

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“NIVELES DE GUANO DE ISLA INCUBADO EN SOLUCIÓN  
DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN EL CULTIVO DE  
ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) PAMPA DEL ARCO 2760  
msnm. - AYACUCHO”**

**Tesis para Obtener el Título Profesional de:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado Por:  
GLODOMIER ARGAMONTE VILCHEZ**

**AYACUCHO - PERU**

**2013**

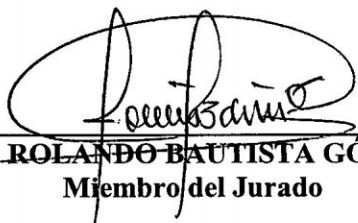
Tesis  
Ag 1049  
jrg

**NIVELES DE GUANO DE ISLA INCUBADO EN SOLUCION DE  
MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA  
(*Daucus carota L.*) PAMPA DEL ARCO 2760 msnm. - AYACUCHO**

Recomendado : 04 de diciembre de 2013  
Aprobado : 19 de diciembre de 2013

  
\_\_\_\_\_  
**DRA. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA**  
Presidente del Jurado

  
\_\_\_\_\_  
**M.Sc. ALEX LAZARO TINEO BERMÚDEZ**  
Miembro del Jurado

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ**  
Miembro del Jurado

  
\_\_\_\_\_  
**ING. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA**  
Miembro del Jurado

  
\_\_\_\_\_  
**DR. RÓMULO AGUSTÍN SOLANO RAMOS**  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

## DEDICATORIA

*A Bonifacio y Máxima, mis padres, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio hacen posible lograr mis objetivos y aspiraciones.*

*A Miquear, Oscar Wilmer, Ada Maximiliana, Lucila y José Carlos, mis hermanos, por el constante aliento que me brindan para conseguir mis objetivos.*

*A la memoria de mis hermanos Yuri Antonio y Ricardo, que desde lo alto guían e iluminan mi camino.*

*A Marjorie Sophia y Xiomara Nayeli, mis hijas, por ser fuente de inspiración y estímulo para el logro de mis metas.*

*A Yenny Sophia, mi esposa, por su amor, comprensión y apoyo en todo momento.*

*A Constantino, mi cuñado, por sus sabios consejos y apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- Λ 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.
  
- Λ A la plana docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía por sus valiosas enseñanzas y orientaciones que condujeron al logro de mis objetivos.
  
- Λ Mi sincero agradecimiento al M.Sc. Ing. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, por su asesoramiento, aporte y colaboración en la planificación, desarrollo y culminación del presente trabajo.
  
- Λ Al Ing. Esteban Quispe Gómez y al Ing. Eduardo Robles García quienes supieron brindarme su ayuda desinteresada en el presente trabajo de investigación.
  
- Λ A mi querida familia, amigos, y a todas las personas que directa e indirectamente contribuyeron en la materialización del presente trabajo para el logro de mi carrera profesional.

# ÍNDICE

	Pag.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>04</b>
1.1 Cultivo de la zanahoria	04
1.2 Los microorganismos efectivos naturales (MEN)	24
1.3 El guano de isla	32
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>39</b>
2.1 Ubicación del experimento	39
2.2 Antecedentes del terreno	40
2.3 Análisis químico del suelo	40
2.4 Condiciones climáticas	41
2.5 Material vegetal	45
2.6 Metodología experimental	45
2.7 Instalación y conducción del experimento	49
2.8 Variables evaluadas	54
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>56</b>
3.1 Variables evaluadas	56
3.1.1. Altura de planta (cm)	56
3.1.2. Longitud de raíz (cm)	63
3.1.3. Diámetro de la raíz (cm)	69
3.1.4. Peso de la raíz (g)	75
3.1.5. Peso fresco de la parte aérea de la zanahoria (g)	85
<b>IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>92</b>
4.1 Conclusiones	92
4.2 Recomendaciones	93
<b>RESUMEN</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>101</b>

## INTRODUCCIÓN

El problema más importante en los últimos años que preocupa a la mayoría de los países y sobre todo al nuestro, es la falta de alimentos, debido al vertiginoso crecimiento de la población mundial, por lo que surge la imperiosa necesidad de elevar la productividad de los cultivos, entre ellos las hortalizas, con una inversión económica razonable y rentable.

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es un producto agrícola importante, a nivel mundial en el año 2010 los países que ocuparon los primeros lugares en la producción de zanahorias fueron: China, Estados Unidos y Rusia con 15 899 078, 1 341 700 y 1 303 300 toneladas, respectivamente, ocupando el Perú el 34<sup>avo</sup> lugar con 182 458 toneladas de zanahoria. (FAOSTAT, 2010).

A nivel regional los departamentos de mayor producción son Junín y Lima con una producción de 55 653 y 49 356 toneladas en una superficie cosechada de 2 559 has y 2 036 has respectivamente, que abarca más

del 57% de la producción nacional, a nivel de la región de Ayacucho la producción es de 2 099 toneladas en una superficie cosechada de 203 has en el año 2010. (Ministerio de Agricultura, 2011).

Dentro de los cultivos hortícolas del Perú, la zanahoria es uno de los más desarrollados en el país y de consumo bastante popular. Su consumo es casi en exclusividad, al estado fresco.

El Guano de isla (GI) es una mezcla de excrementos de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes y puede tener 12% de nitrógeno, 11% de fósforo y 2% de potasio, se utiliza principalmente en los cultivos de caña, papa y hortalizas (Geocities, 2009). Hoy en día es sabido que los fertilizantes sintéticos producen daños en los ecosistemas del suelo, trayendo como consecuencia graves desequilibrios y pérdidas de fertilidad biológica y física del mismo (Perú ecológico, 2009); a esto se suma el elevado costo de fertilizantes sintéticos. Estos hechos ponen en evidencia la necesidad de proponer tecnologías alternativas, las cuales existen y se encuentran en constante desarrollo; una de éstas es la utilización de "microorganismos", para mejorar la solubilidad del GI. Estos microorganismos han sido desarrollados en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, Profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinagua, Japón.

El nitrógeno seguido del fósforo, son los nutrientes inorgánicos más requeridos por plantas y microorganismos, siendo además en el suelo el factor limitante del desarrollo vegetal a pesar de ser abundante tanto en formas inorgánicas como orgánicas. Por lo tanto, se considera que la solubilización del Guano de isla y de otras fuentes de macro nutrientes por los microorganismos del suelo es una alternativa fundamental para incrementar la cantidad de  $N-P_2O_5-K_2O$  disponible para las plantas.

Por las consideraciones expuestas, se plantea la ejecución del presente trabajo de investigación, con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

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

# **CAPÍTULO I**

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 CULTIVO DE LA ZANAHORIA.**

#### **1.1.1 CENTRO DE ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

Cásseres (1980), señala que la zanahoria, es originaria de Europa y Asia, donde en la actualidad se le puede encontrar en estado espontáneo en las tierras frescas y praderas. Algunas de las 60 especies del género *Daucus* son nativas de Norteamérica. Conocida desde la antigüedad; no adquiere importancia desde el punto de vista alimenticio, hasta el siglo VI D.C. fue cultivada desde hace unos 2000 años y fue apreciada por determinadas clases sociales en la Grecia Antigua.

#### **1.1.2 UBICACIÓN TAXONÓMICA**

Cásseres (1980), describe a la zanahoria de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Sub división	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Umbelifloras
Familia	: Umbelliferae
Género	: <i>Daucus</i>
Espécie	: <i>Daucus carota</i>
Número de Cromosomas	: $2n = 18$

### 1.1.3 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Cásseres (1980) y Fersini (1979), afirman que la zanahoria es una planta bianual cuyo cultivo se usa como materia prima para la extracción de algunas vitaminas, el color de la zanahoria depende del contenido de carotenos alpha y beta. Asimismo los nutricionistas y en el mercado prefieren zanahorias de color anaranjado intenso y uniforme.

#### a. Raíz

Cásseres (1980), Fersini (1979), García de Oteyza (1959) y Tamaro (1960), mencionan que el sistema radicular es fusiforme de diversas formas y colores variados, algunas de las cuales constituye una buena hortaliza para ensaladas y otras como forrajera, el color de las zanahorias varia de blanco a rojizo-

amarillento dependiendo del contenido de carotenos y, los de pobre calidad son amarillentos y descoloridos. Los nutricionistas y en el mercado prefieren zanahorias de color anaranjado intenso y uniforme. En la planta silvestre, la raíz tiene mayor desarrollo y forma distinta que en las variedades cultivadas donde la raíz es de color blanco, no se cultiva como hortaliza si no como planta forrajera. La variedad semi larga Chantenay presenta una raíz roja y en forma cónica, son de buena calidad, apta para terrenos fuertes y es bastante productiva.

Maroto (1983), señala que presenta una raíz hipertrofiada, principalmente a base de parénquima cortical.

#### **b. Tallo**

Cornejo (1986) García de Oteyza (1959) y Tamaro (1960), mencionan que los tallos de la zanahoria son largos, acanalados o estriados provistas de pelos tiesos e inclinados hacia abajo de 0.5 a 1.2 m. de largo y no se muestran hasta el segundo año de cultivo y lleva en las extremidades, inflorescencias en forma de umbelas compuestas.

#### **c. Hojas**

Cornejo (1986), indica que las hojas están divididas y subdivididas en segmentos, los del último orden estrechamente lanceolado. Son de color verde oscuro. Presentan hojas con pecíolos largos,

doble o triplemente pinnado, partidas con pequeños lóbulos lanceolados y que se disponen en rosetas.

#### **d. Flores**

Cornejo (1986) y Tamaro (1960), mencionan que las flores son bisexuales heteroclamídeas, pentámeras y actinomorfas, se agrupan en umbelas (blancas, amarillas o azuladas) compuestas de 16 a 20 radios con involucro de 6 a 12 hojas profundamente divididas y ribeteadas en la cara inferior con una membranita blanca; las umbelas tienen el involucro formado por hojitas simples o trifurcadas, desiguales y también membranosas.

Las flores son numerosas y pequeñas, son blancas o rosadas, provistas de largas brácteas en su base, de pétalos muy desiguales en los de la periferia de la umbela casi de color púrpura. Las umbelas extendidas, al abrirse las flores, se cierran a medida que los frutos van madurando.

#### **e. Fruto**

Cásseres (1980), Cornejo (1986), García de Oteyza (1959) y Maroto (1983), mencionan con respecto al fruto que es un diaquenio soldado por una cara plana, en su parte libre presenta forma convexa y costillas guarnecidas de aguijones curvos. A dichos frutos se les conoce con el nombre de "semilla" y se usa para la siembra.

#### **f. Semilla**

Cásseres (1980), Cornejo (1986) y Maroto (1983), mencionan que la semilla presenta un color verde oscuro, son pequeños con dos caras asimétricas, una plana y otra convexa, en sus extremos curvados. El peso de 1000 semillas es de 0.75 g y la capacidad germinativa es de 03 años.

#### **1.1.4 FISIOLÓGÍA DE CRECIMIENTO**

Maroto (1983), menciona que la zanahoria es una planta bianual que en condiciones normales, durante el primer año de cultivo, desarrolla una roseta de hojas y almacena sus reservas en su propia raíz hipertrofiada.

En el segundo año de cultivo emite el tallo floral que se expansiona gracias a la reserva acumulada en el primer año de cultivo.

Otros factores como las siembras tardías y las plantaciones con altas densidades disminuyen la incidencia de la subida de la flor prematura, lo que quiere decir que la respuesta a la vernalización está relacionada con una cierta madurez de la planta. Asimismo el sabor de la zanahoria está regido, principalmente, por su composición en azúcares y flavonas. Entre los azúcares resulta muy importante la relación entre los azúcares reductores (fructuosa y glucosa) y los azúcares no reductores (sacarosa), y este carácter al parecer está regido por un gen simple y dominante Freeman y Simons, (1983) citado por Maroto (1983).

## **1.1.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

### **a. Clima**

Campos (1981), Cásseres (1980), Fersini (1979), García de Oteyza (1959), Maroto (1983) y Tamaro (1960), mencionan que la zanahoria es una planta de amplia adaptación a diversas condiciones climáticas, pero la más adecuada es la templada, siendo la temperatura ideal de 15°C a 18°C, con mínimas de 7°C y máxima de 21°C. Sin embargo si la planta ya desarrollada sufre exposiciones a temperaturas menores de 7°C por 4 ó más semanas emite su tallo floral en el primer año y puede producir semilla prematura, la raíz toma un sabor amargo y no es comerciable. Para que una plantación entera sólo produzca semilla, son suficientes 15 días entre 15 y 18°C, una temperatura excesivamente alta repercute en la coloración más clara de las raíces, así como un tamaño más reducido de los mismos; mientras que temperaturas más bajas producen una coloración más pálida y una mayor longitud de raíces. Puede soportar heladas, siempre y cuando no sean de intensidad excesiva. En cuanto a la floración es una planta de días largos.

### **b. Suelos**

Campos (1981), Cásseres (1980), García de Oteyza (1959) y Maroto (1983), mencionan que la zanahoria se cultiva en diferentes tipos de suelos pero; los arcillo calizos, profundos,

suelos, bien drenados que pueden ararse hasta unos 30 cm, con un buen contenido de arena y que retengan bien la humedad, de textura ligera son los más indicados los terrenos compactos y pesados originan raíces con fibrosidades endurecidas que las deprecian, de menor peso, diámetro y longitud, siendo además propensos al desarrollo de podredumbres.

Cásseres (1980) y Maroto (1983), señalan que los suelos duros y pedregosos contribuyen a que se bifurquen las raíces, asimismo los suelos de pH 6.0 A 6.5 son preferibles, pues la zanahoria no tolera en absoluto la acidez alta del terreno ni los suelos excesivamente alcalinos.

Maroto (1983), menciona que el cultivo de la zanahoria requiere de un suelo que pueda ararse aproximadamente hasta unos 30 cm, que tenga una buena preparación del terreno, esta debe estar bien mullida, limpia, libre de raíces de malezas.

### **1.1.6 MANEJO AGRONÓMICO**

#### **a. Preparación del terreno**

Maroto (1983), señala que la zanahoria es una hortaliza que requiere una buena preparación del terreno de modo que esté perfectamente mullido, tenga una mayor profundidad, mayor debe de ser en las variedades largas y semilargas, una labor profunda, en la que se incorporará el abonado de fondo, y a continuación

tantas labores superficiales como dos pasadas de disco en forma cruzada y una pasada de rastra para dejar el suelo fino.

García de Oteyza (1959), señala que un adecuado mullimiento convierte los suelos en más blandos; el agua y el aire penetran con mucha facilidad, las reacciones químicas se realizan mejor y los elementos minerales se ponen más asimilables al lograr el contacto con las raíces de los vegetales, las plantas se desarrollan con mayor rapidez y rinden abundantes cosechas.

#### **b. Siembra y densidades**

Fersini (1979), menciona que la siembra de la zanahoria se realiza teniendo en cuenta las variedades y las regiones. Las variedades más tempranas pueden sembrarse a partir de los días finales de febrero, continuando con la siembra hasta mediados de agosto e incluso los comienzos de otoño en los climas cálidos. En regiones frías, las siembras se efectúan durante los meses comprendidos entre abril y julio.

Cásseres (1980), indica que la siembra se puede hacer en surcos distanciados entre 20 y 45 cm, la distancia entre plantas puede variar entre 5 y 15 cm, en siembras comerciales los surcos se hacen con 40 y 90 cm de separación y las plantas se entresacan de manera que queden de 2.5 a 5 cm entre una y otra aunque en la práctica se procura tener bajas densidades para no tener que hacer el entresaque.

Fersini (1979), señala que la densidad de siembra oscila entre 2.5 a 4.0 kg/ha-1, suele emplearse de 40 – 70 g de semilla por 100 m<sup>2</sup>. La profundidad de siembra debe ser superficial, la fórmula es 4 veces el diámetro de la semilla, más o menos de 8 a 10 mm.

### **1.1.7 FORMAS DE SIEMBRA**

#### **a. Al voleo en melgas**

Diehl y Mateo Box (1973) mencionan que esta técnica cada vez se está utilizando menos, esto puede estar justificado aún en algunos casos:

- Parcelas muy pequeñas que impidan la utilización racional de las máquinas sembradoras.
- Terrenos accidentados o de topografía muy irregular
- Necesidad de cubrir uniformemente el suelo (praderas temporales).
- Suelos excesivamente húmedos que impidan el paso de los tractores.
- Siembras rápidas de cultivos intercalares.

Las ventajas de la siembra al voleo (rapidez en su ejecución, cobertura uniforme del suelo, etc.), son superadas inmediatamente por sus inconvenientes, entre ellos podemos citar: irregularidad de distribución, enterramiento difícil e irregular de las semillas, etc. Estos hechos obligan a un consumo suplementario de las semillas del orden 10 al 20% superior a las siembras en surcos.

## **b. En Surcos**

Diehl y Mateo Box (1973), mencionan que son obligatorias para las plantas de escarda, las siembras en surcos tienden a generalizarse, incluso para praderas artificiales.

Las numerosas ventajas que ofrece este procedimiento (regularidad de distribución y de enterramiento, economía de semillas, etc.) compensan ampliamente algunos de sus inconvenientes (mayor costo, apelmazamiento del suelo por los tractores, etc.).

### **1.1.8 FERTILIZACIÓN**

Cásseres (1980), señala que la fertilización está en función de la fertilidad del suelo, topografía y la extracción del cultivo se cree que la zanahoria empobrece el suelo porque utiliza mucho potasio.

Una cosecha de 24 toneladas por hectárea extrae del suelo 32 kg de N, 18 kg de  $P_2O_5$  y 100 kg de  $K_2O$ . En la fertilización mineral puede aconsejarse: entre 80 y 120 kg de N, de los cuales la quinta parte se añadirá en fondo y el resto en dos aportaciones de similar valor, de 80-250 kg de  $P_2O_5$  Y 150 a 250 kg de  $K_2O$ , aunque no aparezcan síntomas de deficiencias de elementos menores a veces conviene aplicarlos. Cuando se usa estiércol, debe aplicarse al cultivo anterior o emplearse si está bien descompuesto ya que en estado fresco propende a causar raíces deformes.

## **Guano de isla**

Geocities (2009), señala que el Guano de isla es una mezcla de excrementos de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. El uso del Guano de isla es conocido en América Latina desde hace más de 1500 años.

Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener 12% de nitrógeno, 11% de P y 2% de K. Se utiliza principalmente en los cultivos de caña, papa y hortalizas.

Debe aplicarse pulverizado a una profundidad aceptable, o taparlo inmediatamente para evitar las pérdidas de amoníaco. Puede ser mezclado con otros abonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr una mejor eficiencia.

Suquilanda (1996), indica que el Guano de isla es un producto de la acumulación de deyecciones (estiércoles) de las aves marinas, como el guanay, piquero y el alcatraz (pelicano) que se alimenta de la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel, liza, machete, sardinas, etc., formando así gigantescos laboratorios biológicos naturales (Islas Guaneras), que nos entregan el único fertilizante natural del mundo.

El gran poder fertilizante del Guano de isla se debe a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo, dos de los elementos químicos básicos para el metabolismo de las plantas, por lo que se trata de

un abono ecológico de gran calidad para todos los tratamientos de cultivos de interior o exterior, tanto para usos domésticos como agrícolas. Dependiendo de su origen hay diversas clases, pudiendo encontrarse en estado fresco, semi-fosilizado o fosilizado.

**Características físicas.-** Es un producto natural orgánico ofrecido en forma de polvo, granulado uniforme color gris amarillento verdoso, con olores de vapores amoniacales biodegradables y de condición estable, de uso para todos los cultivos 100% ecológicos.

**Características biológicas.-** Esta característica es la más importante que posee el Guano de isla. Es el contenido de la flora microbiana (bacterias nitrificantes y hongos), que lo hace superior dentro de los fertilizantes orgánicos comerciales por sus cualidades excepcionales; mientras que las actividades microbiológicas, tanto del suelo como del guano de las islas que contienen los elementos químicos nutritivos, en forma de sustancias orgánicas dan lugar a transformaciones de los compuestos orgánicos, inorgánicos y volátiles.

### **Elementos mayores del Guano de isla**

Suquilanda (1996), manifiesta que el nitrógeno proporciona prótidos de defensa a la planta contra plagas, mejora la calidad de frutos y almacena proteínas nutritivas que sirven para el consumo humano. La dosis adecuada de nitrógeno en la planta permite su crecimiento sano y producción abundante.

El fósforo, origina el desarrollo y vigor de la estructura de la planta. Favorece la fecundación, la formación y maduración de frutos (precocidad).

El potasio, favorece la formación de carbohidratos, sacarosa, almidón, proteínas y lípidos. Contribuye a la mejor utilización de la reserva de agua al acelerar el crecimiento de las raíces.

Bertrán (1992), distingue tres clases de guano: guano rico o nitrogenado, el guano pobre o fosfatado y el Guano de isla balanceado.

Guano rico responde a la composición media siguiente: Nitrógeno: (9-15%),  $P_2O_5$  (8%),  $K_2O$  (1-2% soluble en su totalidad),  $CaO$  (7-8%),  $MgO$  (0.4 – 0.5), S (1.5 – 1.6%), pH (6.2 – 7%). Debe aplicarse pulverizando a una profundidad de 10 cm a fin de evitar pérdida de amoníaco, bajo la forma de carbonato.

El nitrógeno del guano existe bajo tres formas posibles en proporciones variables: orgánica (9-10 % ácido úrico principalmente), amoniacal (5 – 4.5% cloruro y bicarbonato de amoníaco), nítrica poco, el sodio no representa más que el 0.8% y el cloro 1.5%. De igual modo indica que la flora microbiana del guano varía considerablemente según el tratamiento que este ha sufrido; el guano secado al horno contiene pocos microorganismos siendo el fresco en nitrobacterias.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
DICIEMBRE

El guano pobre o fosfatado de formación antigua y explotación limitada contiene: nitrógeno (1-2%),  $P_2O_5$  (16-20% ácido fosfórico),  $K_2O$  (1-2%), cal (16-19%).

El Guano de isla balanceado, viene a ser el Guano de isla pobre complementado con urea o sulfato de amonio o (en algunos casos con Guano de isla rico) su composición es la siguiente: Nitrógeno (12%), ácido fosfórico (9-10%  $P_2O_5$ ), potasio (2% de  $K_2O$ ).

Martínez (2005), muestra un análisis químico del Guano de isla realizado en el laboratorio de análisis de suelos y aguas Nicolás Roulet de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, ver cuadro 1.1.

**Cuadro 1.1.** Análisis químico del Guano de isla

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Clasificación</b>
Nitrógeno total	0.32 %	bajo
$P_2O_5$	2.24%	bajo
$K_2O$	1.96%	bajo
Materia orgánica	2.53%	bajo
Humedad	1.23%	bajo

### 1.1.9 RIEGOS

Cásseres (1980) y Campos (1981), mencionan que se realiza después de la siembra, con la finalidad de impedir que el agua arrastre las semillas.

