

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA**

(Creada por Ley N° 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**  
**TESIS**

**"EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO  
DE PLANTAS DE RÁBANO (*Raphanus sativus* L.)  
BAJO COBERTURA PLÁSTICO"**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**HORTICULTURA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**OSBEN ZORRILLA MARCAS**

**ACOBAMBA - HUANCAMELICA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N°. 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA

TESIS

“EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE RÁBANO (*Raphanus sativus* L.) BAJO COBERTURA PLÁSTICO”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

HORTICULTURA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

OSBEN ZORRILLA MARCAS

ACOBAMBA - HUANCAMELICA

**ACTA DE SUSTENTACION O APROBACION DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACION**

En la Ciudad Universitaria " Común era "; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNH, a los nueve días del mes de Octubre del año dos mil catorce, a horas dos de la tarde , se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente: Dr. David Ruiz Vilchez

Secretario: Mg.Sc.Ing.Marino Bautista Vargas

Vocal: Ing. Leónidas Laura Quispetupa

Designados con resolución N° 335-2010-FCA-UNH.; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Titulado: "EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE RÁBANO (*Raphanus sativus* L.) BAJO COBERTURA PLASTICO "

Cuyo autor es el (los) graduado (s):

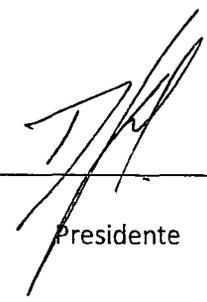
BACHILLER (S): Osben, ZORRILLA MARCAS

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente el resultado:

APROBADO  POR Mayoría.....  
DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

ASESOR: Mg. Sc. Ing. Rolando PORTA CHUPURGO

### DEDICATORIA

Ala .por haberme dado vida, sabiduria y fortaleza para seguir adelante. A toda mi familia quien con sus consejos me han sabido ayudar.

## AGRADECIMIENTO

- Les doy gracias a todas las personas que de una forma u otra estuvieron conmigo durante toda la carrera y en realización de tesis.
  
- Al Mg. Sc. Rolando, PORTA CHUPURGO asesor de mi proyecto de investigación quien contribuyo de manera muy importante en la culminación del informe final de trabajo de investigación, gracias por confiar en mi capacidad y por el apoyo dándome palabras .

## INDICE

DEDICATORIA

RESUMEN

INTRUDUCCION.

### CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....10

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....10

1.3 OBJETIVO: GENERAL Y ESPECÍFICOS.....11

1.4 JUSTIFICACIÓN.....11

### CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....13

2.1 ANTECEDENTES.....13

2.1.1 Área foliar por planta (AF) .....13

2.1.2 Diámetro de la raíz.....14

2.1.3 Peso fresco de raíces.....14

2.1.4 Índice de área foliar (IAF).....15

2.2 BASES TEÓRICAS.....16

2.2.1 Taxonomía y Morfología .....18

2.2.1.1 Sistema radicular.....18

2.2.1.2 Tallo.....18

2.2.1.3 Hojas.....19

2.2.1.4 Flores.....19

2.2.1.5 Fruto.....19

2.3 HIPÓTESIS.....20

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....20

2.5 VARIABLES DE ESTUDIO.....20

2.5.1. Variable Independiente.....20

2.5.2. Variables Dependientes.....20

2.5.3. Variables Intervinientes.....21

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....22

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO.....22

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....22

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....22

3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....23

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....23

    3.5.1. Lugar y Fecha de Instalación.....23

    3.5.2. Material Vegetal.....23

    3.5.3. Sustrato.....23

    3.5.4. Maceta.....23

    3.5.5. Manejo Agronómico.....24

    3.5.6. Diseño Experimental.....24

    3.5.7. Características de la Unidad Experimental.....24

    3.5.8. Tratamientos.....24

    3.5.9. Modelo Aditivo Lineal.....24

3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO.....	25
3.6.1. Población.....	25
3.6.2. Muestra.....	25
3.7.3. Muestreo.....	25
3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	25
3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	26
3.8.1. Evaluación del Ritmo de Crecimiento.....	26
3.8.2. Diámetro de Raíz Reservante.....	26
3.8.3. Peso de Raíz Reservante.....	26
3.8.4. Índice de Cosecha.....	26
3.9 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	27
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	28
CAPITULO V : DISCUSIONES Y RESULTADOS.....	37
5.1 Ritmo de Crecimiento.....	37
5.2 Peso de follaje (g).....	38

