

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL GUANO DE  
ISLA INCUBADA EN LA SOLUCIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFECTIVOS NATURALES  
Y DISTINTOS NIVELES DE APLICACIÓN EN EL  
CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum*  
*Mill*), AYACUCHO, A 2750 m.s.n.m.”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

**CLEVER EUDES BELLIDO RUA**

**AYACUCHO – PERÚ**


**2010**

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL GUANO DE ISLA INCUBADA EN LA  
SOLUCIÓN DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS NATURALES Y  
DISTINTOS NIVELES DE APLICACIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE  
(*Lycopersicum esculentum* Mill), AYACUCHO, A 2750 m.s.n.m.”**

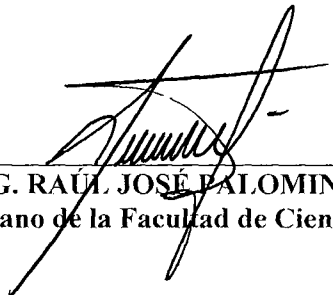
Recomendado : 16 de agosto de 2010  
Aprobado : 02 de septiembre de 2010

  
DRA. NERY LUZ SANTHLLANA VILLANUEVA  
Presidente del Jurado

  
ING. ALEX LÁZARO TINEO BERMÚDEZ  
Miembro del Jurado

  
ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO  
Miembro del Jurado

  
ING. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA  
Miembro del Jurado

  
M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

## DEDICATORIA

*Con todo cariño:*

A mí querido padre Humberto, mi eterna gratitud y reconocimiento por el esfuerzo y ejemplo digno, para mi formación y superación personal.

A mí querida esposa Yanina, por su apoyo moral constante y por darme la fortaleza suficiente para concluir con el logro de mi carrera profesional, para ella con mucho amor y respeto.

A mis hijos Raquel, Alexis, y Camila quienes son la motivación de mi vida para continuar superándome constantemente, a quienes les dedico con mucho cariño.

A mis hermanos, amigos, y a todos quienes de una u otra manera contribuyeron en mí, en el logro de mis aspiraciones personales y profesionales; a ellos mi eterno reconocimiento

## AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, alma máter de mi formación profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por sus sabias enseñanzas y valiosos consejos que condujeron al logro de mi formación profesional.

Mis sinceros agradecimientos al Ing. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, por su asesoramiento, aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación. Asimismo, al Ing. Juan Benjamín Girón Molina, a la Dra. Nery Luz Santillana Villanueva, y al Ing. Walter A. Mateu mateo quienes supieron brindarme su ayuda desinteresada en el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Esteban Quispe Gómez, técnico del Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar, "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, por su colaboración desinteresada.

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	8
<b>CAPITULO I. MARCO TEÓRICO</b>	11
1.1 El Guano de Isla	11
1.1.1 Generalidades	11
1.1.2 Importancia del Guano de Isla	14
1.1.3 Propiedades del Guano de Isla	15
1.1.4 Características de Guano de Isla	16
1.1.5 Tipos de Guano de Isla	19
1.1.6 Empleo de Guano de Isla como abono	20
1.1.7 Precauciones en el uso y almacenamiento	21
1.2 Microorganismos Efectivos Naturales (MEN)	21
1.2.1 Generalidades	21
1.2.2 Microorganismos presentes en el MEN	24
1.2.3 Modo de acción de los microorganismos eficientes	26
1.2.4 Aplicación de los MEN en la agricultura	26
1.2.5 Los MEN y su acción solubilizante de a materia orgánica	29
1.3 El Cultivo del Tomate	29
1.3.1 Origen y distribución del tomate	29
1.3.2 Taxonomía	30
1.3.3 Morfología del tomate	30
1.3.4 Valor nutritivo	33
1.3.4 Importancia del cultivo	34
1.3.5 Requerimientos edafoclimáticos	36

1.3.6	Manejo agronómico del cultivo de tomate	38
<b>CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>		<b>45</b>
2.1	Ubicación geográfica del experimento	45
2.2	Antecedentes del campo experimental	45
2.3	Análisis químico del suelo	46
2.4	Análisis químico del guano de isla	46
2.5	Material genético planta indicadora	47
2.6	Instalación y conducción del experimento	47
2.6.1	Obtención de solución madre de MEN	47
2.6.2	Análisis biológico básico de la solución de MEN	48
2.6.3	Proceso de inoculación del guano de isla	49
2.6.4	Preparación de las macetas	50
2.6.5	Factores en estudio	50
2.6.6	Labores agronómicas realizadas	51
2.7	Diseño experimental y tratamientos	54
2.8	Croquis del experimento	55
2.9	Criterios de evaluación	56
2.9.1	Materia seca de la parte aérea	56
2.9.2	Rendimiento de frutos	56
2.9.3	Longitud de frutos	56
2.9.4	Diámetro de frutos	56
2.9.5	Número de frutos	57
2.9.6	Determinación de nutrientes disponibles en el incubado	57
2.10	Procesamiento de datos y análisis estadísticos	57

<b>CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>58</b>
3.1 Del rendimiento de frutos de tomate	58
3.2 Del rendimiento de materia seca de la parte foliar del tomate	67
3.3 De la longitud del fruto de tomate	75
3.4 Del diámetro del fruto de tomate	77
3.5 Del número de frutos/maceta	81
3.6 De la solubilización del guano de isla incubada	84
<b>CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>87</b>
4.1 Conclusiones	87
4.2 Recomendaciones	88
<b>RESUMEN</b>	<b>89</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO</b>	<b>94</b>

## INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos en todo el mundo en las últimas décadas se ha basado en el uso intensivo de los fertilizantes y plaguicidas sintéticos debido a la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos para una población cada vez más creciente. Sin embargo, el uso desmedido de agroquímicos ha tenido consecuencias negativas, por la contaminación que muchos de ellos producen al medio ambiente, al consumidor y al mismo agricultor que los utiliza. Asimismo y debido al exagerado aumento del costo de insumos como los fertilizantes sintéticos (granulados y foliares) que encarecen los costos de producción, haciendo que la agricultura sea cada vez más difícil, provocando con ello el desaliento de muchos agricultores.

En búsqueda de soluciones al problema planteado, muchos investigadores se han dedicado a investigar la forma de cómo remplazar de una manera parcial o total el uso de agroquímicos mediante la práctica de la agricultura orgánica donde se utilizan los residuos de cosecha y estiércoles como fertilizantes, plantas medicinales o repelentes como insecticidas y



muchas otras alternativas que la naturaleza nos brinda los cuales debemos conocer y aprovechar.

Ante este panorama mostrado, el presente trabajo de investigación muestra una alternativa que consiste en la utilización de un abono orgánico muy difundido y arraigado culturalmente en nuestro país, como es el guano de isla que ofrece en la agricultura buenos resultados nutricionales, pero con la variante de que estos fueron sometidos a diferentes tiempos de incubación en solución de microorganismos cuidadosamente seleccionados llamados Microorganismos Eficientes Naturales MEN.

El principio fundamental de esta tecnología es la introducción de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones nutritivas del suelo, para suprimir microbios de la putrefacción que inducen a enfermedades y para mejorar la eficiencia de la utilización de la materia orgánica que se traduce en mejoras de cosechas.

El guano de isla como fuente de abono orgánico, tiene un alto contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), además de muchos otros elementos nutritivos (Azufre, Cloro, Sodio, Magnesio, Silicio, Hierro, Manganeso, Estaño, Fluor y otros elementos), que lo convierten en el abono más completo del mundo.

El presente trabajo de investigación ha sido diseñado teniendo en consideración la alta capacidad de descomposición y mineralización de los MEN sobre la materia orgánica, esta cualidad ha sido tomada en cuenta con el fin de reducir el período de solubilización de los diferentes nutrientes presentes en la materia orgánica del guano de isla, por acción de los microorganismos presentes en la solución de MEN ya que solo el 35%

aproximadamente del N, P y demás nutrientes están disponibles para ser absorbidas por la planta y la otra parte continua en el suelo en forma orgánica, los cuales se van liberando gradualmente. Se utilizó el tomate como planta indicadora, que mostrará la acción solubilizante de los MEN sobre el guano de isla y los niveles adecuados de guano de isla a aplicarse.

Por las consideraciones expuestas se planteó la ejecución del presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto del tiempo de incubación de Guano de Isla, en una solución de MEN, en el rendimiento de tomate.
2. Evaluar el efecto de dosis crecientes del guano de isla sometido a diferentes tiempos de incubación en una solución de MEN, en el rendimiento de tomate.
3. Determinar el tiempo de incubación en una solución de MEN y la dosis de guano de isla incubada, que optimicen el rendimiento de tomate.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. GUANO DE ISLA.**

##### **1.1.1. GENERALIDADES.**

Suquilanda (2001), menciona que la adición de enmiendas orgánicas al suelo (composta, residuos de cosechas, estiércol, abonos verdes, etc.) contribuye al crecimiento de las plantas a través de los efectos que éstos causan en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, esto debido a que la materia orgánica provoca un aumento en las poblaciones de microorganismos los cuales llevan a cabo procesos biológicos importantes como la degradación de la materia orgánica o la mineralización de nutrientes. Además, el aumento de las poblaciones de microorganismos causa una competencia natural con otros microorganismos patógenos para los cultivos impidiendo su desarrollo en el suelo. Las enmiendas orgánicas también mejoran las propiedades físicas de los suelos, ya que mejora la aireación, la retención de la humedad y promueven una mejor estructura del suelo. En

general, todos los aportes dados por la acción de las enmiendas orgánicas al suelo causan un efecto positivo sobre la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de la planta.

PROABONOS (2007), menciona que el guano de isla es un recurso natural renovable, que procede como su nombre lo indica de las islas y puntas del litoral peruano, lugares donde se aposentan y reproducen las aves guaneras; también se encuentran en la costa chilena pero en poca cantidad.

El guano de isla es la acumulación de las deyecciones (estiércoles) de las aves marinas: guayanay, piquero y alcatraz (pelícano). El principal alimento de estas aves marinas es por lo general la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel liza, machete, sardina, etc.; sin embargo, el guano de islas también es enriquecido por los cadáveres de miles de aves que mueren en forma natural, esta constituido por carne y esqueleto de los peces que han sido ingerido por las aves, y que sufren todo un proceso digestivo que los convierte en material de fácil asimilación por las plantas.

El guano de isla es un poderoso fertilizante orgánico utilizado con gran éxito por los agricultores y ligado desde hace mucho tiempo a nuestra historia; tiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de muchos elementos nutritivos, que los convierte en el fertilizante orgánico más completo del mundo.

Biológicamente el guano de isla juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas asegurando la nutrición de las plantas, además de tener una acción benéfica sobre la vida de los suelos.

Tineo (2007), menciona que el guano de isla es un abono orgánico producido por las aves guaneras (guayanay, piquero, alcatraz o pelícano) en algunas islas de la costa peruana. El guano de isla es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. Los cuales experimentan un proceso de fermentación sumamente lento lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, señala también que es uno de los abonos naturales de buena calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes.

Sánchez citado por Casas (2007), manifiesta que es una mezcla de excremento de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. Se trata de uno de los abonos de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener 12% de N, 11% de P y 2% K; debe aplicarse pulverizando a una profundidad aceptable o taparlo inmediatamente para evitar pérdida de amoníaco. También se puede mezclar con otros abonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr su eficiencia; además menciona, que al ser incorporado se inicia la fermentación; las materias orgánicas nitrogenadas y especialmente la urea, dan origen al carbonato amónico y a una sustancia denominada guanina; la materia orgánica no nitrogenada produce ácido carbónico, oxálico y ciertos ácidos grasos que confieren al guano un olor fuerte, el fermento nítrico que se produce a expensas de la materia orgánica nitrogenada, ácido nítrico que se encuentra principalmente en forma de nitrato de cal.

Camasca (1984), menciona que el guano de isla conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales, debido a su

producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales, pero en la actualidad su uso ha decaído notablemente por no satisfacer la demanda.

Perú es el principal productor mundial del guano de las aves marinas, esta constituido por una mezcla heterogénea de excrementos de aves marinas, plumas, aves muertas y cáscara de huevos, que se acumulan a través del tiempo en las islas que bordean el litoral de la parte central y en algunas partes del norte y sur del país.

Menciona que el guano de isla es un compuesto orgánico heterogéneo, cuya utilización nos da ventajas en la enmiendas, además del hecho de funcionar igual que los fertilizantes sintéticos comerciales como fuentes de N , P y K elevando por tanto el rendimiento y debiendo su utilización a seguir lineamiento de uso de dichos fertilizantes.

### **1.1.2. IMPORTANCIA DEL GUANO DE ISLA.**

ENCI citado por Casas (2007), señala que desde 1840 hasta 1870, el guano de isla jugó un papel trascendental en la economía de la joven republica peruana, pero después de dicho periodo, vendría la competencia con el nitrato de Chile, que lo desplazaría del mercado mundial.

Desde 1909, año en que se funda la Compañía Administradora del Guano, hasta su colapso económico en 1957 por la expansión de la industria de la harina de anchoveta, el guano fue el principal fertilizante para la agricultura costeña y de los demás importantes valles interandinos.

El guano de islas, es un recurso renovable, de grandes cualidades fertilizadoras, de bajo precio y de fácil disponibilidad, debido a ello se evitó por muchos años el ingreso de los fertilizantes sintéticos. Solo el tiempo y la falta

del mismo habrían de revelar la enorme importancia que ha jugado y que jugará en el futuro para el Perú.

Hasta el año de 1996, la división de fertilizantes de PESCA PERU, estuvo encargada de su explotación y comercialización. En 1997, el Ministerio de Agricultura a través de su programa especial PROABONOS asumió estas responsabilidades.

PROABONOS (2007), menciona que el guano de isla es la columna vertebral de nuestra agricultura, es el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y en el extranjero donde a raíz del cese de su exportación se le recuerda todavía como el “guano del Perú”. Sin embargo, no está lejos el día en que el guano de isla vuelva a ocupar el lugar que le corresponde en la agricultura nacional debido a que aporta todos los nutrientes para los cultivos y mejora los suelos del Perú.

### **1.1.3. PROPIEDADES DEL GUANO DE ISLA.**

Gros citado por Casas (2007), manifiesta que el guano de isla conserva un lugar de importancia entre los abonos comerciales, debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales. Se presenta como un material amarillento grisáceo y cuando es molido presenta una coloración amarilla pálido o marrón claro. El guano rico se caracteriza por sus olores de vapores amoniacales, se forma mediante el proceso de fermentación sumamente lenta lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, especialmente los nitrogenados tales como los uratos, carbonatos, sulfatos y otras combinaciones menos abundantes. Este abono es el tipo

compuesto por que aporta N, P, K, Ca, Mg, S y aún elementos menores.

Entre sus propiedades importantes tenemos:

- Es un abono natural y completo, contiene todos los nutrientes que las plantas requieren para su normal crecimiento y desarrollo.
- Es un producto ecológico, no contamina el medio ambiente.
- Es biodegradable.
- Incrementa la actividad microbiana del suelo.
- Es un mejorador ideal de los suelos.
- Es soluble en agua y de fácil asimilación por las plantas.
- No requiere agregados.
- No deteriora los suelos ni los convierte en tierras salitrosas.

#### **1.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL GUANO DE ISLA.**

PROABONOS (2007), señala las siguientes características:

##### **A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:**

- El guano de isla se presenta en forma de polvo de granulación uniforme.
- De color gris amarillento verdoso.
- Con olor fuerte a vapores amoniacales.
- Contiene una humedad de 16-18 %.

##### **B. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

El guano de isla es un abono orgánico natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción de cosechas



rentables. Viene siendo utilizado en la producción orgánica de diferentes cultivos, con buenos resultados.

### **CONTENIDO DE NUTRIENTES:**

El guano de isla contiene:

- **Macronutrientes:** Nitrógeno, Fósforo y potasio.
- **Elementos secundarios:** Calcio, magnesio y azufre.
- **Micronutrientes:** Hierro, zinc, cobre, magnesio, boro.

<b>MACROELEMENTOS</b>			
Nitrógeno	N	10 - 14	%
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 -12	%
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 - 3	%
<b>ELEMENTOS SECUNDARIOS</b>			
Calcio	CaO	8	%
Magnesio	MgO	5	%
Azufre	S	16	%
<b>MICROELEMENTOS</b>			
Hierro	Fe	320	p.p.m.
Zinc	Zn	20	p.p.m.
Cobre	Cu	240	p.p.m.
Magnesio	Mn	200	p.p.m.
Boro	B	160	p.p.m.
<b>TAMBIEN CONTIENE</b>			
Flora Microbiana	Hongos y bacterias benéficas		

### **MINERALIZACIÓN:**

La recolección del guano de isla se realiza cada 5 -6 años en una misma isla o punta, durante ese periodo se va acumulando las deyecciones bajo condiciones climáticas de alta humedad relativa y temperaturas promedio de 16 °C en invierno y 25 °C en verano ;

estando presente diferentes microorganismos, entre estos hongos y bacterias benéficas que utilizan el guano de las islas como sustratos de alimentación, constituyéndose en millones de laboratorios biológicos que realizan una serie de reacciones bioquímicas de oxidación, transformando los productos complejos (orgánicos) en productos mas simples (inorgánicos) que es la forma como las plantas toman los nutrientes.

### **DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES:**

#### ***Formas de Nitrógeno en el Guano de Isla.***

Del nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible (33% en forma amoniacal  $\text{-NH}_4^+$  y 2% en forma nítrica  $\text{-NO}_3^-$ ); el 65% se encuentra en forma orgánica, por mineralizarse.

#### ***Formas de fósforo en el Guano de isla.***

Del fósforo total, en promedio el 34% se encuentra en forma disponible (ácido fosfórico  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) y el 66% se encuentra en forma orgánica.

El resto de los elementos nutritivos presentes en el Guano de Isla se van liberando en forma iónica conforme se realiza la mineralización de la materia orgánica:

Potasio	$\text{K}^+$	Zin	$\text{Zn}^{++}$
Calcio	$\text{Ca}^{++}$	Cobre	$\text{Cu}^{++}$
Magnesio	$\text{Mg}^{++}$	Manganeso	Mn
Azufre	$\text{SO}_4^-$	Boro	$\text{BO}_3^-$
Hierro	$\text{Fe}^{+++}$		

Al abonar con guano de isla, en promedio el 35% de nitrógeno, fósforo y demás nutrientes presentes en el guano, están disponibles para ser absorbidas por las raíces de las plantas en forma inmediata.

La forma orgánica continúa en el suelo, los cuales se van liberando en forma paulatina, aportando nutrientes gradualmente durante el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

### **C. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS:**

El Guano de Isla es portador de una rica flora microbiana (hongos y bacterias) conformando millones de laboratorios biológicos que por acción de sus jugos gástricos y enzimas realizan la transformación de sustancias complejas a formas más simples.

El Guano de Isla aporta nutrientes y materia orgánica, los cuales son utilizados por las plantas y los microorganismos, el cual se suma a la existente en forma natural, mejorando su actividad microbiológica.

#### **1.1.5. TIPOS DE GUANO DE ISLA EN EL MERCADO.**

PROABONOS (2007), señala que actualmente sólo se comercializa un solo tipo de guano que es el “virgen” o “bruto” que luego de ser sometido a un proceso artesanal de tamizado se le denomina Guano de Isla “Natural” con un contenido de 10 -14% (N), 10 – 12% ( $P_2O_5$ ) y 2 – 3% ( $K_2O$ ), elementos secundarios (hierro, zinc, cobre, magnesio, boro y molibdeno) y carga microbiana (bacterias nitrificantes y hongos).

Se presentan en sacos de polipropileno laminado de color crema, con bandas laterales color verde con la inscripción de Guano de Isla “Natural” en

color negro, con la palabra "ARTESANAL" en letras de color rojo a manera de franja y peso de 50 kg.

#### **1.1.6. EMPLEO DEL GUANO DE ISLA COMO ABONO.**

ENCI citado por Casas (2007), menciona que el guano de isla para su descomposición en el suelo debe poseer cierta flora microbiana, esta flora varia considerablemente según el tratamiento que este ha sufrido, así el guano secado al horno contiene pocos micro organismos, siendo el fresco rico en nitro bacterias.

Camasca (1984), señala que la utilización del guano de isla como abono en la producción de hortalizas debe ser aplicada pulverizado a una profundidad de 10cm. por lo menos, a fin de evitar la perdida de amoniaco bajo la forma de carbonato. A pesar de que la materia orgánica del guano se nitrifica rápidamente en los suelo, es deseable para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicar conjuntamente con el guano, un tercio de nitrógeno, bajo la forma de nitrato de preferencia salitre potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del guano en potasio.

La asociación del guano de isla y abonos verdes es excelente para llevar rápidamente el contenido de un suelo en materia orgánica. Igualmente el guano de islas proporciona una mayor eficiencia de acción a los abonos compuestos, si son aplicados conjuntamente. El guano de isla puede ser aplicado antes o en mezcla con las clases de abono compuesto.

### **1.1.7. PRECAUCIONES EN EL USO Y ALMACENAMIENTO.**

PROABONOS (2007), menciona que bajo ninguna modalidad de uso, y en cualquier cultivo, evite que el Guano de Isla entre en contacto con las raíces de las plantas, pues estas se quemarán por el alto contenido de materia orgánica (44.64%) en transformación, lo cual produce gran cantidad de calor.

Usar las dosis recomendadas y evite el gasto innecesario del guano, ya que aplicaciones excesivas no aumentarán los rendimientos.

En cultivos anuales, realizar las aplicaciones lo más pronto posible, según sea el caso: a la siembra, o al trasplante.