Asimismo los riegos deben de ser escasos pero continuos puesto que el terreno se debe mantener húmedo durante el proceso del cultivo.

Maroto (1983), sostiene que la zanahoria posee exigencias importantes de humedad y si es que se presenta sequía, se forma sobre el periciclo un reticulado fibroso y deprecia el valor de esta hortaliza.

#### 1.1.10 VARIEDADES

Cásseres (1980), clasifica de la siguiente manera:

- **Oxheart.** Presenta raíces gruesas y cortas, para suelos poco profundos y pedregosos. No tiene mucha demanda comercial. En algunos países europeos se utiliza como forraje.
- **Nugget.** Es un cultivar precoz casi esférico que ha sido creado para ser elaborado entero por la industria conservera.
- **Chantenay.** Es preferido por la industrialización y para venderlos en bolsas de polietileno perforado sin hojas. Son de amplia adaptación, tiene color anaranjado fuerte y uniforme bajo buenas condiciones de cultivo con diferencias menores, dentro de este tipo están Red Core, Chantenay, royal Chantenay, Chantenay Type, Chantider nuevos híbridos F1.
- **Nantes.** Se da el nombre al tipo. Es el más cilíndrico, con punta obtusa, de epidermis delgada y usualmente es el de

más alta calidad, sus hojas se quiebran fácilmente al arrancar la raíz, por lo que no se puede hacer buenos manojos.

- **Danvers.** Desarrolla una planta más fuerte que chantenay y una punta más aguda, pero su color, calidad y textura se consideran solo medianas, es buena para el huerto familiar y para el mercado local. Otros cultivares similares son: Red Danvers Half Long, Supreme Half Long.
- **Emperador.** Cultivares con poco diámetro en el “hombro”, son largos (10—20 cm) y delgados. Este tipo es especial para despacho a larga distancia y para empacar en bolsas de polietileno.

Cásseres (1980), Fersini (1979) y García de Oteyza (1959), sostienen que las variedades de zanahoria son muy numerosas y para diferenciarlos se han establecido diversas clasificaciones en base al color, forma y tamaño.

### **1.1.11 ACCIDENTES, PLAGAS Y ENFERMEDADES**

#### **1. Accidentes y fisiopatías**

- a. **Sequía.** Produce fibrosidades de consistencia dura que deprecian la calidad comercial.
- b. **Raíces agrietadas.** Accidentes relacionados con la humedad del suelo. Suele ocurrir en que las raíces engrosan demasiado, mientras que el crecimiento foliar es escaso

- c. **Manchas secas.** Sobre la superficie de la raíz aparecen manchas en cavidades redondas u ovals, como consecuencia de un exceso de humedad del suelo.
- d. **Raíces bifurcadas.** Accidente típico cuando se cultiva en suelos pedregosos
- e. **Carencia de boro.** Produce manchas gomosas en las raíces enmarroneamiento de las mismas y descamaciones.
- f. **Subida a flor prematura.** Deprecia comercialmente la cosecha y las raíces adquieren un sabor amargo.

## 2. Plagas

Maroto (1983), Seymour (1981) y Véliz (1983), sostienen que las plagas y enfermedades en el cultivo de la zanahoria, disminuyen el rendimiento, calidad y valor nutritivo. Hay plagas importantes por su frecuencia y daños severos que causan. Las plagas de mayor importancia se mencionan a continuación:

### a. **Mosca de la zanahoria** (*Psilurosae Fab.*).

Es un díptero de color gris, mide más de 6 mm. En estado adulto. Depositán sus huevos sobre la zanahoria, cuyas larvas penetran y producen galerías en la raíz, que finalmente destruyen los frutos. Es parecido a una mosca doméstica. Cuando los daños son producidos en la raíz se observa las hojas de la planta de un color rojo oscuro. Para alejarlos, se riega con una mezcla preparada de

30cc de parafina en 4.55 lt de arena, se debe aplicar a la base de las plantas si la plaga es intensa, se debe de repetir cada dos semanas.

Se combate mediante pulverizaciones de dietión, clorfenvinfos o aplicaciones al suelo de fenofos, tricoloronato, diazinón y pirininfos

#### **b. Gusanos alambre**

Son coleópteros elaterios del género *Agrotis*. Se combaten con aplicaciones al terreno de foxin, clorperifos, tamarón a una dosis de 2%, es decir 2 cc por litro de agua.

#### **c. Gusanos grises**

Lepidópteros noctuidos del género *Agrotis*. Mordisquean las bases de las plantas. Se combaten con cebos envenenados, con triclorfón pulverizaciones de clorperifos, etc.

### **3. Enfermedades**

Al igual que las plagas pueden llegar a reducir los rendimientos y calidad de la raíz. Entre ellos tenemos:

#### **a. Podredumbre violeta de la raíz (*Heliocobasidium purperum*)**

Se presenta sobre los campos de cultivo infectando manchas de plantas afectadas, posiblemente en aquellos lugares en donde previamente se han desarrollado plantas tales como alfalfa, trébol,

patatas, etc. ya que se encontraban infectadas. Con respecto a los síntomas normales, poco se puede apreciar sobre las partes de la planta que se hallan situados encima del terreno. Aparte de un ligero amarillamiento y acaparamiento de la misma, pero cuando son arrancados se encuentra una masa de micelio de color violeta o purpúrea, que cubre las partes más inferiores, tales raíces suelen arrastrar con frecuencia una masa de tierra adherida a la zanahoria.

**b. Podredumbre blanda (*Pectobacterium carotovorum*).**

Producen engrosamiento de tipo tumoral quedando la raíz torcida, la masa carnosa del interior se encuentra moteada. Las raíces enfermas se desintegran y desaparecen finalmente. Es más común en lo huertos estercolados. Se debe mejorar en el drenado, destrucción de plantas enfermas, rotación mediante plantas no susceptibles y aplicaciones de potasio en lugares que sea requerido.

**c. Tizón tardío (*Alternaria dauci*)**

Esta enfermedad se puede producir, cuando su ataque se produce en las primeras fases de desarrollo, en plantas más desarrolladas produce manchas parduscas diseminadas en los bordes de las hojas que parecen quemaduras. Se combate con tratamientos preventivos con Zineb, Captán, etc.

**d. Mildiu de la zanahoria (*Pasmospera nivea*)**

Se caracteriza porque en el haz aparecen manchas amarillentas y en el envés aparece un micelio afelpado. Se previene mediante pulverizaciones de Caldo de Bordales, Mancozeb, Captan. Oxícloruro de Cobre, etc.

**e. Oidiosis (*Leveillula taurina*, *Erysiphe umbelliferarum*)**

Son aquellos que producen oidiosis de la zanahoria. Producen un polvo blanquecino en la hoja, se combate con Benomino, Dinocap, etc

**f. Virus y micoplasmas.**

Virus del enanismo, Virus del mosaico de la zanahoria, todos estos virus se transmiten por pulgones.

Amarillamiento de la zanahoria, es producido por un micoplasma del tipo "Asteryeces", se combate con aplicaciones de Dimetoato, Malatión, Pirimicarb, etc.

### **1.1.12 COSECHA**

Beingolea (1984) y Campos (1981), sostienen que la cosecha se realiza cuando la zanahoria haya alcanzado la madurez, extrayendo las raíces a mano o con cuchillos convenientes entre los 90 y 120 días después de la siembra, obteniéndose un rendimiento de 15-20 tn.ha<sup>-1</sup>. La cosecha debe realizarse en forma

escalonada primero se recogen las raíces gruesas de forma que las que se encuentran retrasadas alcancen buen tamaño. El momento ideal es cuando la zanahoria presenta un diámetro de 4 a 6 cm, a la altura del cuello de la planta. Cuando la cosecha se realiza a los 65 a 100 días se puede llegar a obtener un rendimiento de 25 a 35 tn.ha<sup>-1</sup>.

## **1.2 LOS MICROORGANISMOS EFECTIVOS NATURALES (MEN)**

### **1.2.1 Definición**

Chujo (2004), indica que el EM significa Microorganismos Eficientes. 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 el 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 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.

FAO (2007), señala que los ME son una mezcla de todos los tipos de microbios que ocurren de manera natural, como los fijadores de N, solubilizadores de P, productores de hormonas/vitaminas, descomponedores de la celulosa, organismos controladores de enfermedades, etc. y que se emplean para elevar la productividad del cultivo.

### **1.2.2 Tipo de microorganismos**

Higa y Parr (1991), afirman que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas, levaduras. Suquilanda (2001), indica que los microorganismos del EM son: bacterias ácido lácticas, levaduras, bacterias fotosintéticas, actinomicetos.

**Bacterias fototróficas.** 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.

**Bacterias ácido lácticas.** Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas 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.

**Levaduras.** Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, 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.

Gálvez (2009), reporta un análisis básico de los microorganismos existentes en la solución de MEN y del capturador de microorganismos (arroz impregnado de microorganismos) la existencia de bacterias en mayor cantidad y hongos en menor cantidad. Encontrando diversas colonias de bacterias las cuales son Gram positivas y Gram negativas, y poseen mayormente las formas cocobacilares y cocos. En los hongos observó las hifas y conidias.

### **1.2.3 Modo de acción de los microorganismos**

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 Importancia de la Aplicaciones del ME**

Higa y Parr (1991), indican las siguientes aplicaciones del ME en la agricultura:

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:**

- 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 radical.
- 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 ME y su acción solubilizante:**

Alexander (1981), menciona que los microorganismos no solo asimilan el fósforo, sino que también hacen solubles una gran proporción de ellos, liberando en cantidades superiores, actúan solubilizando sales de Fe, Al, Mg, Mn y otros fosfatos. El principal mecanismo de solubilización se debe a la producción microbiana de ácidos orgánicos, que disuelven los fosfatos inorgánicos haciéndolos asimilables para las plantas.

Muchos microorganismos del suelo producen ácido láctico, glicólico, acético, cítrico, fórmico, etc.; que pueden solubilizar fosfatos tricálcicos y apatitos naturales.

FAO (2007), menciona que las bacterias, hongos y actinomicetos pueden solubilizar formas insolubles de fósforo. Las bacterias solubilizadoras de P (BSP) incluyen *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum*, *Bacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas striata*, *Agrobacterium* sp; *Acetobacter diazotrophicus*, etc. Los hongos solubilizadores del P (HSP) incluyen: *Aspergillus awamori*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium belaji*, levadura (*Saccharomyces* sp.) etc. Los actinomicetos solubilizadores de P (ASP) incluyen a *Streptomyces* sp, *Nocardia* sp.

Generalmente los microorganismos solubilizantes del fósforo secretan ácidos orgánicos que disuelven el fosfato insoluble. Estos microbios ayudan en la solubilización del P de la roca fosfórica y otras formas escasamente solubles del P del suelo, mediante la disminución del tamaño de sus partículas, reduciéndolas a formas casi amorfas.

Alexander (1981), indica que la degradación no es inhibida por el fósforo inorgánico, por lo que la mineralización se lleva a cabo rápidamente aun con sitios con suficiente fósforo, siendo las enzimas encontradas con más frecuencia las llamadas fosfatasas. El proceso predominante de mineralización e inmovilización está determinada por el % de P y su relación C:P en los residuos vegetales en descomposición y los requerimientos nutricionales de la población de microorganismos. La relación C:P que produce la inmovilización es 300:1 y se producirá una mineralización neta cuando la relación C:P sea 200:1. Si su concentración excede al requerimiento de los microorganismos el exceso aparece como fosfato inorgánico, si es inadecuado, el efecto neto será la inmovilización.

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 fijos, 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 quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes; además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades y esta se trasforme a su vez en suelos azimógenicos.

A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumenta el contenido de humus.

### **1.3 EL GUANO DE ISLA:**

#### **1.3.1 Generalidades:**

El Guano de isla es un recurso natural renovable, que se encuentra en la superficie de las Islas y puntas del litoral peruano, lugares donde se presentan y reproducen las aves guaneras; está 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 (2002), menciona que el Guano de isla es un abono orgánico producido por las aves guaneras (guanay, 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, así mismo, es uno de los abonos naturales de buena calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes.

Sánchez (2003), acerca del Guano de isla manifiesta que es una mezcla de excremento de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. los cuales experimenta 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 (1989), sostiene que en el mercado existen tres tipos de guanos de islas:

- **Guanos de Islas Rico:** Tiene la composición media siguiente:
  - **Nitrógeno:** 12% N (varía de 9 a 15%). Existe bajo las normas de: orgánica (9— 10%), amoniacal (4—4.5%), y nítrica.
  - **Ácido Fosfórico:** 8%  $P_2O_5$  (del cual 90% es rápidamente asimilable) dependiendo de las condiciones del análisis (suelo y clima).
  - **Potasa:** 1-2%  $K_2O$  (soluble en su totalidad). CaO: 7 — 8%, MgO: 0.4 a 0.5%, Azufre: 1.5 a 1.6 %, cloro: 1.5%, Sodio: 0.8%, Humedad: 20% mayoría de oligo-elementos, pH: 6.2 a 7.
- **Guanos de Islas Pobre:** Deformación antigua, llamado también fosfatados y de explotación limitada. Su contenido de elementos es el siguiente:
  - **Nitrógeno:** 1 a 2% de nitrógeno, ácido fosfórico: 16 a 20% de  $P_2O_5$ , potasa: 1 a 2% de  $K_2O$ , CaO: 16—19%.
- **Guano de isla Balanceado:** Viene a ser el Guano de isla pobre completado con urea o sulfato de amonio (en algunos casos con

Guano de isla rico también). Su contenido de elementos es:

Nitrógeno: 12% de N, ácido fosfórico: 9 a 10% de  $P_2O_5$  y potasa:

2% de  $K_2O$ .

Según Pro Abonos las características del Guano de isla son las siguientes:

<b>ELEMENTOS</b>	<b>%</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>%</b>
Nitrógeno total	13.00	Yodo	0.0053
Fósforo	12.00	Cobre	0.0024
Potasio	3.00	Boro	0.0016
Azufre	3.78	Arsénico	0.0002
Cloro	1.54	Aluminio	0.0002
Sodio	1.07	Titanio	0.0002
Magnesio	0.41	Plomo	0.0002
Silicio	0.36	Zinc	0.0002
Fierro	0.032	Ceras y grasa	1.52
Estaño	0.024	Carbón orgánico	7.06
Manganeso	0.020	Humedad	16.00

Su descomposición es lenta lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, especialmente las nitrogenadas tales como uratos, carbonatos, fosfatos y otras combinaciones menos abundantes.

### 1.3.2 Características del Guano de isla

Es un producto natural orgánico en forma de polvo de granulación uniforme, color gris amarillento verdoso, con olores fuertes de vapores amoniacales y de condición estable.

Biológicamente el Guano de isla juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas encerrando todos los elementos fertilizantes y asegurando la nutrición de las plantas. 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, flúor y otros elementos), que lo convierten en el abono más completo del mundo.

Gros (1986), hace una descripción de la composición del Guano de isla como sigue:

El Nitrógeno. - Origina las proteínas que las plantas necesitan para producir buenos frutos. En los suelos con buena cantidad de nitrógeno las plantas crecen sanas, las hojas son de color verde oscuro y la producción de frutos es abundante. Cuando los suelos no tienen nitrógeno, las plantas crecen débiles, disminuye la producción y las hojas son de color pálido.

El Fósforo. - Ayuda a la formación de la floración, las plantas son de color pálido, las hojas de color rojizo y los frutos demoran en madurar.

El Potasio.- Hacen que las plantas sean de mejor calidad, que los tallos sean más fuertes y que presenten mayor resistencia al ataque de enfermedades. Además permite aprovechar mejor la humedad, especialmente en época de sequía.

### **1.3.3 Propiedades del Guano de isla:**

El Guano de isla no deteriora los suelos ni las convierte en tierras salitrosas, por el contrario es un mejorador ideal y lo más importante es un abono natural no contaminante, más económico y mucho mejor que los abonos sintéticos que si necesitan mezclarse con otras materias orgánicas que debilitan la tierra irremediablemente.

ENCI (1980), señala que el Guano de isla conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales. El guano rico se caracteriza por la emanación de olores y 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 nitratos, carbonatos, fosfatos y otras combinaciones menos abundantes. Este abono es del tipo compuesto por que aporta nitrógeno, fósforo, potasio (N P K), Ca, Mg, S y aun elementos menores.

#### **1.3.4 Empleo como abono:**

ENCI (1980), menciona que el Guano de isla para su descomposición en el suelo debe poseer cierta flora microbiana, esta flora varía 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. El abono rico debe aplicarse pulverizado a una profundidad de 10 cm por lo menos, para evitar la pérdida de amoniaco presente bajo la forma de carbonato.

Camasca (1989), señala que la utilización del Guano de isla como abono en la producción de hortalizas debe ser aplicada pulverizado a una profundidad de 10 cm por lo menos, a fin de evitar la pérdida 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 isla 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.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas, por lo que se ocupó dos ambientes diferentes.

- La fase de la incubación se realizó en el invernadero ubicado en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en Pampa del Arco - Ayacucho a 2760 msnm cuyas coordenadas son 13°09'56" Latitud Sur y 74°13'40.2" Longitud oeste.
- La instalación, conducción y la evaluación del experimento se ejecutó en el mismo Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a campo abierto, utilizando tierra agrícola de la comunidad de Compañía.

## 2.2 ANTECEDENTES DEL TERRENO

El terreno utilizado para el presente trabajo de investigación, estuvo en descanso por aproximadamente 05 años, antes de esta etapa se cultivó alfalfa y pasto asociado.

## 2.3 ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

El análisis químico del suelo, se realizó en el Laboratorio de suelo y análisis foliar, "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados e interpretación se muestra en el cuadro 2.1

**Cuadro 2.1: Resultados del análisis químico del suelo de  
Compañía 2465 msnm – Ayacucho.**

COMPONENTES	CONTENIDO	MÉTODO	INTERPRETACIÓN
pH	8.05	Potenciómetro	Moderadamente alcalino
Materia Orgánica (%)	1.79	Walkley y Black	Bajo
N total (%)	0.08	Kjedahl	Bajo
P Disponible (ppm)	52.1	Bray – Kurtz	Alto
K Disponible (ppm)	186.5	Turbimetría	Medio

De acuerdo a los resultados del análisis químico del suelo se encontró que: el contenido de materia orgánica y el nitrógeno total son de un nivel bajo; en tanto que el fósforo disponible es alto y el

potasio disponible está en un nivel medio. El pH es moderadamente alcalino el cual está dentro de lo recomendable para el cultivo de la zanahoria.

## **2.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

En el cuadro 2.2 se muestra los datos mensuales de temperatura (mínimas, máximas y promedios), precipitaciones promedios mensuales y total anual registrados en la estación meteorológica de Pampa del Arco a 2772 msnm, situado en las coordenadas de 74°13'06" longitud oeste y 13°08'51" latitud sur, datos que sirvieron para elaborar el balance hídrico, según la metodología propuesta por la ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales), cuyos resultados se resumen en el cuadro 2.2 y gráfico 2.1.

La precipitación total anual registrada entre mayo del 2011 y abril del 2012 fue de 693.00mm con una distribución irregular. Los meses de alta precipitación fueron entre diciembre del 2011 y febrero del 2012, indicándonos que hubo exceso de humedad en el suelo. Los riegos se realizaron en los meses de menor precipitación que corresponden a marzo, abril y mayo con la finalidad de evitar que el cultivo sufra estrés por falta de humedad.

En el cuadro 2.2, se muestra que las temperaturas promedio mensual máxima, mínima y promedio son 28.50, 3.29 y 15.90°C respectivamente, siendo los meses más cálidos los meses

noviembre y diciembre del 2011 asimismo los meses enero, febrero y marzo del 2012. La temporada más fría registró durante los meses de mayo, junio y julio del 2011.

En los meses correspondientes al ciclo vegetativo del cultivo (enero – mayo) la temperatura máxima fue en el mes de enero con 28.90 °C, y la temperatura mínima fue en el mes abril con 5.10 °C. La precipitación máxima fue de 138.60 mm correspondiente al mes de febrero y la mínima fue de 20.80 mm correspondiente al mes de mayo. No se presentó problemas con la temperatura ya que la temperatura media que se presentó fue favorable para el cultivo de zanahoria, con respecto a la precipitación también fue suficiente para el cultivo, pero de todas maneras se tuvo que realizar riegos frecuentes.