5.3 Diámetro de raíz (cm).....39

5.4 Índice de Cosecha.....39

5.5 Rendimiento.....40

CONCLUSIÓN.....41

RECOMENDACIÓN.....42

BIBLIOGRAFÍA.....43

ARTICULO CIENTIFICO.....45

ANEXO.....63

## RESUMEN

En condiciones de invernadero rústico con cobertura plástico y durante los meses de Enero a Marzo del 2011, se evaluó el efecto de cuatro densidades de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de rabanito variedad "Red Glob". Se condujo en el diseño completamente al azar con diez repeticiones, los tratamientos fueron: T1 = 440,567, T2 = 881,134, T3 = 1'321,701 y T4 = 1'762,268 plantas por hectárea respectivamente. El sustrato utilizado (tierra agrícola), fue homogéneo para todas las unidades experimentales, los cuales fueron colocados en envases de pintura de PVC reciclados con las siguientes características: altura = 25 cm, área superior = 226.98 cm<sup>2</sup>, área inferior = 224.50 cm<sup>2</sup>. Los parámetros evaluados fueron, ritmo de crecimiento (RC), peso de follaje (PF), diámetro de raíz reservante (DRR), índice de cosecha (IC) y rendimiento (R). Se encontró diferencias estadísticas al nivel de  $\alpha = 0.01$  para todas las fechas de valuación en el tamaño de plantas, concluyéndose que a mayor densidad, la altura de plantas disminuye. Se encontró una relación inversa entre el diámetro de la raíz reservante y la densidad de plantas, encontrándose que en promedio, el mayor diámetro (5.88 cm) se obtuvo a la menor densidad de plantas (440,567 plantas/Ha); contrariamente el menor diámetro de raíz reservante (3.69 cm), se obtuvo a la mayor densidad de plantas (1'762,268 plantas/Ha). Para el índice de cosecha, también se encontró diferencias altamente significativas, el mismo que indica que la relación peso de follaje y peso de raíz reservante es influenciado por la densidad de plantas. Se encontró que el peso de la raíz reservante por planta disminuye conforme se incrementa la densidad de plantas. Así el mayor rendimiento (peso promedio de raíz reservante = 67.45 g) se presentó a una densidad de 440,567 plantas/Ha; y a una densidad de 1'762,268 plantas/Ha se obtuvo en promedio 24.1 g de raíz reservante.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de algunos países en desarrollo, donde la población rural campesina practica agricultura de subsistencia como medio exclusivo de vida, determinadas prácticas de agricultura como la producción bajo cobertura plástica, conlleva a un mejor aislamiento de plagas y enfermedades, adecuado manejo de agua y densidad de plantas entre otros, y ello conlleva a una mejora productiva que favorece la autosuficiencia de los agricultores y la sostenibilidad de las parcelas de cultivo.

Los habitantes de la Provincia de Acobamba practican este tipo de agricultura de subsistencia en condiciones de pobreza y con una situación social muy precaria, con muchas dificultades y pocas posibilidades. La agricultura bajo cobertura plástica les ofrece una posibilidad de mejorar sus condiciones de vida y la no dependencia de la compra a altos precios de hortalizas en el mercado local, en síntesis para mejorar sus producciones. Si además, añadimos la problemática existente en los habitantes de ésta región, como pobreza, contaminación, erosión, mala estructura del suelo, mala gestión de recursos hídricos, riesgo a heladas, sequía y mal manejo agronómico. Todo esto, hace aún más interesante la consideración de la posibilidad de empleo de cobertura plástica.

En nuestro trabajo, hemos elegido la variedad "Red Glob" rábano rojo (*Raphanus sativus*, L.) como una especie idónea para este tipo de evaluación por ser una planta de ciclo muy corto (35 días) y presentar un contacto directo entre el sustrato y la parte comestible, muy adaptada a la zona y empleada frecuentemente por los agricultores locales. Además es de fácil manejo y seguimiento.

## CAPÍTULO I: PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El rábano es un cultivo de manejo intensivo del cual hay muy poca información local sobre análisis de crecimiento y fenología; los análisis detallados del crecimiento de las plantas permiten cuantificar aspectos como la duración del ciclo, definición de estados fenológicos y estados de desarrollo, distribución de asimilados en los diferentes órganos. En este sentido, los análisis de crecimiento son esenciales para lograr una mejor comprensión de los procesos fisiológicos que definen la producción vegetal y así definir las mejores alternativas de manejo del cultivo de rábano en aspectos relacionados con la fertilización, riego, prácticas sanitarias, podas, orientación del cultivo y densidad de siembra, entre otros. En el presente trabajo se pretende evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra sobre el comportamiento del rábano, mediante el análisis de crecimiento.

### 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existirá diferencias en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas de rabanito por efecto de las diferentes densidades de siembra en condiciones de fitotoldo?

### 1.3. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECIFICOS

#### Objetivo General

- Analizar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y producción de plantas de rábano.

### Objetivos Específicos

- Cuantificar el rendimiento de las plantas de rabanito.
- Medir el diámetro de raíces.
- Evaluar el peso fresco de raíces.
- Cuantificar el índice de área foliar.