Evite que los sacos del guano se mojen con agua u otros líquidos, pues perderán su nitrógeno.

Recordar que una sola aplicación puede servir para dos campañas de cultivo.

La experiencia nacional, a través de los años, confirma la calidad del guano de Isla como el fertilizante para los cultivos más exigentes.

## **1.2 MICROORGANISMOS EFECTIVOS NATURALES.**

### **1.2.1. GENERALIDADES.**

Higa (1993), manifiesta que el concepto de Microorganismos Efectivos (EM) fue desarrollado por el Dr. Teuro Higa de la Universidad de Ryukyu de Japón en los años de 1980, después de realizar investigaciones sobre como superar los peligros del cultivo continuo y mantener la calidad de los productos hortícolas. Por esta razón desde los años de 1970, basándose en el significado histórico de los microorganismos en la agricultura japonesa, experimentó con cultivos mixtos de microorganismos sin obtener resultados

planteados por un periodo de 10 años. De cualquier manera, en 1982, la tecnología fue desarrollada y la solución original contuvo alrededor de 5 familias, 10 géneros y 80 especies de microorganismos como bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetes y hongos fermentativos. Esta mezcla desarrollada por el Dr. Higa se basa en contener microorganismos a pH muy bajos en los cuales muchos microorganismos indeseables mueren. Estos tienen un rango diverso de uso en la agricultura, manejo ambiental y en la industria.

Suquilanda (2001), señala que el EM se compone de culturas mixtas de microorganismos benéficos y que existen naturalmente en la naturaleza, que pueden aplicarse como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana en plantas y suelos. Las investigaciones realizadas han demostrado que la inoculación con los microorganismos contenidos en el EM al ecosistema constituido por el suelo y las plantas pueden mejorar la calidad y la salud de los suelos, y el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos. El EM contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetes y otros tipos de microorganismos. Todos ellos mutuamente compatibles unos con otros.

Higa y Parr (1991), mencionan que los EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. Cuando el EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada

microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad. El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Chujo (2004), indica que el EM significa Microorganismos Eficientes. EM es una combinación de varios microorganismos beneficiosos, de origen natural que se usan principalmente para los alimentos o que se encuentran en los mismos. Contiene organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes. Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades, y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimogénica. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica. Los microorganismos eficientes fueron desarrollados en forma líquida a lo largo de muchos años por el Prof. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, y el estudio se completó en 1982. Al principio, EM era considerado una alternativa para químicos agrícolas. Pero su uso ahora se ha extendido a aplicaciones en los

campos ambiental, industrial y de la salud. Sin embargo, se debe enfatizar que EM no es ni un químico sintético ni una medicina.

Higa (1993), menciona que algunas de las sustancias secundarias que son producidas por los microorganismos del EM son inusitol, ubiquinone, saponinas, polisacáridos de bajo peso molecular, polifenoles y quelatos. Estas sustancias pueden inhibir patógenos, pero permitir el crecimiento de las especies benéficas. Las sustancias antioxidantes son producidas al degradar materia orgánica. Estas sustancias desionizan sustancias peligrosas, desintoxican y quelatan minerales pesados, además inducen a los microorganismos a liberar enzimas descomponedoras como la linnina peroxidasa. El EM no debe considerarse como un fungicida, pues es una medida biológica para suprimir o controlar patógenos a través del incremento de la competencia y antagonismo.

### **1.2.2. TIPOS DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN LA SOLUCIÓN DE EM.**

Higa y Parr (1991), Suquilanda (2001), mencionan que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: Bacterias fototrópicas, bacterias acidolácticas, levaduras y actinomicetos.

#### ***Bacterias Fototrópicas:***

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias



bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros Microorganismos Eficaces. Asimismo llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.

### ***Bacterias Ácido Lácticas:***

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototrópicas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso. El ácido láctico ayuda a solubilizar la materia orgánica.

### ***Levaduras:***

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son

sustratos útiles para Microorganismos Eficaces como bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

***Actinomicetos:***

Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

**1.2.3. MODO DE ACCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES.**

Higa y Parr (1991), indican que, los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

**1.2.4. APLICACIÓN DE MEN EN LA AGRICULTURA.**

Higa y Parr (1991), mencionan que los Microorganismos Eficaces como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción

de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

***En semilleros:***

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

***En las plantas:***

- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.

- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

***En los suelos:***

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar:

- Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.
- Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular.
- Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones

necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

### **1.2.5. LOS MEN Y SU ACCIÓN SOLUBILIZANTE DE LA MATERIA ORGÁNICA.**

Higa y Parr (1991), indican que los ME tienen efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijados, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes. Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades, y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimogénica. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus.

## **1.3. EL CULTIVO DE TOMATE.**

### **1.3.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL TOMATE.**

Rodríguez citado por Casavilca (2008), manifiesta que el origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos.

Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia.

En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá.

### 1.3.2. TAXONOMÍA.

Rodríguez (1997), Casas (1981) y García (1959), citados por Casavilca (2008) manifiestan que el cultivo de tomate pertenece a la siguiente ubicación taxonómica:

- Reino : Vegetal
- División : Fanerógamas
- Sub. División : Angiosperma
- Clase : Dicotiledóneas
- Sub. Clase : Metaclamideas
- Súper orden : Tubiflorales
- Orden : Escrofuriales
- Familia : Solanaceae
- Tribu : Solaneae
- Género : *Lycopersicum*
- Especie : *Lycopersicum sculentum*
- Nombre común : Tomate, pomodoro, jitomate.
- Ploidía :  $2n = 24$  (diploide).

### 1.3.3. MORFOLOGIA DEL TOMATE.

INFOAGRO (2007), sobre la morfología del tomate manifiesta lo siguiente:

#### ***Planta:***

Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

#### ***Sistema radicular:***

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).

#### ***Tallo principal:***

Eje con un grosor que oscila entre 2 - 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se

encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

***Hoja:***

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con 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 parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

***Flor:***

Es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de colores amarillos y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de  $135^\circ$ , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera,



alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

**Fruto:**

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

**1.3.4. VALOR NUTRITIVO.**

Según Villareal citado por Caasavilca (2008), El tomate no es especialmente nutritivo, pero se convierte en una fuente de minerales y vitaminas cuando se estimula su consumo, principalmente en los países de desarrollo, suministrándolos a los precios relativamente bajos .

Sobre la composición química del tomate, existen muchas tablas siendo una de las más completas, lo presentado por Maroto citado por Casavilca (2008), la misma que se ilustra en el cuadro 3.1

**Cuadro 3.1.** Composición nutritiva del tomate (por cada 100 g del producto comestible).

<b>Componentes</b>	<b>Folker (1976)</b>	<b>Watt et al (1975)</b>
Agua	94.00 %	93.50 %
Carbohidratos	4.00 g.	4.70 g.
Grasa		0.20 g.
Proteínas	1.00 g.	1.10 g.
Cenizas	0.30 g.	0.50 g.
Otros	0.70 g.	
Vitaminas "A"	1,700.00 UI	900.00 UI
Vitamina "B1"	0.10 mg.	0.60 mg.
Vitamina "B2"	0.02 mg.	0.04 mg.
Niacina	0.60 mg.	0.70 mg.
Vitamina "C"	21.00 mg.	23.00 mg.
Calcio (Ca)	13.00 mg.	
Fósforo (P)	37.00 mg.	
Hierro (Fe)	0.50 mg.	
Sodio (Na)	3.00 mg.	
Potasio (K)	224.00 mg.	
Valor energético	22.24 cal.	

#### **1.3.4 IMPORTANCIA DEL CULTIVO.**

Rodríguez, citado por Casavilca (2008), manifiesta que durante mucho tiempo en Europa la consideraban como planta venenosa, por su relación con las plantas de la familia Solanáceas. Esta creencia mantuvo en muchas regiones hasta la entrada del siglo XX. El alcaloide causante de la pretendida toxicidad es la Tomatina que se encuentra principalmente en las hojas y en el fruto verde; no obstante, al madurar se degrada.

Villareal citado por Caasavilca (2008), manifiesta que la Tomatina es un compuesto mucho menos tóxico, aun en altas concentraciones que los alcaloides de la mayor parte de las otras solanáceas

De acuerdo a Maroto citado por Casavilca (2008), sostiene que el verdadero cultivo del Tomate con fines comerciales y alimenticios, comenzó recién en el siglo pasado, siendo Italia el primer país donde se utilizó en la alimentación. Con el surgimiento de la industria conservera, el Tomate alcanzó la importancia de un cultivo a pleno campo y fue la fuente de un prolongado comercio y de buenas ganancias.

Villareal citado por Casavilca (2008), señala que el Tomate es la hortaliza más extensamente cultivado en el mundo, después de la papa, comercialmente se producen 45 millones de toneladas métricas de Tomate al año, en 2.2 millones de hectáreas, correspondiente sólo al 15% de la producción o los trópicos. Entre los años 1973 y 1977 tres cuartas partes de los terrenos sembrados del Tomate en todo el mundo estaban en la zona templada y a ésta área correspondió alrededor del 90% de la producción mundial.

En el Perú se siembran aproximadamente 5000 hectáreas de tomate, ubicadas mayormente en valles de la costa central y en algunas quebradas abrigadas del contrafuerte andino. El rendimiento promedio registrado en la costa es del orden de 15 tn/ha, y no se tienen registros confiables de la producción de la sierra y selva.

El cultivo de este producto constituye un fuerte renglón de ingresos en el comercio de productos comestibles, promoviendo unas considerables

actividades económicas por monto de insumos y horas por hombre dedicadas a la producción, mercado y agroindustria.

La importancia del tomate reside principalmente en los siguientes puntos:

- Es un cultivo hortícola más difundido en el Perú y en el mundo.
- Es el de mayor consumo por ser el más popular.
- Se consume en una gran variedad de formas (fresca o en conserva).
- Su alto contenido vitamínico lo hace como alimento de gran valor.
- Se puede producirlo todo el año.

INFOAGRO (2007), señala que el tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como encurtido.

### **1.3.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS.**

SIA-Huaral (2008), menciona, los siguientes requerimientos para el cultivo de tomate:

### ***Temperatura.***

La temperatura óptima fluctúa entre 20 y 30° C durante el día y entre 1 y 17° C durante la noche. Las temperaturas mayores a 30° C afectan la fructificación.

### ***Humedad Relativa.***

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80%. La humedad relativa alta favorece el desarrollo de enfermedades, el agrietamiento del fruto y dificulta la fecundación.

### ***Luminosidad.***

La poca luminosidad afecta el proceso de floración, fecundación y el desarrollo vegetativo de la planta. La luminosidad mínima es de 1500 horas luz/año.

### ***Suelos.***

El mejor suelo para el cultivo de tomate es el suelto de textura silíceo arcillosa y rico en materia orgánica, con pH entre 5.5 y 7.2. No tolera el encharcamiento. Lo más destacable en cuanto al suelo es que se trata de una especie con cierta tolerancia a la salinidad, de ahí que admita el cultivo suelos ligeramente salinos o el riego con agua algo salitrosa.

### ***Agua.***

Los requerimientos de agua varían dependiendo la variedad entre 300 y 1000 mm.

### ***Altitud.***

Cáceres citado por Casavilca (2008), señala que el tomate requiere un período mayor de 110 días con temperatura óptima mensual para su

desarrollo de 21 a 24 ° C, aunque puede producirse entre 18 – 25 ° C. Altas temperaturas y vientos secos dañan las flores el fruto no cuaja bien. La temperatura nocturna puede ser determinante en el cuajamiento, pues debe ser fresca entre 15 a 22 ° C y menor a 15 ° C de noche o 37 ° C de día evitan la polinización. La temperatura óptima para el desarrollo del mejor color rojo de los frutos está entre los 18 – 24 ° C. Se puede cultivar desde 0 a 2800 metros sobre el nivel del mar.

### **1.3.7. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE.**

#### **PREPARCIÓN DE TERRENO:**

La preparación puede realizarse en forma mecánica, con tracción animal o labranza mínima dependiendo de las condiciones donde se siembre. Lo recomendable es realizar operaciones de arado y rastra; adicionalmente cuando se tengan terrenos con pendientes, es necesario sembrar en curvas a nivel para evitar erosión del terreno, y cuando se tengan terrenos con problemas de inundación o terrenos no nivelados, es necesario hacer un sistema de drenajes que incluyan los drenes interiores y drenes recolectores, para evitar anegamiento dentro del cultivo.

#### **INSTALACIÓN Y MANEJO DE ALMACIGO:**

INFOAGRO (2007), Sobre la instalación y manejo de almácigo manifiesta:

#### ***Preparación del sustrato:***

Señala que el buen desarrollo del almácigo depende muchísimo del sustrato a utilizar; una buena producción del cultivo es el resultado de un

buen almacigo; en tal sentido para un buen almacigo se recomienda las siguientes proporciones de sustrato:

- Una proporción de tierra negra
- Una proporción de humus de lombriz o materia orgánica
- Una proporción de arena.

El sustrato se coloca en camas almacigueras, bandejas almacigueras, etc. previamente seleccionado.

#### ***Desinfección del sustrato:***

La desinfección del sustrato tiene como objetivos eliminar los patógenos que están en el suelo. Existen varios métodos para desinfectar el suelo, por ejemplo;

- Solarización: se expone el sustrato a la radiación solar tapado con un plástico durante 15 días evitando la sombra.
- Utilizando fuego: se trata de calentar el sustrato evitando que se queme.
- Usando agua hervida caliente: usar agua hervida hasta mojar completamente el sustrato.
- Usando lejía: usar lejía a una concentración del 2%, es decir utilizar 330 ml. de lejía por litro de agua, dejando en reposo por un tiempo de 8 días.

También existen otros productos comerciales para la desinfección de sustratos.

#### ***Formas de almacenar las semillas:***

Las semillas pueden almacenarse en camas almacigueras, cajones de madera, vasos descartables, bandejas almacigueras, etc.

- En cajones de madera: que tenga profundidad de 20 cm. y un ancho de 1.20 m., se deben proteger del sol con un pequeño cobertizo.
- En camas almacigueras: con bordes de 20 a 30 cm. de alto y de 1.20 m. de ancho para facilitar las labores, también es necesario protegerlos con un cobertizo.
- En vasos descartables: se llenan los vasos con el sustrato y se siembran 2 a 3 semillas por vaso.
- En bandejas almacigueras: son especiales y diseñadas para almacenar semillas, colocando 2 a 3 semillas por cada cubo en la bandeja.

***Cuidados del almacigo:***

- Desahije: realizarlo a los 15 días después de la siembra, dejando en el caso de las bandejas y vasos descartables una planta por unidad, en las camas almacigueras se deja el espacio necesario para el desarrollo de la planta.
- Sombra: en épocas de verano para proteger del sol del medio día y le permitan recibir media sombra.
- Riego: en época de verano regar todos los días a partir de la siembra, preferentemente por las mañanas o por la tarde con 3 a 4 litros de agua por m<sup>2</sup>, evitando encharcar la tierra.

**TRASPLANTE:**

Van citado por Casavilca (2008), menciona que el trasplante de las plantas hacia terreno definitivo, debe de realizarse a las 45 días



aproximadamente de la siembra del almacigo y transplantar a la mitad del costillar del surco para evitar daños al efectuarse el riego. El trasplante puede hacerse a cualquier hora del día siempre que las plántulas se hayan aclimatado exponiéndolas gradualmente a la luz, o suprimiéndoles gradualmente el riego.

#### **DENSIDAD DE SIEMBRA:**

Van citado por Casavilca (2008), señala que la distancia de trasplante y la densidad de plantas por hectárea dependen principalmente del sistema de cultivo y de la variedad del tomate.

INFOAGRO (2007), menciona que el distanciamiento recomendado para la variedad Río Grande es el siguiente:

- Cuando se empleen surcos simples: distanciamiento entre surcos a 1 metro y entre plantas a 0.5 metros.
- Cuando se empleen surcos gemelos o dobles: distanciamiento entre surcos 0.60 metros, entre plantas 0.50 metros, y entre calles 1 metro.

#### **APORQUE:**

Zevallos citado por Casavilca (2008), menciona que el aporque es el trabajo de campo que tiene el objeto de alejar la planta del surco de riego, evitando la pudrición y el ataque de enfermedades en la planta. El primer aporque se debe realizar a los 30 días después del trasplante y luego a los 2 meses del trasplante aprovechando la segunda dosis de nitrógeno.

Van citado por Casavilca (2008), señala que el aporque consiste en arrimar tierra al pie de la planta, con la finalidad de evitar el volcado, inducir la emisión de raíces adventicias, aumentar el espacio para el desarrollo radicular y control de las malezas.

### **ABONAMIENTO:**

Zevallos citado por Casavilca (2008), señala que antes de hacer cualquier abonamiento, se recomienda hacer un análisis de suelo. En cuanto a la época y forma de abonamiento se recomienda que todo el fósforo y el potasio, se aplique junto con el guano de corral o compost, en el momento de la preparación del terreno definitivo, la mitad del nitrógeno (80 unidades), se aplicara en el momento de la siembra, del nitrógeno restante la mitad (40 unidades), se aplicará a los 30 días del trasplante, ósea cuando se realiza el primer aporque. El nitrógeno restante (40 unidades) será aplicado dos meses después del trasplante cuando se hace el aporque definitivo.

Villareal citado por Casavilca (2008), señala que antes de la siembra se debe incorporar al suelo una tercera parte de la cantidad del nitrógeno más el total de P y K, luego de 60 días del trasplante se aplica la otra tercera parte del nitrógeno y a los 100 días después del trasplante el resto del nitrógeno.

### **RIEGO:**

Anderlini citado por Casavilca (2008), considera que el riego es importante para obtener una producción óptima, en los periodos de sequía,

las plantas no progresan en su desarrollo y hasta las flores no cuajan. Cuando las plantas están en plena floración es conveniente evitar periodos de sequía para no provocar el corrimiento de las flores y disminuir la producción.

Villareal citado por Casavilca (2008), menciona que el riego se debe realizar en el momento de la siembra, trasplante y se prolonga en periodos más o menos regulares, según la frecuencia de lluvias y necesidad del cultivo.

#### **DESHIERBOS:**

Casseres citado por Casavilca (2008), menciona que se puede realizar el deshierbo cada vez que aparezcan las malas hierbas, siendo de gran importancia los primeros raspados, cuando la planta es aún pequeña.

#### **TUTORADO:**

Anderlini citado por Casavilca (2008), menciona que el tutorado es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. Existen diferentes tipos de tutorado, como son soporte individual, soporte en pirámide, soporte colgado, soporte en espaldera.

## **PODAS:**

De acuerdo a Van citado por Casavilca (2008), afirma que la poda consiste en eliminar los brotes laterales con el fin de conservar el tallo principal. El tomate de crecimiento tipo determinado no requiere poda, porque es de floración apícola, por ello, se controla a si misma. El objeto de la poda es acomodar a la planta al sistema de tutorado, regular el desarrollo de la planta, lograr más eficacia en el control fitosanitario y obtener mejores rendimientos en calidad. En tal sentido se puede dejar 1 a 3 tallos por planta, de acuerdo al sistema que se desea conseguir. Las plantas con un solo tallo dan producciones más precoces, mientras que con 2 a 3 tallos la producción es más alta.

## **COSECHA:**

De acuerdo a Van citado por Casavilca (2008), sostiene que los tomates se cosechan en diferentes estados de madurez: verde maduro, apenas muestran un color amarillento rosado pintón, rosado, los frutos aparecen coloreado la mitad, pintón avanzado color rojo rosado y pintón rojo maduro, cuando el color es rojo intenso.

## **RENDIMIENTO:**

Según Maroto citado por Casavilca (2008), señala que los rendimientos en término medio para las variedades de consumo en fresco es de 40 t/ha, para las variedades híbridas de mayor precocidad con técnicas forzadas de 70t/ha, e invernaderos de 100 t/ha.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL EXPERIMENTO.**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el invernadero del área de suelos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicada en la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho a 2750 m.s.n.m., cuyas coordenadas son 13°09'56" Latitud sur y 74°13'40.2" Longitud oeste.

#### **2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

El terreno seleccionado para la extracción de suelo empleado en el presente experimento corresponden a un área representativa de Pampa del Arco, cuya topografía es ligeramente plana y microtopografía ligeramente ondulada, suelo de color claro, con regular drenaje superficial y con profundidades de 10 a 25 cm, que a la fecha de su extracción el suelo se encontraba en descanso por varios años y cubiertos de maleza los cuales se

tuvieron que desyerbar para su posterior zarandeo, secado y luego ser empleados en las macetas experimentales.

### 2.3. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO.

Con la finalidad de conocer la composición química del suelo, se tomó muestra representativa de la parte superficial (20 cm), el cual fue analizado en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga cuyos resultados se muestran en el cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1:** Resultado del análisis químico del suelo experimental

<b>Características</b>	<b>Método</b>	<b>Contenido</b>
Materia orgánica (%)	Walkley y Black	2.20
Nitrógeno total (%)	Semi-micro Kjeldahl	0.11
P disponible (ppm)	Bray y Kurtz II	10.60
K disponible (ppm)	Morgan y Peech	182
pH – H <sub>2</sub> O	Potenciómetro	7.30

Según Ibáñez y Aguirre (1983), se trata de un suelo neutro, pobre en materia orgánica y nitrógeno total, bajo en fósforo disponible y medio en potasio.

### 2.4. ANÁLISIS QUÍMICO DEL GUANO DE ISLA.

Para la determinación de las características químicas del guano de isla, se tomó una muestra representativa de la misma, para su análisis respectivo en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El resultado de este análisis se muestra en el cuadro 2.2.

