		C.V =	2,75

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de los efectos simples nos muestra diferencias altamente significativas para la componente cuadrática, lo que indica que en altura de planta muestra una respuesta cuadrática.

Los efectos simples de dosis en la variedad Nirvana se muestra en el cuadro 14.

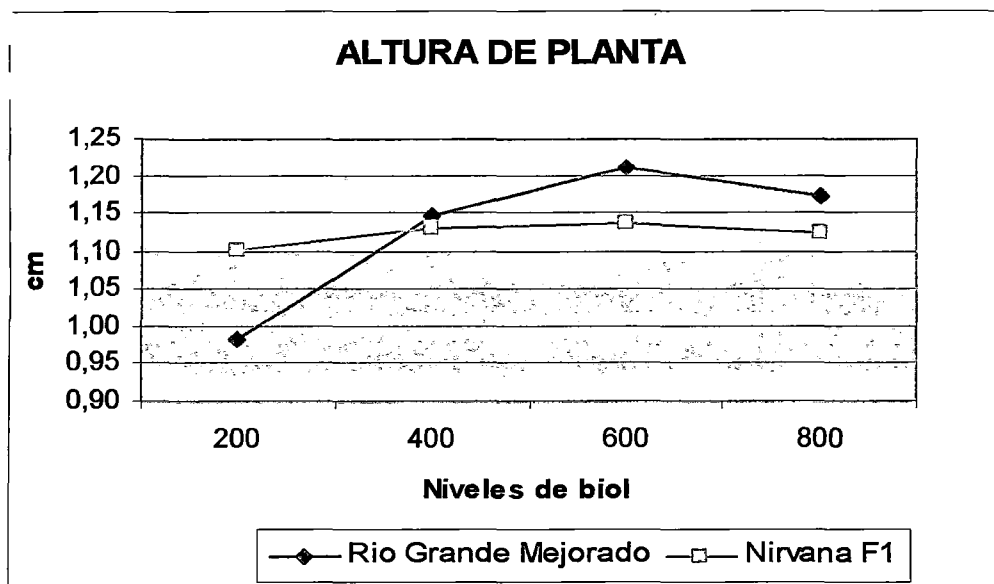
Cuadro 14: Análisis de varianza de los efectos simples de dosis de biol en la variedad Nirvana F1.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sign.
lineal	1	0,0004	0,0011	0,3837	NS
cuadrática	1	0,0007		0,7352	NS
cúbico	1	0,0000		0,0078	NS
Error	14	0,013	0,001		
Total	23	0,109		C.V =	2,75

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de los efectos simples nos muestra que no existe diferencias estadísticas.

Gráfico 7: Comparativo de altura de planta



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15: Prueba de significación de Duncan de altura de planta.

Los pichones 2007.

Orden de merito	Variedades	Promedio (m)	Significación $\alpha = 0,05$
1 °	Río Grande Mejorado	1,13	a
2 °	Nirvana	1,12	b

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 15, la prueba de significación de Duncan se observa que la variedad Río Grande Mejorado (V1); estadísticamente es superior a la variedad Nirvana (V2); con promedios de 1,13 y 1,12 m respectivamente,

Podemos mencionar que la altura de planta obtenido en el presente ensayo son superiores a los reportados por; **Amachi P. E. (2006)**; Menciona que se obtiene como promedio 48,34 cm con la variedad Nirvana, demostrando que genéticamente tiene un vigor híbrido notable respecto a la variedad Río Grande Mejorado con 40,67 cm.

En resumen el biol presentó un efecto muy marcado sobre el desarrollo vegetativo del tomate, debido a que, como menciona **Lazo (1997)**; el biol activa el crecimiento o alargamiento celular, por la acción principal de las enzimas formadas por los movimientos apicales y que tienen movimientos basipetalos a través del floema junto con los productos fotosintetizados.

Anderline, R. (1989). Indica que el desarrollo en altura de la joven planta de tomate, se produce primero por obra de su tallo que, después de haber producido hojas en diversos nudos, se acaba en una inflorescencia apical o en un ramo estéril.