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN

El rábano es un cultivo de manejo intensivo del cual hay muy poca información local sobre análisis de crecimiento y fenología; los análisis detallados del crecimiento de las plantas permiten cuantificar aspectos como la duración del ciclo, definición de estados fenológicos y estados de desarrollo, distribución de asimilados en los diferentes órganos (**Azofeifa y Moreira, 2004**). Además, los análisis de crecimiento son esenciales para lograr una mejor comprensión de los procesos fisiológicos que definen la producción vegetal y así definir las mejores alternativas de manejo del cultivo en aspectos relacionados con la fertilización, riego, prácticas sanitarias, podas, orientación del cultivo y densidad de siembra, entre otros (**Lambers y Poorter, 1992; Barrientos, 1988**).

El análisis de crecimiento es ahora una herramienta ampliamente usada en áreas tan diferentes como en el fitomejoramiento, la fisiología de los cultivos y en la ecología de las plantas (**Poorter y Garnier, 1996**). Se considera que el análisis de crecimiento representa el primer paso en el análisis de la productividad primaria, siendo un enlace entre el registro de la producción vegetal y su investigación por métodos fisiológicos, pudiendo ubicarse consecuentemente dentro del ámbito de los estudios ecofisiológicos. Su ventaja radica en la facilidad de obtención de los datos en los cuales se basa, como son el peso seco de plantas completas o de sus partes (hojas, tallos, vástagos) y las dimensiones del aparato asimilatorio (área foliar, área de hojas y tallos, contenido de clorofila, etc. (**Marín, 1989; Kvet et al., 1971**).

Con base en estas consideraciones, el presente trabajo se planteó con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra sobre el comportamiento del rábano, mediante el análisis de crecimiento.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

#### 2.1.1. Área foliar por Planta (AF)

El comportamiento del AF mostró una tendencia ascendente en las primeras evaluaciones, tendencia que decreció al final del estudio en los tratamientos evaluados con excepción del tratamiento correspondiente a 1 planta/maceta, en donde el incremento en el número de hojas continuó. Igualmente, los tratamientos con menor densidad permitieron una mayor AF. Según **(Clavijo ,1989)**, cuando se siembran diferentes densidades de plantas, su respuesta a los factores ambientales difiere según la densidad de población **(Criollo y García, 2009)**.

También, estas observaciones coinciden con **(Jolliffe y Gaye ,1995)** quienes afirman que un rápido crecimiento y una mayor expansión de hojas y raíces se presenta cuando no hay otras plantas competidoras en la cercanía; cuando hay mayor densidad, una planta que crece más rápido que su vecina utilizará una mayor cantidad de un determinado recurso disponible e incrementará su tasa de crecimiento en general. La mayor extensión de las hojas permitirá a la planta poseer una mayor área de interceptación de luz y una mayor producción fotosintética por planta.

#### 2.1.2. Diámetro de la raíz

La tasa de crecimiento de la raíz en tamaño es un aspecto importante si se considera que la comercialización de este producto es en fresco. En el tratamiento de 1 planta/maceta se observó un incremento sostenido

durante todo el experimento (figura 2), lo cual indica un mayor tamaño final del producto y presenta correlación con el comportamiento del AF. Los tratamientos con 2, 3 y 4 plantas por maceta mostraron una curva de crecimiento de tipo sigmoideo, con un crecimiento inicial lento, una segunda fase de crecimiento acelerado motivado por la rápida asignación y traslocación de fotoasimilados hacia la raíz y un descenso al iniciarse el periodo de maduración causado posiblemente por los bajos gradientes entre los fotoasimilados de la raíz y de las hojas (**Cruz-Huerta et al., 2005**).

La evaluación del diámetro final de las raíces de rábano mostró que la siembra de 1 planta/maceta permitió un mayor diámetro de raíces (3,03 cm), con diferencias significativas en comparación con los demás tratamientos. En general, un menor número de plantas/área significó mayor crecimiento radical. El menor diámetro observado en tratamientos con mayor densidad puede explicarse en la mayor competencia intraespecífica que se da por nutrientes, espacio y radiación, generada por el más alto número de plantas por maceta, lo cual genera una menor cantidad de asimilados por planta para ser particionados hacia las raíces (**Páez et al., 2000**)

### 2.1.3 **Peso fresco de Raíces**

El peso fresco de raíces de rábano estuvo determinado por la densidad de siembra. Los mayores valores al final de las evaluaciones se alcanzaron en el tratamiento 1 planta/maceta con 15 g/raíz comparados con las 2, 3 y 4 plantas por maceta, con pesos de 10,73 g, 9,33 g y 7,97 g, respectivamente. Según (**Gardner et al. 1985**), al incrementarse la densidad de población de un cultivo, generalmente disminuye la biomasa por planta pero se incrementa por unidad de superficie, lo cual concuerda con el presente estudio. Así mismo, estos resultados coinciden con (**Pérez**

*et al. 2005*) quienes manifiestan que las altas densidades de plantación reducen el crecimiento de las variables vegetativas como área foliar, número de hojas y materia seca, siendo más notorios estos efectos al final del cultivo.