**Cuadro 2.2.** Análisis químico del guano de isla empleado en el experimento.

pH	%M.O	%N.T.	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O
5.81	10.02	10.76	2.76	1.43

## 2.5. MATERIAL GENÉTICO- PLANTA INDICADORA.

Se utilizó como planta indicadora el tomate de la variedad "Río Grande" cuyas características son las siguientes:

- Planta de porte determinado.
- Período vegetativo medio.
- Crecimiento vigoroso y de follaje frondoso.
- Forma del fruto es cuadrada alargada con ápice ligeramente apuntado.
- Planta muy productiva y rústica.
- Resistente al transporte.

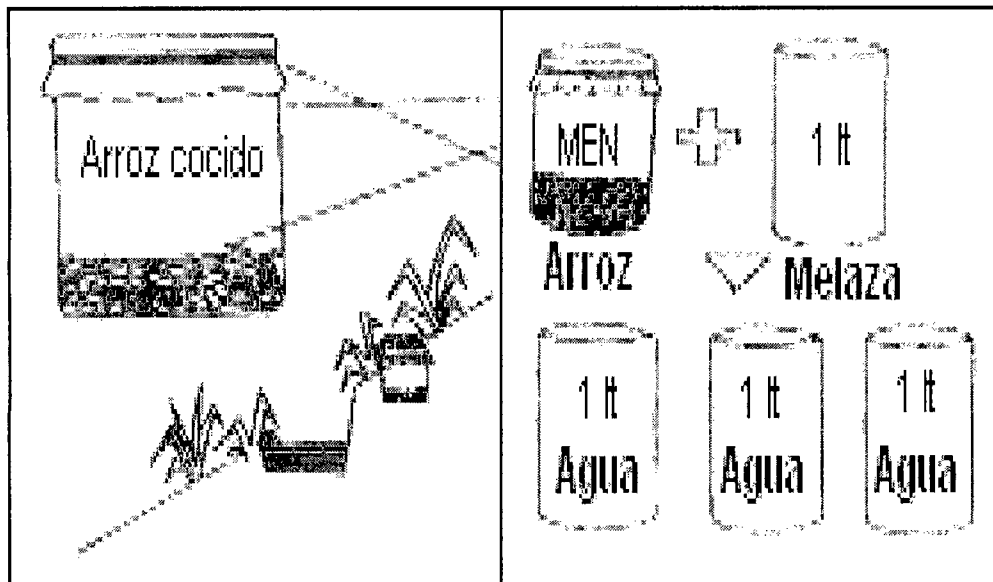
El tomate como planta indicadora mostró a través de su rendimiento de fruto, rendimiento en materia seca de la parte foliar, longitud polar, diámetro del fruto y número de frutos, el grado de solubilización del guano de isla.

## 2.6. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

### 2.6.1 OBTENCIÓN DE LA SOLUCIÓN MADRE DE MEN.

Para obtener la solución madre de Microorganismos Eficientes Naturales (MEN), se procedió con su captura, bajo una técnica sencilla, que

consistió en colocar frascos con arroz cocido, cubierto con un pedazo de tela nylon sobre la boca del frasco para evitar el ingreso de insectos y sustancias extrañas; el frasco así preparado se depositó en una compostera ubicado en los terrenos del área de suelos, durante 2 semanas, periodo después del cual se extrajo el arroz (impregnado de microorganismos), se licuó y se mezcló con 1 litro de melaza y 3 litros de agua, sometiéndose a una fermentación anaeróbica durante una semana, obteniéndose de esta manera la solución madre de MEN, con un pH de 3.5 (Fig. 2.1).



**Fig. 2.1.** Proceso de captura y preparación de la solución madre de MEN

## **2.6.2 ANÁLISIS BIOLÓGICO DE LOS MICROORGANISMOS EFECTIVOS NATURALES.**

Según Gálvez (2009), que realizó el análisis básico de las muestras obtenidas de los capturadotes de microorganismos (Arroz impregnado de microorganismos) y de la solución de MEN (luego de su reproducción), reporta la existencia de microorganismos tanto de bacterias



en mayor cantidad y hongos en menor cantidad. Por la analogía del procedimiento y método empleado en la obtención de la solución madre de MEN en el presente trabajo de investigación se asume de igual forma la presencia de diversas colonias de bacterias, las cuales son Gram positivas y Gram negativas de formas mayormente cocobacilares y cocos, observándose en los hongos las hifas y las conidias.

### **2.6.3. PROCESO DE INCUBACIÓN DEL GUANO DE ISLA.**

Una vez obtenida la solución madre de MEN, se procedió a incubar el guano de isla, colocando las muestras en 5 envases. El primero se incubó durante 5 días, el segundo durante 10 días, el tercero durante 15 días y el cuarto durante 20 días; también se incluyó un factor testigo, que consistió en utilizar el guano de isla en su estado original (sin incubación, equivalente a 0 días de incubación).

La incubación consistió en colocar el guano de isla en un frasco en cantidades de acuerdo a los requerimientos de cada tratamiento y por cada periodo de incubación, de tal manera que se contó con cinco frascos a los cuales se le añadió la solución de MEN en una proporción aproximada de peso-volumen de 1:1 para luego con una espátula mezclarlo homogéneamente, posteriormente el frasco se selló herméticamente y se dejó en reposo para su fermentación durante diferentes periodos de tiempo tal como lo detalla la Fig. 2.2

Transcurrido los diferentes periodos de tiempo, se abrieron los embases del incubado y se escurrió la solución de MEN sobrenadante para luego proceder a su respectivo secado al medio ambiente y bajo sombra; a

medida que las muestras fueron secando, estos fueron disgregados y mullidos progresivamente obteniendo al final del proceso una muestra pulverizada el cual estará lista para su aplicación a las macetas.

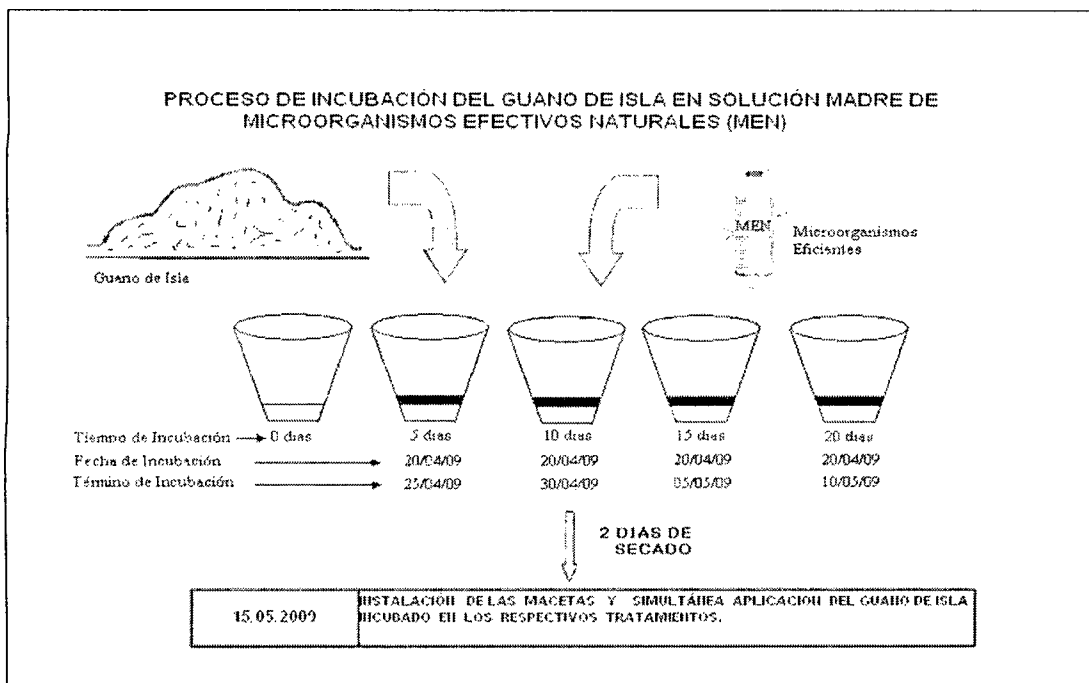


Fig. 2.2. Proceso de incubación del guano de isla en solución madre de MEN.

#### 2.6.4 PREPARACIÓN DE LAS MACETAS.

Se utilizó como macetas, baldes de plástico de 18 Lt. de capacidad con 38 cm de alto y 28 cm de diámetro, a los cuales se les realizó agujeros en la base para favorecer el drenaje de agua. Todas las macetas fueron etiquetadas de acuerdo a los tratamientos y repeticiones quedando listo para su instalación.

#### 2.6.5 FACTORES EN ESTUDIO Y TRATAMIENTOS.

Como factores en estudio se han considerado:

- El tiempo de incubación del guano de isla en solución de microorganismos ( $X_1$ : días) : 0, 5, 10, 15, 20.

- Los niveles de guano de Isla ( $X_2$ : kg. ha<sup>-1</sup>) : 50, 550, 1050, 1550, 2050  
Los que se combinaron de acuerdo a la estructura del diseño 03 de Julio, resultando 13 tratamientos (cuadro 2.4)

## 2.6.6 LABORES AGRONÓMICAS REALIZADAS.

### ***Preparación de suelo:***

Esta labor fue realizada días previos a la instalación del experimento, haciendo uso de un zapapico se procedió al deshierbo y limpieza de la parte superficial del terreno seleccionado para posteriormente hacer una remoción de suelo hasta una profundidad aproximada de 20 cm., luego se zarandeó utilizando una malla de 7.0 mm de diámetro. El suelo zarandeado se dejó secar al medio ambiente para su posterior pesado e instalación en las macetas.

### ***Instalación de las macetas:***

Una vez obtenida las macetas acondicionadas, se colocó en la base una capa de grava seleccionada en un espesor aproximado de 5 cm. p para que permita el drenaje de agua excedente, sobre los cuales se agregó 18 Kg. de suelo seleccionado seco al ambiente, dejando un espacio libre de 5 cm. que servirán para realizar el riego; posteriormente se distribuyeron en 4 columnas (repeticiones) y 13 filas (tratamientos) de acuerdo al diseño experimental.

### ***Abonamiento:***

Esta actividad se realizó previo al trasplante, extrayendo de la parte superior de la maceta un aproximado de 2 Kg. de suelo, al cual se añadió y

mezcló homogéneamente las dosis de Guano de Isla tratadas en MEN de acuerdo a los niveles establecidos en los tratamientos del D3J (cuadro 2.3) para posteriormente devolverlos a su respectiva maceta, quedando de esta manera listo para recibir el trasplante de las plántulas de tomate.

### ***Trasplante:***

El trasplante de las plántulas de tomate hacia las macetas se realizó aproximadamente a los 45 días de la siembra del almacigo, para lo cual previamente se aclimató el almacigo exponiéndolo gradualmente a la luz y suprimiendo gradualmente el riego, se arrimó suelo de la parte central de la maceta al contorno con los cuales posteriormente se realizaron el aporque, se colocaron por seguridad 2 plantas por maceta.

### ***Riego:***

El primer riego se realizó un día antes del trasplante para tener un suelo a capacidad de campo y crear condiciones adecuadas que faciliten la labor del trasplante, los riegos posteriores al trasplante se realizaron de manera controlada, sin exceder la humedad para evitar la enfermedad de la “chupadera”, la cantidad de agua de riego se fue incrementando a medida que la planta fue desarrollando y de acuerdo a sus requerimientos, siempre manteniendo la humedad del suelo a capacidad de campo.

### ***Aporque:***

Esta labor se realizó a los 45 días después de la siembra y consistió en arrimar tierra al pie de la planta, con la finalidad de evitar el

volcado, inducir la emisión de raíces adventicias, aumentar el espacio para el desarrollo radicular y control de las malezas.

***Poda:***

Esta actividad consistió en eliminar los brotes laterales de la planta con el fin de conservar el tallo principal, acomodar a la planta al sistema de tutorado, regular el desarrollo de la planta. Lograr más eficacia de control fitosanitario y obtener mejores rendimientos.

***Tutorado:***

Esta actividad fue realizada para que la planta se mantenga erguida y evitar que los frutos toquen al suelo, para lo cual se templaron alambres nº 16 en los extremos de cada tratamiento a una altura aproximada de 0.80 Cm. de la maceta. En la dirección de cada planta se ató una cuerda al alambre y el otro extremo al cuello de la planta y conforme fue creciendo se fue enrollando al tallo de la planta; la cuerda empleada fue rafia atada lo suficientemente floja con el fin de que no afecte el normal crecimiento y desarrollo de la planta.

***Cosecha:***

Esta actividad se realizó cuando los frutos empezaron a cambiar de color, de su color verde característico a rojo pálido y rojo, de esta manera se realizaron hasta 4 cosechas, el 04 de noviembre, 15 de noviembre, 21 de noviembre y el 29 de noviembre del 2009, se realizó en forma manual a medida que el fruto fue adquiriendo el estado de pintón. En cada cosecha

se procedió a la clasificación y pesado de cada fruto por cada tratamiento respectivamente.

## 2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El experimento se condujo utilizando el Diseño 03 de Julio (D3J), para dos factores; los niveles a emplearse en cada factor se indican en el cuadro 2.3, se plantean tomando como referencia trabajos de investigación anteriores.

**Cuadro 2.3.** Tiempo de Incubación (Días) y Nivel de G.I. Isla (Kg.Ha<sup>-1</sup>)

NIVEL DEL FACTOR EN ESTUDIO			
Nº	Xi Codificado	Tiempo de Incubac.(Días)	Nivelde GI (Kg.Ha <sup>-1</sup> )
1	-2	0	50
2	-1	5	550
3	0	10	1050
4	1	15	1550
5	2	20	2050

La estructura de los tratamientos, de acuerdo al D3J es tal como se indica en el cuadro 2.4

Los tratamientos se distribuyeron en diseño completamente al azar (DCA). Cada tratamiento se repitió tres veces, de manera que el experimento contó con 39 unidades experimentales.

**Cuadro 2.4.** Estructura de tratamientos en el D3J, para 2 factores.

Tratamiento.	Xi Codificado		Tiempo de Incubación. (días)	Nivel de Guano de Isla (Kg.Ha <sup>-1</sup> )
	Nº	X1		
1	-2	-2	0	50
2	2	-2	20	50
3	-2	2	0	2050
4	2	2	20	2050
5	-2	0	0	1050
6	-1	0	5	1050
7	1	0	15	1050
8	2	0	20	1050
9	0	-2	10	50
10	0	-1	10	550
11	0	1	10	1550
12	0	2	10	2050
13	0	0	10	1050

## 2.8. CROQUIS DEL EXPERIMENTO.

La ubicación de las macetas se realizó de acuerdo al croquis mostrado en la Fig. 2.3

**Fig. 2.3.** Croquis del experimento

UBICACIÓN DE LAS MACETAS EXPERIMENTALES													
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
Días de Incubación	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10
Niveles de G.I	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	2050	2050	1050
REPLICACIONES	r1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	r2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	r3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TOTAL: 39 Unidades Experimentales													

## **2.9. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.**

### **2.9.1. MATERIA SECA DE LA PARTE AÉREA.**

Se realizó en base al rendimiento de materia seca de la parte foliar, una vez concluida la etapa fenológica del cultivo de tomate se procedió con el corte desde el cuello de la planta, para luego llevarlo a la estufa durante 72 horas a una temperatura constante de 70 ° C, posteriormente con el empleo de una balanza analítica se pesó las muestras de cada unidad experimental, obteniéndose al final el promedio de peso de materia seca por tratamiento.

### **2.9.2. RENDIMIENTO DE FRUTOS.**

Este parámetro fue evaluado en base al peso de los frutos de las tres cosechas realizadas, obteniendo al final el peso promedio de frutos por tratamiento, para cuya operación se empleó una balanza analítica.

### **2.11.3. LONGITUD DE FRUTOS.**

Para la evaluación de este parámetro se utilizó una regla graduada simple, con lo cual se determinó la longitud polar de los frutos de las tres cosechas realizadas, obteniendo al final la longitud promedio de los frutos por tratamiento.

### **2.11.4. DIAMETRO DE FRUTOS.**

Para la evaluación de este parámetro se utilizó una regla graduada simple, con lo cual se determinó el diámetro ecuatorial de los frutos de las tres cosechas realizadas, obteniendo al final la longitud y el diámetro promedio de los frutos por tratamiento.



#### **2.11.5 NÚMERO DE FRUTOS.**

Se realizó el conteo de los frutos obtenidos en cada cosecha y por cada tratamiento, obteniendo al final de las tres cosechas realizadas el promedio de frutos por cada tratamiento.

#### **2.11.6 DETERMINACIÓN DE NUTRIENTES DISPONIBLES EN EL INCUBADO.**

Pasado los respectivos períodos (días) de incubación del guano de isla, se realizó el análisis químico, para determinar la cantidad de nutrientes disponibles, liberado por el efecto solubilizante de la solución de los MEN.

#### **2.10. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANALISIS ESTADISTICO.**

Con los resultados de las variables evaluadas se realizó los análisis estadísticos correspondientes: a) el análisis de varianza, para determinar el efecto de cada tratamiento sobre la producción del cultivo, y b) el análisis de regresión, para determinar el modelo polinomial que explique el comportamiento de las variables sobre la producción del cultivo, utilizando la metodología descrita por Tineo (2006).

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 DEL RENDIMIENTO DE FRUTOS DE TOMATE.

En el cuadro 01 del anexo se presenta los resultados del rendimiento de tomate en peso de fruto (g / maceta), en la que se observa que todos los tratamientos superan al testigo; correspondiendo el valor más alto al Tratamiento T4 que corresponde al nivel mas alto de guano de isla (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubada por 20 días) con un rendimiento de 1454.03 g/maceta; mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el Tratamiento T1 correspondiente al testigo que recibió el nivel mínimo de guano de isla ( 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar), con un rendimiento de apenas 237.83 g/maceta. También se debe destacar el hecho de que en los tratamientos T5 al T8 que recibieron los mismos niveles de abonamiento (1050 kg.ha<sup>-1</sup>), pero con diferentes días de incubación en solución de MEN ( 0, 5, 10, 15 y 20 días); en el tratamiento T5 (1050 kg.ha<sup>-1</sup> de GI sin incubar) sólo se consiguió un rendimiento de 687.78

g/maceta, mientras que el tratamiento T8 con el mismo nivel de abonamiento ( $1050 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de GI), pero incubado por 20 días obtuvo un rendimiento de  $1125.27 \text{ g}/\text{maceta}$ ; esta diferencia sustancial en cuanto a producción de fruto se debe básicamente al hecho de que el tratamiento T5 no fue incubada, mientras el tratamiento T8 fue sometido al periodo máximo de incubación (20 días). Estos resultados permiten afirmar que hubo un efecto positivo de los microorganismos efectivos naturales (MEN) en la solubilidad del guano de isla, que se traduce en la obtención de mejores rendimientos de fruto de tomate.

El cuadro 3.1 del ANVA muestra diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos. Esto demuestra la influencia de los niveles de guano de isla y del tiempo de incubación en la producción de tomate.

**Cuadro 3.1:** Análisis de variancia para el rendimiento de frutos del tomate (g / maceta)

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	3670493.444	305874.454	47.84	<0.0001 **
Error	26	166248.770	6394.183		
Total	38	3836742.214			

**C.V. = 9.055%**

Para determinar los contrastes de las medias de cada uno de los tratamientos se realizó la prueba de Duncan Cuadro 3.2); esta prueba señala que el rendimiento más altos ( $1454.08 \text{ kg}/\text{maceta}$ ) corresponde al tratamientos T4 ( $2050 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de G.I. incubado por 20 días), superior a los obtenidos por los tratamientos T8 ( $1050 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de G.I. incubado por 20 días), T12 ( $2050 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de G.I. incubado por 10 días), T7 ( $1050 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de

G.I. incubado por 15 días), T3 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado por 0 días), T2 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de RF incubado por 20 días), y T13 (1050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado 10 días) y T11 (1050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado 10 días), Por otro lado los rendimientos más bajos se obtuvieron con los tratamientos: T9 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado por 10 días), y T1 (testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar); en éstos tratamientos los niveles de abonamiento con guano de isla son bajos y sometidos a periodos de incubación de 10 a cero días respectivamente.

**Cuadro 3.2:** Prueba de Duncan para el rendimiento promedio de frutos de tomate (g / maceta)

Tratamiento	Rend. Prom. de tomate Peso fruto / maceta	Grupo Duncan (0.05)
T 4 (2, 2)	1454.08	a
T 8 (2, 0)	1125.27	b
T12 (0, 2)	1093.73	b
T 7 (1, 0)	1058.95	b
T 3 (-2, 2)	1043.27	b
T13 (0, 0)	1031.33	b c
T11 (0, 1)	1003.46	b c
T 2 (2,-2)	895.44	c
T 6 (-1, 0)	736.67	d
T 5 (-2, 0)	687.78	d
T10 (0,-1)	632.85	d
T 9 (0,-2)	476.69	e
T 1 (-2,-2)	237.83	f

Los resultados sugieren que la solución madre de MEN tuvo un efecto positivo en la solubilización del guano de isla.; asimismo una mayor

cantidad de guano de isla incubada aplicada en el cultivo, se traduce en mayores rendimientos. Esta respuesta probablemente se deba a que una mayor nivel de guano de isla incubada en una solución de MEN contiene una mayor cantidad de nutrientes disponible para la planta, lo que permite que el cultivo los aproveche en todas las etapas de su desarrollo.