Finalmente **Medina (1990);** menciona que el biol es una verdadera alternativa para mejorar la capacidad productiva y la calidad de las cosechas, especialmente allí donde hay limitaciones por estrés fisiológico.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se pueden concluir lo siguiente:

1. En relación al efecto de aplicación del biol, se determinó que el nivel óptimo de biol. es de 572 l/ha, en la **variedad Nirvana (V1)**, se obtuvo el valor más alto en cuanto al rendimiento total con 59,069 t/ha. y para la **variedad Río Grande Mejorado (V2)**, se determinó que el nivel óptimo de biol es de 551,95 l/ha para obtener un rendimiento de 37,228 t/ha.
2. En cuanto al número de frutos por planta, la variedad Nirvana obtuvo el mayor número de frutos con 12,8 y la variedad Río Grande Mejorado obtuvo el menor número de frutos con 10,3.
3. El tamaño de los frutos señala que la longitud ecuatorial, la variedad Nirvana alcanzó una longitud de 5,27 cm y la variedad Río Grande Mejorado obtuvo 5,12 cm para la longitud polar la variedad Nirvana obtuvo el mayor diámetro polar con 7,56 cm y la variedad Río Grande Mejorado obtuvo 6,94 cm.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. Aplicar el biol orgánico al suelo en los momentos críticos del cultivo del tomate (floración, cuajado y maduración.).**
- 2. Se recomienda cultivar la variedad Nirvana debido a su alto rendimiento y muy buen presencia para su comercialización.**
- 3. Debido al bajo costo de producción del biol orgánico, se recomienda difundir esta tecnología que esta al alcance de todos los agricultores ya que se produce en la misma parcela y se emplea los recursos locales.**
- 4. Se recomienda hacer nuevos experimentos para enriquecer el biol con otros productos orgánicos, ya que no existe una receta específica para su elaboración, y aplicarlos en diferentes cultivos y en diferentes concentraciones.**
- 5. Realizar ensayos de aplicación de biol en diferentes cultivos agropecuarios y a concentraciones diferentes, con la finalidad de establecer su efectividad.**

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, F. 1990; “El cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)”, en Asapa, IDESIA – Chile, 26 pp.
2. AGRONOTICIAS. 1984; “Biol el efluente líquido del Biogas es una Maravilla para el Agro”. Revista N° 61. Lima – Perú. 30 pp
3. AMACHI, P. E. (2006); “Rendimiento de cuatro cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con tres densidades de siembra bajo riego por goteo en el fundo “los pichones” – Tacna”. Tesis Ingeniero Agrónomo, UNJBG. Tacna – Perú. 98 pp
4. ANASAC, 2005; Asociación Nacional S.A.C. Santiago – Chile. 10 pp.
5. ANDERLINE R. 1989, El Cultivo de tomate, 3ra Ed. Ediciones CEAC. Madrid – España. 110 pp.
6. BARRIOS, M. F. 2001; “Efecto de diferentes concentraciones de biol aplicada al suelo y foliarmente en el cultivo de Vainita (*Phaseolus vulgaris* L.)”. Tesis

Ingeniero Agrónomo, UNALAM. Lima – Perú. 70 pp.

7. **BEJAR, G. y FLORES, G. (1999);** “Cinética poblacional de actinomicetes durante el proceso de obtención del biol y su aplicación como bioabono en el cultivo de Rabanito (*Raphanus satibus*)”. Seminario curricular. UNSAAC. Cusco – Perú. 87 pp
8. **CHÁVEZ, R. 2005;** “Fitomejoramiento”, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna – Perú. 77 pp
9. **DOUSSOULIN, E. 1981;** El tomate y su cultivo en la provincia de Arica. Universidad del Norte, Departamento de Agricultura Arica – Chile. 112 pp.
10. **EDICIONES CULTURALES;** var. Ltda. 1992. Cultivos Hidropónicos. Industrias Agroquímicas S. A. Fascículos 152 pp.
11. **GUERRERO, J. 1993;** “Abonos Orgánicos Tecnológicos para el Manejo Ecológico del Suelo”. RAAA. Lima – Perú. 305 pp