**Cuadro 2.2: Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente al periodo 2011 – 2012 de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco - Ayacucho.**

Districto : Ayacucho  
 Provincia : Huamanga  
 Departamento : Ayacucho

Altitud : 2 772 msnm.  
 Latitud : 13° 08' 51" S  
 Longitud : 74° 13' 06" W

AÑO	2011												2012				TOTAL	PROM.
	MESES	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr					
Tº máxima (°C)	26.90	27.60	27.10	28.70	29.90	29.90	29.90	31.40	30.20	28.90	27.20	27.70	26.50	342.00	28.50			
Tº mínima (°C)	-1.70	-1.40	-2.40	-0.30	2.00	3.50	5.40	7.40	17.95	7.00	7.70	7.20	5.10	39.50	3.29			
Tº media (°C)	12.60	13.10	12.35	14.20	15.95	16.70	18.40	18.80	100.80	17.45	17.45	17.45	15.80	190.75	15.90			
Precipitación (mm)	20.80	0.10	10.20	0.70	43.40	37.60	76.60	109.80	100.80	100.80	138.60	86.60	75.80	701.00	58.42			
ETP (mm)	140.97	129.23	134.67	157.54	177.59	198.04	207.62	205.41	197.11	162.87	174.58	147.45	2033.09	169.42				
Factor	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507					
ETP cor. (mm)	71.46	65.50	68.26	79.86	90.02	100.38	105.24	104.12	99.92	82.56	88.49	74.74						
Exceso (mm)								5.68	0.88	56.04	1.06							
Déficit (mm)	50.66	65.40	58.06	79.16	46.62	62.78	28.64	1.89										

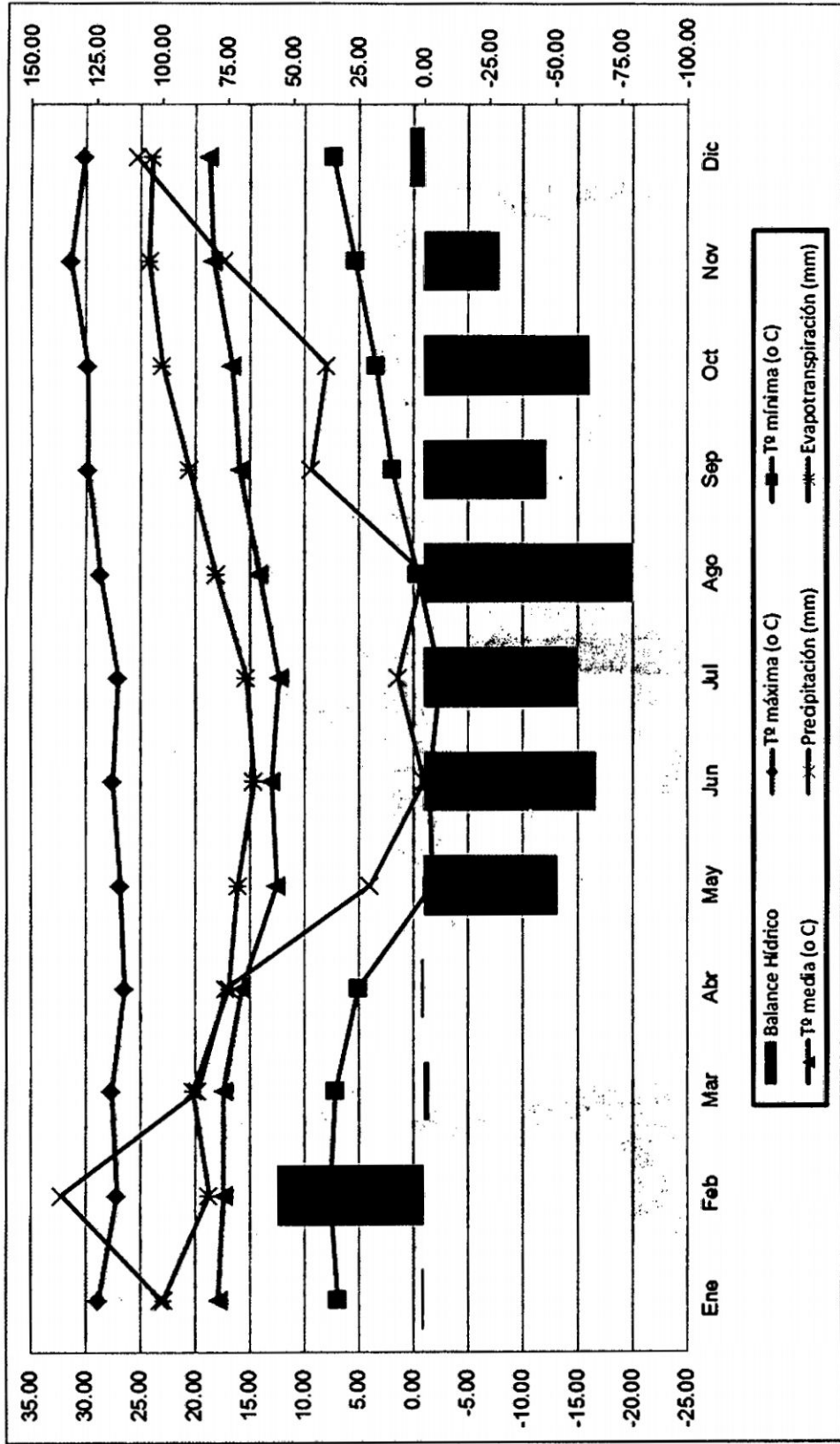


Gráfico 2.1: Diagrama Ombrotérmico de Temperatura vs Precipitación y Balance Hídrico correspondiente a la campaña 2011 - 2012. Estación Meteorológica de Pampa del Arco, 2772 msnm - Ayacucho

## 2.5 MATERIAL VEGETAL

La variedad de zanahoria utilizada fue la Royal Chantenay. Esta variedad presenta las siguientes características agronómicas:

Ciclo vegetativo:	4-5 meses
Raíz:	12-16 cm de longitud.
Formas:	cónicas, troncocónicas y cilíndricas.
Tallo:	pequeño, en disco o corona.
Hojas:	7-13 en rosetas pubescentes.
Tallo floral:	se desarrolla a partir de la yema central
Inflorescencia:	umbela compuesta, secuencial.
Adaptación:	clima templado.

## 2.6 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### 2.6.1 Factores en estudio

#### **Variables Independientes:**

Tiempo de Incubación Guano de isla en ME (días: 0, 5, 10, 15, 20).

Niveles de Guano de isla incubada ( $\text{kg ha}^{-1}$ : 50, 550, 1050, 1550, 2550).

#### **Variables Dependientes:**

Cantidad de Nutrientes disponible en el Guano de isla Incubado. (13% N, 12% P, 3% K, 3.78% S, 1.54% Cl, 1.07% Na, 0.41% Mg, 0.36% Si, y micro elementos)

Rendto en materia seca, de la biomasa de c/ planta en gr x maceta

Rendimiento de la zanahoria expresado en  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### 2.6.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño 03 de Julio (D3J), para dos factores; los niveles empleados en cada factor se indican en el cuadro 2.3, se planteó tomando como referencia trabajos de investigación anteriores.

**Cuadro 2.3: Niveles de Guano de isla (kg) propuesto.**

Nº	X <sub>i</sub> Codificado	Nivel del factor en estudio	
		Tiempo Inc. (Días)	Nivel de GI (kg)
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

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

Trat. N°	Xi Codificado		Tiempo Incubación (días)	Nivel de GI (kg ha <sup>-1</sup> )
	X1	X2		
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

Cada tratamiento se repitió cuatro veces, de manera que el experimento contó con 52 unidades experimentales (13 unidades por repetición).

**Cuadro 2.5: Dosis de Guano de isla y su equivalente en las macetas experimentales.**

Dosis GI (kg ha <sup>-1</sup> )	mg GI maceta (18 kg)
50	450
550	4 950
1 050	9 450
1 550	13 950
2 050	18 450

**Cuadro 2.6: Cantidad de Guano de isla Incubado.**

Días de incubación	Cantidad/repetición (mg)	Cantidad Total (mg)	Cantidad Total (g)
		(4 repeticiones)	
0	28 350	113 400	113.4
5	9 450	37 800	37.8
10	47 250	189 000	189
15	9 450	37 800	37.8
20	28 350	113 400	113.4
<b>TOTAL</b>			<b>491.4</b>

### 2.6.3 Análisis estadístico

Con los resultados de las variables evaluadas, se realizaron los análisis de variancia y análisis de regresión correspondientes, utilizando la metodología descrita por Tineo (2006).

## 2.6.4 Características del trabajo experimental

Se utilizaron como macetas, baldes de 18 kg de capacidad con 38 cm de alto y 28 cm de diámetro, los cuales presentan agujeros para favorecer el drenaje de agua. En el fondo de cada maceta se colocó una capa de 2 cm de grava; sobre esta grava se depositó 18 kg de suelo seco al aire libre y tamizado con una malla.

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 Guano de isla	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	1550	2050	1050
R E P E T I C I O N E S	R1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	R2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	R3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	R4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

TOTAL : 62 UNIDADES EXPERIMENTALES

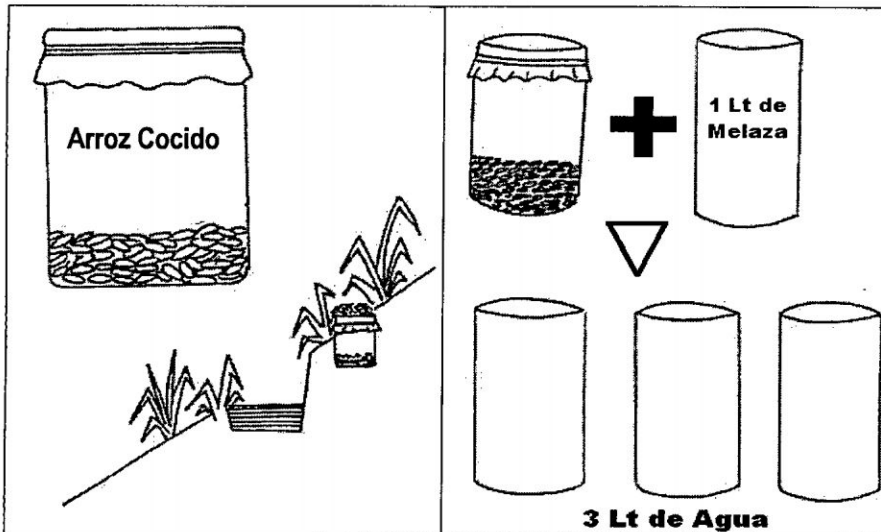
**Gráfico 2.2: Croquis del trabajo experimental.**

## 2.7 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### 2.7.1 Solución con Microorganismos Efectivos Naturales (MEN).

Para contar con la solución de MEN, se procedió con su captura, bajo una técnica sencilla, que consiste en colocar un frasco con arroz cocido, cubierto con un pedazo de nylon, en una compostera del área de suelos, durante 2 semanas. Luego de este período se extrajo el arroz (impregnado de microorganismos), se licuó y se mezcló con 1 litro de melaza y 3 litros de agua (proporción 1:3 de

melaza y agua respectivamente); sometiéndose a una fermentación anaeróbica durante una semana, obteniéndose así la solución madre de MEN (Gráfico 2.3), (Suquilanda 2001).



**Gráfico 2.3: Proceso de captura y preparación de la solución madre de MEN**

### 2.7.2 Guano de isla incubada en Microorganismos Efectivos

#### Naturales.

Una vez obtenida la solución madre de MEN, se procedió a pesar las dosis previstas, para luego incubar el Guano de isla en 05 envases, por periodos de 05, 10, 15 y 20 días respectivamente, también se incluyó un envase con Guano de isla en su estado original (sin incubación, equivalente a 0 días de incubación). El tiempo de incubación y la proporción de Guano de isla utilizados fueron de 0, 5, 10, 15 y 20 días; y 113.4, 37.8, 189, 37.8, 113.43 g, respectivamente, para cada uno de los casos en medio litro de MEN.

Luego de someter el Guano de isla a la acción solubilizadora de los MEN durante el tiempo previsto, se procedió a su respectivo secado al medio ambiente y bajo sombra, para su posterior aplicación en el trabajo experimental.

### **2.7.3 Conducción del experimento**

#### **a) Acopio y Transporte de Suelo.**

Estas operaciones fueron realizadas en terrenos del valle de la Compañía, el 06 de enero del 2012, habiéndose iniciado con el acopio, el carguío y el posterior transporte hacia las instalaciones del Programa de Pastos de la UNSCH, donde se instaló el experimento.

#### **b) Preparación del Suelo y Macetas**

Esta labor se realizó entre el 10 y 12 de enero del 2012, se procedió a tamizar el suelo, utilizando una malla; posteriormente se colocó este suelo en las macetas (baldes de 18 kg de capacidad), previamente se colocó una capa de grava de 2 cm para favorecer el drenaje.

#### **c) Fertilización**

La fuente de minerales (nitrógeno, fosforo y potasio) utilizado fue el Guano de isla incubada en distintos períodos según los tratamientos, los cuales al mismo tiempo se aplicaron en dosis crecientes (Según el D3J), en las respectivas macetas; mezclándolas con la mitad superior del suelo de cada una de las macetas.

**d) Siembra**

Se realizó el 13 de enero del 2012, en cada unidad experimental, la siembra se realizó por golpes, utilizando de 5 a 6 semillas por golpe.

**e) Riegos**

El suministro de agua se realizó para complementar la ausencia de lluvias en el desarrollo del cultivo, se utilizó el sistema de riego por gravedad. El cuadro 2.2 muestra el balance hídrico y en la cual se puede observar el déficit hídrico durante el ciclo del cultivo en los meses de marzo, abril y mayo del 2012.

La aplicación del riego se realizó de acuerdo a las necesidades del cultivo a consecuencia de ausencia y distribución irregular de las lluvias, suministrándose el primer riego el día 15 de enero del 2012, la cantidad de agua suministrada fue de 1 lt/maceta/riego, los demás riegos se realizaron en las siguientes fechas:

En el mes de enero del 2012; 15, 18, 21, 24, 27 y 30

En el mes de febrero del 2012; 04, 09, 14, 19, 24 y 29

En el mes de marzo del 2012; 05, 10, 15, 20, 25 y 31

En el mes de abril del 2012; 07, 14, 21 y 28

En el mes de febrero del 2012; 05, 12 y 19.

**f) Raleo**

Se realizó el 03 de marzo del 2012, cuando la altura de la planta de la zanahoria fluctuaba de 8 a 12 cm, dejando una planta de zanahoria en cada golpe, y 5 plantas por maceta.

**g) Deshierbo**

Se realizó oportunamente durante el desarrollo del cultivo para evitar la competencia que ocasiona las malezas, y así evitar la reducción en el rendimiento. El primer deshierbo se efectuó al mismo tiempo que el raleo, al observarse la presencia de malezas en el cultivo, posteriormente se efectuaron deshierbos manualmente cuando se observaba la presencia de malezas.

**h) Control fitosanitario**

A través de todo el proceso del cultivo no se observó el ataque de ninguna plaga y/o enfermedad, por lo que no se aplicó ningún producto.

**i) Cosecha**

Este es uno de los procesos de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que es la culminación del proyecto y que proporcionó los datos sobre las cuales se realizaron los análisis estadísticos que permitieron extraer las conclusiones finales. La cosecha se realizó el 26 de mayo, una vez que la planta alcanzó su madurez de cosecha, para lo cual se realizó de manera separada manteniendo la identificación de cada una de las muestras para la evaluación correspondiente.

## **2.8 VARIABLES EVALUADAS**

### **a) Longitud de raíces**

Se estimó el promedio de la longitud de 4 raíces de zanahorias por unidad experimental, tomadas al azar, las cuales se midieron con una regla graduada desde el ápice de la raíz hasta la parte terminal (hombro) de la raíz. Esta variable se evaluó luego de la cosecha de la zanahoria.

### **b) Diámetro de raíces**

Se tomó la medida en centímetros del diámetro del “hombro” de 4 zanahorias por cada unidad experimental, utilizando una regla graduada, luego se estimó el promedio. Esta variable se evaluó luego de la cosecha de la zanahoria.

### **c) Altura de planta antes de la cosecha**

Se realizó la medición de la altura de la planta antes de realizar la cosecha en cada unidad experimental, utilizando una regla graduada, luego se estimó el promedio expresado en cm.

### **d) Peso húmedo de la parte aérea**

Se realizó el pesado del follaje húmedo, inmediatamente después de la cosecha, se procedió con el corte desde el cuello de la planta cada unidad experimental, luego se pesó la cantidad de materia húmeda, utilizando una balanza digital, los datos de esta evaluación se expresa en gramos sobre el promedio.

**e) Peso de la materia seca de la parte aérea**

Se realizó en base al Rendimiento de materia seca; una vez concluida la etapa fenológica del cultivo de zanahoria 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, luego se pesó la cantidad de materia seca en cada unidad experimental, utilizando una balanza analítica, los datos de esta evaluación se expresan en gramos.

**f) Peso de la raíz**

Se tomó el peso de las raíces producidas en cada unidad experimental y luego se obtuvo el promedio del número de raíces producidas, esta medida expresado en gramos.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 VARIABLES EVALUADAS**

##### **3.1.1 Altura de planta antes de la cosecha (cm)**

La altura de planta en la zanahoria es una de las variables relacionadas con el rendimiento de la raíz. El Cuadro 3.1 del ANVA muestra alta significación en los tratamientos en estudio el que indica que existe diferencia entre la altura de planta por efecto de los factores en estudio. El coeficiente de variación nos proporciona una buena confianza en los resultados debido al valor obtenido de 2.8 %. Los resultados obtenidos permiten efectuar la prueba de Duncan del efecto de los tratamientos en forma independiente. Estos resultados se observan en el Cuadro 3.2

**Cuadro 3.1: Análisis de variancia de la altura de planta de zanahoria.**

**Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la  
UNSCH. 2760 msnm.**

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Tratamientos	12	224.417	18.701	24.05	<.0001 **
Error	26	19.720	0.758		
Total	38	244.137			

**C.V. = 2.8 %**

Para determinar los contrastes de las medias de cada uno de los tratamientos se realizó la prueba de Duncan. Cuadro 3.2; esta prueba indica que las mayores alturas de planta se obtuvieron con los tratamientos T8 (1050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla y 20 días de incubación) y T4 (2050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla y veinte días de incubación), obteniéndose alturas de planta de 34.68 y 33.56 cm respectivamente; mientras que las alturas más bajas se obtuvieron con los tratamientos donde intervienen el más bajo nivel de Guano de isla y estos son T2, T9 y T1 con valores de 27.5 cm, 27.3 cm y 26.9 cm respectivamente.

**Cuadro 3.2 Prueba de Duncan (0.05) de la altura de planta de zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Duncan (0.05)</b>
<b>Trat. ( T.I. G.I)</b>		
T8 (20 1050)	34.7	a
T4 (20 2050)	33.6	a b
T11 (10 1550)	33.3	a b c
T12 (10 2050)	33.1	b c d
T3 (0 2050)	31.9	c d e
T13 ( 10 1050)	31.8	c d e
T7 (15 1050)	31.6	d e
T10 (10 550)	31.1	e f
T6 ( 5 1050)	31.1	e f
T5 (0 1050)	30.0	f
T2 ( 20 50 )	27.5	g
T9 (10 50 )	27.3	g
T1 ( 0 50 )	26.9	g

**Cuadro 3.3: Análisis de regresión para la altura de planta de zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
T	1	23.331	23.331	19.19	0.0001**
G	1	148.322	148.322	121.99	<0.0001**
T <sup>2</sup>	1	2.806	2.806	2.31	0.1362 ns
G <sup>2</sup>	1	28.824	28.824	23.71	<0.0001**
TG	1	0.725	0.725	0.60	0.445 ns
Error	33	40.126	1.215	1.21	
Total	38	244.137			

El análisis de regresión del Cuadro 3.3 muestra alta significación estadística para el efecto lineal del tiempo de incubación y los niveles de Guano de isla, también se observa alta significación para la función cuadrática para el abonamiento orgánico probado.

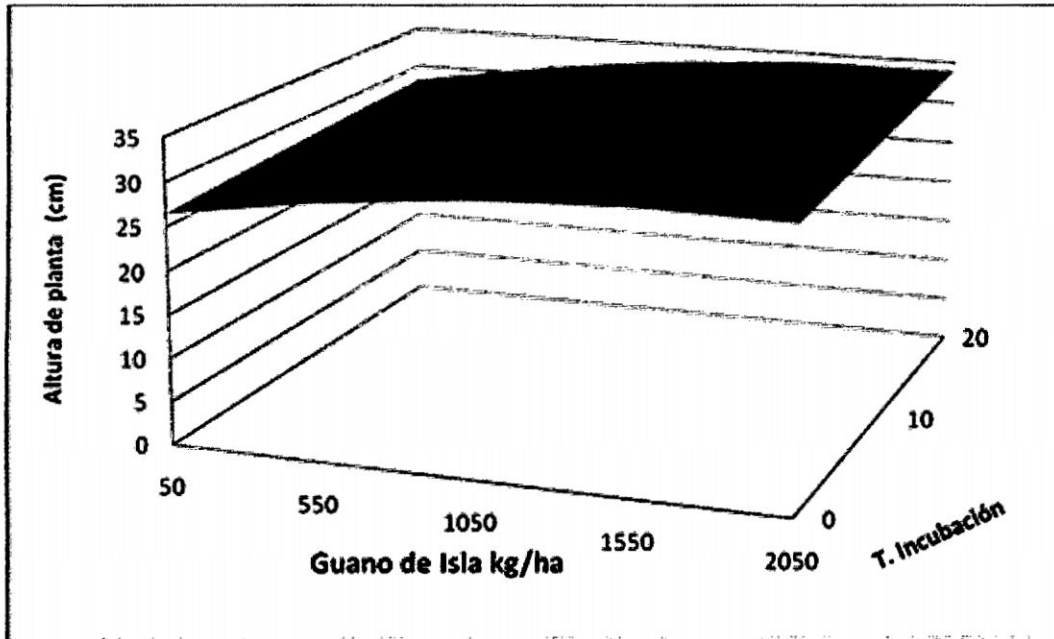
**Cuadro 3.4: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para la altura de planta de zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	26.158	0.585	44.67	<.0001 **
T	0.0988	0.088	1.12	0.2706 ns
G	0.0064	0.00091	7.12	<.0001 **
T <sup>2</sup>	-0.00076	0.0038	-0.20	0.8454 ns
G <sup>2</sup>	-0.00000189	0.00000039	-4.67	<.0001 **
TG	0.0000246	0.00003183	0.77	0.4454 ns

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta) para la altura de planta del cultivo de zanahoria, la ecuación obedece al modelo:

$$Y = 26.158 + 0.0988T + 0.0064G - 0.00076T^2 - 0.00000189G^2 + 0.0000246TG + e.$$

El Gráfico de modelo polinomial de superficie de respuesta es.



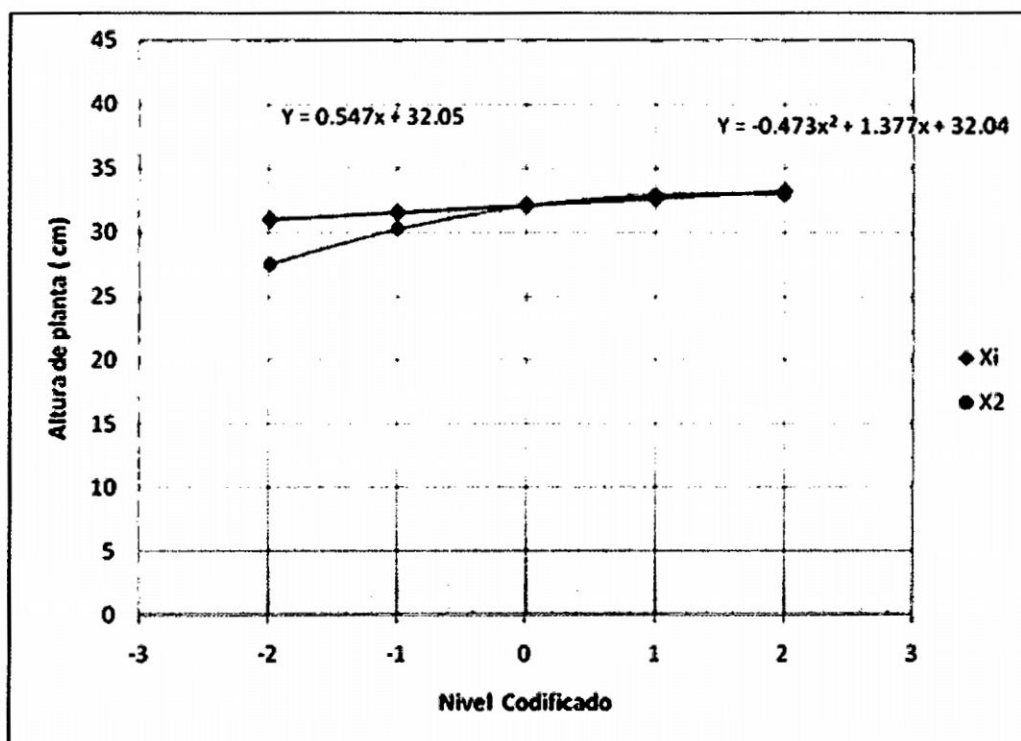
**Gráfico 01: Superficie de respuesta para la altura de planta de zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

El Gráfico 01 muestra claramente que la mejor respuesta de la altura de planta se encuentra en los mayores niveles de Guano de isla, pero cuando existe un mayor tiempo de incubación. La mayor altura se obtiene con 2050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla y 1050 kg ha<sup>-1</sup> con 20 días de incubación llegando a un valor de 33.99 y 33.95 cm respectivamente.