En los resultados se pueden hacer comparaciones muy interesantes; como la de los tratamientos que recibieron alta dosis de abonamiento (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I.) como son los tratamientos T4 (incubada por 20 días), T12 (incubada por 10 días) y T3 (sin incubar), en los que los rendimientos presentan marcada variación, correspondiendo los rendimientos más altos (1454.03 g y 1093.73 g) a los tratamientos T4 y T12 respectivamente en comparación al T3 que fue de 1043.27 g; asimismo, al comparar los tratamientos que recibieron una dosis media de abonamiento: T8 (incubado por 20 días), T7 (incubado por 15 días), T13 (incubado por 10 días), T6 (incubado por 5 días), T5 (sin incubar), se observa que los 3 primeros alcanzaron rendimientos de 1125.27 g 1058.95 g y 1031.33 g respectivamente, superando ampliamente a los tratamientos T6 y T5 con 736.67 g y 687.78 g respectivamente. Al comparar los Tratamientos con niveles bajos de abonamiento como son el T2 (incubado por 20 días), T9 (incubado por 10 días) y el tratamiento T1 (sin incubar), el primero alcanzó un rendimiento de 895.44 g., el segundo 469.69 frente a los 237.83 g conseguidos por el no incubado. De estas comparaciones se desprende que todos los tratamientos que muestran rendimientos elevados, poseen mayores niveles de guano de isla y han sido tratados por periodos más largo de incubación en solución de MEN, los cuales han tenido una gran

influencia positiva en los tratamientos, incluso en los que poseen una dosis baja de abonamiento. Esta es una de las mejores evidencias que permite afirmar que la solución de MEN tiene un efecto solubilizante en el guano de isla. Higa y Parr (1991), mencionan que los microorganismos tienen efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular. La FAO (2007), menciona que la materia orgánica se descompone a través de la actividad de los microorganismos (bacterias, hongos, etc.) que se van alimentando de ella, y al entrar en contacto, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes; estos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumenta la cantidad de humus, esto ayuda a mejorar el crecimiento de las plantas y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible de la agricultura orgánica . Kuprat (2004), manifiesta que los microorganismos promueven la transformación aeróbica de los compuestos orgánicos, evitando que se liberen gases generadores de malos olores (sulfurosos, amoniacaes y mercaptanos); además incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante ya que durante el proceso de fermentación, se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que al ser incorporados al suelo mejoran sus características físicas, químicas y microbiológicas.

En el análisis de regresión (cuadro 3.3 y 3.4) para estimar la influencia del tiempo de incubación ( $X_1$ ) y el nivel de guano de isla incubada ( $X_2$ ), en la producción de tomate, muestra significación estadística para los componentes lineales de ambos factores; por lo que no es posible, con los tratamientos estudiados, determinar los niveles de ambos factores que maximizan la producción de tomate. Asimismo los valores para  $X_1$  y  $X_2$  señalan que es posible incrementar los días de incubación así como aplicar mayores niveles de guano de isla incubada para posibilitar un mayor rendimiento de frutos de tomate.

**Cuadro 3.3:** Análisis de regresión para el rendimiento de frutos de tomate

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
$X_1$	1	1282566.718	1282566.718	144.46	<.0001 **
$X_2$	1	2160104.975	2160104.975	243.31	<.0001 **
$X_{11}$	1	38539.767	38539.767	4.34	0.0450 NS
$X_{22}$	1	31163.789	31163.789	3.51	0.0699 NS
$X_1X_2$	1	45702.426	45702.426	5.15	0.0299 NS

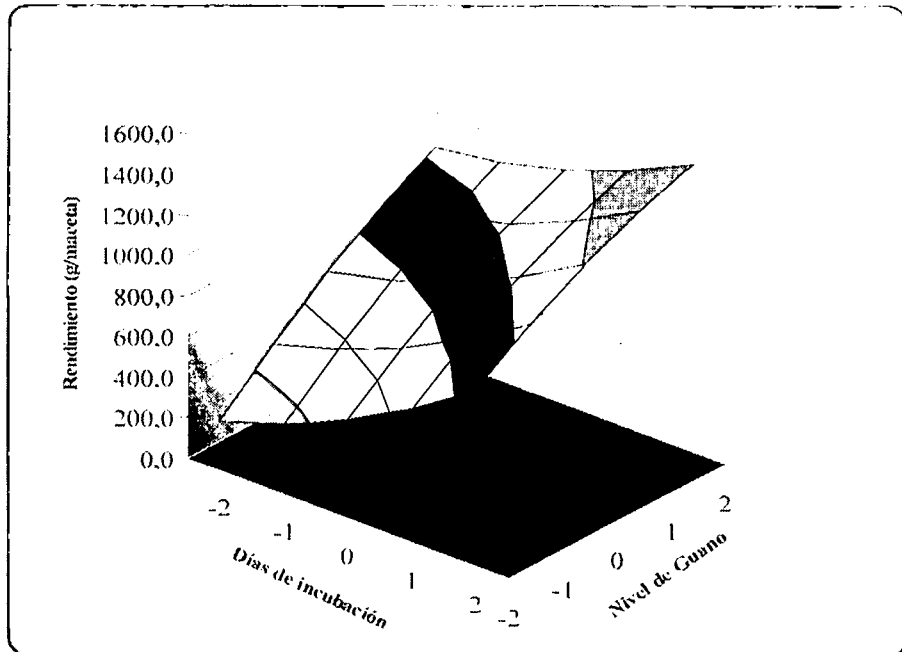
**Cuadro 3.4:** Coeficientes de regresión del modelo polinomial para el rendimiento de frutos de tomate.

Parámetro	Valor Estimado	T para $H_0$ : Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	879.611	34.88	25.216	<.0001 **
$X_1$	128.231	12.02	10.669	<.0001 **
$X_2$	166.414	15.60	10.668	<.0001 **
$X_{11}$	17.311	2.08	8.308	0.0450 NS
$X_{22}$	-15.565	-1.87	8.308	0.0699 NS
$X_1X_2$	-15.428	-2.27	6.799	0.0299 NS

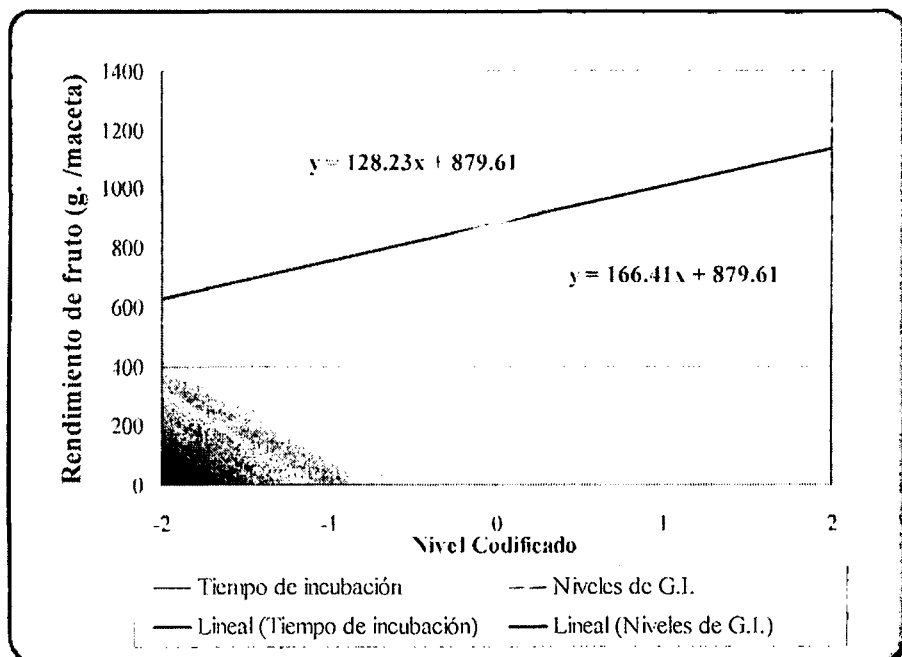
Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta) para el rendimiento de fruto de tomate, la ecuación obedece al modelo:

$$Y = 879.611 + 128.231 X_1 + 166.414 X_2 + 17.311 X_1^2 - 15.566 X_2^2 - 15.428 X_1 X_2 + e$$

El gráfico de Superficie de respuesta se muestra en el gráfico 3.1.



**Gráfico 3.1:** Superficie de respuesta para el rendimiento de frutos de tomate.



**Gráfico 3.2:** Efecto del G.I. incubada en MEN en el rendimiento de frutos de tomate.



En el gráfico 3.2 se destaca que la pendiente lineal creciente que corresponde al factor  $X_2$ : nivel de G.I. y el factor  $X_1$ : tiempo de incubación en MEN, también podemos destacar que la pendiente lineal del factor  $X_2$ : nivel de G.I. esta ligeramente pronunciada en comparación con la pendiente lineal el  $X_1$ : tiempo de incubación, esto nos indica que los niveles de G.I. es el factor que más influencia tiene sobre la producción del fruto de tomate.

Una inspección visual al gráfico 3.1, permite llegar a la misma conclusión, debido a que la pendiente de la superficie hacia el eje del factor  $X_2$  (niveles de G.I.) presenta mayor inclinación que la pendiente de la superficie del factor  $X_1$  (días de incubación).

Para una mejor apreciación visual de estos resultados se presenta las siguientes fotografías:



**FOTO 3.1:** Planta de tomate en fructificación (Tratamiento T1 al T4)

En la foto 3.1, se observa que la diferencia es muy evidente entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4. En aquellos que se aplicaron mayores dosis

de guano de isla (T3 y T4) e incubadas por mayores periodos de tiempo, ofrecen mayor mayores rendimientos de frutos. Desprendiéndose así que los MEN, tienen efecto positivo en la solubilización del Guano de Isla.



**FOTO 3.2:** Planta de tomate en fructificación (Tratamiento T5 al T8)

De igual modo, en la foto 3.2 se nota una diferencia muy evidente en cuanto a producción de frutos de tomate ya que los tratamientos T5, T6, T7 y T8, recibieron las mismas dosis de abonamiento, pero incubadas por periodos diferentes, siendo los tratamientos con mayor periodos de incubación los que mayores rendimientos obtuvieron, deduciéndose que cuando más tiempo se lleva a cabo la incubación existe mayor liberación de nutrientes a partir del guano de isla.

Finalmente, en la foto 3.3 se observa la diferencia entre los tratamientos T9, T10, T13, T11 y T12. en las que la constante fueron los días de incubación (10 días), pero con diferentes niveles de abonamiento,

siendo los que más produjeron aquellos que recibieron mayores dosis de abonamiento, deduciéndose de esta manera que las dosis de abonamiento también influyen en la producción de tomate.

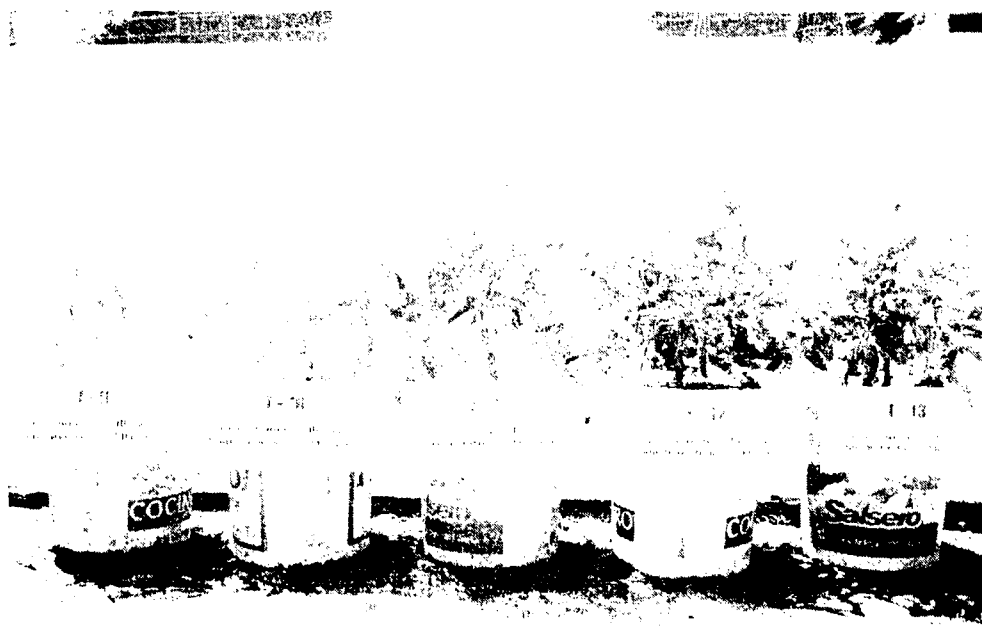


FOTO 3.3: Planta de tomate en fructificación (Tratamiento T9 al T13)

### 3.2 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE LA PARTE FOLIAR DEL TOMATE.

Los resultados del rendimiento en materia seca de la parte foliar de la planta de tomate se muestra en el cuadro 02 del anexo, precisa que todos los tratamientos superan al testigo; siendo el valor más alto el tratamiento T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubada por 20 días) con un rendimiento de 46.25 g/maceta; mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el Tratamiento T1 (Testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar), con un rendimiento de apenas 11.52 g/maceta. También se destaca el hecho de que con el Tratamiento T3 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I.) fertilizado con un nivel máximo de

abonamiento pero sin incubar se consiguió un rendimiento de 32.96 g/maceta que al realizar comparación con el tratamiento T4 que tubo el mismo nivel de abonamiento máximo (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I.) pero incubado por 20 días, se observa que hay diferencia significativa. Estos resultados afirman el efecto positivo de la solución de MEN en la solubilidad del guano de isla que se traduce en mayor formación de la parte foliar y por ende mayor rendimientos de materia seca de la planta.

**Cuadro 3.5** ANVA de la producción de materia seca en tomate.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	2953.73908	246.14492	20.74	< .0001 **
Error	26	308.52127	11.86620		
Total	38	3262.26034			

**C.V. = 11.39%**

El cuadro 3.5, ANVA de la producción de materia seca de la parte foliar muestra diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos. Esto indica que hubo influencia en la producción de materia seca de la parte foliar del tomate.

Para determinar la importancia de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan (cuadro 3.6)

**Cuadro 3.6** Prueba de Duncan del rendimiento promedio de materia seca en g/maceta.

Tratamiento	Rend. prom. de materia seca g/maceta	Grupo Duncan (0.05)
T 4 ( 2, 2)	46.250	a
T 7 ( 1, 0)	35.257	b
T 13 ( 0, 0)	35.070	b
T 8 ( 2, 0)	34.913	b
T 12 ( 0, 2)	34.583	b
T 10 ( 0, 2)	34.253	b
T 11 (-1, 0)	34.113	b
T 3 (-2, 2)	32.960	b
T 6 (-1, 0)	28.630	b c
T 2 ( 2,-2)	26.477	c d
T 5 (-2, 0)	21.277	d e
T 9 ( 0,-2)	17.870	e
T 1 (-2,-2)	11.520	f

Los resultados obtenidos en el cuadro 3.6 nos demuestra que el rendimiento más alto 46.25 g. corresponde al tratamiento T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado por 20 días) correspondiente al nivel máximo de abonamiento e incubado por el periodo más largo; y los rendimientos más bajos se obtuvieron en los tratamientos T5 (1050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar), T9 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I incubado 10 días) y T1 (testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar) con 21.28 g/maceta, 17.87 g/maceta y 11.52 g/maceta respectivamente, en los cuales los niveles de abonamiento fueron mínimos y los periodos de incubación cortos o nulos como el caso del tratamiento T1 que es el tratamiento testigo.

Similar a la variable anterior, en este caso también la solución madre de MEN tuvo un efecto positivo en la solubilidad del G.I.; de la misma forma niveles crecientes de G.I. incubada por periodos prolongados y aplicada en el cultivo, se traduce en mayores rendimientos. Esta respuesta probablemente se deba a que una mayor cantidad de G.I. incubada en solución de MEN por periodos más largos (considerando rangos de 5 a 20 días) contiene una mayor cantidad de nutrientes disponibles para la planta, lo que permite que el cultivo los aproveche adecuadamente en las distintas etapas de su desarrollo.

Realizando comparaciones entre algunos tratamientos; como los de alta dosis de abonamiento, T4 (incubado por 20 días), T12 (incubado por 10 días) y T3 (sin incubar), encontramos que los rendimientos presentan una variación notable, correspondiendo los rendimientos más altos (46.25 g y 34.58 g.) a los tratamientos T4 y T12 respectivamente, en comparación al tratamiento T3 que es de 32.96 g, resultados que estaría demostrando la influencia de los días de incubación en la solubilidad de nutrientes del G.I. De igual forma, si comparamos los tratamientos que recibieron una dosis media de abonamiento: T8 (incubado por 20 días), T7 (incubado por 15 días), T13 (incubado por 10 días), T6 (incubado por 5 días) y T5 (sin incubar), se observa que los 3 primeros alcanzaron rendimientos de 34.91 g, 35.26 g y 35.07 g respectivamente, superando a los tratamientos T6 y T5 con 28.63 g y 21.28 g respectivamente. Resultados que también demostrarían la influencia del factor días de incubación en la solución de nutrientes del guano de isla por efectos del MEN. Asimismo al comparar los tratamientos con niveles bajos de abonamiento como son el T2 (incubado

por 20 días), T9 (incubado por 10 días) y T1 (sin incubar), el primero alcanzó un rendimiento de 26.48 g, el segundo 17.87, frente a los 16.55 g conseguidos por el no incubado, del cual se deduce la influencia de los días de incubación y niveles de abonamiento. En fin, todos los tratamientos que muestran elevados valores, han sido tratados con MEN y por periodos de incubación largos, demostrándose su influencia positiva en los tratamientos, incluso en los que poseen una dosis baja de abonamiento. Esto permite afirmar que la solución de MEN tiene un efecto solubilizante sobre el G.I.

El análisis de regresión (Cuadro 3.7 y 3.8) para estimar la influencia del tiempo de incubación ( $X_1$ ) y el nivel de guano de isla Incubada ( $X_2$ ), en la producción de materia seca de la parte foliar de tomate, muestra alta significación estadística para el componente lineal de ambos factores. No existe significación estadística para el efecto cuadrático del primer factor, pero se observa significación estadística para el componente cuadrático del segundo factor; por lo que no es posible, determinar con el primer factor el nivel que maximice la producción de materia seca, mientras tanto el segundo factor muestra una ligera tendencia cuadrática, sin embargo no es posible considerar un nivel que maximice la producción de materia seca. Por lo que los valores de  $X_1$  y  $X_2$  señalan que es posible incrementar los días de incubación para posibilitar un mayor rendimiento en materia seca del tomate.

**Cuadro 3.7:** Análisis de regresión para el rendimiento de materia seca.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X <sub>1</sub>	1	942.80247	942.80247	48.07	<.0001 **
X <sub>2</sub>	1	1544.95102	1544.95102	78.77	<.0001 **
X <sub>11</sub>	1	24.23811	24.23811	1.24	0.2743 NS
X <sub>22</sub>	1	40.80112	70.80112	3.61	0.0662 NS
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	1	2.08333	2.08333	0.11	0.7465 NS

C.V. =14.64%

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	32.59629	27.50	1.18519868	<.0001 **
X <sub>1</sub>	3.476667	6.93	0.50145579	<.0001 **
X <sub>2</sub>	4.450513	8.88	0.50145579	<.0001 **
X <sub>11</sub>	-0.434124	-1.11	0.39052135	0.2743 NS
X <sub>22</sub>	-0.741967	-1.90	0.39052135	0.0662 NS
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	-0.104167	-0.33	0.31961661	0.7465 NS

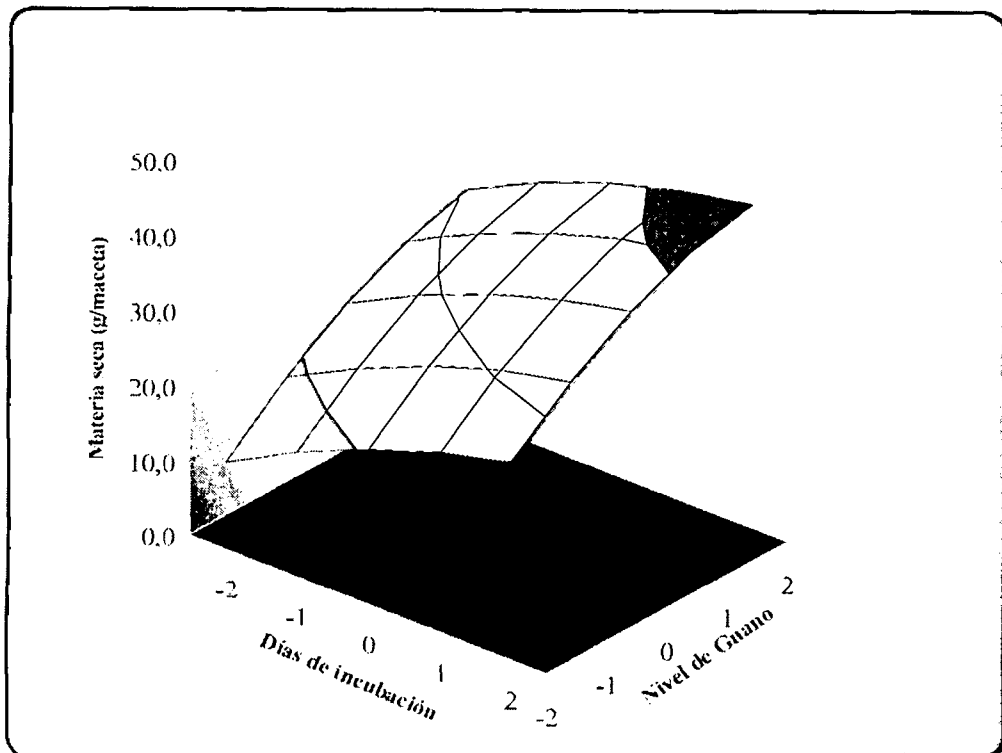
**Cuadro 3.8:** Coeficientes de regresión del modelo polinomial para el rendimiento de materia seca.