#### 2.1.4. Índice de Área Foliar (IAF)

Una de las funciones más importantes de la hoja es la absorción lumínica, por lo cual esta función se explica mejor con el área foliar desarrollado (**Bresinsky et al., 2008**). Las mayores densidades de siembra dieron origen a mayores IAF, indicando una mayor área foliar por unidad de área de suelo y con excepción de 1 planta/maceta, los mayores IAF se presentaron en la cuarta evaluación. El tratamiento 1 planta/maceta presentó los menores IAF (1,1), aunque no se logró alcanzar los máximos durante el periodo de evaluación. El mayor IAF se alcanzó sembrando 4 plantas/maceta con un valor de 3,4, el cual se considera ideal para una planta tipo C3; en su orden le siguieron los tratamientos con 3 y 2 plantas/maceta con un IAF de 2,8 y 2,0, respectivamente.

Estos resultados coinciden con (**Gardner et al. 1985**), y (**Cebula 1995**) y (**Jolliffe y Gaye 1995**), quienes indican que aunque el incremento en la densidad de población ocasiona una disminución en tamaño, vigor y peso de la planta, la biomasa por unidad de superficie se incrementa hasta un máximo, que para la mayoría de plantas de cultivo con mecanismo fotosintético C3, se alcanza con un IAF entre 3 y 4, valores alcanzados con 4 plantas/maceta en este estudio. Igualmente, (**Kerby et al. 1990**) encontraron que en rabano, las mayores densidades de siembra produjeron los máximos valores de IAF, en momentos en que el cultivo debe destinar una creciente cantidad de fotoasimilados al llenado de frutos, por lo que se necesita interceptar la mayor cantidad de radiación posible.

## 2.2 BASES TEÓRICAS

El rábano (*Raphanus sativus* L.) es una planta de gran importancia por sus propiedades farmacéuticas y altos contenidos vitamínicos y de minerales; 100 g de materia fresca de rábano contienen 0,86 g de prótidos, 30 UI (unidades internacionales) de vitamina A, 30 mg de vitamina B1, 20 g de vitamina B2 y 24 mg de vitamina C. Presenta además un contenido de 37 mg de Ca, 31 mg de P y 1 mg de Fe (**Ramírez y Pérez, 2006**).

Esta planta Brassicaceae se supone originaria del Japón o China. Es una planta anual, de raíz gruesa y carnosa, de tamaño y forma variable, piel de color rojo, rosado, blanco u oscuro, según la variedad; posee hojas basales, pecioladas, lámina lobulada con uno a tres pares de segmentos laterales con bordes dentados (**Casimir, 2001**).

El rábano se desarrolla bien en climas medios, aunque las altas temperaturas pueden originar sabores picantes en sus raíces. Su ciclo productivo es corto y puede variar entre 20 y 70 d, según la variedad, con una temperatura óptima de 18 a 22°C; se adapta a cualquier tipo de suelo pero los suelos profundos, arcillosos y de reacción neutra son los ideales (**Montero et al., 2006**).

Según **Rincón et al. (2007)**, el crecimiento y la capacidad productiva de un cultivo es el resultado del genotipo, del ambiente que lo rodea y de su interacción. El genotipo es relativamente constante si se compara con la variabilidad del ambiente; sin embargo, la expresión fenotípica es ampliamente influenciada por los cambios ambientales y cualquier variable que produzca efectos sobre el medio va a verse reflejada en el crecimiento y productividad del cultivo (**Marín, 1986**).

(**Taiz y Zeiger ,2006**) definen el crecimiento como un incremento constante en el tamaño de un organismo determinado por procesos de morfogénesis y diferenciación; el primero es el desarrollo de la forma o modelo de la célula u órgano, mientras que el

segundo es el proceso por el cual las células cambian estructural y bioquímicamente para formar o adquirir funciones especializadas.

Ambos procesos se pueden medir mediante la tasa absoluta de crecimiento en función de la cantidad de materia seca y la tasa de funcionamiento de esta, en relación con la influencia del ambiente (**Milthorpe y Moorby, 1982**). Lambert et al. (1998) definen el crecimiento como un incremento en masa seca, volumen, longitud o área y, en alto grado, involucra la división, expansión y diferenciación celular. (**Öpik y Rolfe, 2005**) describen que el proceso de crecimiento, a un nivel del organismo, significa la multiplicación coordinada, incremento de tamaño y especialización de millones de células, todas ordenadas en posiciones exactas.