Zambrano (1975), utilizando fertilización química a base del fertilizante balanceado Agrofeed que contiene concentraciones de 14-27-14 de N-P-K y 1 de Mg, 3 de SO<sub>4</sub>, 0.10 de Zn y 0.09 de B; utilizando dosis de 430 Agrofeed, 50 N y 100 de K en kg ha<sup>-1</sup>, aplicadas fraccionadamente el 50 % a la siembra y el 50 % a los 20 días, obtuvo una altura de planta a la cosecha de 35.88 cm a diferencia con el testigo sin fertilización que solo

alcanza a los 25.60 cm. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo demostrándonos la importancia de la fertilización.

Caicedo (1997), La altura de planta está relacionado fuertemente con el rendimiento de la raíz de la zanahoria. Las hoja posee un peciolo alargado responsable del engrosamiento de la raíz es una fase de producción y acumulación de carbohidratos y acumulación de agua con agrandamiento celular. La biomasa aérea es la encargada de proporcionarle los fotosintatos a la raíz reservante. El crecimiento no cesa, ya que si las hojas permanecen presentes la raíz continúa engrosando. La tuberización comienza por la parte alta de la raíz y culmina por la punta.



**Gráfico 02: Efecto de Guano de isla y el tiempo de incubación en la altura de planta de la zanahoria en los niveles medios de los factores evaluados. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

En el Gráfico 02 muestra que cuando se aplica niveles crecientes de Guano de isla (X2) en el tiempo de incubación de 10 días, la altura de la planta se incrementa hasta el nivel alto dentro de una tendencia cuadrática ligera, la misma respuesta se obtiene con el tiempo de incubación (X1) con el nivel de 1050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla, pero dentro de una tendencia lineal con el mayor tiempo de incubación. Los valores de altura de planta máxima obtenidas muestran un promedio de 33 cm.

### 3.1.2 Longitud de raíz (cm)

**Cuadro 3.5 Análisis de variancia de la longitud de raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

F.V.	G.L	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	98.659	8.221	45.14	0.0001**
Error	26	4.735	0.182		
Total	38	103.394			

**C.V. = 3.45 %**

El Cuadro 3.5 del ANVA de la longitud de raíz de zanahoria muestra diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Esto indica que hubo influencia sobre la longitud de la raíz.

Para determinar la importancia de cada uno de los tratamientos se realizó la prueba de Duncan.

**Cuadro 3.6: Prueba de Duncan (0.05) de la longitud de raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

<b>Tratamiento Trat.( T.I. G.I.)</b>	<b>Longitud de raíz (cm)</b>	<b>Duncan (0.05)</b>
T8 (20 1050)	14.02	a
T4 (20 2050)	13.71	a
T10 (10 550)	13.62	a
T12 (10 2050)	13.55	a
T7 (15 1050)	13.54	a
T11 (10 1550)	13.50	a
T6 ( 5 1050)	13.32	a b
T13 ( 10 1050)	12.61	b
T5 (0 1050)	11.77	c
T3 (0 2050)	11.50	c
T2 ( 20 50 )	10.19	d
T1 ( 0 50 )	9.57	d
T9 (10 50 )	9.52	d

Los resultados obtenidos en el Cuadro 3.6 muestra que los promedios de la longitud de raíces sin diferencia estadística están en los tratamientos T8 (1050 kg ha<sup>-1</sup> de G.I en el tiempo de 20 días de incubación ) y T4 (2050 kg ha<sup>-1</sup> de G.I en el tiempo de 20 días de incubación); en término medio

se encuentran los tratamientos T10, T12, T7, T11 y T6 sin diferencia estadística entre ellos, la menor longitud de raíz de la zanahoria se obtuvo con los tratamientos con nivel bajo de Guano de isla y estos son T1 y T9 que solo obtuvo 9.57 y 9.52 cm.

**Cuadro 3.7: Análisis de regresión para la longitud de raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
T	1	12.392	12.392	25.76	<.0001 **
G	1	40.897	40.897	85.02	<.0001 **
T <sup>2</sup>	1	7.819	7.819	16.26	0.0003 **
G <sup>2</sup>	1	24.515	24.515	50.97	<.0001 **
TG	1	1.896	1.896	3.94	0.055 ns
Error	33	15.873	0.481		
Total	38	103.394			

El análisis de regresión del Cuadro 3.7 para estimar la influencia del tiempo de incubación ( T ) y los niveles crecientes del abonamiento orgánico Guano de isla ( G ) , se encontró una diferencia estadística altamente significativa para el componente lineal y cuadrático del primer factor y del segundo factor, no se encontró significación estadística para la interacción (TxG).

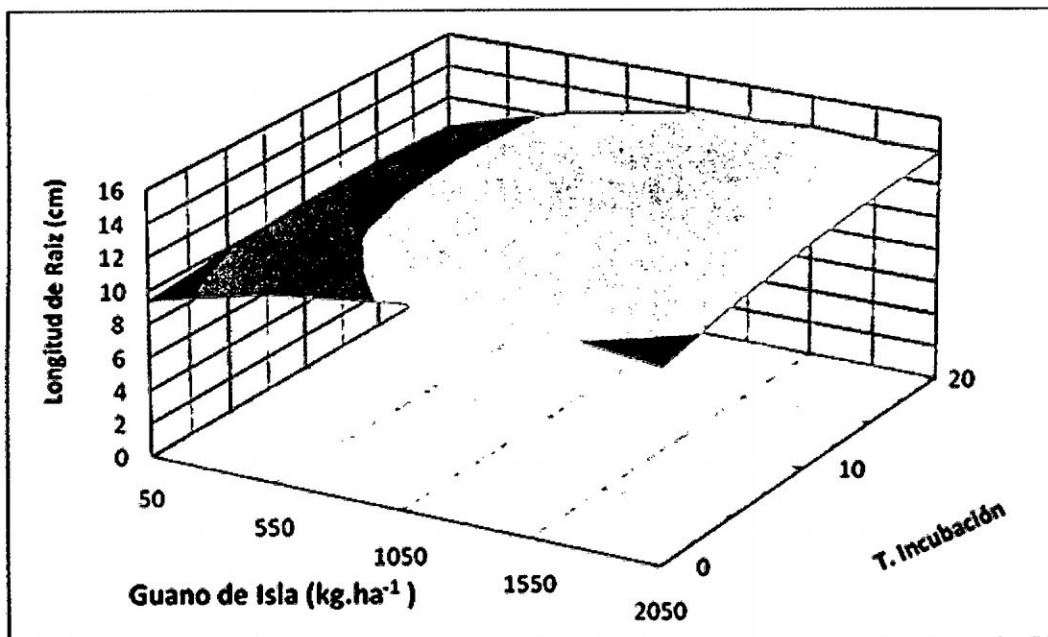
**Cuadro 3.8: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para la longitud de raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar. del valor estimado	Pr > T
Intercepto	9.143	0.368	24.82	<.0001 **
T	0.137	0.0555	2.47	0.0187 *
G	0.0047	0.000573	8.23	<.0001 **
T <sup>2</sup>	-0.0049	0.002446	-2.63	0.0505 ns
G <sup>2</sup>	-0.00000175	0.00000024	-7.14	<.0001 **
TG	0.0000397	0.00002002	1.99	0.0555 ns

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

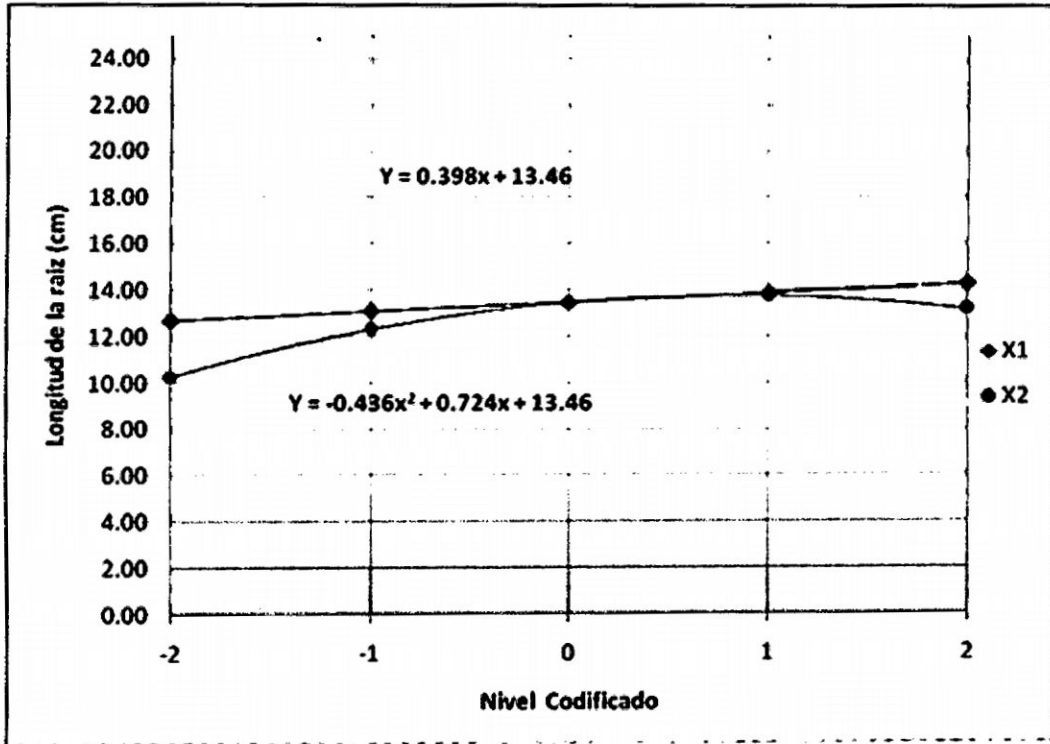
$$Y = 9.143 + 0.137T + 0.0047G - 0.049T^2 - 0.00000175G^2 + 0.0000397TG + e.$$

El gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:



**Gráfico 03: Superficie de respuesta para la longitud de raíz de zanahoria Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

El Gráfico 03 muestra el resultado de la longitud de la raíz que en su máximo tamaño tiene una longitud de 14 cm, esto cuando se combinan 2050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla en un tiempo de 20 días de incubado con EM.



**Gráfico 04:** Efecto de Guano de isla y el tiempo de incubación en la longitud de raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.

El Gráfico 04 muestra que cuando se incrementa el tiempo de incubación (X1) aumenta la longitud de la raíz de zanahoria en forma lineal con una pendiente suave, siempre cuando se incrementa el nivel de Guano de isla que muestra una tendencia cuadrática llegando a un óptimo cuando se aplica  $1550 \text{ kg ha}^{-1}$ . La longitud de la zanahoria también está en una relación directa con el rendimiento del cultivo.

### 3.1.3 Diámetro de la Raíz (cm)

**Cuadro 3.9: Análisis de variancia del diámetro de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	6.112	0.509	22.71	0.0001 **
Error	26	0.583	0.022		
Total	38	6.695			

**C.V. = 4.7%**

El Cuadro 3.9 de ANVA del diámetro de la raíz de la zanahoria medida en los hombros muestra una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, esto indica la respuesta a los factores en estudiados, es decir que hubo influencia en el diámetro de la raíz. El coeficiente de variación indica buena precisión de los resultados proporcionándonos buena confianza. Para determinar la importancia de cada uno de los tratamientos se realizó la prueba de Duncan.

**Cuadro 3.10: Prueba de Duncan (0.05) para el diámetro de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

<b>Tratamiento Trat. ( T.I. G.I)</b>	<b>Diámetro de raíz (cm)</b>	<b>Duncan (0.05)</b>
T4 (20 2050)	3.84	a
T12 (10 2050)	3.67	a b
T13 ( 10 1050)	3.66	a b
T8 (20 1050)	3.52	b
T7 (15 1050)	3.51	b
T11 (10 1550)	3.19	c
T6 ( 5 1050)	3.16	c
T3 (0 2050)	2.97	c d
T10 (10 550)	2.97	c d
T5 (0 1050)	2.92	c d
T9 (10 50 )	2.74	d e
T2 ( 20 50 )	2.74	d e
T1 ( 0 50 )	2.59	e

Los resultados obtenidos en el Cuadro 3.10 de la prueba de Duncan demuestra que el mayor diámetro de la zanahoria corresponde al tratamiento T4 (2050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de .Isla incubada durante 20 días), T12 (2050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de .Isla incubada durante 10 días ) y T13

(1050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla incubada durante 10 días). Los valores obtenidos con los tratamientos mencionados son de 4.93, 4.76 y 4.35 cm respectivamente. El menor diámetro de zanahoria se obtuvo con los tratamientos con menor nivel de Guano de isla y son T9, T2 y T1 que llega a valores de 3.83, 3.83 y 3.66 cm.

**Cuadro 3.11: Análisis de regresión del diámetro de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
T	1	1.526	1.526	39.37	0.0001 **
G	1	2.930	2.930	75.62	0.0001 **
T <sup>2</sup>	1	0.247	0.247	6.40	0.016 *
G <sup>2</sup>	1	0.311	0.311	6.05	0.007**
TG	1	0.399	0.399	10.31	0.0029**
Error	33	1.279	0.0387		
Total	38	6.695			

El análisis de regresión Cuadro 3.11 para estimar la influencia del abono orgánico (Guano de isla) y el tiempo de la incubación en el diámetro de la raíz, se encontró una diferencia estadística altamente significativa en el

componente lineal y cuadrático, así mismo en la interacción de los factores en estudio.

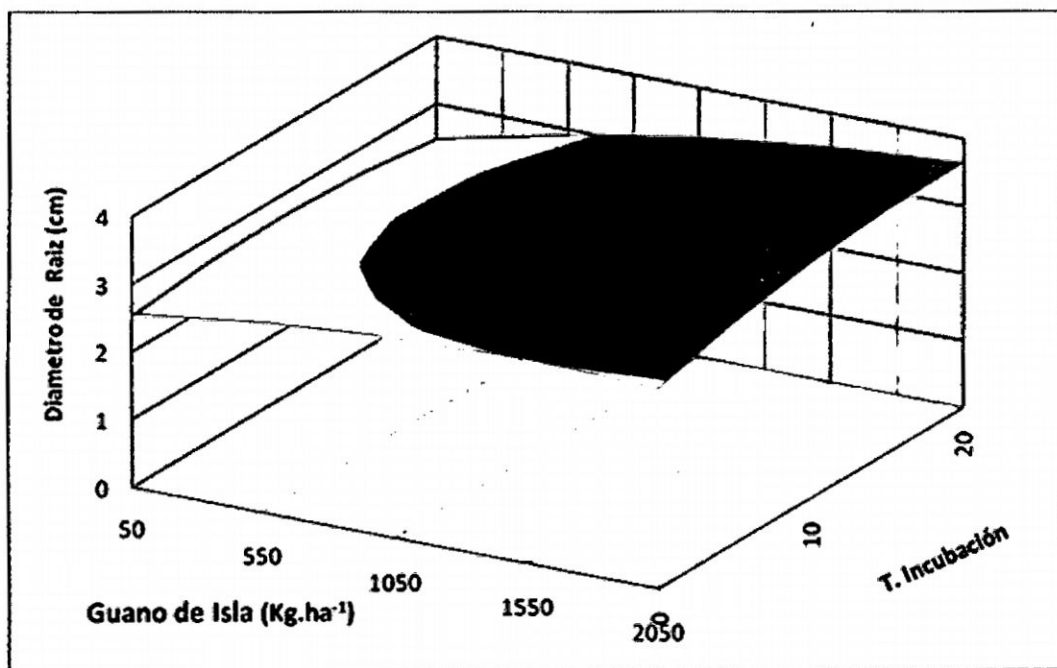
**Cuadro 3.12: Coeficientes de regresión del modelo polinomial del diámetro de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	2.5224	0.1045	34.55	<.0001 **
T	0.0324	0.0157	2.06	0.047 *
G	0.00062	0.00016	3.80	0.0006 **
T <sup>2</sup>	-0.0018	0.000694	-1.70	0.0982 ns
G <sup>2</sup>	-0.000000197	0.00000007	-2.84	0.0077 **
TG	0.0000182	0.00000568	3.21	0.0029 **

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta) para el diámetro de la raíz de la zanahoria, la ecuación obedece al modelo:

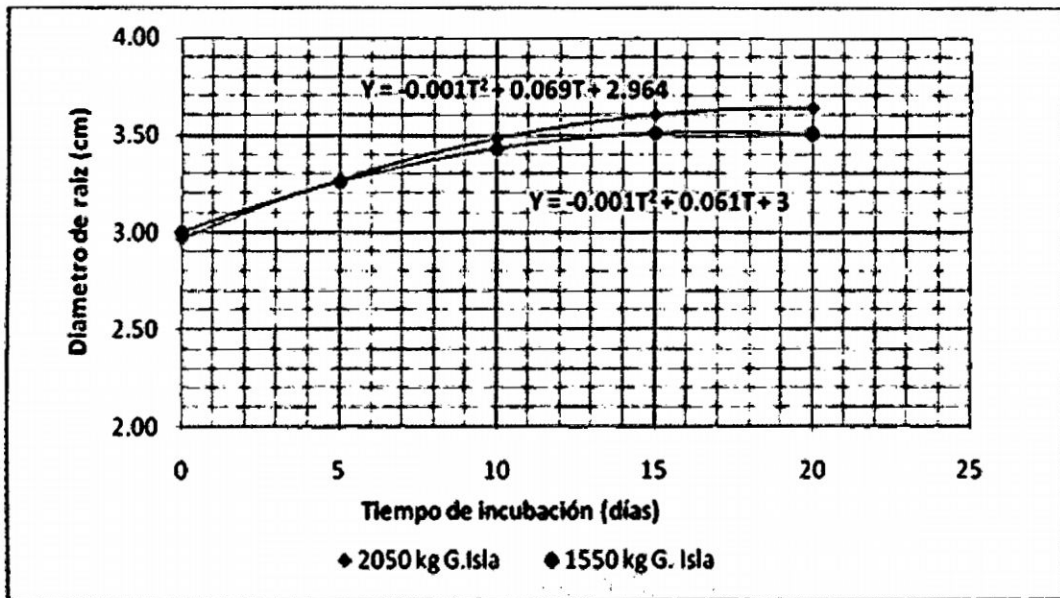
$$Y = 2.5224 + 0.0324T + 0.00062G - 0.0018T^2 - 0.000000197G^2 + 0.0000182TG + e.$$

El gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:



**Gráfico 05: Superficie de respuesta para el diámetro de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

El Gráfico 05 muestra que cuando se incrementa el nivel de Guano de isla existe un aumento en el diámetro de la zanahoria, pero este efecto es más significativo cuando se incrementa el tiempo de incubación del EM en el abono orgánico evaluado. En esta variable una mejor respuesta del diámetro se obtiene con 20 días de incubación cuando se aplica el nivel máximo de Guano de isla ( $2050 \text{ kg ha}^{-1}$ ). La tendencia polinomial de los diferentes niveles de Guano de isla en 20 días de incubación se puede observar en el Gráfico 06 con mayor detalle



**Gráfico 06: Efecto de Guano de isla y el tiempo de incubación en el diámetro de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

En el Gráfico 06 observamos a la aplicación de tiempos crecientes de incubación sobre los niveles de 1550 kg ha<sup>-1</sup> y 2050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla el diámetro de la zanahoria se incrementa en forma cuadrática, la mayor tendencia se encuentra con 2050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla en 20 días de incubación proporcionándonos un valor de 3.6 cm de diámetro de la zanahoria medido en la parte de los hombros que se encuentra en la parte superior de la raíz.

López (1990) menciona, en zanahoria se habla de "madurez" aunque sería más apropiado hablar de "momento de cosecha" ya que no se corresponde a cambios fisiológicos o bioquímicos, sino más bien a criterios de días desde la siembra, color y tamaño. Aquellas raíces que

por cuestiones de mercado son cosechadas anticipadamente sin que alcancen su potencial de tamaño y/o rendimiento se consideran “inmaduras” y poseen un ritmo de perecibilidad mayor que las que se dejan en el campo por períodos más largos. Las zanahorias “baby” y las que se comercializan en manojos son ejemplos de zanahorias inmaduras y poseen un ritmo respiratorio mayor bajo las mismas condiciones, indicador de una mayor perecibilidad. El diámetro de la zanahoria dependerá de la densidad de plantas y la fertilización. Sin embargo en el presente trabajo las zanahorias han alcanzado el diámetro apropiado para la comercialización, según normas técnicas el diámetro medido en el hombro de la zanahoria debe ser mayor a 25 mm (Reina, 1997) en nuestro trabajo ha superado esta medida.

#### **3.1.4 Peso de la Raíz.**

Esta variable es la de mayor importancia la cosecha correspondió al promedio obtenido de las cuatro zanahorias cosechadas por cada maceta.

**Cuadro 3.13: Análisis de variancia del peso de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	19579.19	1631.59	306.25	0.0001*
Error	26	138.52	5.327		*
Total	38	19717.72			

**C.V. = 2.49%**

El Cuadro 3.13 del ANVA del peso de la raíz de la zanahoria muestra una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Esto indica que hubo influencia del abonamiento orgánico y el tiempo de incubación del ME en los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación muestra que el experimento conducido tiene una gran precisión otorgándonos una buena confianza a los resultados obtenidos.

Para determinar la importancia de cada uno de los tratamientos se realizó la prueba de Duncan (cuadro 3.14)

Los resultados obtenidos en el (Cuadro 3.14), muestra que el mayor peso de la zanahoria está dado por el tratamiento T4 (2050 kg ha<sup>-1</sup> de G.I e incubado durante 20 días) con un valor de 119.37 g. En segundo plano están los tratamientos sin diferencia estadística entre ellos T12, T8, T13 y T7; los tratamientos con menor peso de zanahoria son los tratamientos con el menor nivel de Guano de isla, que sólo alcanzaron 58.23 y 51.50 g.