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta) para el rendimiento en materia seca, la ecuación obedece al modelo:

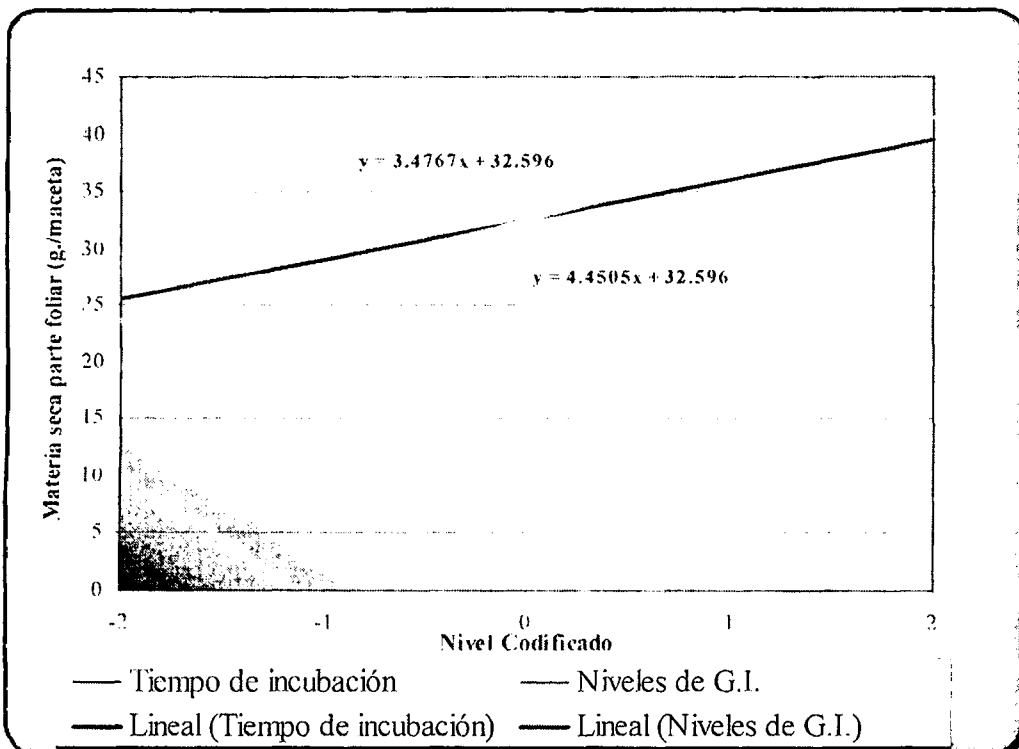
$$Y = 32.596 + 3.477 X_1 + 4.451 X_2 - 0.434X_1^2 - 0.742 X_2^2 - 0.104 X_1 X_2 + e$$

El gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:





**Gráfico 3.3:** Superficie de respuesta para el rendimiento de materia seca en tomate



**Gráfico 3.4:** Efecto del Guano de Isla incubada en MEN en el rendimiento de materia seca de tomate.

En el gráfico 3.4 se destaca que la pendiente lineal creciente que corresponde al factor  $X_2$ : nivel de G.I. y el factor  $X_1$ : tiempo de incubación en MEN, también podemos destacar que la pendiente lineal del factor  $X_2$ : nivel de G.I. esta ligeramente pronunciada en comparación con la pendiente lineal el  $X_1$ : tiempo de incubación, esto nos indica que los niveles de G.I. es el factor que más influencia tiene sobre la producción de materia seca de la parte aérea del tomate.

Una inspección visual al gráfico 3.3, permite llegar a la misma conclusión, debido a que la pendiente de la superficie hacia el eje del factor  $X_2$  (niveles de G.I.) presenta mayor inclinación que la pendiente de la superficie del factor  $X_1$  (días de incubación).

Una mejor apreciación visual de los resultados mencionados se percibe en la foto 3.1 que muestra diferencia muy evidente entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4. Los tratamientos en los cuales se aplicaron mayores niveles de G.I. e incubadas por periodos más largos como es el caso del tratamiento T4 que muestra mayor cantidad de biomasa. Por lo que se desprende que los MEN, tienen efecto positivo en la solubilización del G.I.

La foto 3.2 muestra también diferencia evidente entre los tratamientos T5, T6, T13, T7 y T8. Por lo que se desprende que los MEN, tienen efecto positivo en la solubilización del G.I.; cuanto más tiempo se lleva a cabo la incubación existe mayor liberación de nutrientes a partir del G.I.

En la foto 3.3 se observa igualmente la diferencia entre los tratamientos T9, T10, T13, T11 y T12. Podemos notar que niveles crecientes de G.I. incubada durante 10 días incrementan la disponibilidad de

nutrientes disponibles para la planta lo que se traduce en mayor formación de biomasa.

### 3.3 DE LA LONGITUD DEL FRUTO DE TOMATE.

En el Cuadro 3 del anexo se presenta los resultados de la longitud polar de los frutos de tomate, en el cual el tratamiento T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubada por 20 días) presenta el valor más alto, con una longitud de 5.57 cm.; y como en las anteriores variables la menor longitud se obtuvo con el tratamiento T1 (Testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar), con una longitud de 4.49. Con fines comparativos obsérvese el tratamiento T3 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I sin incubar) con el que se consiguió una longitud de fruto de 5.32 cm.; el cual a pesar de poseer el nivel máximo de G.I. presenta una longitud menor al T4, simplemente por no haber sido incubado en solución de MEN.

El cuadro 3.9 de ANVA muestra diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, lo que indica que los tratamientos tuvieron influencia sobre la longitud de los frutos.

**Cuadro 3.9:** ANVA para la longitud en los frutos de tomate.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	3.243	0.271	6.24	< .0001 **
Error	26	1.125	0.043		
Total	38	4.368			

**C.V. = 4.00 %**

Para determinar la importancia de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan. (Cuadro 3.10). Esta prueba señala que los

valores más altos corresponden a los tratamientos T4, T2, T13, T7, T3, T8, T5, T6, T12, en los cuales se aplicaron niveles de abonamiento altos y periodos de incubación largos; los valores bajos se obtuvieron en aquellos tratamientos en la que los niveles de abonamiento fueron bajos y los periodos de incubación cortos o nulos como es el caso del tratamiento T1, correspondiente al testigo con cero días de incubación.

**Cuadro 3.10:** Prueba de Duncan para la longitud de frutos.

Tratamiento	Promedio de la longitud de frutos (mm)	Grupo Duncan (0.05)
T4 (2, 2)	5.570	a
T2 (2,-2)	5.480	a b
T13 (0, 0)	5.393	a b
T7 (1, 0)	5.337	a b
T3 (-2, 2)	5.323	a b c
T8 (2, 0)	5.313	a b c
T5 (-2, 0)	5.307	a b c
T6 (-1, 0)	5.273	a b c
T12 (0, 2)	5.223	a b c
T11 (0, 1)	5.127	b c d
T9 (0,-2)	4.930	c d
T10 (0,-1)	4.773	d e
T1 (-2,-2)	4.490	e

El análisis de regresión (Cuadro 3.11 y 3.12) para estimar la influencia del tiempo de incubación ( $X_1$ ) y el nivel de G.I. incubada ( $X_2$ ), en la longitud polar del tomate, muestra alta significación estadística para los componentes lineales de ambos factores y no significación estadística para el componente cuadrático de ambos factores para la variable en estudio.

Por la tendencia de las pendientes podemos afirmar que el factor  $X_2$ : niveles Guano de isla es ligeramente superior a la respuesta del factor  $X_1$ : tiempo de incubación.

**Cuadro 3.11:** Análisis de regresión para la longitud del fruto de tomate.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
$X_1$	1	0.750	0.750	12.31	0.0013 **
$X_2$	1	0.896	0.896	14.70	0.0005 **
$X_{11}$	1	0.215	0.215	3.53	0.0691 **
$X_{22}$	1	0.156	0.156	2.57	0.1187 NS
$X_1X_2$	1	0.414	0.414	6.80	0.0136 NS

**Cuadro 3.12:** Coeficientes de regresión del modelo polinomial para la longitud del fruto de tomate.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	5.183	78.46	0.066	<0.0001 **
$X_1$	0.098	3.51	0.027	0.0013 **
$X_2$	0.107	3.83	0.027	0.0005 **
$X_{11}$	0.041	1.88	0.021	0.0691 NS
$X_{22}$	-0.034	-1.60	0.021	0.1187 NS
$X_1X_2$	-0.046	-2.61	0.017	0.0136 NS

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta) para la longitud de fruto, la ecuación obedece al modelo:

$$Y = 5.183 + 0.098 X_1 + 0.107 X_2 + 0.041 X_1^2 - 0.035 X_2^2 - 0.046 X_1 X_2 + e$$

### 3.4 DEL DIÁMETRO DEL FRUTO DE TOMATE.

En el cuadro 4 del anexo se muestra los rendimientos obtenidos en cuanto a diámetro de fruto, en los cuales los valores más altos

corresponden al tratamiento T2 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubada por 20 días) con un diámetro de 4.27 cm., mientras que los valores mas bajos se obtuvo con el Tratamiento T1 (Testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar), con un diámetro de 3.52 cm.; Comparativamente se puede observar que entre el tratamiento T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubada por 20 días), sus rendimientos en materia seca son significativamente diferentes, por el hecho de que el tratamiento T3 no fue incubada en solución de MEN; estos resultados permiten afirmar que hubo un efecto positivo de la solución de microorganismos en la solubilidad del G.I., que se traduce en mayores diámetros en los frutos de tomate.

El cuadro 3.13 de ANVA muestra diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, lo que indica que los tratamientos para ambos factores en estudio tuvieron influencia sobre el diámetro de los frutos.

**Cuadro 3.13:** ANVA para el diámetro en los frutos de tomate

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	1.586	0.132	12.78	<.0001 **
Error	26	0.299	0.010		
Total	38	1.855			

**C.V. = 2.55 %**

La prueba de Duncan (Cuadro 3.14) señala que los mayores diámetros corresponden a los tratamientos T2 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado por 20 días), T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> incubado por 20 días), T12 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado 10 días), y T8 (1050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado 20 días), en los

cuales se aplicaron niveles de abonamiento altos y periodos de incubación mayores. Por otro lado los diámetros más bajos se obtuvieron en los tratamientos: T10 (550 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado por 10 días), T9 (3.69 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. y T1 (Testigo: kg.ha<sup>-1</sup> de RF sin incubar), en los cuales se realizaron niveles de abonamiento bajos y periodos de incubación corto o nulos como es el caso del testigo. De estas observaciones podemos deducir que la solución madre de MEN tuvo un efecto positivo en la solubilización del G.I.

Tratamiento	Promedio del diámetro de frutos (mm)	Grupo Duncan (0.05)
T2	4.273	a
T4	4.223	a b
T12	4.117	a b c
T8	4.103	a b c
T7	4.067	b c
T6	4.053	b c
T11	4.020	c
T13	4.007	c
T5	3.960	c d
T3	3.927	c d
T10	3.797	d e
T9	3.687	e f
T1	3.520	f

**Cuadro 3.14:** Prueba de Duncan para el diámetro del tomate.

El análisis de regresión (Cuadro 3.15 y 3.16) para estimar la influencia del tiempo de incubación ( $X_1$ ) y el nivel de G.I. incubada ( $X_2$ ) en el diámetro ecuatorial del tomate, muestra alta significación estadística para los

componentes lineales de ambos factores y no existe diferencia estadística para el componente cuadrático, por lo que no es posible determinar los niveles que maximicen el diámetro del fruto de tomate.

**Cuadro 3.15: Análisis de regresión para el diámetro del fruto de tomate**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X <sub>1</sub>	1	0.665	0.665	37.67	<.0001 **
X <sub>2</sub>	1	0.372	0.372	21.11	<.0001 **
X <sub>11</sub>	1	0.047	0.047	2.69	0.1105 NS
X <sub>22</sub>	1	0.053	0.053	3.00	0.0924 NS
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	1	0.156	0.156	8.87	0.0054 **

**Cuadro 3.16: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para el rendimiento de tomate – Diámetro de fruto.**

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	3.983	112.06	0.035	<.0001 **
X <sub>1</sub>	0.092	6.14	0.015	<.0001 **
X <sub>2</sub>	0.069	4.59	0.015	<.0001 **
X <sub>11</sub>	0.019	1.64	0.012	0.1105 *
X <sub>22</sub>	-0.020	-1.73	0.012	0.0924 NS
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	-0.028	-2.98	0.009	0.0054 *

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$Y = 3.983 + 0.092 X_1 + 0.069 X_2 + 0.019 X_1^2 - 0.020 X_2^2 - 0.028 X_1 X_2 + e$$



### 3.5 NÚMERO DE FRUTOS DE TOMATE / TRATAMIENTO

En el cuadro 05 del anexo se muestra los rendimientos obtenidos en cuanto a número de frutos por tratamiento, correspondiendo el valor mas alto al tratamientos T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubada por 20 días) con 27 frutos/planta, mientras que el valor más bajo se obtuvo con el Tratamiento T1 (Testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar), con solamente 7 frutos por planta. Comparativamente se puede observar en los tratamientos que recibieron iguales dosis de abonamiento pero con diferentes periodos de incubación como es el caso del tratamiento T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> incubado por 20 días) y el tratamiento T3 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> sin incubar); el primero tubo una producción de 27 frutos, mientras el segundo solo alcanzó a producir 18 frutos solo por el hecho de no haber sido incubado con solución de MEN, estos resultados permiten afirmar que hubo un efecto positivo de la solución de MEN en la solubilidad del G.I., que se traduce en mayores rendimientos de fruto por tratamiento.

El cuadro N° 3.17 de ANVA muestra diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, lo que indica que los tratamientos tuvieron influencia sobre el número de frutos producidos por tratamiento.

**Cuadro 3.17:** ANVA para el número de frutos de tomate por planta.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	1047.897	87.325	35.48	<.0001**
Error	26	64.000	2.462		
Total	38	1111.897			

**C.V. = 8.58 %**

La prueba de Duncan (Cuadro 3.18) señala que los mayores rendimientos obtenidos en cuanto a número de frutos por maceta

corresponden a los tratamientos T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> incubado por 20 días), T13 (1050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado 10 días), y T12 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado 10 días), en los cuales se aplicaron niveles máximos de abonamiento y periodos de incubación mayores. Por otro lado los diámetros más bajos se obtuvieron en los tratamientos: T6 (1050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado por 5 días), T5 (1050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado por 0 días), T9 (50 Kg.Ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado por 10 días), y T1 (Testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I sin incubar), en las que se aplicaron niveles de abonamiento bajos y periodos de incubación cortos o nulos como es el caso del testigo. De estas observaciones podemos deducir que la solución madre de MEN tuvo un efecto positivo en la solubilización del guano de isla.

**Cuadro 3.18:** Prueba de Duncan para el número de frutos / maceta.

Tratamiento	Promedio del diámetro de frutos (mm)	Grupo Duncan (0.05)
T4	27.000	a
T13	24.000	b
T12	22.667	b c
T11	21.000	c d
T7	21.000	c d
T8	20.333	c d
T2	19.000	d
T3	18.333	d e
T10	16.000	e f
T6	15.000	f g
T5	14.333	f g
T9	12.333	g
T1	6.667	h

El análisis de regresión (Cuadro 3.19 y 3.20) para estimar la influencia del tiempo de incubación ( $X_1$ ) y el nivel de G.I. incubada ( $X_2$ ) en la producción de número de frutos de tomate por tratamiento, muestra alta significación estadística para los componentes lineales de ambos factores y no existe diferencia estadística para el componente cuadrático de ambos factores, por lo que no es posible determinar los niveles que maximicen el número de frutos de tomate.

**Cuadro 3.19:** Análisis de regresión para el número de frutos de tomate.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
$X_1$	1	415.385	415.385	78.85	<.0001 **
$X_2$	1	487.500	487.500	92.54	<.0001 **
$X_{11}$	1	11.695	11.695	2.22	0.1457 NS
$X_{22}$	1	6.978	6.977	1.32	0.2580 NS
$X_1X_2$	1	10.083	10.083	1.91	0.1758 NS

**Cuadro 3.20:** Coeficientes de regresión del modelo polinomial para el número de frutos por planta de tomate.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	19.351	31.51	0.614	<.0001 **
$X_1$	2.308	8.88	0.259	<.0001 **
$X_2$	2.500	9.62	0.259	<.0001 **
$X_{11}$	-0.302	-1.49	0.202	0.1457 NS
$X_{22}$	-0.233	-1.15	0.166	0.2580 NS
$X_1X_2$	-0.229	-1.38	0.166	0.1758 NS

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta) para el diámetro ecuatorial del fruto de tomate, la ecuación obedece al modelo:

$$Y = 19.351 + 2.308 X_1 + 2.500 X_2 - 1.302 X_1^2 - 0.233 X_2^2 - 0.229 X_1 X_2 + e$$

### 3.6 DE LA SOLUBILIZACIÓN DEL GUANO DE ISLA EN SOLUCIÓN DE MEN.

Con la finalidad de conocer el grado de solubilidad del guano de isla por acción de los MEN, se realizó el análisis químico del guano de isla tratada en solución de MEN para los distintos periodos de incubación en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestran en el cuadro 3.21.

**Cuadro 3.21:** Análisis químico del G.I.; del testigo y de los tratados en distintos periodos de incubación en solución de MEN

<b>Grado de solubilización del G.I por acción de los MEN de los distintos tratamientos</b>					
<b>Días de incubac.</b>	<b>pH</b>	<b>%M.O</b>	<b>%N.T.</b>	<b>%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>% K<sub>2</sub>O</b>
0 días	5.81	10.02	10.76	2.76	1.43
5 días	5.72	16.35	10.41	10.66	2.68
10 días	6.06	13.69	10.76	11.29	4.11
15 días	7.38	15.97	9.89	13.08	4.56
20 días	8.11	14.58	9.97	13.50	5.53

En el cuadro 3.21 se puede observar la acción de los MEN en la solubilización del guano de isla. Nótese cómo en las columnas de

composición de % de  $P_2O_5$  y %  $K_2O$  los contenidos son mínimos para el guano de isla sin tratar (2.76 % de  $P_2O_5$  y 1.47 %  $k_2O$ ), mientras que el guano de isla tratada en solución de MEN, poseen mayores porcentajes, desde 10.66 % de  $P_2O_5$  en los 5 días de incubación hasta 13.50 % de  $P_2O_5$  a los 20 días de incubación; de igual modo se incrementa desde 2.68 %  $K_2O$  a los 5 días de incubación hasta 5.53 % de  $K_2O$  a los 20 días de incubación. En el caso del % de N.T. no se observa incremento significativo debido a que ésta representa al total de nitrógeno en el guano de isla, o sea lo disponible y lo no disponible. Estos resultados son las mejores evidencias que permite afirmar que la solución de MEN tiene un efecto solubilizante en el guano de isla. **Higa y Parr (1991)**, mencionan que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son bacterias fototrópicas, bacterias acidolácticas, levaduras y actinomicetos; Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de los azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototrópicas y levaduras, éstos ácidos son fuertes esterilizadores que suprimen microorganismos patógenos e incrementa la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales en sustancias más solubles sin causar influencias negativas en el proceso. Las bacterias fototrópicas, degradan proteínas complejas y carbohidratos, producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas y enzimas) que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las levaduras pueden fijar nitrógeno atmosférico y el bióxido de carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas; llevan a cabo la fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrientes sin

necesidad de luz, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día. Los actinomicetos funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos. Higa (1983) manifiesta que los microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes; los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica. Suquilanda (2001), señala que la incorporación de abonos orgánicos tratados con microorganismos efectivos mejora las propiedades químicas del suelo, aumenta el contenido de macronutrientes NPK y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES:

Bajo las condiciones en las que se condujo el experimento y de acuerdo a los resultados obtenidos, se arribó a las siguientes conclusiones:

1. La solución madre de microorganismos efectivos naturales (MEN) tiene un efecto solubilizante sobre el guano de isla, que se traduce en una mayor concentración de nutrientes disponible para la planta, lo que permitió mejorar la producción del cultivo de tomate desde 237.44 g/maceta en el T1 (testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar) hasta 1454.08 g/maceta en el T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado 20 días).
2. La producción de frutos de tomate por efecto del tiempo de incubación del guano de isla en la solución de MEN ( $X_1$ ) y el nivel de guano de isla aplicada al cultivo de tomate ( $X_2$ ), obedece al modelo:  $Y = 879.611 + 128.231 X_1 + 166.414 X_2 + 17.311 X_1^2 - 15.566 X_2^2 - 15.428 X_1 X_2 + e$ .

3. Los factores nivel de guano de isla incubado y tiempo de incubación tuvieron un importante efecto positivo en la producción de tomate, siendo el factor niveles de guano de isla incubado ligeramente superior al de tiempo de incubación que requiere de un periodo mínimo de 15 días de incubación.
4. Con los resultados obtenidos en el análisis de regresión para estimar la influencia del tiempo de incubación ( $X_1$ ) y los nivel de guano de isla ( $X_2$ ) en la producción de tomate, que sólo mostraron significación estadística para los componentes lineales de ambos factores, no se pudo determinar los niveles de ambos factores que maximizan la producción de tomate.