12. **GIACONI, V. 1989;** "Cultivo de Hortalizas" Edit. Universitaria 5ta Edición. Santiago – Chile. 263 pp.
13. **GOMERO, O. L, 2005;** "Los Biodigestores Campesinos" LEISA Revista de Agro ecología Vol. 21, Num. 1, Junio 2005. Lima – Perú. 50 pp
14. **GUAMAN P. A. 1998;** "Abonos Orgánicos". Escuela de Formación de Técnicos en Agricultura Andina Sostenible. Cusco – Perú. 38 pp.
15. **LAZO HERRERA, J. 1997;** "Efecto del biol y citosina en la producción y calidad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*, plenk)", Universidad Católica de Santa María, CICA Año 1, Nro. 1, Arequipa – Perú. 75 pp.
16. **MAROTO. J. 1983,** "Horticultura Herbácea Especial". Cuarta edición. Mundi Prensa Madrid – España. 661 pp
17. **MAROTO, J. 2000;** "Elementos de Horticultura General". Segunda edición. Mundi Prensa Madrid – España. 350 pp
18. **MEDINA, V. 1990.** "El biol fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola", Programa Especial de Energías UMSS. GTZ. Cochabamba – Bolivia. 79 pp

- 19. MENA, Y. 2001;** “Influencia del biol en el rendimiento y calidad del cultivo del Ajo (*Allium satibum L.*) var. “Napuri”, en la localidad de Ilavaya” Tesis Ingeniero Agrónomo UNJBG. – FCAG – ESAG – Tacna – Perú. 110 pp
- 20. MENEZES, J. 1992;** Producción, Poscosecha, Procesamiento y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. F.A.O. Santiago – Chile. 413 pp.
- 21. MENDIZABAL, N. Y. 2003;** “Evaluación del efecto del biol, bioactivos y fertilización potasita en el rendimiento y calidad del maíz morado (*Zea maíz L.*). cultivar PMV – 581 bajo riego por goteo”, UNALAM. Lima – Perú. 103 pp.
- 22. MONDOÑEDO, J. 1990;** Manuales para la educación agropecuaria. Tomate. Área de producción vegetal. 2da Edición. Edit. Trillas. 52 pp.
- 23. NUEZ, F. 2001;** “El Cultivo del Tomate” Edit. Mundi – Prensa. Madrid – España. 783 pp.

- 24. OFICINA REGIONAL DE LA FAO, 1992;** “Producción, Poscosecha, Procesamiento y Comercialización del Ajo, Cebolla y Tomate para América Latina y el Caribe. 158 pp
- 25. P.E.T. 1992;** Resultado general de la encuesta agro-socio-económica a nivel de los subsectores de riego; Bajo Caplina, Uchusuma, Magoyo, Copare, Leguía, Proyecto especial Tacna. Dirección de Estudios.
- 26. PRIMO, Y; CARRASCO, J. 1980;** “Plaguicidas y fitorreguladores” 2da, Edición, Editorial Alambra S.A. España, 613 pp.
- 27. RAAA, 2005;** “Abonos orgánicos líquidos” disponible en línea <http://www.raaa.org/biol.html>.
- 28. RESTREPO, J. 2001;** Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes orgánicos, experiencias con agricultores en Mesoamerica y Brasil. San José, Cori. 49 pp
- 29. ROBLES, M. 1987;** “Curso de Cultivo de Hortalizas”, UNJBG, Tacna – Perú, 60 pp.

- 30. RODRÍGUEZ, R. 1984;** “El Cultivo Moderno del Tomate”. Ediciones Mundi – Prensa Madrid – España. 178 pp.
- 31. RODRÍGUEZ, P. y FERNÁNDEZ, E. 1994;** Soluciones nutritivas. En resumen del primer curso taller de hidroponía del 8 a 20 de agosto de 1994 UNALM 13 pp
- 32. ROJAS G.; RAMIREZ, H. 1993;** “Control hormona del desarrollo de las plantas”. 2da. Edición revisada. Editorial Limusa – México 257 pp.
- 33. SALISBURY, F; ROSS, C. 2000;** “Fisiología de las plantas, desarrollo de las plantas y fisiología ambiental” Editorial PARANINFO, Madrid – España 988 pp.
- 34. SERRANO, Z. 1979;** “Horticultura en Invernaderos”. Edit. Aedos. Barcelona – España. 170 pp.
- 35. SERRUTO, R. 1995;** Conducción y evaluación de aspectos agronómicos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) variedad Río Grande, en condiciones de irrigación Magollo. Informe de prácticas para optar Grado Académico de Bachiller, UNJBG. Tacna – Perú. 103 pp.