**Cuadro 3.14: Prueba de Duncan (0.05) para el peso de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

<b>Tratamiento Trat. ( T.I. G.I)</b>	<b>Peso Zanahoria (g)</b>	<b>Duncan (0.05)</b>
T4 (20 2050)	119.37	a
T12 (10 2050)	113.87	b
T8 (20 1050)	112.48	b
T13 ( 10 1050)	111.76	b
T7 (15 1050)	110.37	b
T6 ( 5 1050)	103.86	c
T11 (10 1550)	102.94	c
T10 (10 550)	91.66	d
T3 (0 2050)	85.95	e
T5 (0 1050)	77.47	f
T2 ( 20 50 )	62.59	g
T9 (10 50 )	58.23	h
T1 ( 0 50 )	51.50	i

**Cuadro 3.15: Análisis de regresión para el peso de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
T	1	3162.832	3162.832	101.79	<0.0001**
G	1	10735.765	10735.765	345.51	<0.0001**
T <sup>2</sup>	1	1515.717	1515.717	48.78	<0.0001**
G <sup>2</sup>	1	2903.919	2903.919	93.46	<0.0001**
TG	1	374.083	374.083	12.04	0.0015**
Error	33	1025.397	31.0726		
Total	38	19717.715			

El análisis de regresión (Cuadro 3.15) para estimar la influencia del abono orgánico (Guano de isla) y los tiempos de incubación, se encontró una diferencia estadística altamente significativa en los componentes lineales, cuadráticos y su interacción, estos resultados se mostrará de manera más ilustrativa en la superficie de respuesta estudiada de los niveles del abono orgánico en cada tiempo de incubación

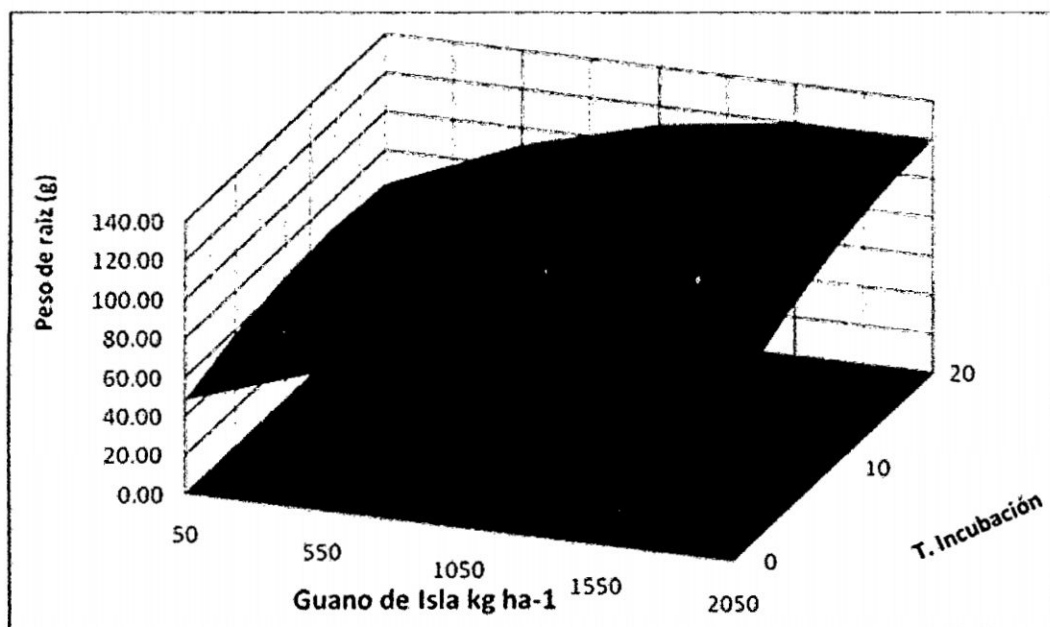
**Cuadro 3.16: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para el peso de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	45.358	2.9603	15.32	<.0001 **
T	2.347	0.4462	5.26	0.0005 **
G	0.0577	0.0046	12.54	<.0001 **
T <sup>2</sup>	-0.0829	0.0196	-4.22	0.0002 **
G <sup>2</sup>	-0.00001901	0.00000197	-9.67	<.0001 **
TG	0.0005583	0.000161	3.47	0.0015 **

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

$$Y = 45.358 + 2.347T + 0.0577G - 0.0829 T^2 - 0.00001901 G^2 + 0.0005583TG + e$$

El gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:



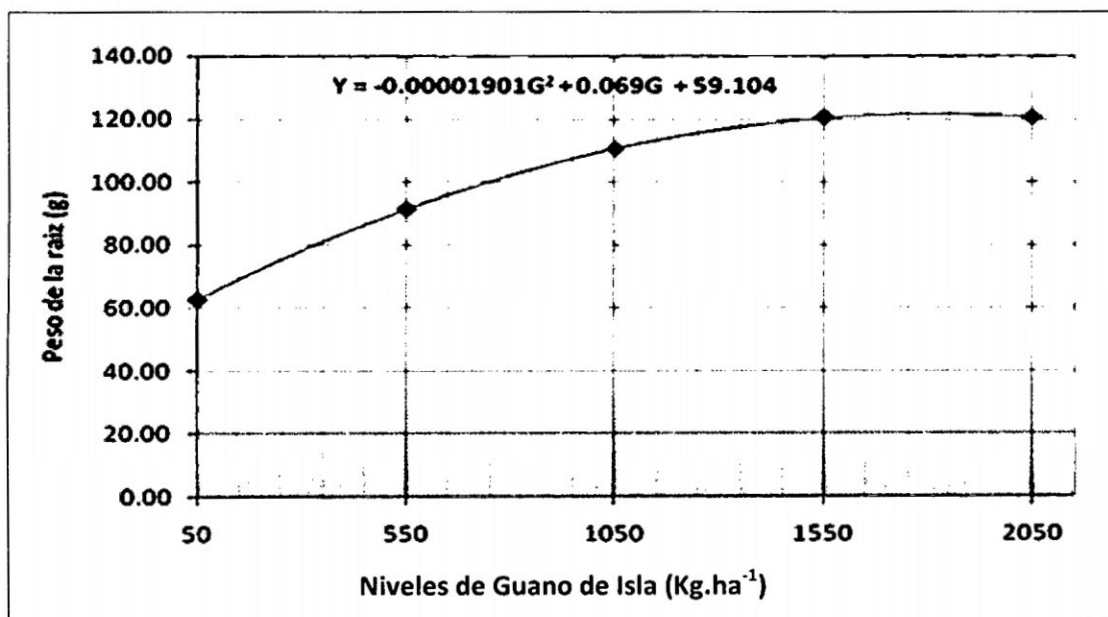
**Gráfico 07: Superficie de respuesta del peso de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

El Gráfico 07 muestra claramente que el incremento del Guano de isla no aumenta indefinidamente el peso de la zanahoria, se puede notar que este incremento se da hasta el niveles de 1550 kg ha<sup>-1</sup>, para luego decrecer con el peso de zanahoria, este resultado se da cuando no se incuba, pero cuando el tiempo de incubación se incrementa la respuesta del peso de raíces aumenta significativamente mostrando su mejor respuesta a los 20 días de incubación de los ME en el Guano de isla.

Se encontró, un rendimiento decreciente cuando se aplica niveles máximos de Guano de isla. Lo que demuestra el cumplimiento de la "ley de los incrementos decreciente de los rendimientos - ley de "Mitscherlich", en el que nos indica que hay un límite en el empleo de los abonos. **La ley**

**dice: que cuando se suministra dosis crecientes de abono, los aumentos de cosecha obtenidos son cada vez menores a medida que la dosis aumenta.** Se pueden hacer comparaciones muy interesantes con los niveles de abonamiento orgánico de 1550 y 2050 kg ha<sup>-1</sup> en los diferentes tiempos de incubación de 15 a 20 días donde los pesos de la zanahoria tienen los mayores valores.

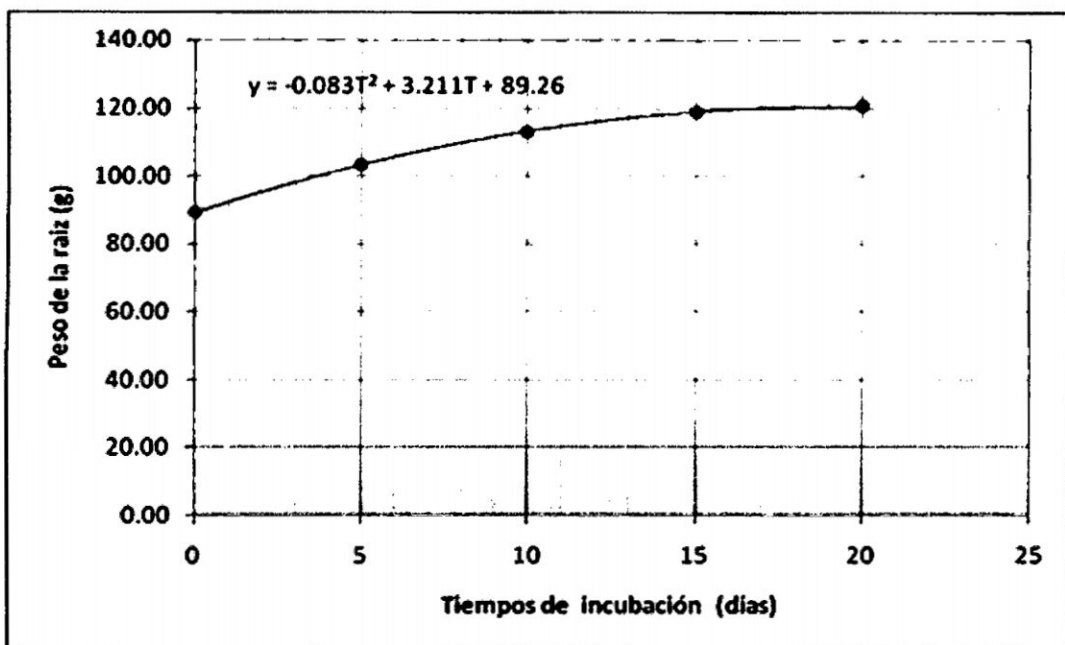
Ciampitti y García (2007) explican que la absorción y extracción de los macro nutrientes como el N, P y K del cultivo de la zanahoria por tonelada de raíz comestible es de 4, 0.8 y 6 kg ha<sup>-1</sup> y la extracción se da en 2, 0.4 y 3 kg ha<sup>-1</sup>. En el trabajo experimental conducido teóricamente se está proporcionando las necesidades de micronutrientes al cultivo según los niveles altos y la riqueza del Guano de isla.



**Gráfico 08: Efecto de Guano de isla (G) y el tiempo de incubación de 20 días en el peso de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

El Gráfico 08 muestra que cuando se incrementa los niveles de Guano de isla (G) en el mejor tiempo de incubación de 20 días, el peso de raíces aumenta en forma cuadrática llegando a su mayor valor cuando se aplica 1550 kg ha<sup>-1</sup>, este resultados es por simple observación de la superficie de respuesta, que cuando se incrementa del abono orgánico el peso de zanahoria aumenta en mayor proporción en los mayores niveles del tiempo de incubación lo que se logra a los 20 días con un valor de 120 g. Higa y Parr (1991), indican entre otras las siguientes aplicaciones del ME en la Agricultura: Como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones fisico-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: Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar, 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 radical. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados. Estos beneficios se pueden notar fácilmente en el presente trabajo demostrando que el Guano de isla por si sola muestra un tope de aprovechamiento, pero cuando se le incluye el tiempo de incubación en EM la respuesta al abonamiento orgánico es más fuerte y significativa.



**Gráfico 09:** Efecto de los tiempos de incubación (T) del EM sobre 1550 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla en el peso de la raíz de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.

El Gráfico 09 muestra la tendencia cuadrática del tiempo de incubación sobre el peso de la raíz, todo esto cuando se aplica el mejor nivel de Guano de isla de 1550 kg ha<sup>-1</sup>, Este resultado confirma la importancia del tiempo de incubación para la efectiva actividad del Guano de isla sobre la productividad de las raíces de la zanahoria.

Sánchez (2003), acerca del Guano de isla manifiesta que es una mezcla de excremento de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. los cuales experimenta 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.

Biológicamente el Guano de isla juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas encerrando todos los elementos fertilizantes y asegurando la nutrición de las plantas. 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, flúor y otros elementos), que lo convierten en el abono más completo del mundo. Teniendo estas propiedades biológicamente se ha demostrado en el presente trabajo, que existe una excelente respuesta en el peso de la zanahoria al tiempo de incubación del EM en el Guano de isla.

### 3.1.5 Peso fresco de la parte aérea de la zanahoria

**Cuadro 3.17: Análisis de variancia del peso de biomasa fresco de la parte aérea de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	3319.54	276.62	132.78	<.0001**
Error	26	54.167	2.083		
Total	38	3373.707			

**C.V. =3.59 %**

El Cuadro 3.17 del ANVA del peso fresco de la parte aérea de la zanahoria muestra una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Esto indica que hubo influencia del tiempo de incubación de los microorganismos EM con el abonamiento orgánico en la respuesta del peso fresco. El Coeficiente de variación indica que hubo fuerte variación entre las repeticiones de los diferentes tratamientos esto se explica por la forma morfológica de sus hojas que se discutirá más adelante

Para determinar la importancia de cada uno de los tratamientos se realizó la prueba de Duncan (Cuadro 3.18).

**Cuadro 3.18: Prueba de Duncan (0.05) para el peso de biomasa fresco de la parte aérea de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

<b>Tratamiento Trat. ( T.I. G.I)</b>	<b>Peso Biomasa fresco (g)</b>	<b>Duncan (0.05)</b>
T4 (20 2050)	58.11	a
T8 (20 1050)	48.46	b
T12 (10 2050)	47.77	b c
T11 (10 1550)	47.39	b c
T7 (15 1050)	45.59	c
T13 ( 10 1050)	43.05	d
T3 (0 2050)	42.36	d
T6 ( 5 1050)	38.08	e
T10 (10 550)	35.32	f
T5 (0 1050)	32.58	g
T2 ( 20 50 )	28.98	h
T1 ( 0 50 )	27.15	h
T9 (10 50 )	26.63	h

Los resultados obtenidos en el Cuadro 3.18 demuestra que el mayor peso de biomasa se obtuvo con el tratamiento T4 (2050 kg ha<sup>-1</sup> de G.I incubado por 20 días) y los tratamientos sin diferencia estadística entre

ellos están: T8, T11, T12, T13 y T7 que están en un rango medio, mientras el menor peso de biomasa están los tratamientos con menor nivel de Guano de isla ( $50 \text{ kg ha}^{-1}$ )

**Cuadro 3.19: Análisis de regresión para el peso fresco de la biomasa de la parte aérea de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
T	1	639.68	639.68	142.72	<.0001 **
G	1	2359.94	2359.94	544.98	<.0001 **
T <sup>2</sup>	1	4.963	4.963	1.15	0.292 ns
G <sup>2</sup>	1	80.631	80.631	18.62	0.0001 **
TG	1	145.60	145.60	33.62	<.0001 **
Error	33	142.900	4.33		
Total	38	3373.707			

El análisis de regresión (Cuadro 3.19) para estimar la influencia de Guano de isla y el tiempo de incubación con EM en el peso de biomasa aérea se encontraron una diferencia estadística altamente significativa para los componentes lineales del primer y segundo factor, no encontrándose significación estadística en el componente cuadrático del

primer factor, para el segundo factor existe alta significación estadística para el componente cuadrático, así como también para la interacción.

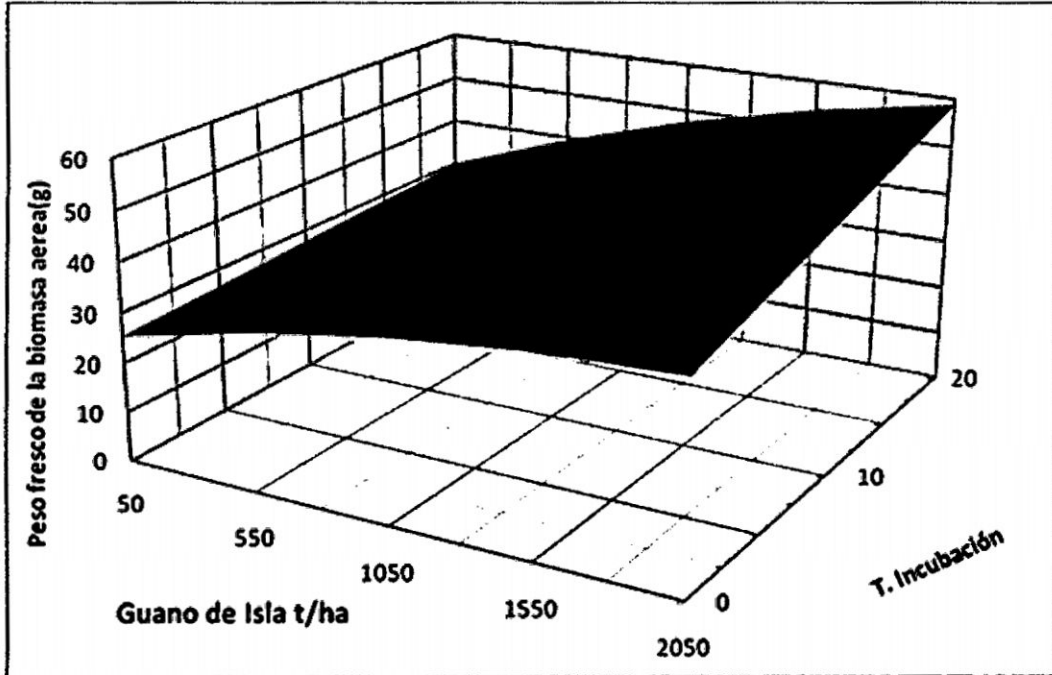
**Cuadro 3.20: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para el peso de biomasa fresco de la parte aérea de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.**

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	24.621	1.105	22.28	<.0001 **
T	0.193	0.1655	1.16	0.2538 ns
G	0.0141	0.00172	8.24	<.0001 **
T <sup>2</sup>	-0.0006768	0.0273	0.09	0.927 ns
G <sup>2</sup>	-0.00000317	0.00000073	-4.32	0.0001 **
TG	0.0003483	0.000060	5.80	<.0001 **

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta) para el peso fresco de la biomasa de la parte aérea, la ecuación obedece al modelo:

$$Y = 24.621 + 0.193T + 0.0141G - 0.000677 T^2 - 0.00000317 G^2 + 0.0003483TG + e$$

El gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:

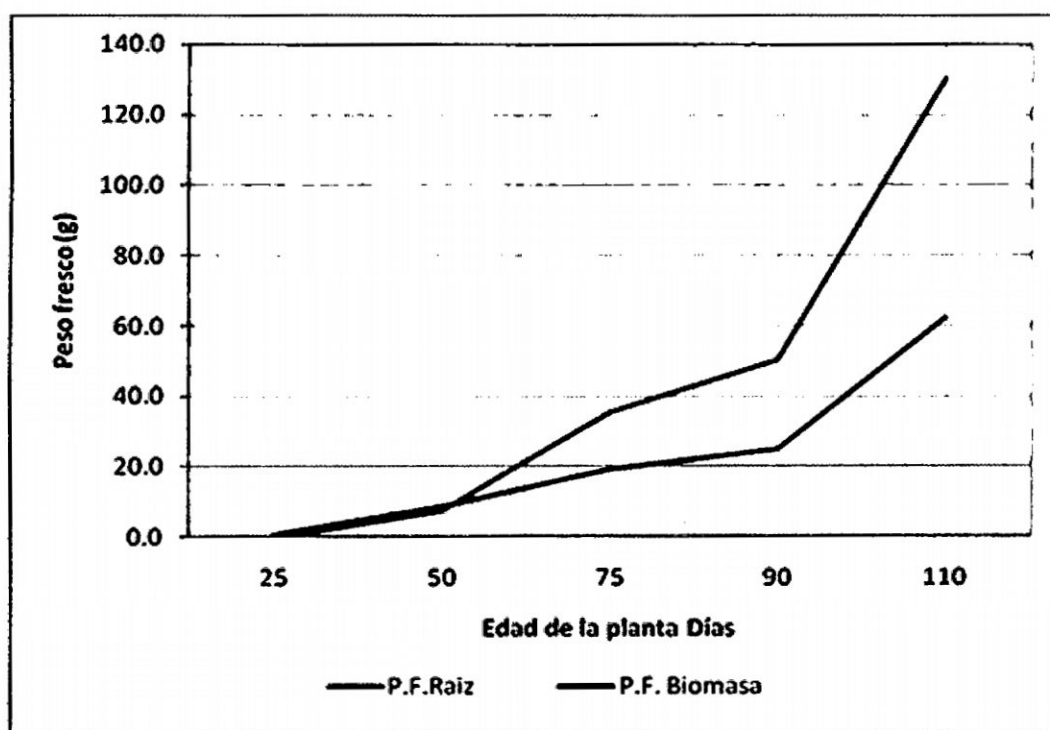


**Gráfico 10:** Superficie de respuesta del peso fresco de la biomasa de la parte aérea de la zanahoria. Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2760 msnm.

El Gráfico 10 muestra la tendencia cuadrática del peso de biomasa aérea con el incremento de Guano de isla incubado en 20 días, superando significativamente a cuando el abono orgánico no se incubó. Esta diferencia se nota hasta el nivel 1550 kg de Guano de isla a partir del cual al llegar a los 2050 kg ambos tiempos de incubación tienen el mismo resultado de peso de biomasa; esto puede deberse a la interacción del máximo nivel de Guano de isla y el tiempo de incubación.

Fernandes da Silva (1992) muestra la gráfica del peso de materia fresca de la parte aérea y de la raíz (Gráfica 3.11) el peso fresco de la raíz es mayor que el peso fresco de la biomasa aérea, el incremento es constante

en los primeros estadios el peso fresco y el peso de raíz son parecidos a partir de los 50 días se observa una gran diferencia entre los pesos frescos. Los resultados encontrados en el presente trabajo son similares en el peso al final del experimento llegando a un promedio entre todos los tratamientos y encontrando la relación mostrada entre el peso fresco de la raíz y la biomasa aérea.