#### **4.2. RECOMENDACIONES:**

De acuerdo a las conclusiones arribadas, se plantea las siguientes recomendaciones:

1. Es necesario realizar más investigaciones, en cuanto a la solubilización del guano de isla y otros abonos orgánicos a través de los MEN, con la finalidad de mejorar esta técnica y realizar comparaciones; haciendo énfasis en el período de incubación y niveles de abonamiento.
2. Se debe profundizar investigaciones concernientes a la identificación de los microorganismos naturales de la zona, responsables de la solubilización de la los abonos orgánicos.
3. Realizar más investigaciones incrementando los niveles de abonamiento y los días de incubación para determinar los niveles óptimos de ambos factores que maximizan la producción de tomate.
4. En la agricultura de estos últimos tiempos, caracterizado por el uso



desmedido de agroquímicos con sus efectos ya conocidos y por el alto precio que encarecen los costos productivos; se recomienda esta alternativa por resultar más económico y compatible con el medio ambiente, además se produce productos orgánicos libres de residuos químicos.

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la influencia del guano de isla incubado en solución de Microorganismos Efectivos Naturales (MEN) y de los niveles de aplicación en la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) se realizó el presente trabajo de investigación en los Terrenos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, entre los meses de mayo a noviembre del 2009 utilizando el tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) como planta indicadora. Se expuso el guano de isla a la acción solubilizante de microorganismos efectivos naturales durante distintos períodos de incubación (5, 10, 15 y 20 días). El guano de isla así tratado se aplicó al cultivo de tomate instalado en macetas a distintos niveles de fertilización (50, 550, 1050, 1550, y 2050 kg.ha<sup>-1</sup>) de acuerdo a la estructura del diseño 3 de julio (D3J) que consistió en 13 tratamientos con 3 repeticiones cada uno haciendo un total de 39 unidades experimentales. El trasplante de las plántulas se realizó el 6 de mayo, conduciendo el cultivo hasta la cosecha, la cual se realizó hasta en 4 oportunidades; el 4 de noviembre, el 15 de noviembre, el 21 de noviembre y el 29 de noviembre, después del cual se extrajo la parte foliar para cuantificar la producción de frutos y materia seca. Los resultados encontrados permiten arribar a las conclusiones siguientes: (1) La solución madre de microorganismos efectivos naturales (MEN) tiene un efecto solubilizante sobre el guano de isla, que se traduce en una mayor concentración de nutrientes disponible para la planta, lo que permitió mejorar la producción del cultivo de tomate desde 237.44 g/maceta en el T1 (testigo: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. sin incubar) hasta 1454.08

g/maceta en el T4 (2050 kg.ha<sup>-1</sup> de G.I. incubado 20 días). (2) La producción de frutos de tomate por efecto del tiempo de incubación del guano de isla en la solución de MEN ( $X_1$ ) y el nivel de guano de isla aplicada al cultivo de tomate ( $X_2$ ), obedece al modelo:  $Y = 879.611 + 128.231 X_1 + 166.414 X_2 + 17.311 X_1^2 - 15.566 X_2^2 - 15.428 X_1 X_2 + e$ . (3) Los factores nivel de guano de isla incubado y tiempo de incubación tuvieron un importante efecto positivo en la producción de tomate, siendo el factor niveles de guano de isla incubado ligeramente superior al de tiempo de incubación que requiere de un periodo mínimo de 15 días de incubación. (4) Con los resultados obtenidos en el análisis de regresión para estimar la influencia del tiempo de incubación ( $X_1$ ) y los nivel de guano de isla ( $X_2$ ) en la producción de tomate, que sólo mostraron significación estadística para los componentes lineales de ambos factores, no se pudo determinar los niveles de ambos factores que maximizan la producción de tomate.





































## BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

1. **ALEXANDER, M. 1980.** "Introducción a la microbiología del Suelo" A.G.T. Editor S.A. México D.F. 420 p.
2. **CAMASCA, A. 1984.** "Horticultura Practica" Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – COCYTEC. Ayacucho – Perú.
3. **CASAS, D. 2007.** Respuesta del Jengibre al nivel de NPK y guano de isla. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú 88 p.
4. **CASAVILCA, J. 2008.** Control de malezas en dos sistemas de siembra de tomate variedad Río Grande. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú 145 p.
5. **CÁSSERES, E. 1980.** Producción de Hortalizas. Editorial IICA. San José de Costa Rica. 387 p.
6. **CHUJO, S. L. (2004),** ¿Qué es EM? disponible en <http://www.chujosl.com/>. Accesado el 26 de noviembre del 2009.
7. **ENCI, 1980.** Manual de uso de Fertilizantes. Editorial de la Empresa Nacional de. Lima – Perú. 86 p.
8. **FAO, 2007.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Microorganismos efectivos, disponible en: [http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index\\_es.jsp?term=e045&letter=M](http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=e045&letter=M)  
Accesado el 28 de octubre del 2009.

9. **GALVEZ, J. 2009.** Efecto del Fosfato de Sechura, incubado en solución de microorganismos en el rendimiento de tomate. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho – Perú 115 p.
10. **HIGA, T y PARR, J. 1991.** Microorganismos Efectivos (ME o EM), Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) disponible en <http://www.fundases.com/p/em01.html>. Accesado 10 de octubre del 2009.
11. **HIGA, T. 1993.** Una revolución para salvar la tierra. Grafiques Manlleu Tarragona, España. 332 p.
12. **IBAÑEZ, R. Y AGUIRRE, G. 1983.** Fertilidad de suelos: Manual de Prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, UNSCH. Ayacucho. 81 p.
13. **INFOAGRO, 2007.** El cultivo del tomate (3<sup>era</sup> Parte) disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm>. Accesado 03 octubre del 2009.
14. **KUPRAT, 2004.** Microorganismos efectivos disponible en <http://www.agua-viva.info/es/microorg.htm>. Accesado 16 de noviembre del 2009.
15. **PORTAL AGRARIO REGIONAL ICA.** El Cultivo de los Tomates. Disponible en <http://www.agroica.gob.pe/tomates.shtml>. Accesado el 12 de noviembre del 2009.
16. **PROABONOS, 2007.** Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de Aves Marinas. Disponible en <http://www.Preabonos.gob.pe>. Accesado el 34 de octubre del 2009.

17. **RAMÍREZ, F. 2000.** Consumo de Fertilizantes en el Perú. Corporación Misti S.A. Lima. Disponible en <http://www.misti.com.pe/>. Accesado 15 de octubre del 2009.
18. **SISTEMA DE INFORMACIÓN AGRARIA – HUARAL (SIA-HUARAL).** El cultivo de tomate. Disponible en [www.sia.huaral.org/sia\\_uploads/ec06355af5fedeeef1ec61030822a9a09/tomate\\_ficha.pdf](http://www.sia.huaral.org/sia_uploads/ec06355af5fedeeef1ec61030822a9a09/tomate_ficha.pdf). Accesado 13 de noviembre del 2009.
19. **SUQUILANDA, M. 2001.** Curso internacional sobre elaboración de abonos orgánicos. Corporación PROEXANT. Quito. Disponible en [http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt\\_6.doc](http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt_6.doc)  
<http://www.humano.ya.com/holbeja/abonos.htm> Accesado 28 de setiembre del 2009.
20. **TINEO, A. 2006.** Superficies de Respuesta: El Diseño 03 de Julio. Ediciones gráficas E.I.R.L. Lima – Perú. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, UNSCH. 81 p.
21. **TINEO, A. 2007.** “Manejo y Conservación de Suelos”, Guía de estudio para la asignatura de Manejo y Conservación de Suelos. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. 138 p.

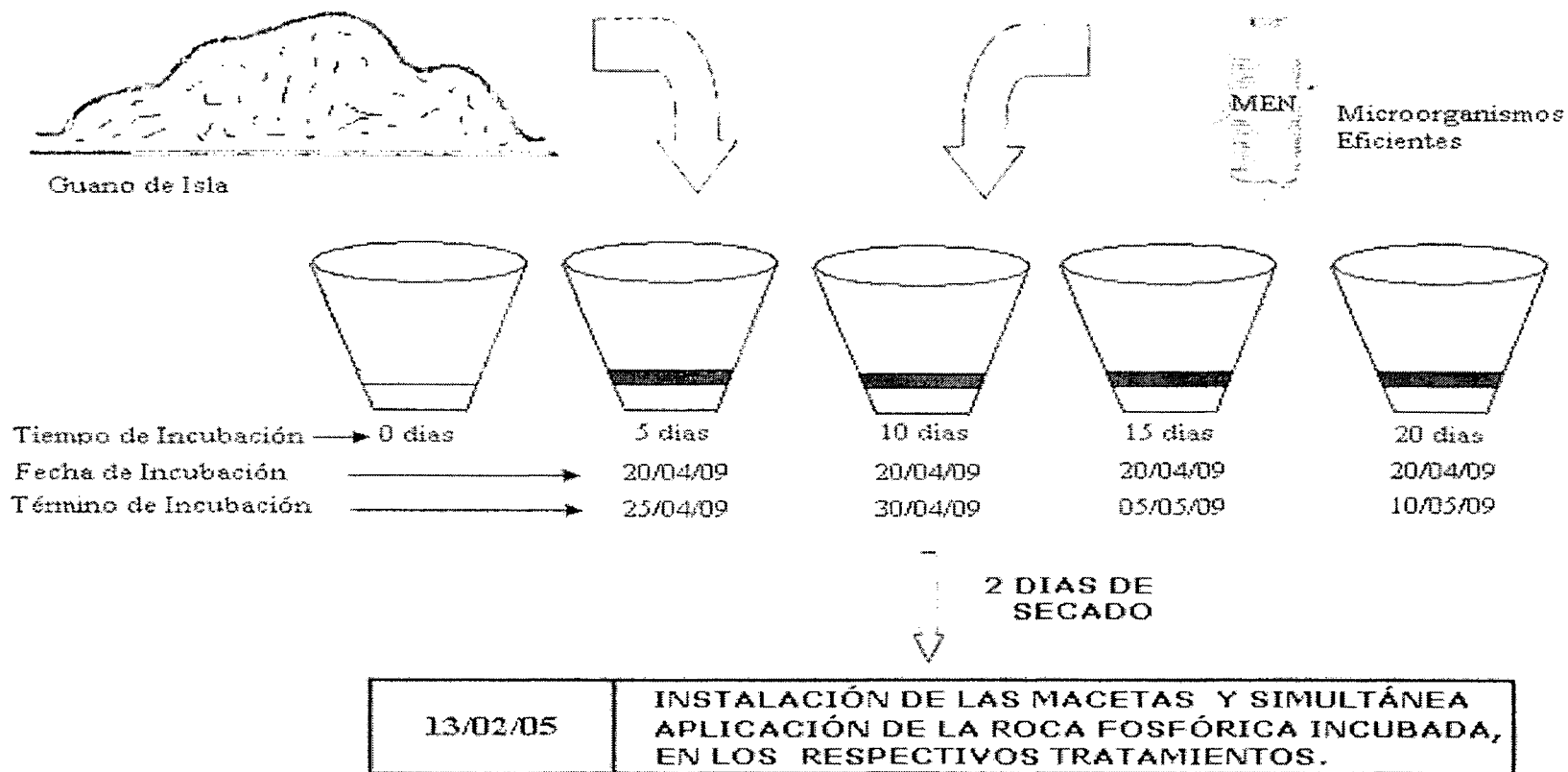
# **ANEXO**

<b>UBICACIÓN DE LAS MACETAS EXPERIMENTALES</b>													
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
Días de Incubación	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10
Hiveles de G.I	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	2050	2050	1050
REPECIONES	r1												
	r2												
	r3												
<b>TOTAL: 39 Unidades Experimentales</b>													

**FIGURA 1: CROQUIS DEL EXPERIMENTO**



**PERIODO DE INCUBACIÓN DEL GUANO DE ISLA EN UNA SOLUCIÓN MADRE DE MICROORGANISMOS NATURALES (MEN)**



**FIGURA 2: PROCESO DE INCUBACIÓN DEL GUANO DE ISLA**

**CUADRO 1: RENDIMIENTO DE TOMATE – PESO DE FRUTO/MACETA (g)**

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubac.	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de G.I.	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	1550	2050	1050	
REPETICIÓN	I	262.87	919.19	1189.28	1447.19	719.99	669.36	1018.16	1017.24	507.11	542.34	994.94	1060.16	1065.33
	II	247.97	841.41	988.34	1512.14	685.88	641.48	1136.88	1271.90	489.98	702.50	1010.07	1061.31	939.09
	III	202.64	925.72	952.20	1402.77	657.47	899.17	1021.82	1086.66	411.98	653.71	1005.38	1159.71	1089.56
<b>TOTAL</b>	713.48	2686.32	3129.82	4362.10	2063.34	2210.01	3176.86	3375.80	1409.07	1898.55	3010.39	3881.18	3093.98	
<b>PROMEDIO</b>	<b>237.83</b>	<b>895.44</b>	<b>1043.27</b>	<b>1454.03</b>	<b>687.78</b>	<b>736.67</b>	<b>1058.95</b>	<b>1125.27</b>	<b>469.69</b>	<b>632.85</b>	<b>1003.46</b>	<b>1093.73</b>	<b>1031.33</b>	

**CUADRO 2: RENDIMIENTO DE TOMATE – PESO DE MATERIA SECA PARTE FOLIAR/MACETA (g)**

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubac.	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de G.I.	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	1550	2050	1050	
REPETICIÓN	I	9.83	23.23	37.25	49.68	21.60	32.24	34.37	35.73	14.31	36.77	31.30	30.60	39.28
	II	13.10	31.54	32.21	41.49	20.32	28.24	35.15	35.98	19.29	36.57	31.29	36.70	35.36
	III	11.63	24.66	29.42	47.58	21.91	25.41	36.25	33.03	20.01	29.42	39.75	36.45	30.57
<b>TOTAL</b>	34.56	79.43	98.88	138.75	63.83	85.89	105.77	104.74	53.61	102.76	102.34	103.75	105.21	
<b>PROMEDIO</b>	<b>11.52</b>	<b>26.48</b>	<b>32.96</b>	<b>46.25</b>	<b>21.28</b>	<b>28.63</b>	<b>35.26</b>	<b>34.91</b>	<b>17.87</b>	<b>34.25</b>	<b>34.11</b>	<b>34.58</b>	<b>35.07</b>	

**CUADRO 3: RENDIMIENTO DE TOMATE – LONGITUD DE FRUTO (cm)**

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubac.	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de G.I.	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	1550	2050	1050	
REPETICIÓN	I	4.57	5.53	5.27	5.37	5.15	4.84	5.20	5.28	5.16	4.70	4.94	5.34	5.31
	II	4.35	5.34	5.63	5.52	5.41	5.48	5.35	5.23	4.75	4.91	5.22	4.85	5.55
	III	4.55	5.57	5.07	5.82	5.36	5.50	5.46	5.43	4.88	4.71	5.22	5.48	5.32
TOTAL	13.47	16.44	15.97	16.71	15.92	15.82	16.01	15.94	14.79	14.32	15.38	15.67	16.18	
PROMEDIO	4.49	5.48	5.32	5.57	5.31	5.27	5.34	5.31	4.93	4.77	5.13	5.22	5.39	

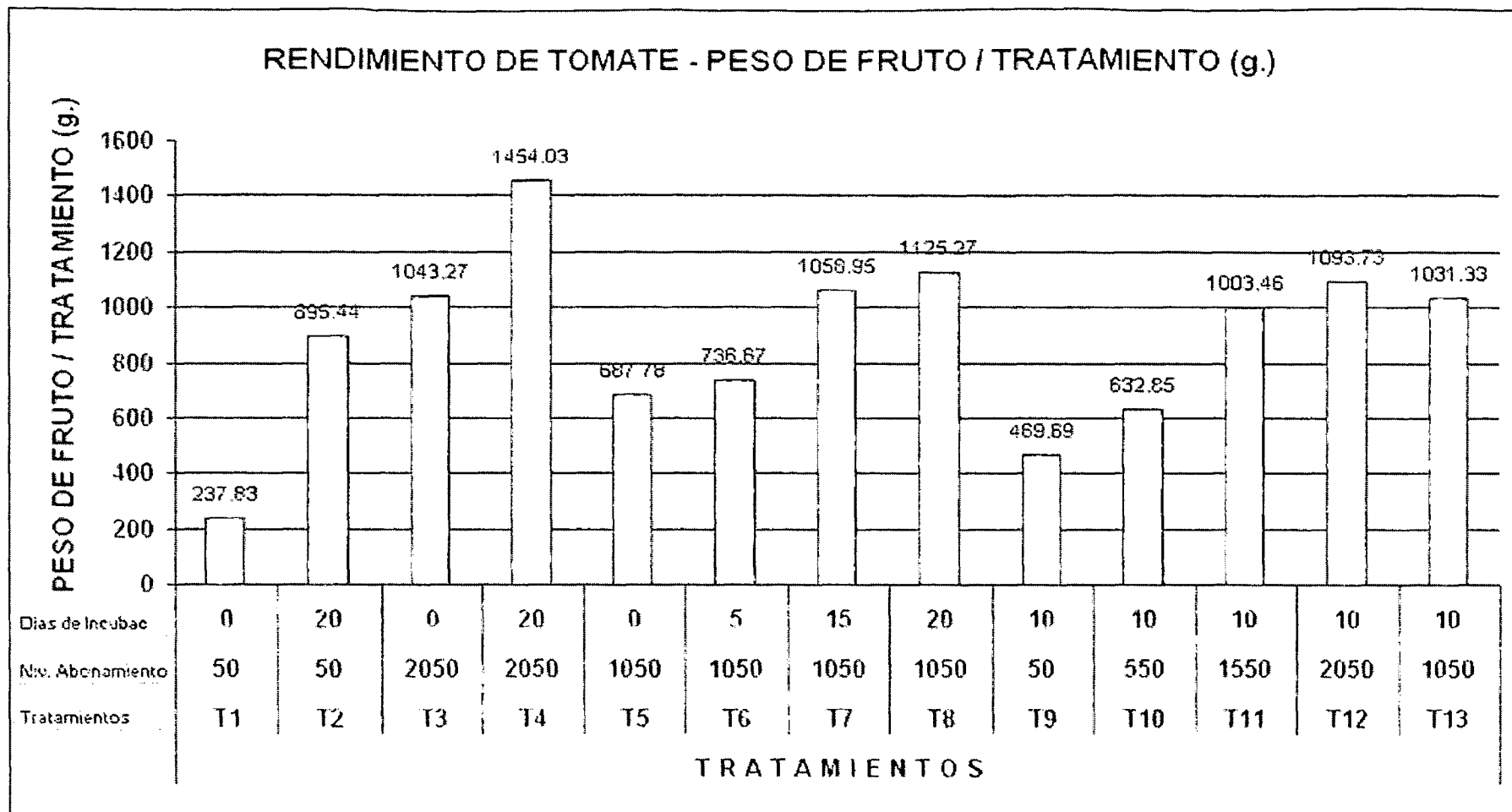
**CUADRO 4: RENDIMIENTO DE TOMATE – DIÁMETRO DE FRUTO (cm)**

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubac.	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de G.I	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	1550	2050	1050	
REPETICIÓN	I	3.52	4.18	3.96	4.19	3.95	4.04	4.04	4.04	3.66	3.96	4.09	4.07	3.99
	II	3.51	4.25	4.14	4.33	4.02	3.98	4.03	4.10	3.68	3.73	4.01	4.12	3.89
	III	3.53	4.39	3.68	4.15	3.91	4.14	4.13	4.17	3.72	3.70	3.96	4.16	4.14
<b>TOTAL</b>	10.56	12.82	11.78	12.67	11.88	12.16	12.20	12.31	11.06	11.39	12.06	12.35	12.02	
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.52</b>	<b>4.27</b>	<b>3.93</b>	<b>4.22</b>	<b>3.96</b>	<b>4.05</b>	<b>4.07</b>	<b>4.10</b>	<b>3.69</b>	<b>3.80</b>	<b>4.02</b>	<b>4.12</b>	<b>4.01</b>	