Es importante poder expresar la producción de un cultivo en términos de crecimiento. El análisis de crecimiento trata de explicar en términos matemáticos las variaciones de peso seco y del área foliar en función del tiempo. La estimación de los índices de eficiencia en el crecimiento requiere de la medición del peso seco total de las plantas, así como de sus diferentes órganos y área foliar, en intervalos de tiempo durante el desarrollo de la planta (**Radford, 1967; Hunt, 1990**); estas mediciones brindan una información más precisa acerca de la eficiencia de las plantas en la acumulación y transporte de asimilados que las mediciones de índole agronómica (**Borrego et al., 2000**).

Mediante el uso de prácticas agrícolas se provee a los cultivos de las condiciones más favorables para la expresión del mayor rendimiento potencial; dentro de dichas prácticas se destaca el manejo de la densidad de población.

A través de esta práctica agrícola pueden incrementarse la producción de biomasa y el rendimiento de los cultivos, debido al aumento en el área foliar, el índice de área foliar y la duración de la misma, ocasionado por el mayor número de hojas por unidad de superficie (**Olalde et al., 2000; Vilorio, 1998 y Cebula, 1995**), ya que el tamaño y la duración del aparato fotosintético están relacionados con el rendimiento. Asimismo, el mayor crecimiento del dosel vegetal proporciona una mayor intercepción de luz, lo

cual incrementa la fotosíntesis y producción de biomasa como resultado de un mayor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutrimentales (Aguilar et al., 2005).

## 2.2.1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

<b>Familia</b>	: <i>Cruciferae</i> .
<b>Nombre científico</b>	: <i>Raphanus sativus L.</i>
<b>Planta</b>	: anual o bienal.

### 2.2.1.1. Sistema Radicular

Raíz gruesa, carnosa, muy variable en cuanto a la forma y al tamaño, de piel roja, rosada, blanca, pardo-oscura o manchada de diversos colores.

### 2.2.1.2. Tallo

Breve antes de la floración, con una roseta de hojas. Posteriormente, cuando florece la planta, se alarga alcanzando una altura de 0,50 a 1 m, de color glauco y al pubescente.

### 2.2.1.3. Hojas

Basales, pecioladas, glabras o con unos pocos pelos hirsutos, de lámina lobulada o pintipartida, con 1-3 pares de segmentos laterales de borde irregularmente dentado; el segmento terminal es orbicular y más grande que los laterales; hojas caulinas escasas, pequeñas, oblongas, glaucas, algo pubescentes, menos lobuladas y dentadas que las basales.

### 2.2.1.4. Flores

Dispuestas sobre pedicelos delgados, ascendentes, en racimos grandes y abiertos; sépalos erguidos; pétalos casi siempre blancos, a

veces rosados o amarillentos, con nervios violáceos o púrpura; 6 estambres libres; estilo delgado con un estigma ligeramente lobulado.

#### 2.2.1.5. Fruto

Silícula de 3-10 cm de longitud, esponjoso, indehisciente, con un pico largo. Semillas globosas o casi globosas, rosadas o castaño-claras, con un tinte amarillento; cada fruto contiene de 1 a 10 semillas incluidas en un tejido esponjoso.

### 2.3 HIPÓTESIS

**Ho:** No existe diferencias en crecimiento y producción de plantas de rábano por efecto de las densidades de siembra.

**Ha:** Existe diferencias en crecimiento y producción de plantas de rábano por efecto de las densidades de siembra.

### 2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINO.

- **Tratamiento:**

Son los diferentes productos que se va utilizar en las densidades del rábano.

- **Efecto:**

Capacidad para obrar o para producir el efecto deseado

- **Densidad:**

Es la formación sistemática del cultivar bajo cobertura plástico en forma uniforme, donde se encontrara una formación adecuada y óptima.

- **Cobertura:**

Trabajo adecuado para el experimento de un cultivar, esto nos lleva a ver las cualidades y diferencias del cultivar.

## 2.5 VARIABLES DE ESTUDIO.

### 2.5.1 Variables Independientes

- Densidades de siembra

### 2.5.2 Variables Dependientes

- Ritmo de crecimiento y desarrollo
- Tasa de asimilación
- Índice de área foliar
- Diámetro de raíces
- Rendimiento fresco de raíces

### 2.5.3. Variables Intervinientes

- Clima
- Suelo
- Frecuencia de riego
- Manejo agronómico

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO**

La siembra y caracterización del ritmo y crecimiento de plantas de rábano se realizaron en el Centro Experimental "Común Era" de la EAP de Agronomía (EAPA) de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH), Provincia de Acobamba, Departamento de Huancavelica, ubicado aproximadamente a 3260 msnm. Consecuentemente, los resultados permitirán inferir para situaciones de condiciones climáticas similares al lugar de experimentación.