- 36. SUQUILANDA, M. (1995);** “El Biol Fitoestimulante Orgánico” serie Agricultura Orgánica. Editorial universidad Politécnica Salesiana, FUNDAGRO, Quieto – Ecuador. 37pp.
- 37. TURCHI, A. 1985;** “Guía de la agricultura y ganadería, Guía práctica de horticultura”. Editorial Edagricole, España. 236 pp
- 38. VARGAS, O. 1995;** Respuesta del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) cultivar Río Grande, a la aplicación de tres niveles de Ekologin Cen y tres niveles de fertilización nitrogenada en Magollo – Tacna. Tesis Ing. Agrónomo UNJBG Tacna – Perú 168 pp.
- 39. ZAVALETA. G. A. 1992;** Edafología, el suelo en reacción con el suelo, Ediciones Condytec Lima – Perú. 223 pp.

ANEXOS

Anexo 1

**DATOS ORIGINALES DEL RENDIMIENTO TOTAL DEL TOMATE (t/ha);
SEGÚN NIVELES DE APLICACIÓN DE BIOL.**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			PROMEDIOS
	I	II	III	
T1	32,32	34,61	32,03	32,98
T2	34,29	34,58	35,86	34,91
T3	34,75	36,90	44,09	38,58
T4	29,74	33,61	39,86	34,40
T5	34,78	47,16	51,74	44,56
T6	46,87	65,86	58,81	57,18
T7	46,41	68,84	58,32	57,86
T8	47,36	64,04	51,10	54,17

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

DATOS ORIGINALES DEL DIÁMETRO POLAR DEL TOMATE (cm.);
SEGÚN NIVELES DE APLICACIÓN DE BIOL.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	6,839	6,829	6,995	6,89
T2	6,605	6,874	7,127	6,87
T3	6,974	6,985	7,251	7,07
T4	6,738	7,206	6,877	6,94
T5	7,559	7,787	7,710	7,69
T6	7,463	7,501	7,346	7,44
T7	7,439	7,565	7,598	7,53
T8	7,537	7,573	7,607	7,57

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

DATOS ORIGINALES DEL DIÁMETRO ECUATORIAL DEL TOMATE
(cm.); SEGÚN NIVELES DE APLICACIÓN DE BIOL.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	5,284	4,957	5,198	5,15
T2	5,095	5,045	5,234	5,12
T3	5,172	5,144	5,170	5,16
T4	4,901	5,164	5,104	5,06
T5	5,403	5,416	5,380	5,40
T6	5,245	5,153	5,228	5,21
T7	5,278	5,324	5,247	5,28
T8	5,483	5,444	5,202	5,38

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4

DATOS ORIGINALES DEL PESO PROMEDIO POR PLANTA DEL TOMATE (kg.); SEGÚN NIVELES DE APLICACIÓN DE BIOL.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	0,903	0,998	0,875	0,925
T2	0,941	0,961	1,018	0,973
T3	0,921	1,075	1,403	1,133
T4	0,935	1,143	1,392	1,157
T5	1,161	1,267	1,306	1,244
T6	1,126	1,202	1,173	1,167
T7	1,139	1,620	1,505	1,421
T8	1,144	1,253	1,420	1,272

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5

DATOS ORIGINALES DEL NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA DEL
TOMATE, SEGÚN NIVELES DE APLICACIÓN DE BIOL.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	8	10	8	8,67
T2	9	9	10	9,33
T3	9	10	11	10,00
T4	10	11	10	10,33
T5	10	11	12	11,00
T6	11	13	10	11,33
T7	13	14	13	13,33
T8	12	13	12	12,33

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6

DATOS ORIGINALES DE ALTURA DE PLANTA (m.) DEL TOMATE,
SEGÚN NIVELES DE APLICACIÓN DE BIOL.