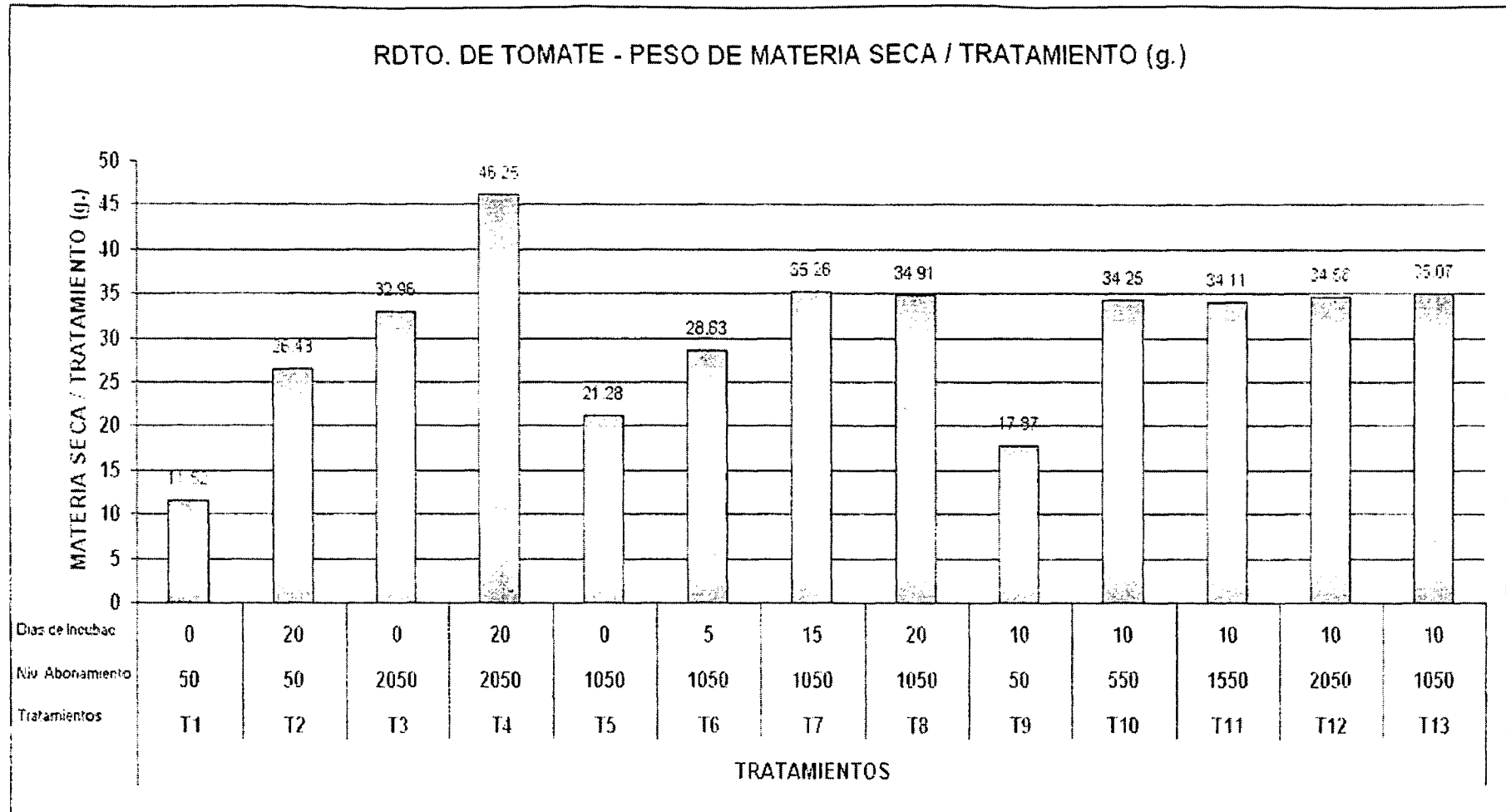
**CUADRO 5: RENDIMIENTO DE TOMATE – NÚMERO DE FRUTOS/MACETA (unidad)**

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubac.	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de G.I	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	1550	2050	1050	
REPETICIÓN	I	7	20	16	26	14	15	21	21	12	15	19	21	22
	II	7	20	19	28	14	13	22	19	13	19	21	24	25
	III	6	17	20	27	15	17	20	21	12	14	23	23	25
TOTAL	20	57	55	81	43	45	63	61	37	48	63	68	72	
PROMEDIO	7	19	18	27	14	15	21	20	12	16	21	23	24	

## RESULTADO DE RENDIMIENTOS DE LOS DISTINTOS PARÁMETROS ESTUDIADOS

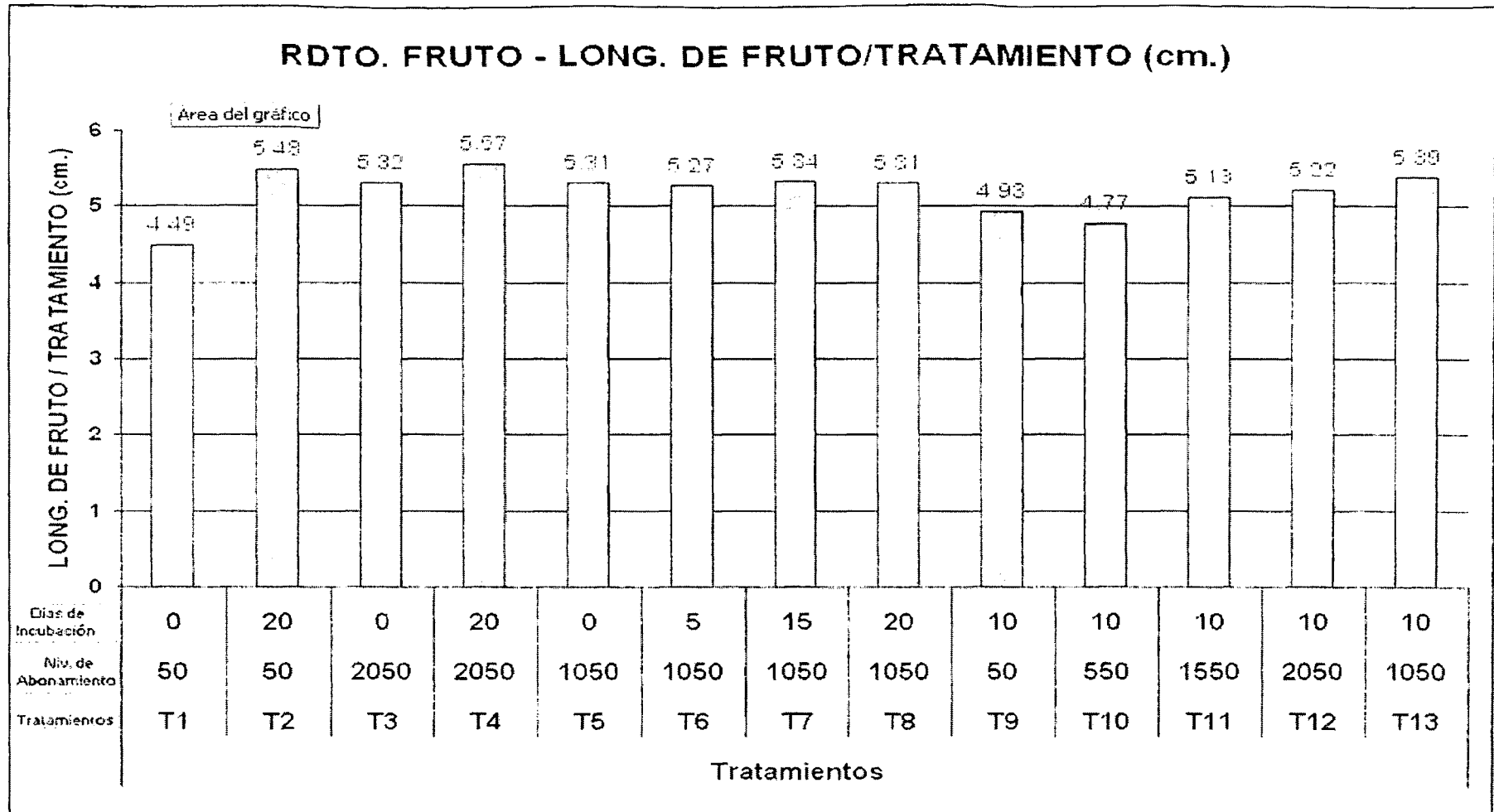


**GRAFICO 1:** Rendimiento de tomate – Peso de fruto / maceta.



**GRAFICO 2:** Rendimiento de tomate – Materia seca parte foliar /maceta.





**GRAFICO 3:** Rendimiento de tomate – Longitud de fruto (cm).

### RDTO. TOMATE - DIAMETRO DE FRUTO/TRATAMIENTO (cm.)

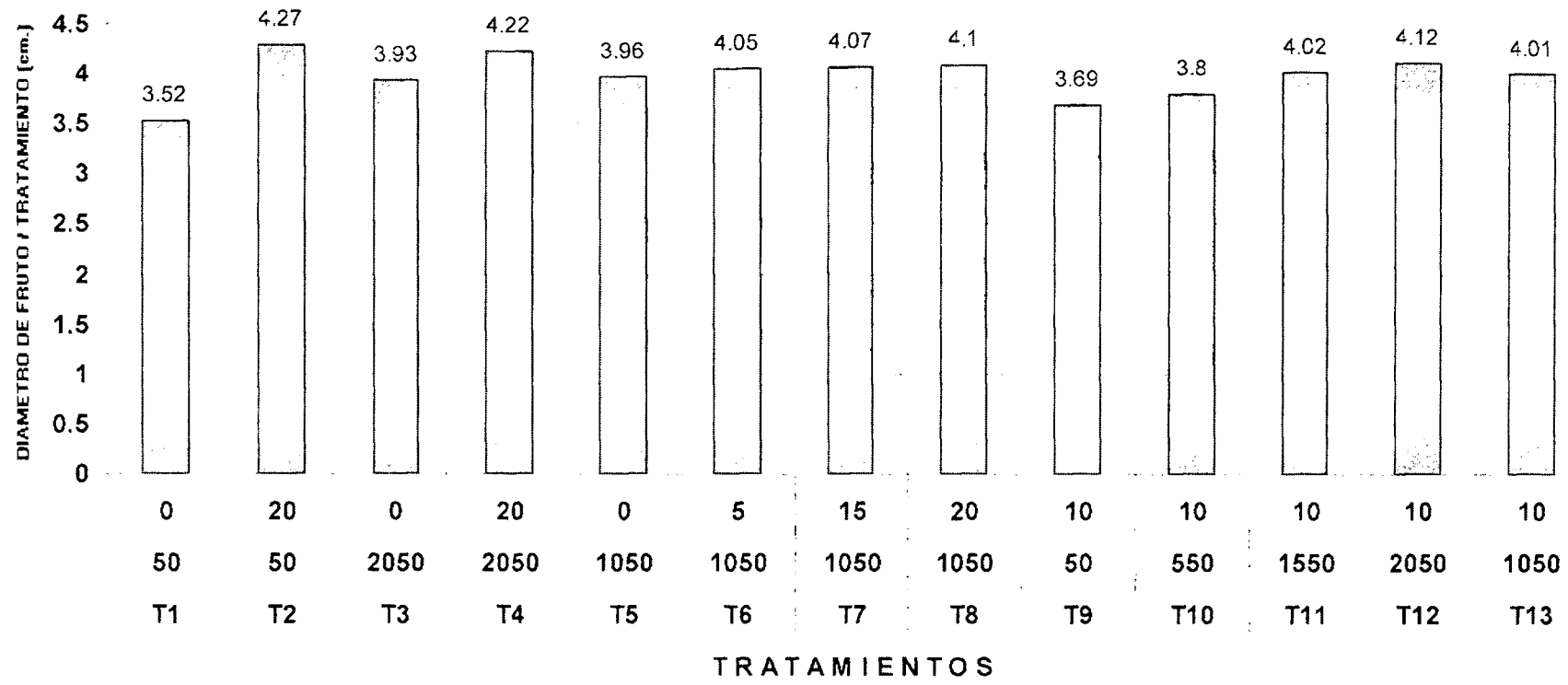


GRAFICO 4: Rendimiento de tomate – Diámetro de fruto (cm).

REND. DE FRUTO - NUMERO DE FRUTO / TRATAMIENTO (UND.)

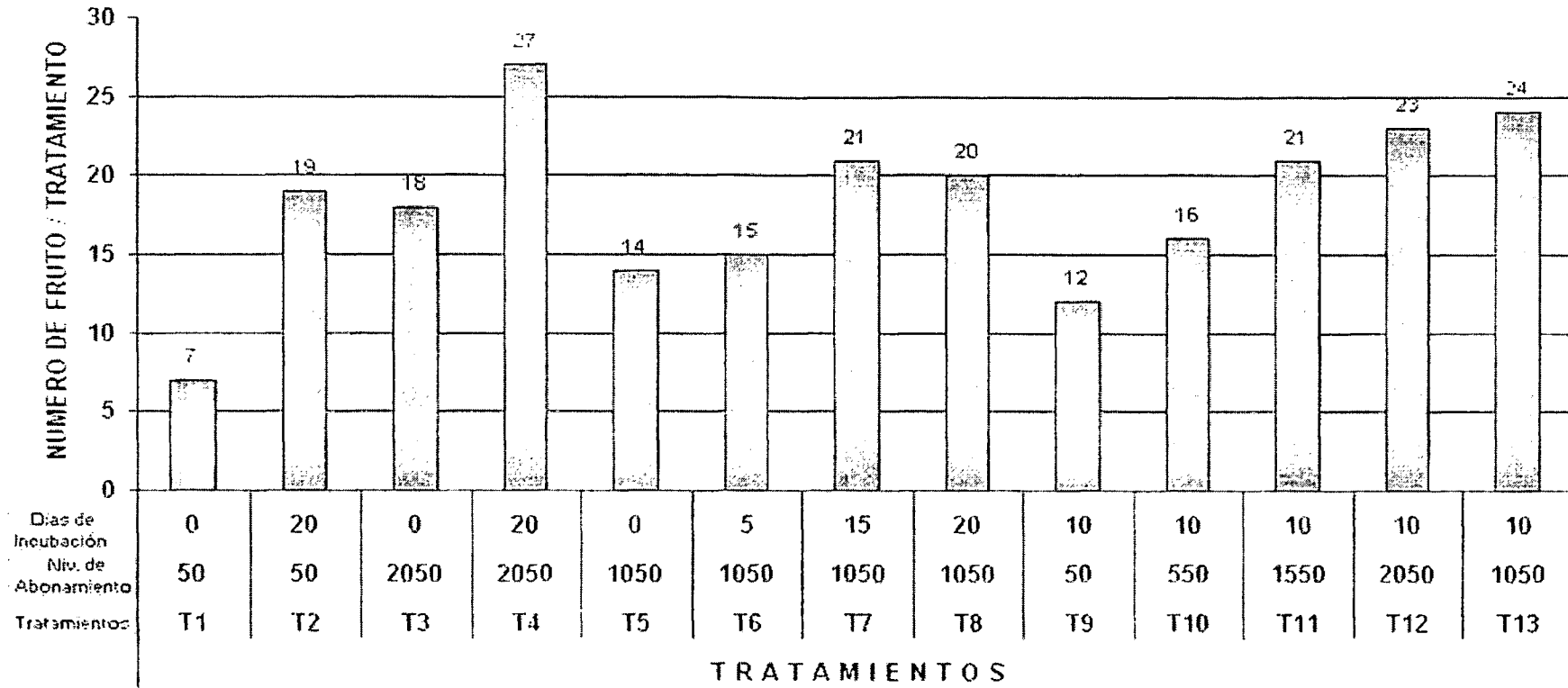
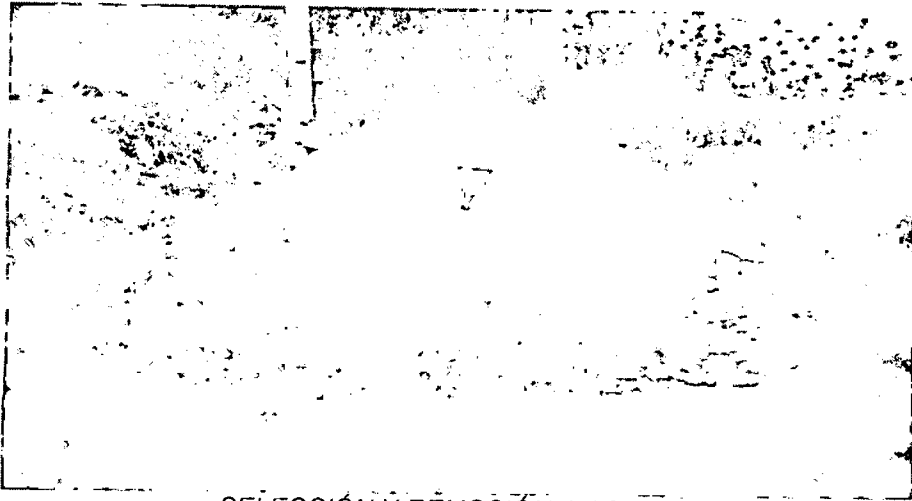


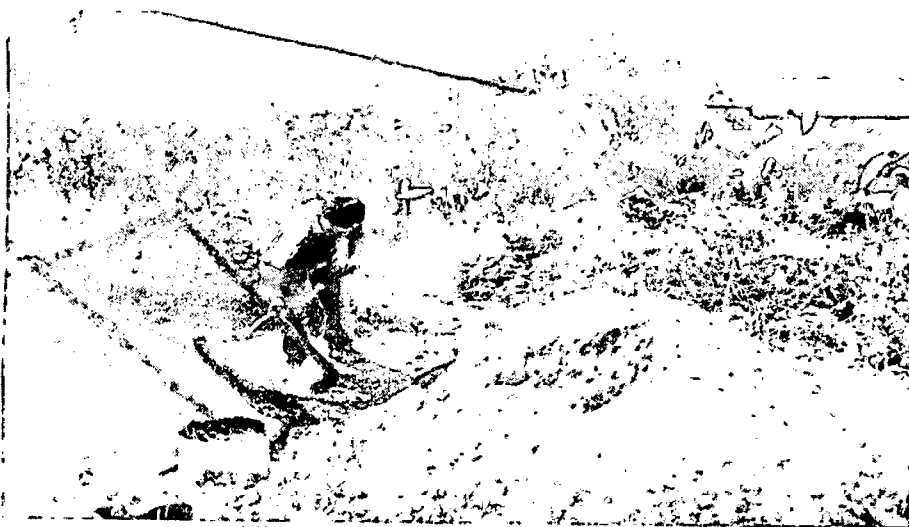
GRAFICO 5: Rendimiento de tomate – Numero de frutos /maceta.

# FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

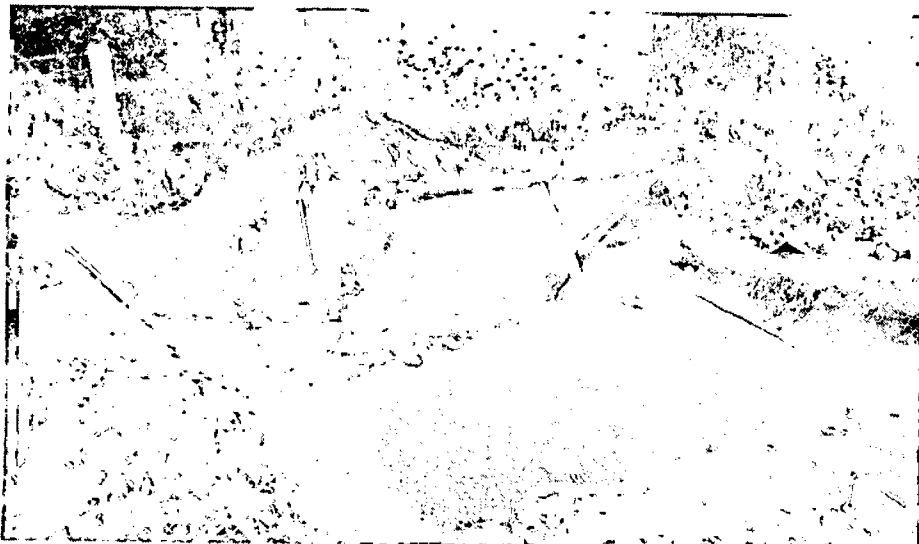
## PROCESO DE SELECCIÓN DE SUELO



SELECCIÓN Y REMOSIÓN DE SUELO



LIMPIEZA Y TAMIZADO DE SUELO

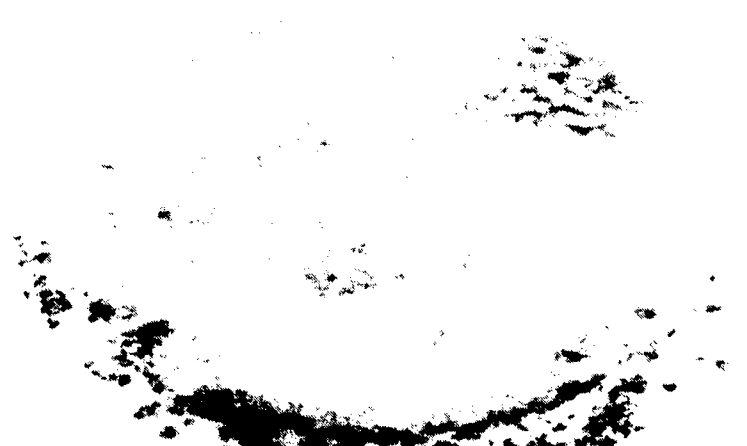


SUELO TAMIZADO

## PROCESO DE OBTENCIÓN DE SOLUCIÓN DE MEN



*CAPTURA DE MICROORGANISMOS*

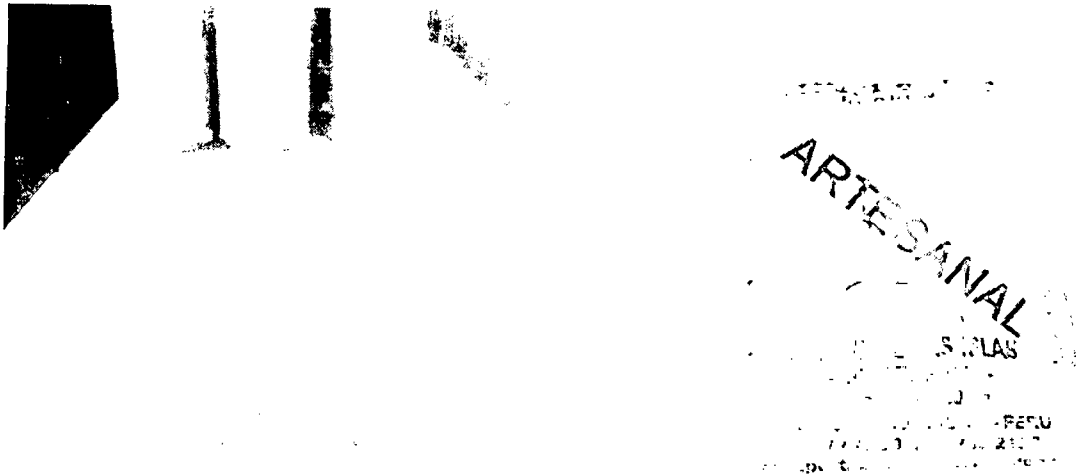


*ARROZ IMPREGNADO DE MICROORGANISMOS*

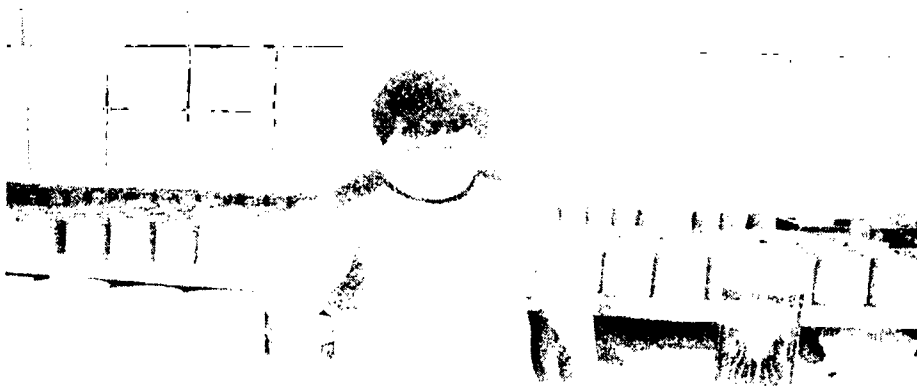


*SOLUCIÓN MADRE DE MICROOGASNISMOS EFECTIVOS NATURALES (MEN)*

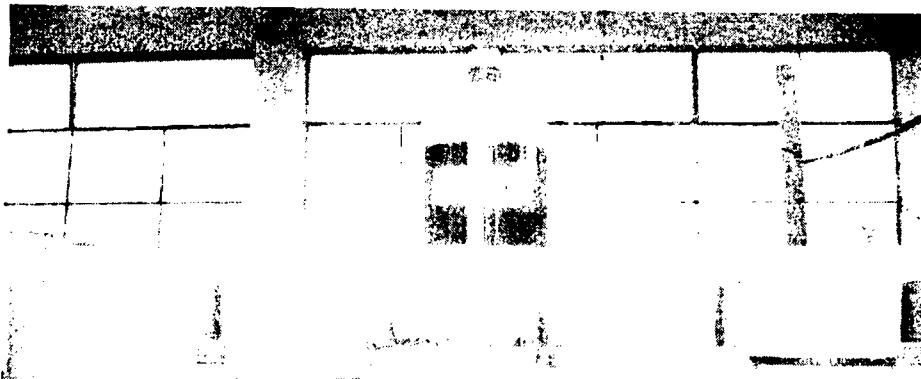
# PROCESO DE INCUBACIÓN DEL GUANO DE ISLA