### **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental, porque busca explicar los efectos de la densidad de plantas en el crecimiento y desarrollo, componentes del rendimiento del cultivo de rabanito.

### **3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Por el nivel de conocimiento a generar, el trabajo de investigación es considerado de nivel aplicado, el mismo que está orientado a resolver un problema específico mediante la utilización del conocimiento adquirido.

### **3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación a utilizar será el Inductivo. Siguiendo este método, comenzaremos con la observación y registro de los hechos, siguiendo con la formulación de definiciones acerca de estos hechos por inferencia inductiva, el cual nos permitirá llegar a una generalización y contrastación.

### 3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Dado que el diseño de investigación constituye el plan general de la investigación para obtener respuestas a las interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación, se desarrolló las siguientes estrategias para generar información exacta e interpretable como contar, medir, describir etc.

#### 3.5.1. Lugar y fecha de Instalación.

El experimento se instaló el 15 de Enero del 2011 en el Centro Experimental "Común Era" de la EAP Agronomía de la UNH.

#### 3.5.2. Material Vegetal.

El material vegetal utilizado para la caracterización del crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de rábano, fueron semillas híbridas de la variedad Red Glob.

#### 3.5.3. Sustrato.

Utilizó suelo agrícola, sin ningún tipo de materia orgánica.

#### 3.5.4. Maceta.

Se utilizó baldes de pintura (1 galón), cuya altura es 19.0 cm, de diámetro superior igual a 19.0 cm y diámetro inferior igual a 17cm. Fueron pintados de color verde, para darle las condiciones de oscuridad que las raíces necesitan.

#### 3.5.5. Manejo Agronómico.

Las labores de manejo agronómico fueron realizadas según los requerimientos y fenología; la siembra se realizó en forma manual y directa en cada macetero de acuerdo a la densidad de estudio, el control de malezas fue en forma manual, el riego fue aplicado según necesidades del

cultivo. Finalmente la cosecha fue efectuada manualmente al momento de la madurez fisiológica del cultivo.

### 3.5.6. Diseño Experimental.

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 10 repeticiones, el cual presentó las siguientes características:

### 3.5.7. Características de la Unidad Experimental:

Número total de unidades experimentales	: 40
Área de unidad experimental	: 226.98 cm <sup>2</sup>
Número de repeticiones	: 10
Número de tratamientos	: 4

### 3.5.8. Tratamientos:

$$T1 = 1\text{planta} / 226.98 \text{ cm}^2 = 440,567 \text{ plantas} / \text{Ha}$$

$$T2 = 2\text{plantas} / 226.98 \text{ cm}^2 = 881,134 \text{ plantas} / \text{Ha}$$

$$T3 = 3\text{plantas} / 226.98 \text{ cm}^2 = 1'321,701 \text{ plantas} / \text{Ha}$$

$$T4 = 4\text{plantas} / 226.98 \text{ cm}^2 = 1'762,268 \text{ plantas} / \text{Ha}$$

### 3.5.9. Modelo aditivo Lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Efecto de la Observación del tratamiento i-ésimo, del j-ésimo repetición

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del tratamiento i-ésimo

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado al tratamiento i-ésimo, del j-ésimo repetición.

### 3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

#### 3.6.1. Población.

La población de plantas por unidad experimental estuvo definida por los tratamientos (densidades en estudio), una, dos, tres y cuatro plantas por 226.98 cm<sup>2</sup>

#### 3.6.2. La Muestra.

Las mediciones de las variables respectivas se realizaron en la totalidad de plantas por macetero, es decir el tamaño de muestra fue igual al tamaño de la población por unidad experimental, en la totalidad de unidades experimentales.

#### 3.7.3. El Muestreo.

No se realizó ningún tipo de muestreo, es decir la evaluación fue del tipo censal (todas las plantas por densidad de siembra fueron evaluadas).

### 3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos en el trabajo de investigación se utilizó la técnica de observación y medición, según la variable a evaluar.

Los instrumentos utilizados en la recolección de datos, fueron entre otros, balanza analítica, cinta métrica, contómetro, barreno muestreador de suelo, rejilla de medición de cobertura foliar, etc.

### 3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.8.1. Evaluación del Ritmo de Crecimiento.

Con una frecuencia de 7 días se evaluó la altura de las plantas de rabanito, desde el cuello de la planta, hasta el ápice del foliolo terminal. Los resultados se expresan en cm.

#### 3.8.2. Diámetro de Raíz Reservante.

Al momento de la cosecha, se midió el diámetro de la raíz reservante de las plantas de rabanito. Los resultados se expresan en cm.