TRATAMIENTO	BLOQUES			PROMEDIO
	I	II	III	
T1	0,97	1,00	0,98	0,98
T2	1,14	1,15	1,15	1,15
T3	1,20	1,23	1,20	1,21
T4	1,19	1,16	1,17	1,17
T5	1,18	1,11	1,02	1,10
T6	1,14	1,14	1,11	1,13
T7	1,15	1,12	1,15	1,14
T8	1,15	1,11	1,11	1,12

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7

DATOS ORIGINALES DE ANALISIS DE SUELO Y 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 DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS Y BIOL

NOMBRE : Wilson Lopez Choque
DIRECCION : Univ. Nac. Jorge Basadre Grobman

FECHA : 28 de Diciembre del 2007
PROCEDENCIA: Tacna

# ORD	CLAVE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	Al %	M.O. %	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
1	Suelo Inicio	69.11	12.24	18.65	FA	0.00	1.59	0.11
2	Suelo final	69.12	12.23	18.65	FA	0.00	1.76	0.28
3	Biol*	NC	NC	NC	NC	0.00	3.25	0.21

# ORD	pH	C.E. dS/m	C.E. (e) dS/m	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES				CIC me/100g	CO3 %
				P ppm	K ppm	Ca ++	Mg ++	K +	Na +		
						me / 100 g suelo					
1	6.75	1.07	3.78	13.19	192.00	10.64	1.14	0.17	0.18	16.40	0.00
2	6.76	0.91	3.35	12.02	198.00	11.75	1.02	0.20	0.16	15.80	0.00
3	7.78	6.70	NC	177.84	185.00	NC	NC	NC	NC	NC	0.00

dS/m = Deci Siemens por metro

FA = Franco arenoso

F = Franco

F A = Franco arcilloso

CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico

N = Nitrógeno total

K+ = Potasio cambiabile

Mg++ = Magnesio cambiabile

Ca ++ = Calcio Cambiabile

Na + = Sodio cambiabile

* = El análisis del biol fue realizado en líquido tal como ofrecido en la muestra.

NC = No corresponde al tipo de análisis

F Ar = Franco arcilloso

Ar A = Arcillo arenoso

M.O. = Materia orgánica

F Ar A = Franco arcillo arenoso

P = Fósforo total

C.E. = Conductividad eléctrica en la relación suelo:agua (1:2.5)

CO3 = Carbonatos

C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto de saturación

P = Fósforo disponible

Al = Aluminio cambiabile



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Puno
Firma: *[Firma]*
Fecha: *[Fecha]*

Anexo 8

VISTA PANORÁMICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL.



Fuente: Google heard

Anexo 9

VISTA SATELITAL DE CAMPO EXPERIMENTAL.



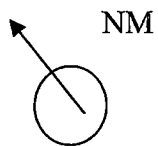
Fuente: Google heard

Anexo 10

ALEATORIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

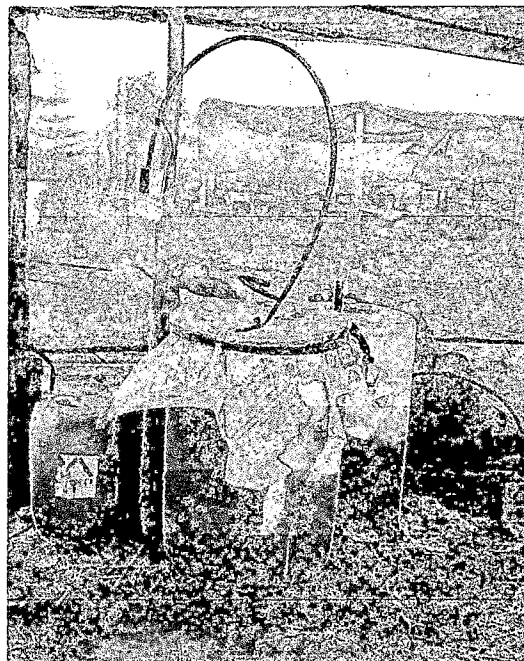
La aleatorización y distribución del campo experimental se realizó como se indica en el siguiente croquis:

Croquis 1: Distribución del campo experimental

[illegible]