**Grafica 3.11: Evaluación del peso fresco de la raíz y la parte aérea de la zanahoria en diferentes edades de la planta**

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

1. La altura de planta, longitud de la raíz, el diámetro de la raíz y el peso de la biomasa de la parte aérea en el cultivo de la zanahoria, fueron influenciados por los niveles crecientes del tiempo de incubación y de la dosis de Guano de isla, correspondiendo los mayores valores a los tratamientos que recibieron al menos  $1050 \text{ kg ha}^{-1}$  de Guano de isla incubado durante al menos 10 ó 15 días; así mismo los valores más bajos corresponden a los tratamientos con la mínima dosis de Guano de isla Incubado o con otras dosis pero no incubados.
2. El mayor peso de la raíz de la zanahoria está dado por los tratamientos T4 ( $2050 \text{ kg ha}^{-1}$  de Guano de isla e incubado durante 20 días), T12 ( $2050 \text{ kg ha}^{-1}$  de Guano de isla e incubado durante 10 días), T8 ( $1050 \text{ kg ha}^{-1}$  de Guano de isla e incubado

durante 20 días) y el tratamiento T13 (1050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla e incubado durante 10 días); lo que indica que las dosis crecientes de Guano de isla (X<sub>2</sub>), y el tiempo de incubación del Guano de isla en la solución de MEN (X<sub>1</sub>) tienen un efecto directo en el rendimiento de la zanahoria.

3. El modelo polinomial de superficie de respuesta es:

$$Y = 45.358 + 2.347T + 0.0577G - 0.0829T^2 - 0.00001901G^2 + 0.0005583TG + e,$$

por lo que el tiempo de incubación y el nivel de Guano de isla que optimizan la producción de la zanahoria son:

Tiempo de incubación = 20 días

Nivel de Guano de isla = 1768 kg ha<sup>-1</sup>.

#### 4.2 Recomendaciones

1. Si bien los resultados fueron obtenidos en un experimento en macetas, estos pueden ser interpolados a cultivos en campo teniendo cuidado en el manejo agronómico, pudiendo recomendar el uso de Guano de isla incubado con ME durante 20 días, en un nivel de 1770 kg ha<sup>-1</sup> (tiempo y nivel que optimizan la producción de la zanahoria).
2. Recomendar el abono orgánico del Guano de isla por sus resultados y ser una gran alternativa de una agricultura sostenible

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la influencia del tiempo de incubación del Guano de isla, en una solución de Microorganismos Efectivos Naturales, en la solubilización del Guano de isla, y los niveles de aplicación de Guano de isla incubada en el crecimiento de la planta, se condujo el presente trabajo en los ambientes del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, utilizando como planta indicadora a la zanahoria (*Daucus carota*). Durante períodos de 0, 5, 10, 15 y 20 días, se expuso el Guano de isla a la acción solubilizante de Microorganismos Efectivos Naturales (EM); el Guano de isla así tratado, se aplicó en macetas con zanahoria, en los niveles de 50, 550, 1050, 1550, y 2050 kg ha<sup>-1</sup> las que se cultivaron hasta el período de maduración de las raíces, luego del cual se cosecharon para determinar las variables de rendimiento. Los resultados encontrados permiten arribar a las conclusiones siguientes: 1) La altura de planta, longitud de la raíz, el diámetro de la raíz y el peso de la biomasa de la parte aérea en el cultivo de la zanahoria, fueron influenciados por los niveles crecientes del tiempo de incubación y de la dosis de Guano de isla, correspondiendo los mayores valores a los tratamientos que recibieron al menos 1050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla incubado durante al menos 10 ó 15 días; así mismo los valores más bajos corresponden a los tratamientos con la mínima dosis de Guano de isla Incubado o con otras dosis pero no incubados; 2) El mayor peso de la raíz de la zanahoria está dado por los tratamientos T4 (2050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla e incubado durante 20 días), T12 (2050 kg

ha<sup>-1</sup> de Guano de isla e incubado durante 10 días), T8 (1050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla e incubado durante 20 días) y el tratamiento T13 (1050 kg ha<sup>-1</sup> de Guano de isla e incubado durante 10 días); lo que indica que las dosis crecientes de Guano de isla (X<sub>2</sub>), y el tiempo de incubación del Guano de isla en la solución de MEN (X<sub>1</sub>) tienen un efecto directo en el rendimiento de la zanahoria.; 3) El modelo polinomial de superficie de respuesta es:  **$Y = 45.358 + 2.347T + 0.0577G - 0.0829T^2 - 0.00001901G^2 + 0.0005583TG + e$** , por lo que el tiempo de incubación y el nivel de Guano de isla que optimizan la producción de la zanahoria son: 20 días, y 1768 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALEXANDER, M. 1981.** Introducción a la Microbiología del Suelo. A.G.T. Editor S.A. México. D.F. 371 p
2. **BEINGOLEA, O. J. Et Al. 1984.** Avance de Investigación Sobre Identificación de Malezas en Ayacucho. Informe. Ayacucho - Perú.
3. **BERTRÁN, C. 1992.** Nutrición de las plantas y fertilización en el Perú. Misión de las nades S.C.P.A.V.D.K. Editorial Antares tercer mundo S.A.
4. **CAMASCA V., A. 1989.** "Horticultura Practica". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYTEC. Ayacucho - Perú.
5. **CAICEDO, L. A. 1997.** Curso de Horticultura. Mimeografiado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, CO. 292 p.
6. **CAMPOS, I. 1981.** Horticultura Rentable. 1<sup>ra</sup> Edic. Edit. De Vecchi, S. A. Barcelona – España
7. **CÁSSERES, E. 1980.** Producción de Hortalizas. Editorial IICA. San José de Costa Rica. 387 p.
8. **CIAMPITTI, I. y GARCÍA, F. 2007.** Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de micronutrientes y nutrientes secundarios. II Hortalizas, frutales y forrajeras. IPNI Cono Sur Santa Fe. Buenos Aires Argentina.
9. **CORNEJO, A. V. 1986.** Las Plantas y sus Utilidades UNSCH. Ayacucho – Perú

10. **DIEHL y MATEO BOX. 1973.** Fitotecnia General. Edit. Mundi Prensa. 2<sup>da</sup> Edic. Madrid – España
11. **FERSINI, A. 1979.** Horticultura Práctica. Edit. DIANA. 3<sup>ra</sup> Edic. México
12. **FERNANDES DA SILVA, V. 1992.** Vermicompostagem utilizando esterco e palha enriquecida com N e P: processo de produção e avaliação para a cultura da cenoura (*Daucus carota L.*). Tesis de Postgrado em Agronomia. Instituto de Agronomia. Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro. Brasil. 125.
13. **GÁLVEZ, J. N. 2009.** Efecto del Fosfato de Sechura, Incubado en Solución de Microorganismos en el Rendimiento de Tomate (*Lycopersicon Esculentum Mill*) en Ayacucho a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH.
14. **GARCÍA DE OTEYZA, L. 1959.** Horticultura. Edit. Salvat Editores. S.A. 2<sup>da</sup> Edic. Barcelona España.
15. **GROS, A. 1986.** Abonos: Guía Práctica de Fertilización. 7ma. Edic. Edit. Mundi Prensa. Madrid – España.
16. **LÓPEZ CAMELO, ANDRÉS F. 2011.** Gestión de la calidad en la zanahoria. Ediciones INTA - CTIFL. E.E.A. Balcarce - Argentina.
17. **MAROTO, J. V. 1983.** Horticultura Herbácea Especial. Edit. Mundial – Prensa. 4<sup>ta</sup> Edic. Madrid – Barcelona – México
18. **MARTÍNEZ, M. 2005.** Aplicación de Proporciones de Guano de isla y Abono Sintético en el Rendimiento de Linaza (*Linum usitatissimum*). Chupas. 3200 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH.

19. **REINA C. 1997.** Manejo Poscosecha: Evaluación de la Calidad de Zanahoria (*Daucus Carota L*) que se comercializa en la región de Neiva- Colombia. Universidad Sur Colombiana. Programa de Ciencias Agrícolas Neiva.
20. **SEYMOUR, J. 1981.** El Horticultor Autosuficiente. Edit. Blume. Barcelona – España
21. **SUQUILANDA, M. 1996.** Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. FUNDAGRO. Quito-Ecuador. 654 p.
22. **TAMARO, D. 1960.** Horticultura. Edit. Gustavo Gill S.A. 5<sup>ta</sup> Edic. Barcelona España
23. **TINEO, A. 2006.** Superficies de Respuesta: El diseño 03 de Julio. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ediciones GRAFICAS E.I.R.L. Lima – Perú. 81 p.
24. **TINEO, A. 2002.** Manejo y Conservación de Suelos. Guía de estudio. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
25. **VELIZ, A. G. 1983.** Horticultura en el jardín 2<sup>da</sup> Edic. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú
26. **ZAMBRANO, J. 1975.** Métodos de fertilización química en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*) en la zona de San Buenaventura, Pichincha. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, EC. 68 p.
27. **CHUJO S. L. (2004),** EM Technology: Que es EM?, con acceso el 08 de diciembre del 2012, en la página web:  
<http://www.em-technology.es/index.php?EM%20Technology>





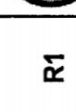






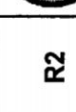
















28. **FAO, 2007.** Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, en su página Web:  
[http://www.fao.org/ag/aql/agll/ipns/index\\_es.jsp?term=e045&letter=M](http://www.fao.org/ag/aql/agll/ipns/index_es.jsp?term=e045&letter=M)
29. **FAOSTAT, 2010.** Portal estadístico de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, en su página Web:  
[http://www.faostat.fao.org/Portals/Faostat/Downloads/zip\\_files/indices\\_de\\_produccion\\_Todos\\_los\\_Datos.zip](http://www.faostat.fao.org/Portals/Faostat/Downloads/zip_files/indices_de_produccion_Todos_los_Datos.zip)
30. **GEOCITIES. 2009.** Propiedades del Guano de islas. Disponible en:  
[www.geocities.com/raaaperu/ao.html/-33k](http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html/-33k). Consultado el 05/01/2013.
31. **HIGA Y PARR.1991.** Microorganismos Efectivos (ME o EM), Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES). Disponible en: <http://www.fundases.com/p/em01.html>
32. **INFOAGRO (2007),** El cultivo de la zanahoria. (en línea) 7 p., con acceso el 10 de diciembre del 2012, en su página Web:  
<http://www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm>
33. **MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2011.** Producción Hortofrutícola 2010. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (MINAG). Lima – Perú. Disponible en:  
<http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/2010-HORTOFRUTICOLA.pdf>
34. **PROABONOS, 2007.** Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de Aves Marinas.

Disponible en: [http:// www. Proabonos.gob.pe](http://www.Proabonos.gob.pe).

35. **REINA C, 1997.** Manejo pos cosecha de la zanahoria. Recuperado de [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Zanahoria.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Zanahoria.pdf)
36. **SUQUILANDA, M. 2001.** Curso internacional sobre elaboración de abonos orgánicos. Corporación PROEXANT. Quito., con acceso el 15 de diciembre del 2012, Página Web:  
<http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt6.doc>
37. **Web de Huaral:** Ficha Técnica de Cultivos: Zanahoria, con acceso el 15 de setiembre del 2009, en la página web:  
[http://www.sia.huaral.org/sia\\_uploads/ec06355af5fedeeef1ec61030822a9a09/zanahoria\\_ficha.pdf](http://www.sia.huaral.org/sia_uploads/ec06355af5fedeeef1ec61030822a9a09/zanahoria_ficha.pdf)

# ANEXOS

**ANEXO 1: CROQUIS DEL EXPERIMENTO**

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 Guano de isla	50	50	2050	2050	1050	1050	1050	1050	50	550	1550	2050	1050
<b>R E P E T I C I O N E S</b>	R1												
	R2												
	R3												
	R4												

**TOTAL : 52 UNIDADES EXPERIMENTALES**

## ANEXO 2: CUADROS DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS

ALTURA DE PLANTA (cm)

TRATAM. REPET.	T 1 T.I.: 0 días 50 kg/ha	T 2 T.I.: 20 días 50 kg/ha	T 3 T.I.: 0 días 2050 kg/ha	T 4 T.I.: 20 días 2050 kg/ha	T 5 T.I.: 0 días 1050 kg/ha	T 6 T.I.: 5 días 1050 kg/ha	T 7 T.I.: 15 días 1050 kg/ha	T 8 T.I.: 20 días 1050 kg/ha	T 9 T.I.: 10 días 50 kg/ha	T 10 T.I.: 10 días 550 kg/ha	T 11 T.I.: 10 días 1550 kg/ha	T 12 T.I.: 10 días 2050 kg/ha	T 13 T.I.: 10 días 1050 kg/ha
REPETICION I	27.00	28.20	32.50	33.45	29.25	32.50	32.50	34.56	27.75	30.30	33.56	32.50	31.56
REPETICION II	27.00	27.20	31.20	33.00	29.25	29.25	30.75	34.00	26.50	31.80	34.00	33.00	32.56
REPETICION III	26.70	27.10	32.25	34.25	31.50	31.56	31.50	35.50	27.80	31.25	32.25	33.65	31.24
PROMEDIO	26.90	27.50	31.98	33.57	30.00	31.10	31.58	34.69	27.35	31.12	33.27	33.05	31.79

LONGITUD DE RAIZ (cm)

TRATAM. REPET.	T 1 T.I.: 0 días 50 kg/ha	T 2 T.I.: 20 días 50 kg/ha	T 3 T.I.: 0 días 2050 kg/ha	T 4 T.I.: 20 días 2050 kg/ha	T 5 T.I.: 0 días 1050 kg/ha	T 6 T.I.: 5 días 1050 kg/ha	T 7 T.I.: 15 días 1050 kg/ha	T 8 T.I.: 20 días 1050 kg/ha	T 9 T.I.: 10 días 50 kg/ha	T 10 T.I.: 10 días 550 kg/ha	T 11 T.I.: 10 días 1550 kg/ha	T 12 T.I.: 10 días 2050 kg/ha	T 13 T.I.: 10 días 1050 kg/ha
REPETICION I	9.68	10.23	11.23	14.38	12.60	12.87	13.20	13.56	9.25	13.88	13.25	13.64	12.75
REPETICION II	9.90	9.85	11.23	13.75	11.50	13.50	13.88	13.88	9.78	13.25	13.87	13.55	12.60
REPETICION III	9.15	10.50	12.05	13.00	11.23	13.60	13.56	14.63	9.54	13.75	13.38	13.48	12.50
PROMEDIO	9.58	10.19	11.50	13.71	11.78	13.32	13.55	14.02	9.52	13.63	13.50	13.56	12.62

**DIAMETRO DE RAIZ (cm)**

TRATAM. REPET.	T 1 T.I: 0 días 50 kg/ha	T 2 T.I: 20 días 50 kg/ha	T 3 T.I: 0 días 2050 kg/ha	T 4 T.I: 20 días 2050 kg/ha	T 5 T.I: 0 días 1050 kg/ha	T 6 T.I: 5 días 1050 kg/ha	T 7 T.I: 15 días 1050 kg/ha	T 8 T.I: 20 días 1050 kg/ha	T 9 T.I: 10 días 50 kg/ha	T 10 T.I: 10 días 550 kg/ha	T 11 T.I: 10 días 1550 kg/ha	T 12 T.I: 10 días 2050 kg/ha	T 13 T.I: 10 días 1050 kg/ha
REPETICION I	2.66	2.75	2.96	3.86	2.74	3.01	3.47	3.48	2.79	2.96	2.99	3.79	3.56
REPETICION II	2.49	2.61	3.04	3.78	3.03	3.06	3.79	3.36	2.78	3.04	3.19	3.66	3.76
REPETICION III	2.64	2.86	2.91	3.89	2.99	3.41	3.29	3.79	2.67	2.91	3.41	3.58	3.66
PROMEDIO	2.60	2.74	2.97	3.84	2.92	3.16	3.51	3.54	2.75	2.97	3.20	3.68	3.66

**PESO DE RAIZ (gr)**

TRATAM. REPET.	T 1 T.I: 0 días 50 kg/ha	T 2 T.I: 20 días 50 kg/ha	T 3 T.I: 0 días 2050 kg/ha	T 4 T.I: 20 días 2050 kg/ha	T 5 T.I: 0 días 1050 kg/ha	T 6 T.I: 5 días 1050 kg/ha	T 7 T.I: 15 días 1050 kg/ha	T 8 T.I: 20 días 1050 kg/ha	T 9 T.I: 10 días 50 kg/ha	T 10 T.I: 10 días 550 kg/ha	T 11 T.I: 10 días 1550 kg/ha	T 12 T.I: 10 días 2050 kg/ha	T 13 T.I: 10 días 1050 kg/ha
REPETICION I	50.50	61.50	89.63	119.63	79.57	103.00	111.51	114.13	56.40	93.88	101.39	109.47	112.23
REPETICION II	51.40	63.98	86.05	117.13	74.63	105.79	108.92	108.85	58.70	89.80	102.83	114.73	110.40
REPETICION III	52.60	62.30	82.18	121.40	78.23	102.81	110.70	114.45	59.60	91.34	104.60	117.43	112.67
PROMEDIO	51.50	62.59	85.95	119.38	77.47	103.87	110.37	112.47	58.23	91.67	102.94	113.88	111.77

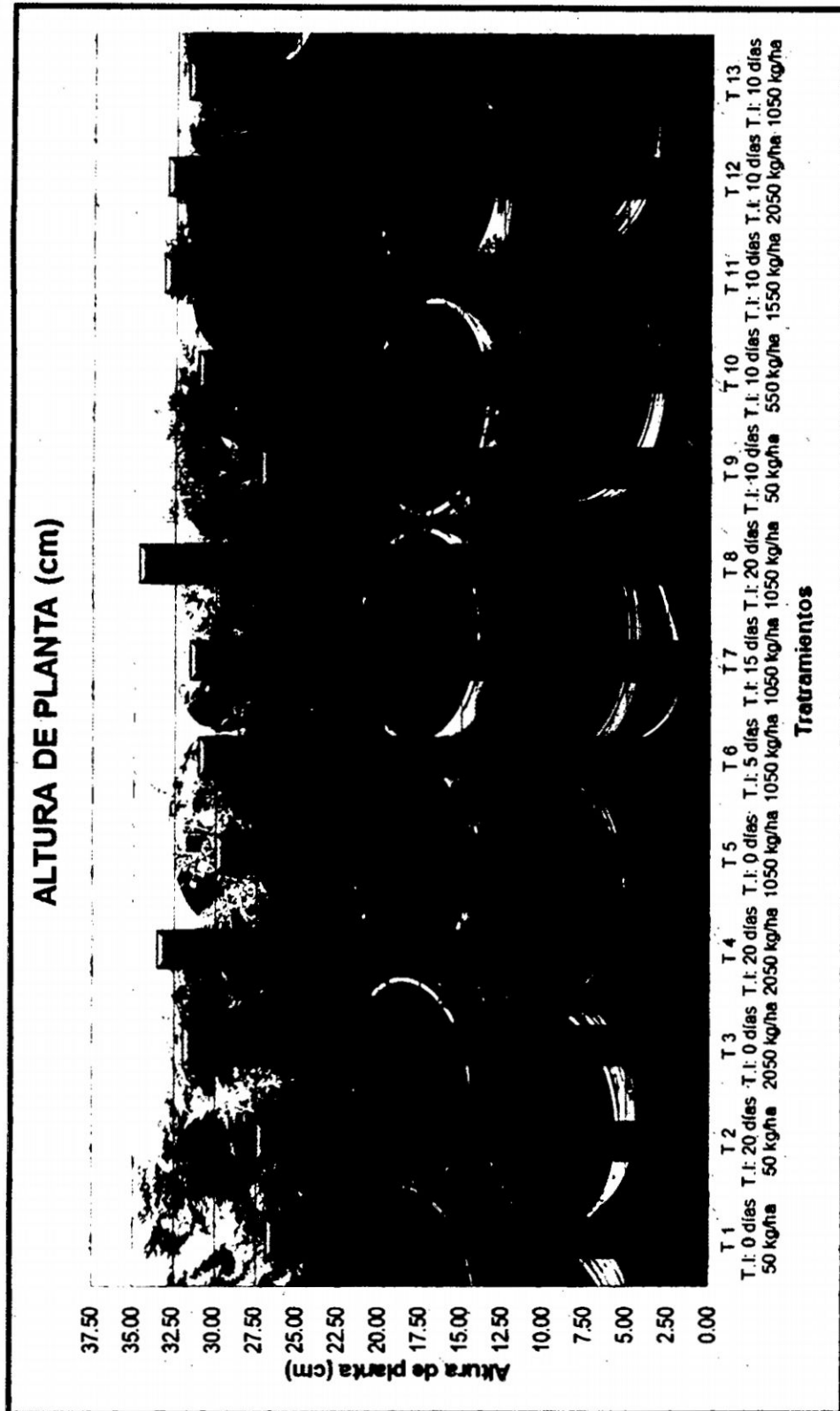
**PESO HUMEDO PARTE AEREA (gr)**

TRATAM. REPET.	T 1 T.I: 0 días 50 kg/ha	T 2 T.I: 20 días 50 kg/ha	T 3 T.I: 0 días 2050 kg/ha	T 4 T.I: 20 días 2050 kg/ha	T 5 T.I: 0 días 1050 kg/ha	T 6 T.I: 5 días 1050 kg/ha	T 7 T.I: 15 días 1050 kg/ha	T 8 T.I: 20 días 1050 kg/ha	T 9 T.I: 10 días 50 kg/ha	T 10 T.I: 10 días 550 kg/ha	T 11 T.I: 10 días 1550 kg/ha	T 12 T.I: 10 días 2050 kg/ha	T 13 T.I: 10 días 1050 kg/ha
REPETICION I	24.35	26.80	43.39	57.05	34.24	36.64	44.58	48.70	27.31	33.56	45.68	46.90	42.60
REPETICION II	28.40	29.70	41.56	58.90	30.82	37.80	46.40	49.56	25.30	35.60	47.60	48.70	43.68
REPETICION III	28.72	30.45	42.12	58.40	32.68	39.80	45.81	47.13	27.30	36.80	48.90	47.72	42.89
PROMEDIO	27.16	28.98	42.36	58.12	32.58	38.08	45.60	48.46	26.64	35.32	47.39	47.77	43.06