#### 3.8.3. Peso de Raíz Reservante (PR).

Al momento de la cosecha, se evaluó el peso de cada raíz reservante de las plantas de rabanito. Los resultados se expresan en gramos.

#### 3.8.4. Índice de Cosecha (IC).

Al momento de la cosecha, se evaluó el peso de las hojas de cada planta (PF). El cálculo del Índice de cosecha se hizo utilizando la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{PF}{PR} \times 100$$

### 3.9 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Las variables evaluadas, se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), utilizando el paquete estadístico SAS. El comportamiento del crecimiento del rábano se evaluó mediante análisis de regresión tomando el tiempo como variable independiente; los modelos se seleccionaron con base en los mejores valores de  $R^2$  y basados en el reporte del paquete estadístico SAS

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### - Ritmo de Crecimiento

En el Cuadro N° 1, se muestran los Cuadrados Medios del Análisis de Varianza de las alturas de plantas de rabanito, crecidos en tres densidades poblacionales, evaluados en cinco oportunidades al nivel del 99.0 % de confianza y sus respectivos coeficientes de variación.

**Cuadro N° 1:** Cuadrados Medios del Análisis de Varianza de las alturas de plantas de rabanito, crecidos en tres densidades poblacionales ( $\alpha = 0.01$ ).

		10 dds	17 dds	25 dds	32 dds	40 dds
FV	GL	CM	CM	CM	CM	CM
TRAT	3	74.9475 **	503.4013 * *	1141.2709 * *	2663.8877 * *	4851.0243 * *
ERROR	36	0.0192	0.3618	0.2943	0.6080	0.6976
CV (%)		6.4	10.2	6.1	5.7	4.5

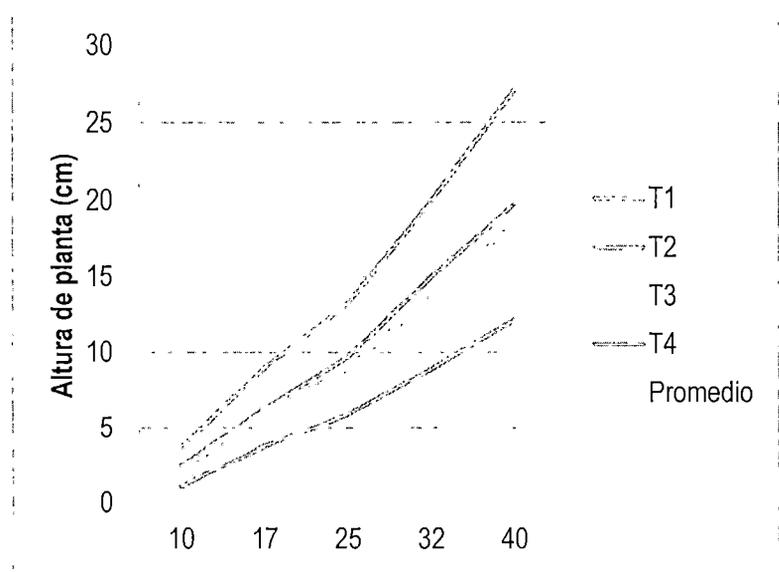
En el Cuadro N° 2 se presentan los resultados de la comparación de promedios de la altura de plantas de rabanito evaluados bajo condiciones de cobertura plástico y en cuatro densidades de siembra

**Cuadro N° 2:** Comparación de promedios de la altura de plantas de rabanito evaluados en cuatro densidades de siembra (Duncan,  $\alpha = 0.05$ )

Tratamiento	Días Después de la Siembra (dds)				
	10	17	25	32	40
T1	3.66 a	8.98 a	13.19 a	19.92 a	27.07 a
T2	2.47 b	6.25 b	9.68 b	14.96 b	19.76 b
T3	1.47 c	4.52 c	6.99 c	10.94 c	14.89 c
T4	1.05 d	3.81 d	5.87 c	8.86 d	12.13 d
Promedio	2.16	5.89	8.93	13.67	18.46

En el Gráfico N° 1, se muestra el ritmo de crecimiento de plantas de rabanito, crecidos bajo cobertura plástico, en cuatro densidades de plantas.

**Gráfico N° 1:** Ritmo de crecimiento de plantas de rabanito en cuatro densidades de siembra.



**-Peso de Follaje (G)**

En el Cuadro N° 3: se observa el Análisis de Varianza del peso de follaje de plantas de rabanito, crecidos en cuatro densidades y bajo cobertura plástica con  $\alpha = 0.01$ .