Anexo 11

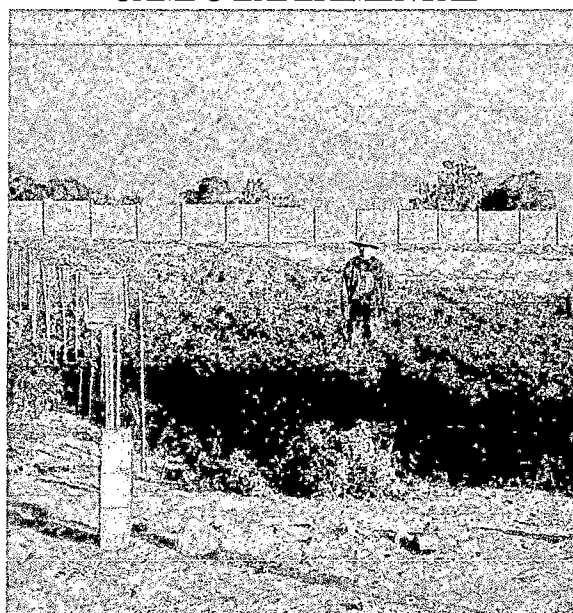
BIODIGESTOR



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12

CAMPO EXPERIMENTAL



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13

CAMPO EXPERIMENTAL



Fuente: Elaboración propia

Anexo 14

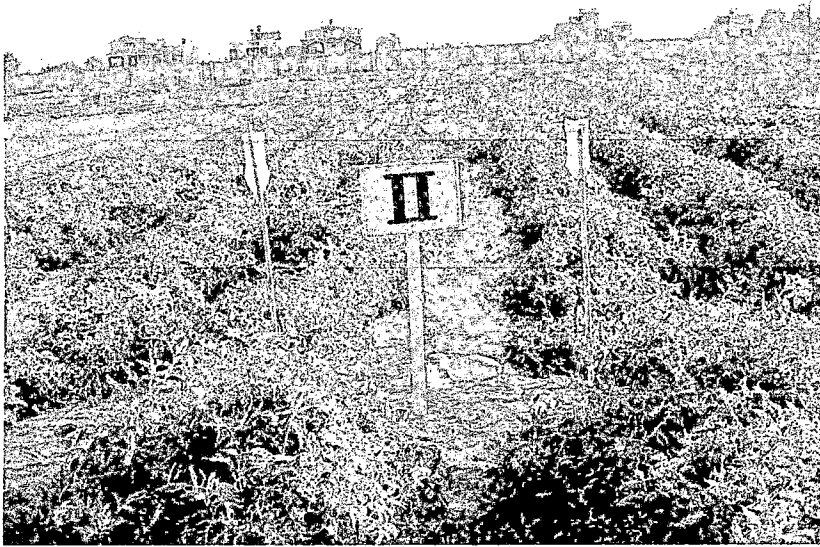
ÁREA EXPERIMENTAL BLOQUE I



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15

ÁREA EXPERIMENTAL BLOQUE II



Fuente: Elaboración propia

Anexo 16

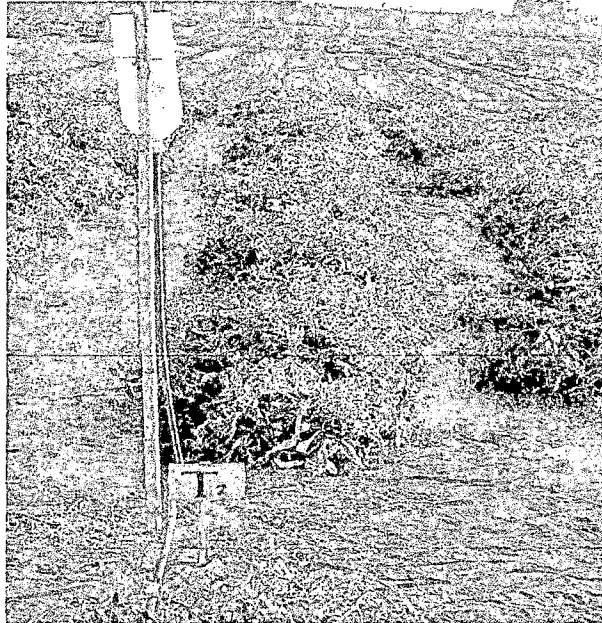
ÁREA EXPERIMENTAL BLOQUE III



Fuente: Elaboración propia

Anexo 17

RESPUESTA DEL TRATAMIENTO T2



Fuente: Elaboración propia

Anexo 18

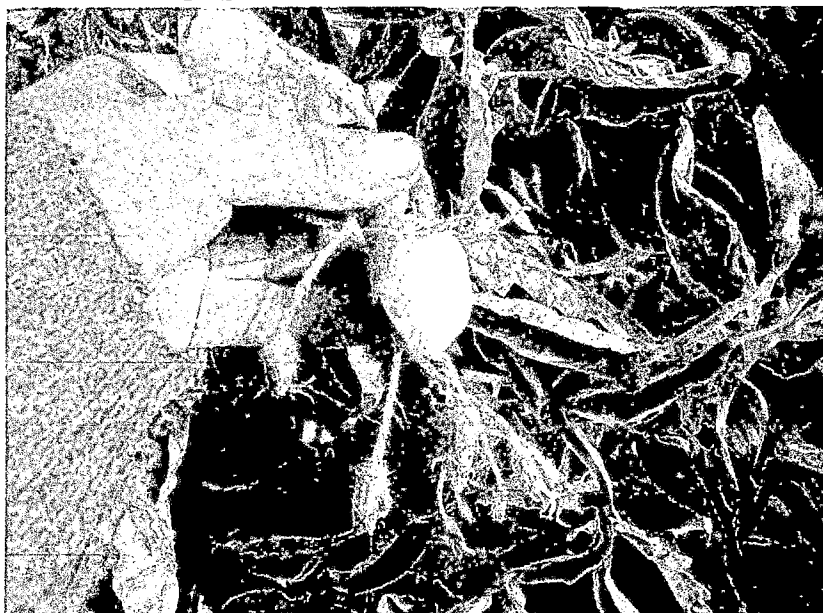
CONTROL FITOSANITARIO DEL ÁREA EXPERIMENTAL