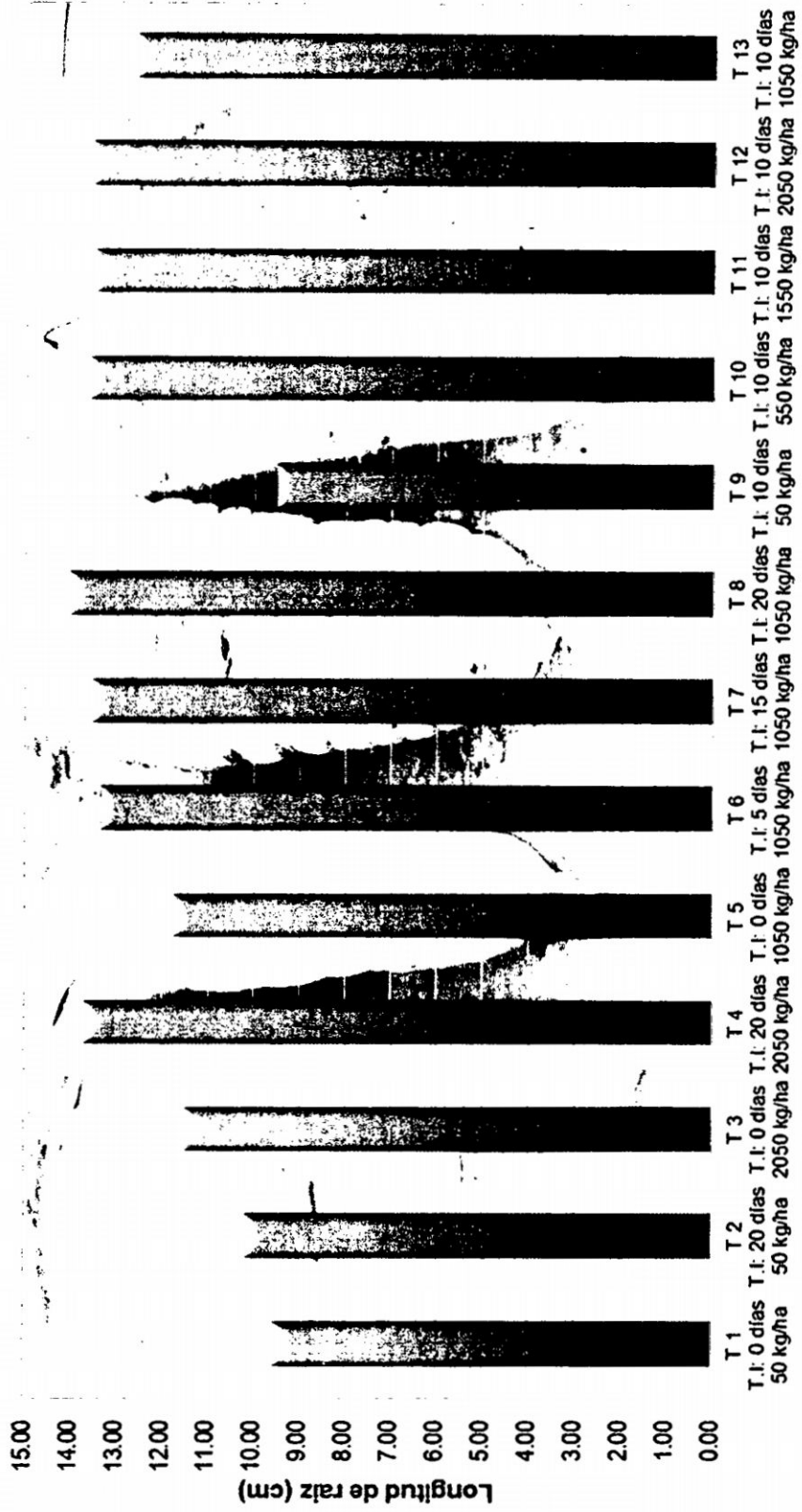
**PESO SECO PARTE AEREA (gr)**

TRATAM. REPET.	T 1 T.I: 0 días 50 kg/ha	T 2 T.I: 20 días 50 kg/ha	T 3 T.I: 0 días 2050 kg/ha	T 4 T.I: 20 días 2050 kg/ha	T 5 T.I: 0 días 1050 kg/ha	T 6 T.I: 5 días 1050 kg/ha	T 7 T.I: 15 días 1050 kg/ha	T 8 T.I: 20 días 1050 kg/ha	T 9 T.I: 10 días 50 kg/ha	T 10 T.I: 10 días 550 kg/ha	T 11 T.I: 10 días 1550 kg/ha	T 12 T.I: 10 días 2050 kg/ha	T 13 T.I: 10 días 1050 kg/ha
REPETICION I	5.11	5.90	9.76	11.41	7.19	7.68	9.30	10.12	5.74	7.05	10.05	9.85	9.37
REPETICION II	5.96	6.53	8.73	12.25	6.47	7.94	9.85	11.45	5.84	8.21	10.05	10.21	9.17
REPETICION III	6.03	6.39	8.85	12.26	7.84	8.36	9.62	9.90	6.14	8.28	11.00	10.74	9.65
PROMEDIO	5.70	6.27	9.11	11.97	7.17	7.99	9.59	10.49	5.91	7.85	10.37	10.26	9.40

ANEXO 3: GRÁFICOS DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS

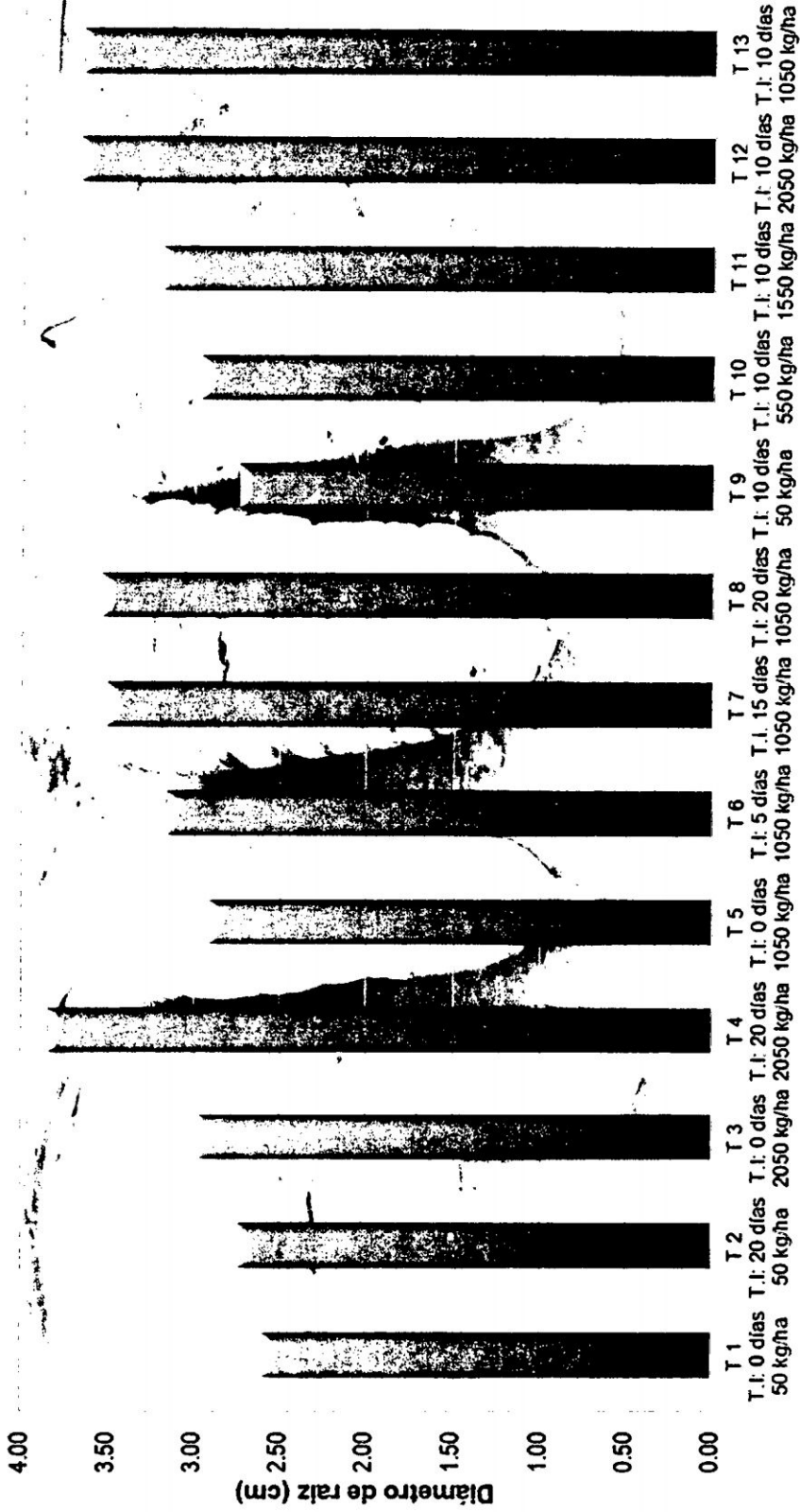


# LONGITUD DE RAIZ (cm)



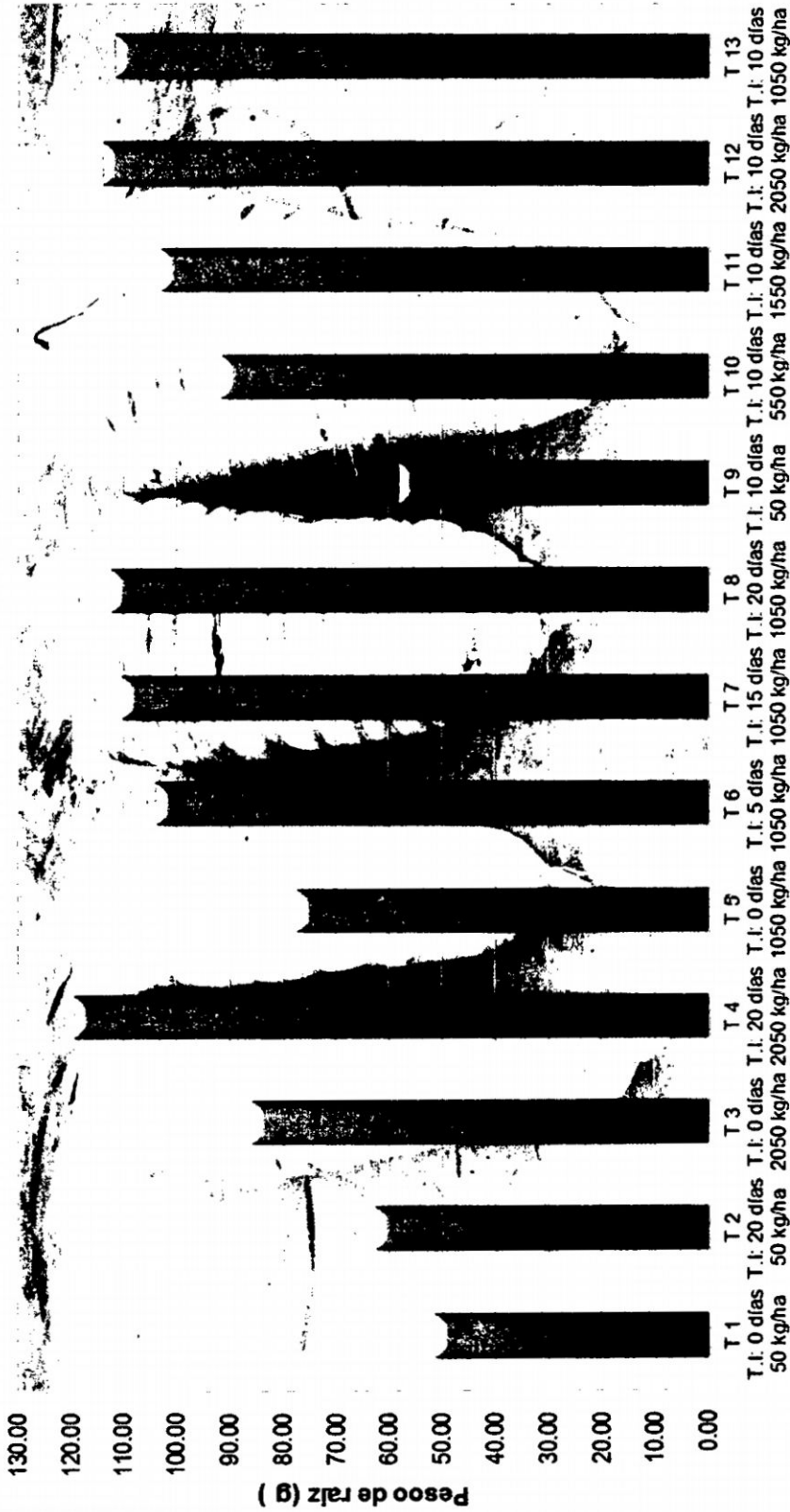
Tratamientos

# DIAMETRO DE RAIZ (cm)



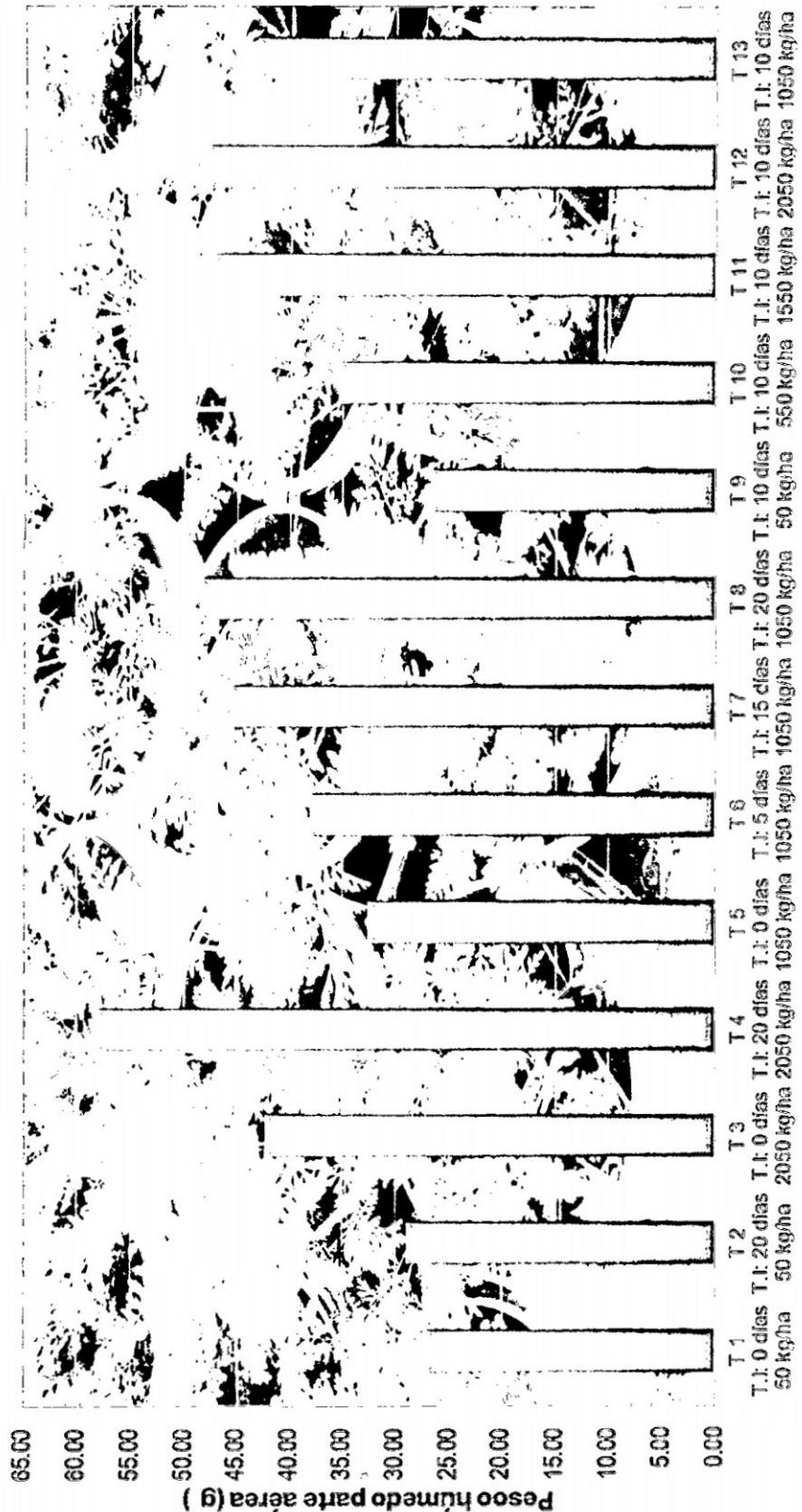
Tratamientos

# PESO DE RAIZ (g)



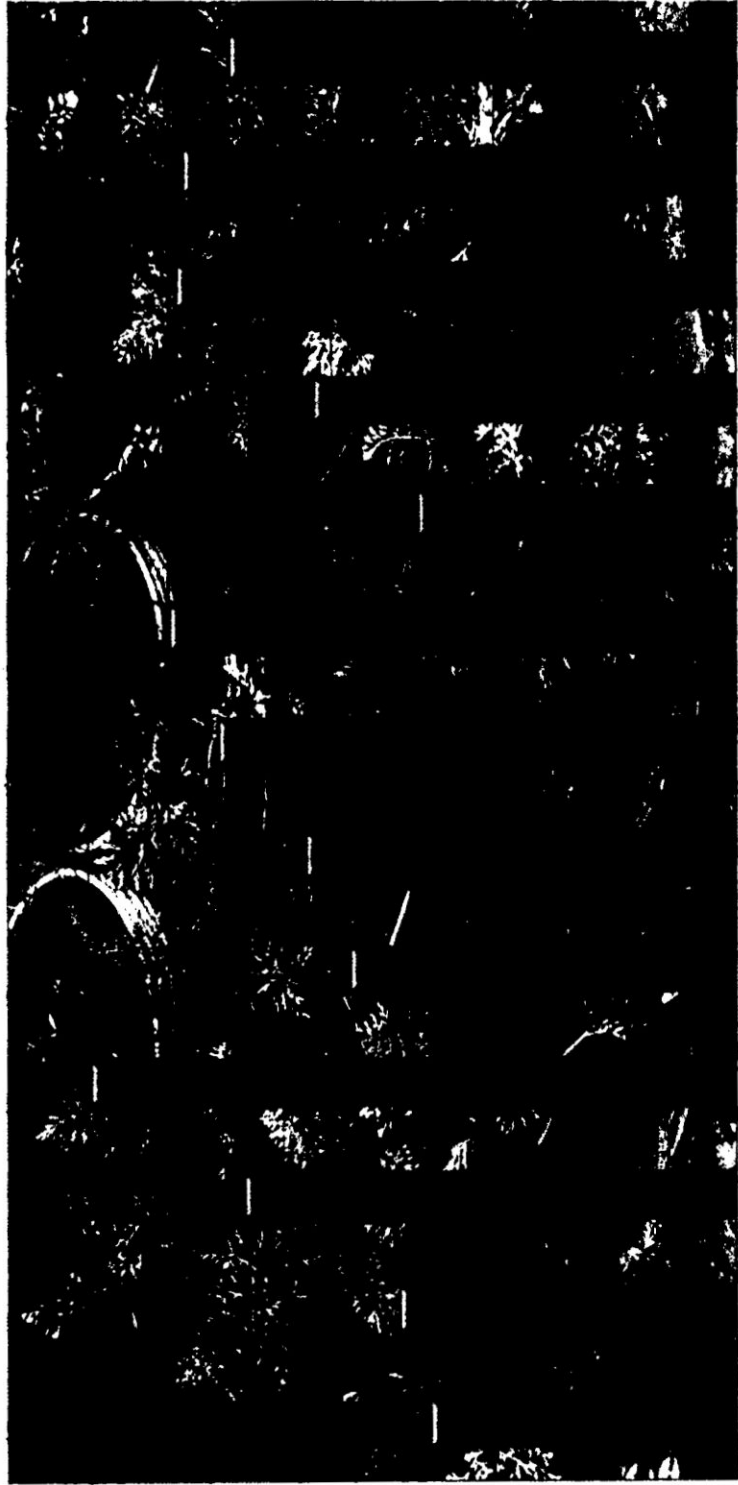
Tratamientos

# PESO HUMEDO PARTE AEREA (g)



Tratamientos

**PESO SECO PARTE AEREA (gr)**



13.50  
12.00  
10.50  
9.00  
7.50  
6.00  
4.50  
3.00  
1.50  
0.00

Peso seco parte aérea (gr)

T 1 T 2 T 3 T 4 T 5 T 6 T 7 T 8 T 9 T 10 T 11 T 12 T 13  
 T.: 0 días T.: 20 días T.: 0 días T.: 20 días T.: 0 días T.: 5 días T.: 15 días T.: 20 días T.: 10 días T.: 10 días T.: 10 días T.: 10 días T.: 10 días  
 50 kg/ha 50 kg/ha 2050 kg/ha 2050 kg/ha 2050 kg/ha 1050 kg/ha 1050 kg/ha 1050 kg/ha 1050 kg/ha 50 kg/ha 550 kg/ha 1550 kg/ha 2050 kg/ha 1050 kg/ha

**Tratamientos**

# FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

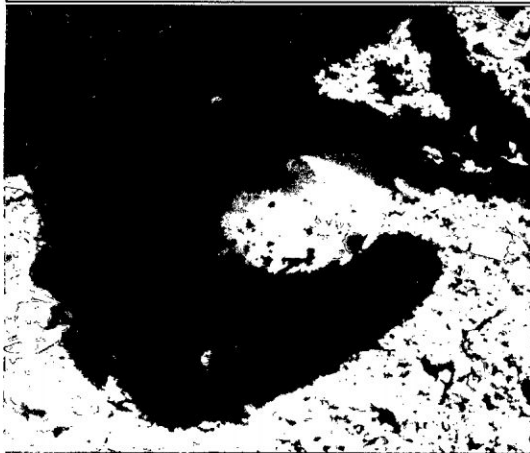
## PREPARACION DE LA SOLUCION DE MICROORGANISMOS