*MUESTRA DE GUANO DE ISLA EMPLEADO COMO FUENTE DE FERTILIZACIÓN*



*PROCESO DE INCUBACIÓN DEL GUANO DE ISLA*



*PROCESO DE INCUBACIÓN DEL GUANO DE ISLA*

## PROCESO DE INSTALACION DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES



BALDES EMPLEADOS COMO MACETAS



ALMACIGO DE TOMATE



PLANTULAS DE TOMATE DESPUES DEL TRASPLANTE

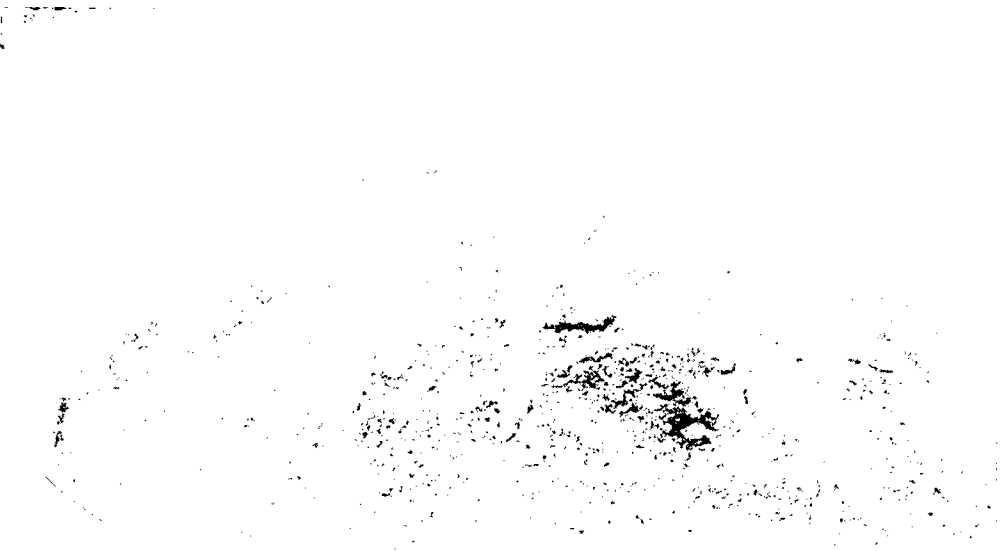
## CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO



PLÁNTULAS DE TOMATE A 7 SEMANAS DEL TRASPLANTE



PODA DE BROTES AXIALES



ELIMINACIÓN DE LOS BROTES AXIALES





*APORQUE DE LAS PLANTULAS A 5 SEMANSA DEL TASPLANETE*



*RIEGO PERMANENTE A CAPACIDAD DE CAMPO*



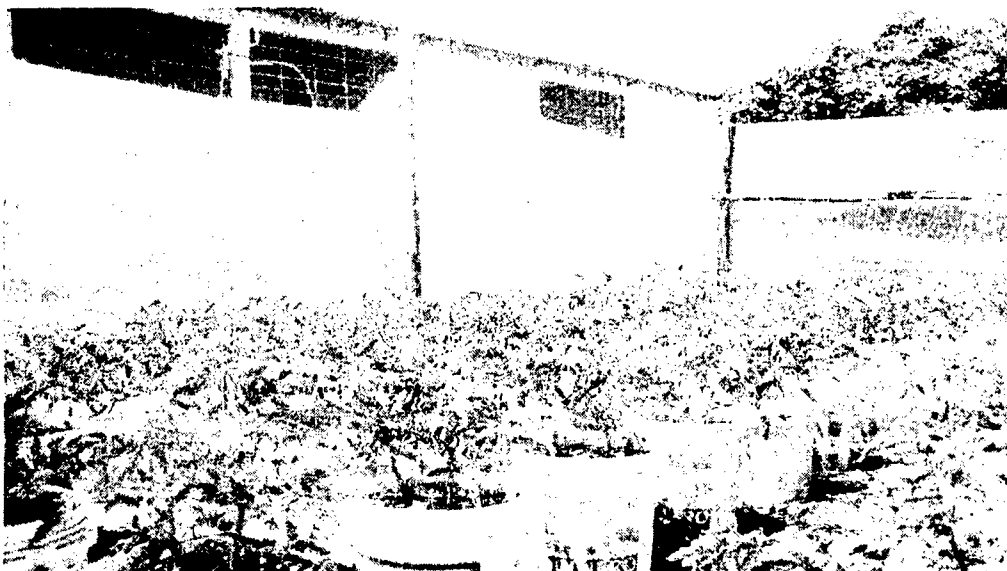
*APARICIÓN DE LOS PRIMEROS BOTONES FLORALES*



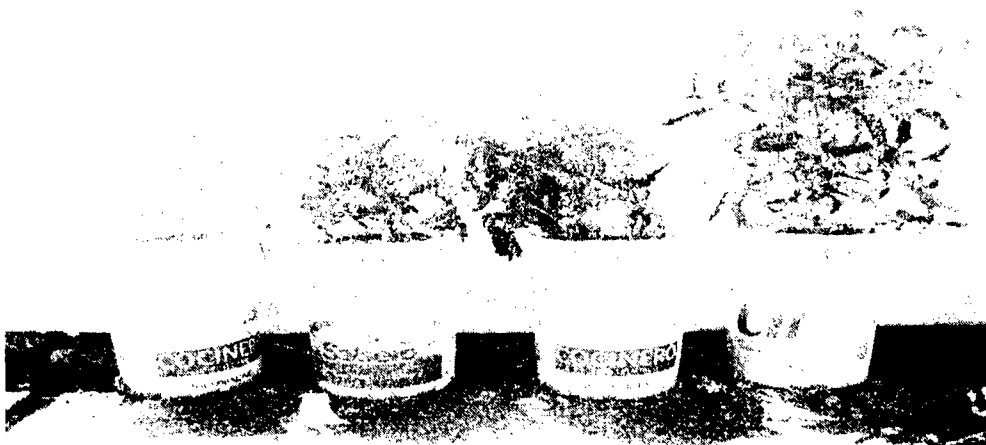
*PROTECCIÓN DEL EXPERIMENTO CONTRA LAS TEMPERATURAS BAJAS*



*PLANTAS DE TOMATE EN PLENA FLORACIÓN*



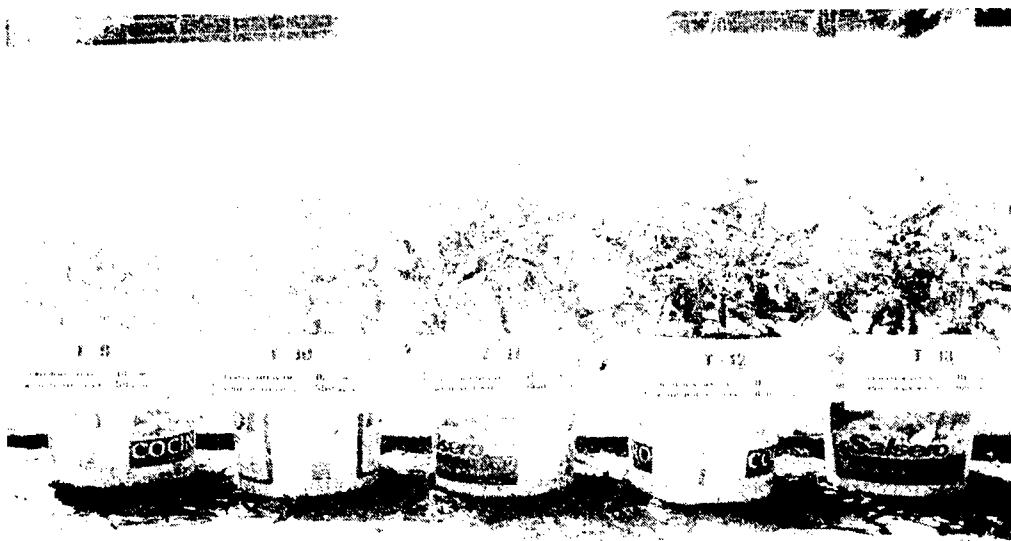
*TUTORADO DE LAS PLANTAS DE TOMATE*



DIFERENCIACIÓN EVIDENTE ENTRE LOS TRATAMIENTOS T-1 AL T-4 A INICIOS DE LA FRUCTIFICACIÓN.



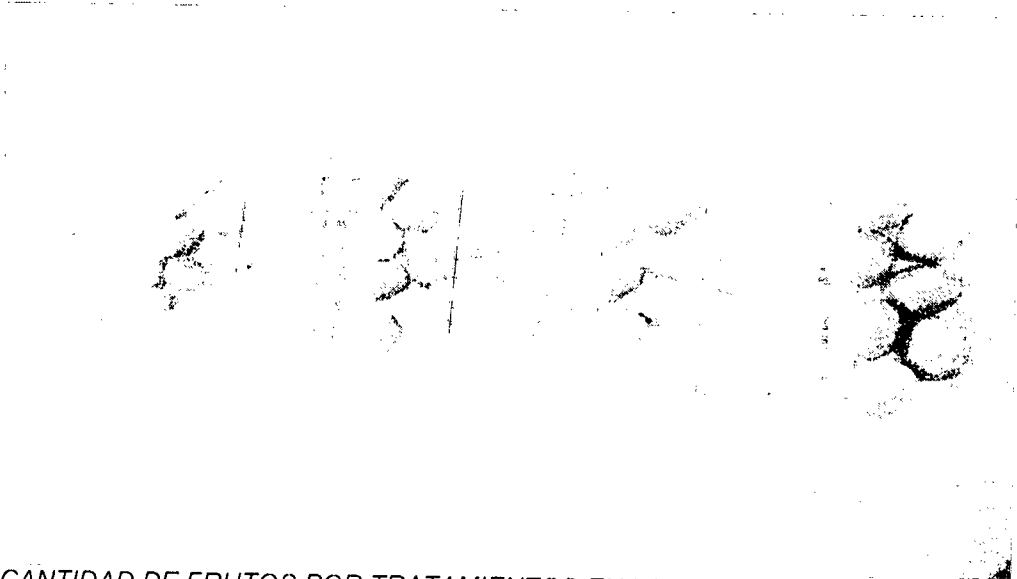
DIFERENCIACIÓN EVIDENTE ENTRE LOS TRATAMIENTOS T-5 AL T-6 A INICIOS DE LA FRUCTIFICACIÓN.



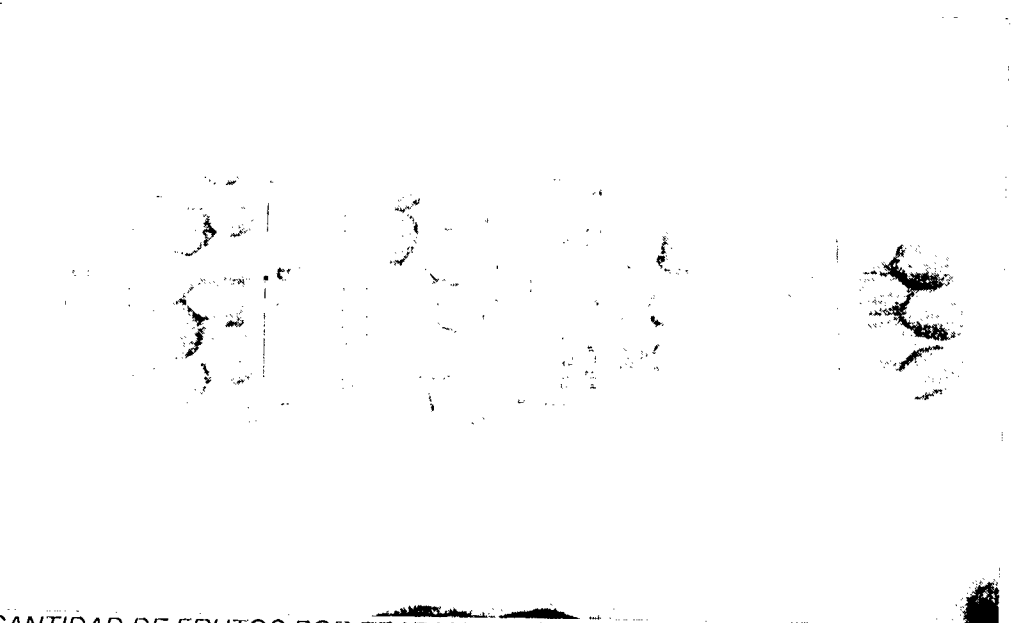
DIFERENCIACIÓN EVIDENTE ENTRE LOS TRATAMIENTOS T1 AL T4 A INICIOS DE LA FRUCTIFICACIÓN.



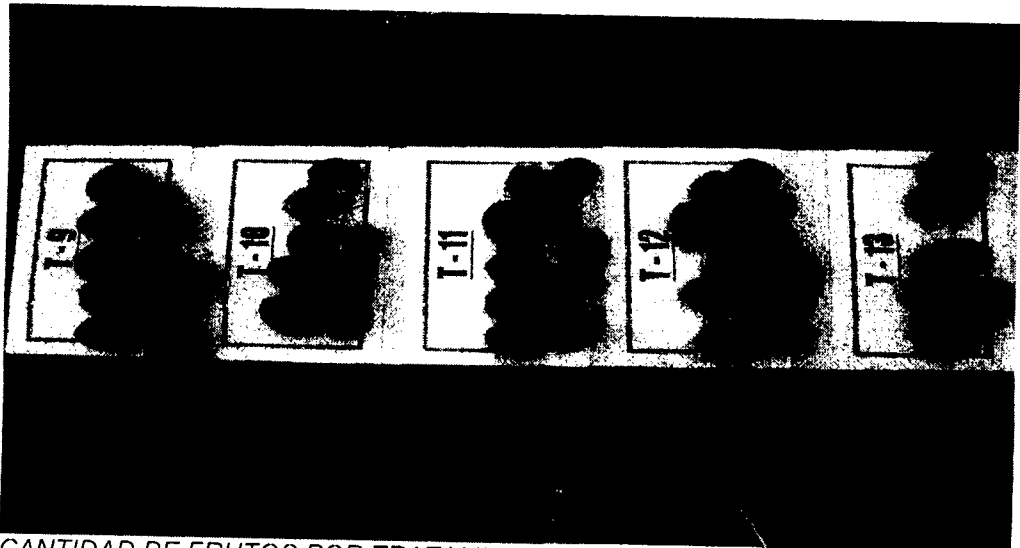
*PESADO DE FRUTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS*



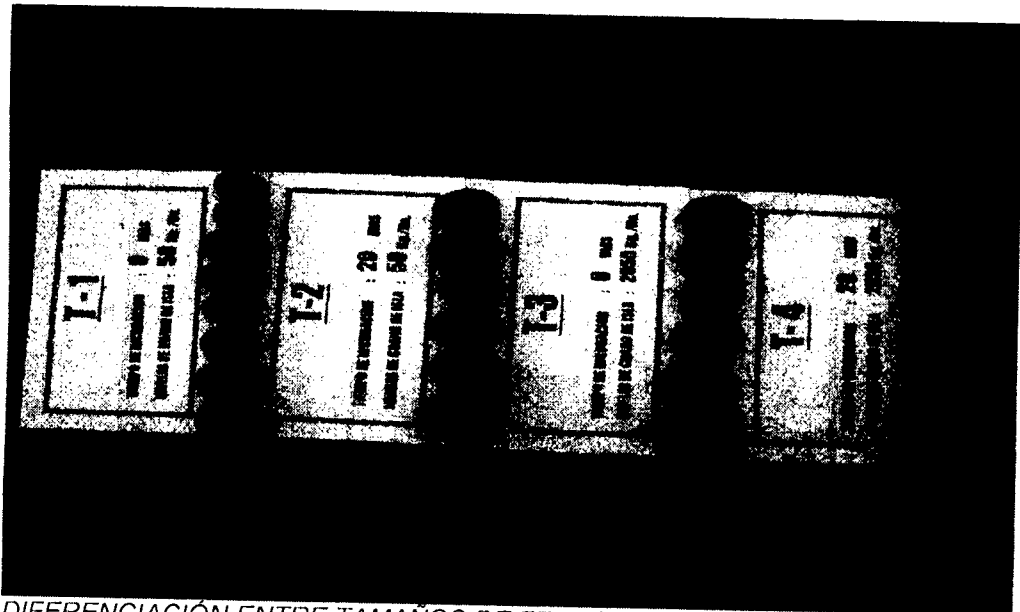
*CANTIDAD DE FRUTOS POR TRATAMIENTOS EN LA PRIMERA COSECHA*



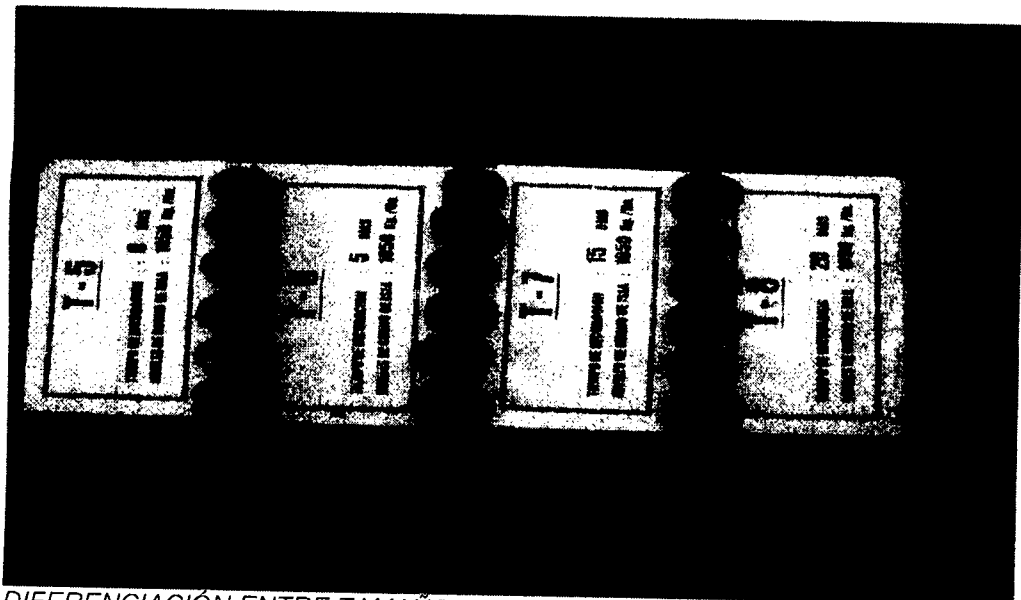
*CANTIDAD DE FRUTOS POR TRATAMIENTOS EN LA PRIMERA COSECHA*



CANTIDAD DE FRUTOS POR TRATAMIENTOS EN LA PRIMERA COSECHA



DIFERENCIACIÓN ENTRE TAMAÑOS DE FRUTO POR TRATAMIENTOS



DIFERENCIACIÓN ENTRE TAMAÑOS DE FRUTO POR TRATAMIENTOS