Fuente: Elaboración propia

Anexo 19

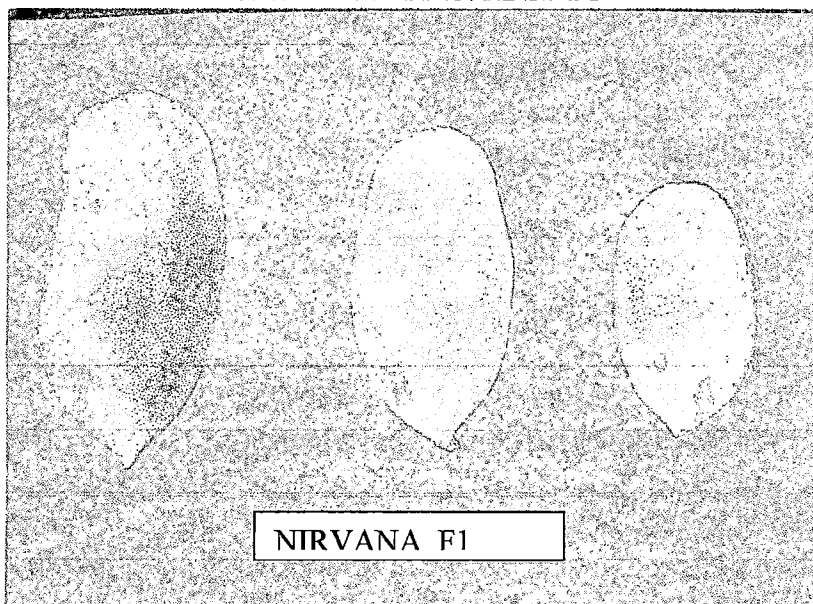
MUESTRA DEL CUAJADO DEL FUTO



Fuente: Elaboración propia

Anexo 20

VARIEDAD NIRVANA F1



Fuente: Elaboración propia

Anexo 21

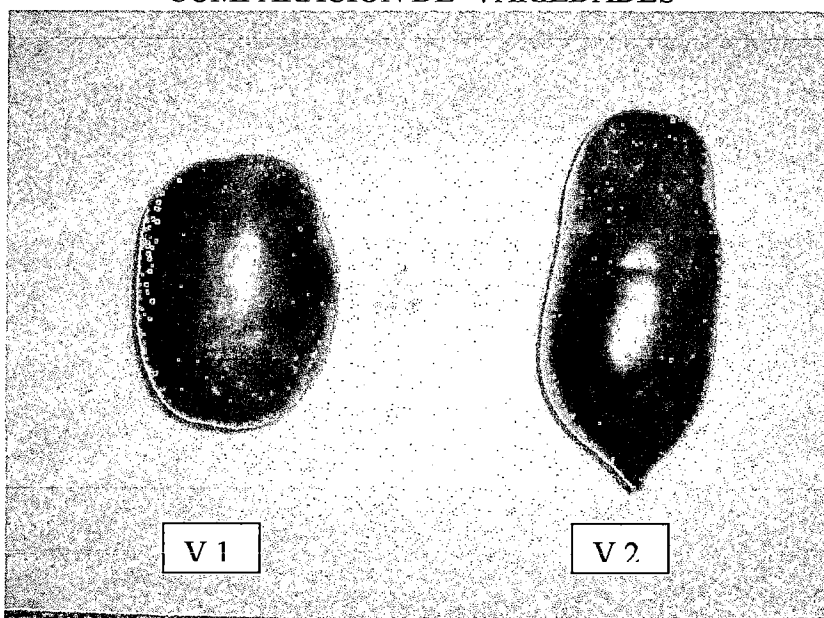
RIO GRANDE MEJORADO



Fuente: Elaboración propia