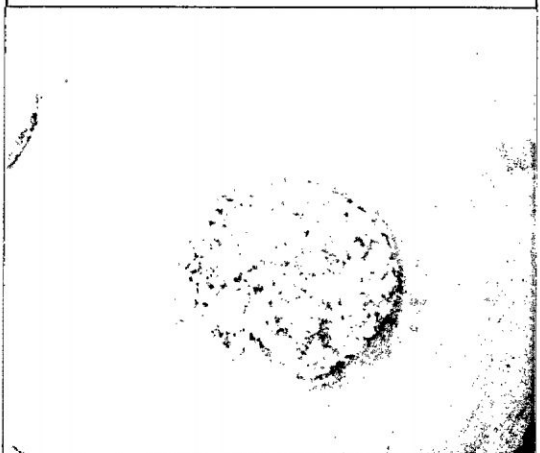
Colocar arroz cocido en un pote



Cubrir con una malla de nylon



Colocar en una compostera



Arroz impregnado de Microorganismos



Desmenuzar el arroz impregnado de ME



Batir o licuar con un litro de agua



Vaciar el licuado en un recipiente



Mezclar con medio litro de melaza



Llenar la mezcla en un envase

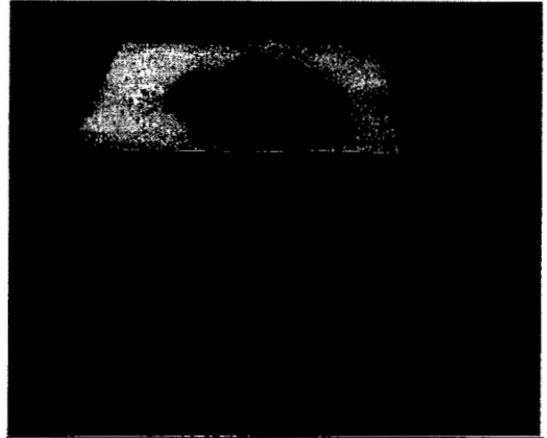


Cierre hermético para fermentar anaeróbicamente durante 7 días

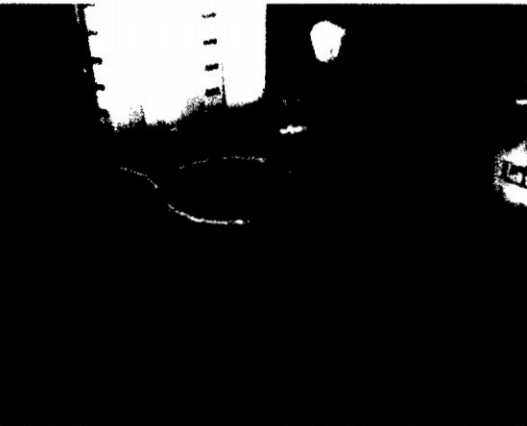
## INCUBACION Y SECADO DE GUANO DE ISLA



Guano de isla listo para el pesaje



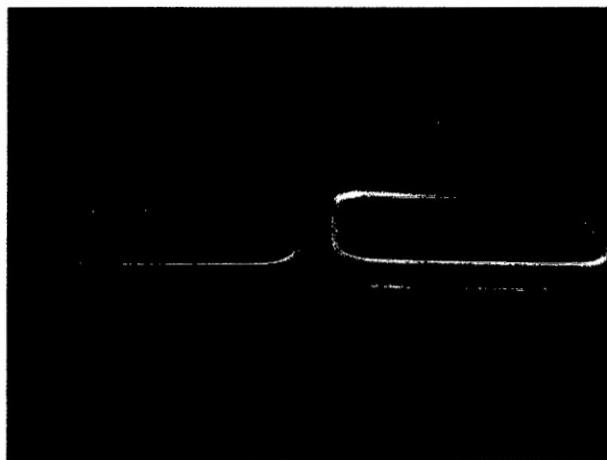
Pesado de guano de isla para cada tratamiento



Mezcla de guano de isla y solución ME

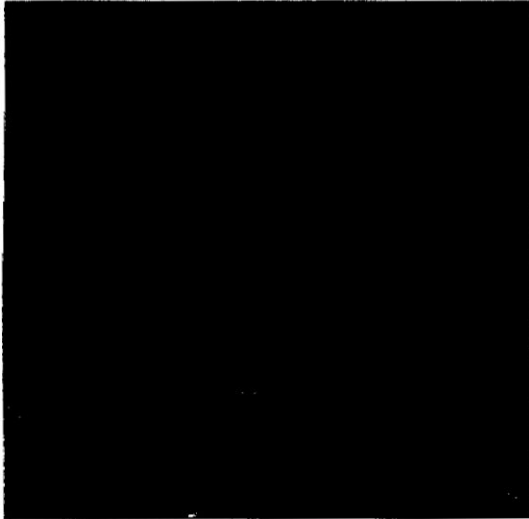


Incubado de guano de isla en solución ME

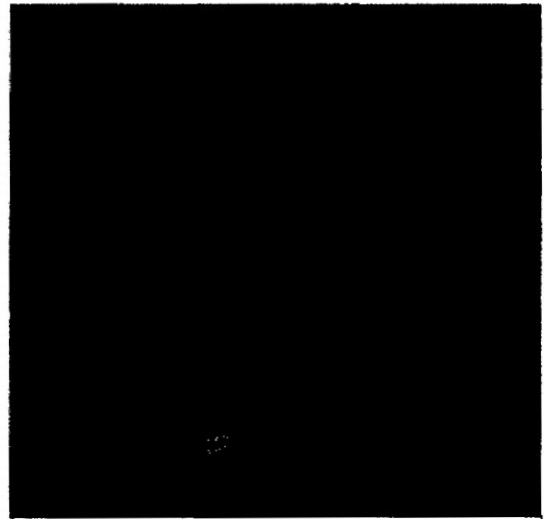


Secado de guano de isla después de la incubación

## PREPARACION DEL SUSTRATO Y LAS MACETAS



Perfil del terreno in situ (Compañía) utilizado para el experimento



Pesado de sustrato para las macetas experimentales



Zarandeado del sustrato utilizado para el experimento



Preparación del drenaje en las macetas experimentales

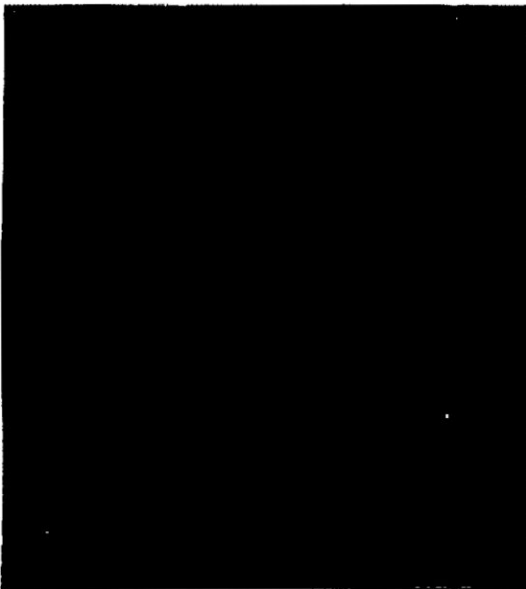


Macetas experimentales listas para la siembra

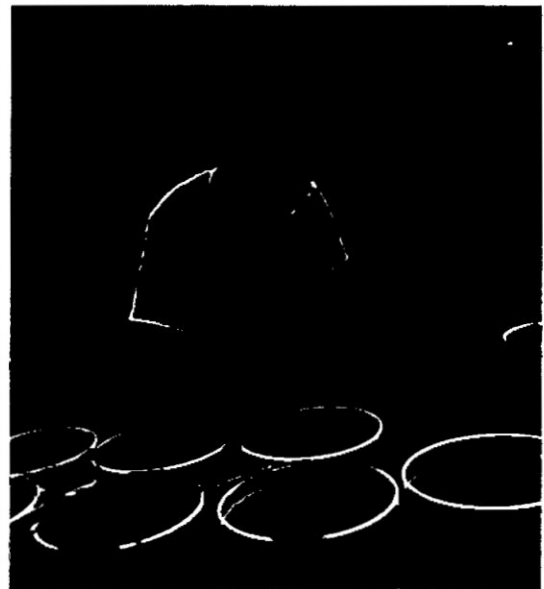


Mezcla del sustrato con el guano de isla incubado

PROCESO DEL MANEJO DEL EXPERIMENTO



Pesado de semillas



Siembra directa en macetas experimentales



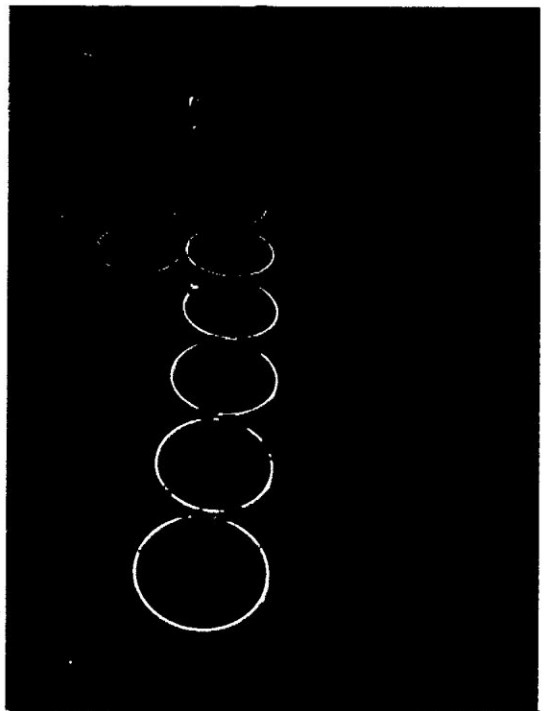
Vista de la germinación 10 días de la siembra



Plántulas de zanahoria a 15 días de la siembra



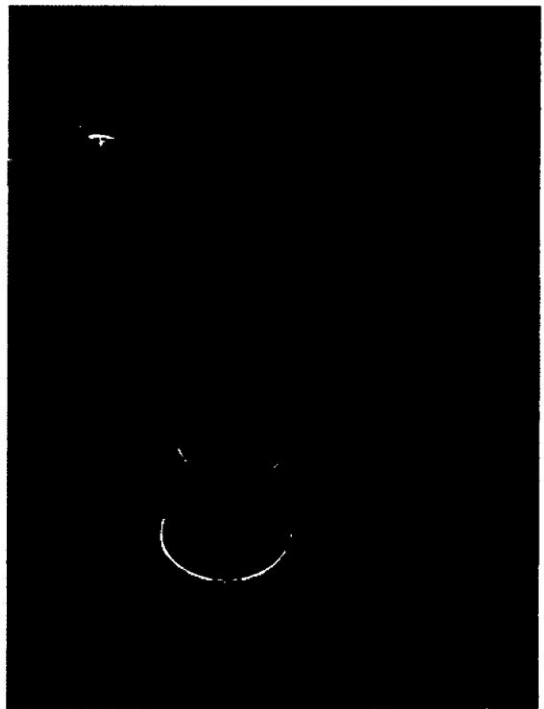
Experimento a 04 semanas de la siembra



Experimento a 07 semanas de la siembra



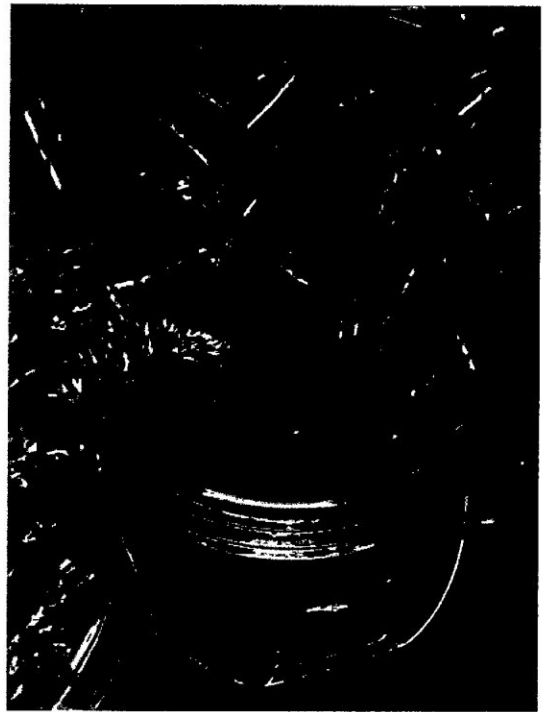
Experimento 02 meses después de la siembra



Experimento 03 meses después de la siembra



Experimento 04 meses después de la siembra



Experimento 04 meses después de la siembra



Experimento a 03 días de la cosecha

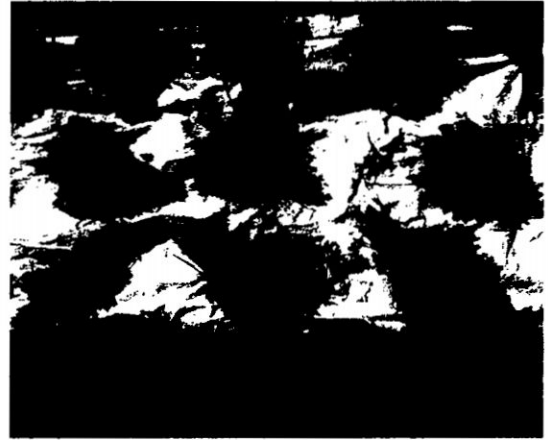


Experimento a 03 días de la cosecha

PROCESO DEL EVALUACION DEL EXPERIMENTO



Corte de la biomasa para el pesado



Parte aérea húmeda listo para el pesado



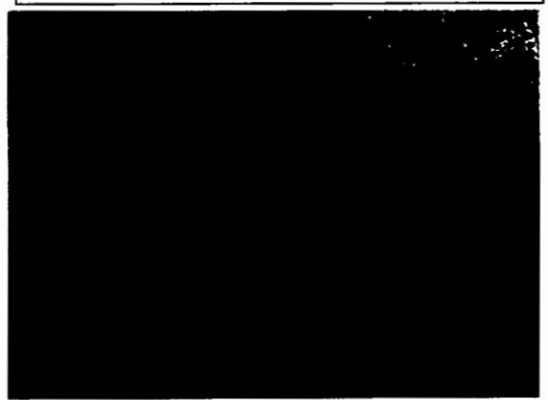
Raiz de la zanahoria después de la cosecha



Pesado de la raíz de la zanahoria



Medida de la longitud de la raíz de la zanahoria



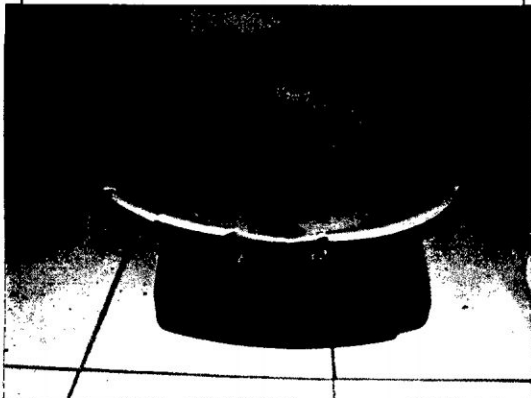
Medida de la longitud de la raíz de la zanahoria



Medida de la longitud de la raíz de la zanahoria



Medida de la diámetro de la raíz de la zanahoria



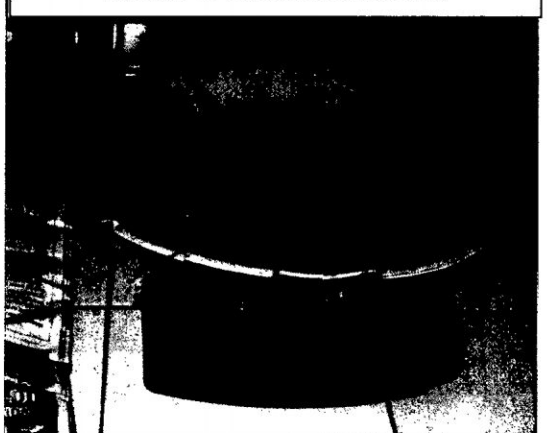
Peso húmedo de la biomasa



Secado de la biomasa en estufa

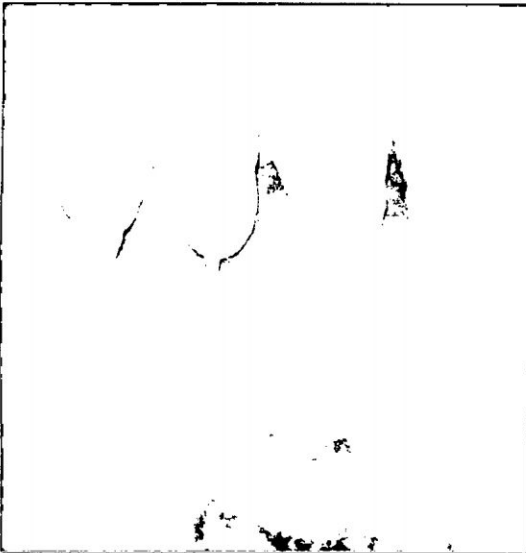


Peso seco de la biomasa



Peso seco de la biomasa

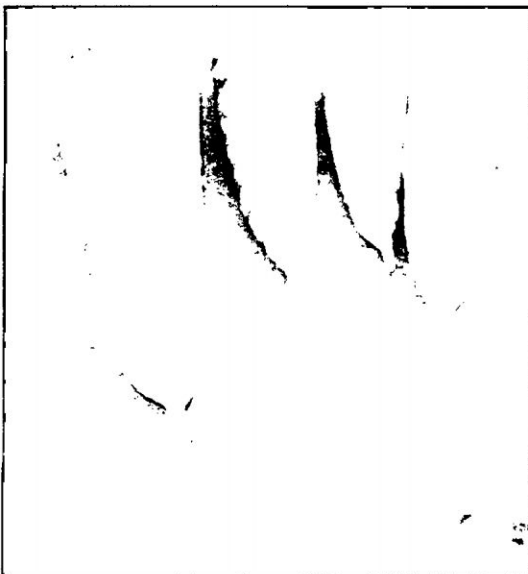
**VISTAS DE LA RAIZ DE LA ZANAHORIA POR TRATAMIENTOS**



Zanahoria tratamiento 01



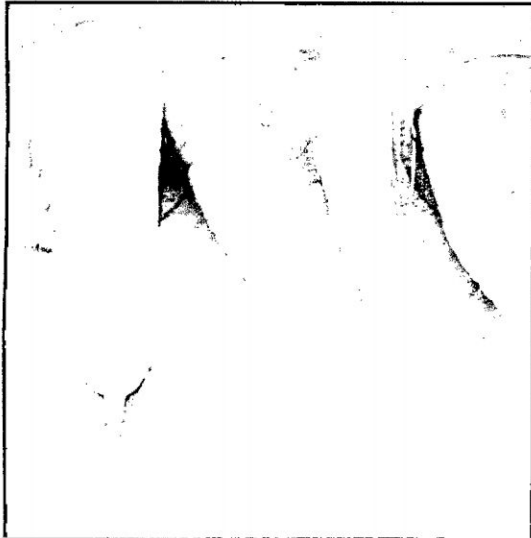
Zanahoria tratamiento 02



Zanahoria tratamiento 03



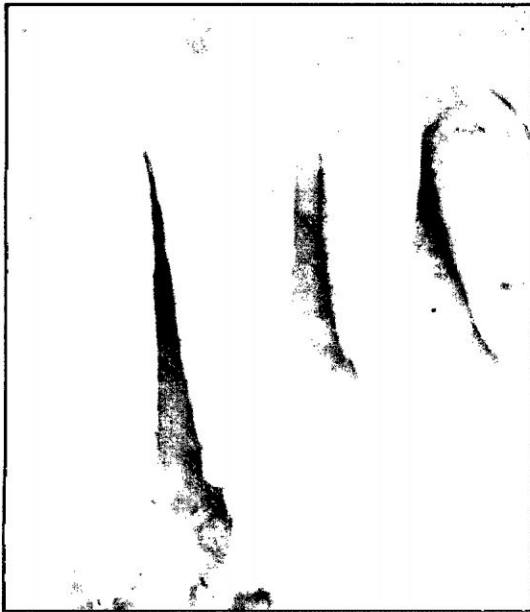
Zanahoria tratamiento 04



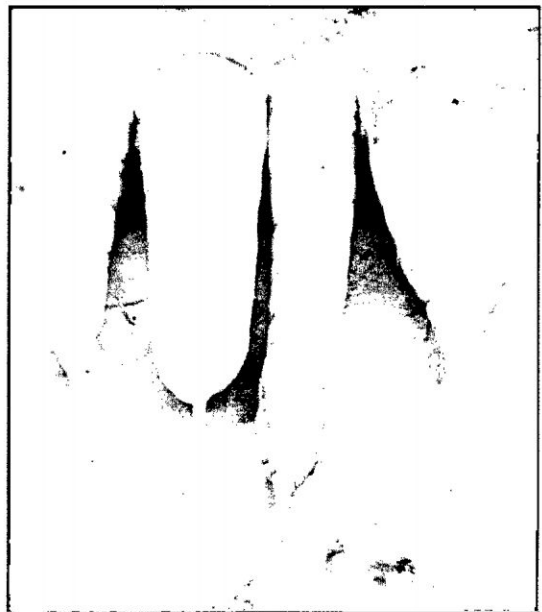
Zanahoria tratamiento 05



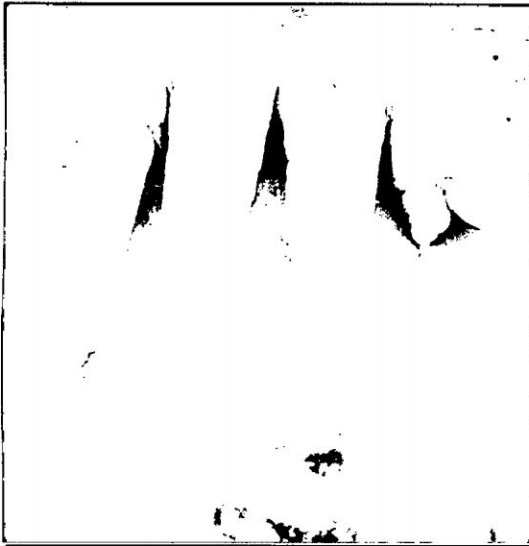
Zanahoria tratamiento 06



Zanahoria tratamiento 07



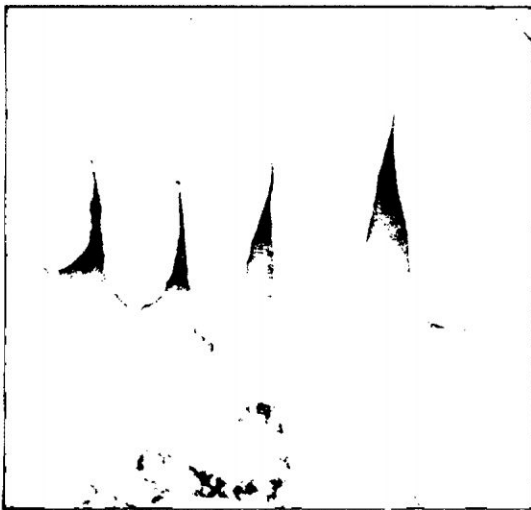
Zanahoria tratamiento 08



Zanahoria tratamiento 09



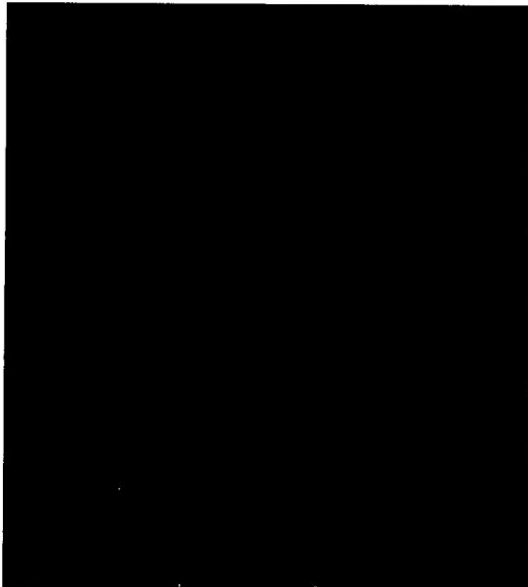
Zanahoria tratamiento 10



Zanahoria tratamiento 11



Zanahoria tratamiento 12



Zanahoria tratamiento 13