Anexo 22

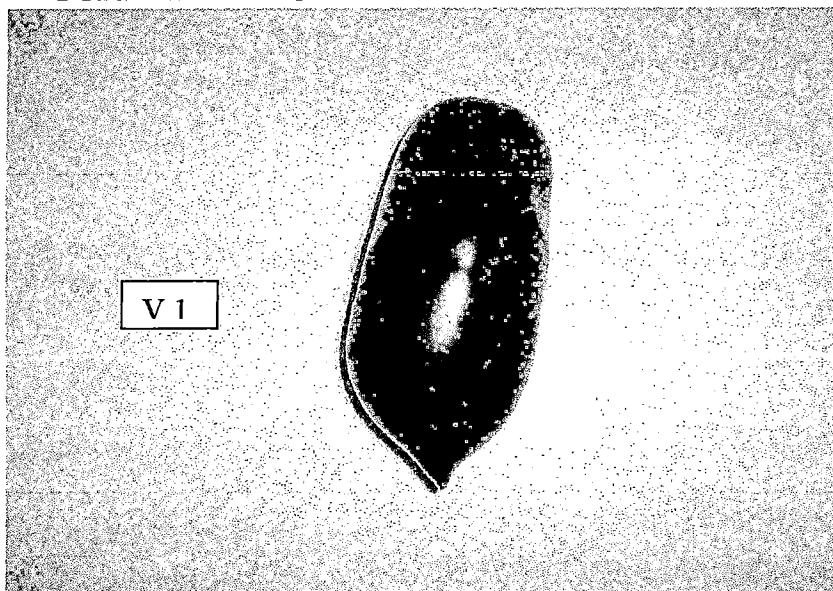
COMPARACIÓN DE VARIEDADES



Fuente: Elaboración propia

Anexo 23

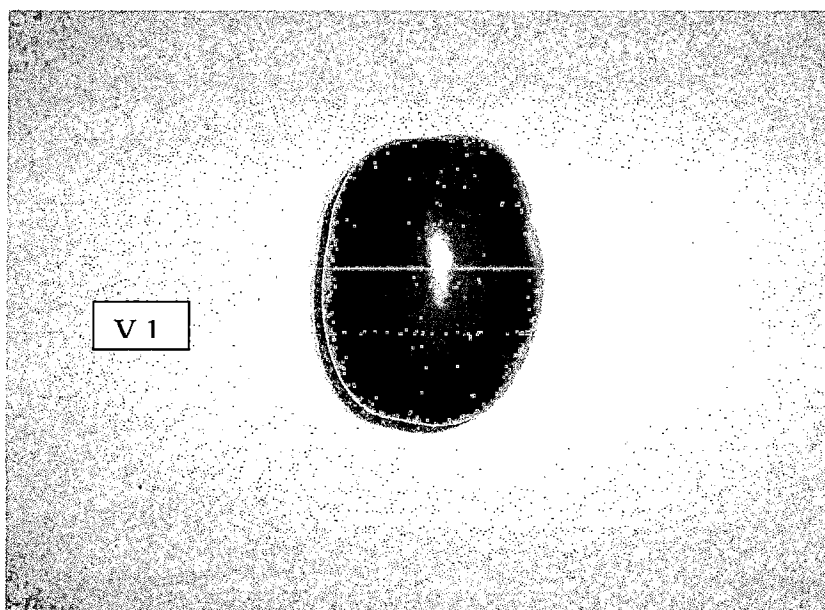
FORMA DEL FRUTO DE LA VARIEDAD NIRVANA



Fuente: Elaboración propia

Anexo 24

FORMA DEL FRUTO DE RIO GRANDE MEJORADO



Fuente: Elaboración propia