**Cuadro N° 3:** Análisis de Varianza del peso de follaje de plantas de rabanito en cuatro densidades de plantas, crecidos bajo cobertura plástica, con un nivel de confianza del 99.00 %

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TRAT	3	8099.3558	2699.7853	1349.44281	**
ERROR	36	72.0240	2.0007		
TOTAL	39	8171.3798			

X = 14.10 g

S = 1.41

CV. = 10.03 %

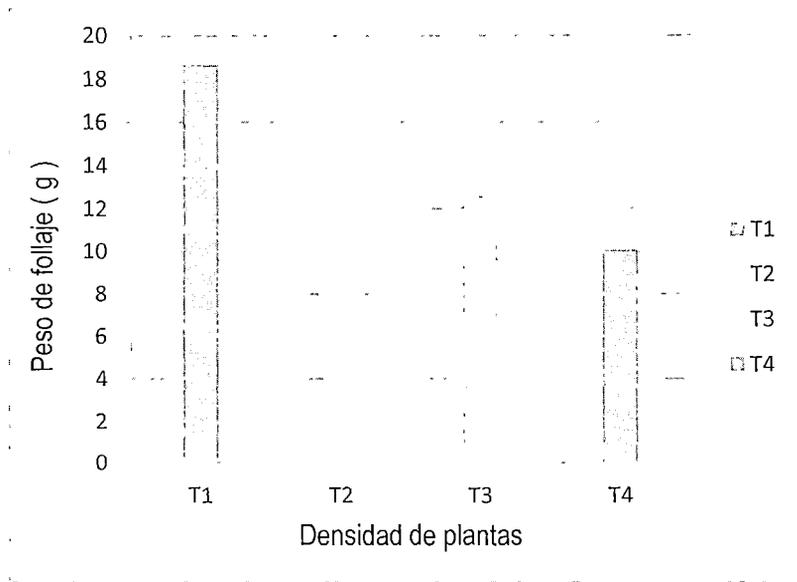
En el Cuadro N° 4, se muestra la comparación de promedios del peso de follaje de plantas de rabanito, crecidos bajo cobertura plástica en cuatro densidades de plantas, al 95.00 % de confianza.

**Cuadro N° 4:** Comparación de promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del peso de follaje desarrollado por las plantas de rabanito, en condiciones de cobertura plástica.

Tratamiento	Peso promedio de follaje de plantas de rabanito (g)
T1	18.67 a
T2	15.05 b
T3	12.59 b
T4	10.09 c
Promedio	14.1

En el Gráfico N° 2, se muestra los pesos promedio de follaje (g), de plantas de rabanito, crecidos bajo cobertura plástica, en cuatro densidades de plantas.

**Gráfico N° 2:** Peso de follaje de plantas de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástica a cuatro densidades poblacionales.



**-Diámetro de Raíz (CM).**

En el Cuadro N° 5, se presenta los resultados del análisis de varianza del diámetro de raíz reservante de plantas de rabanito crecido bajo condiciones de cobertura plástico en cuatro densidades de plantas

**Cuadro N° 5:** Análisis de varianza del diámetro de raíz (cm), de plantas de rabanito crecidos bajo cobertura plástico, en cuatro densidades de plantas ( $\alpha = 0.05$ ).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TRAT	3	928.1898	309.3966	4021.0386	* *
ERROR	36	2.77	0.0769		
TOTAL	39	930.9598			

X = 4.84

S = 0.277

CV = 5.73 %

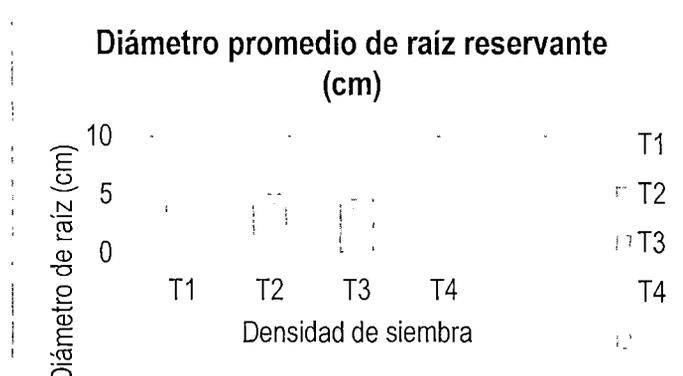
En el Cuadro N° 6, se presenta los resultados de la comparación de promedios del diámetro de raíz reservante de plantas de rabanito.

**Cuadro N° 6:** Comparación de promedios (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ), del diámetro de raíz de plantas de rabanito.

Tratamiento	Diámetro promedio de raíz reservante (cm)
T1	5.88 a
T2	5.13 b
T3	4.66 c
T4	3.69 d
Promedio	4.84

En el Gráfico N° 3, se muestra los promedios de diámetro de la raíz reservante de plantas de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástica, en cuatro densidades de plantas.

**Gráfico N° 3:** Diámetro promedio de raíz reservante de plantas de rabanito.



**- Índice de Cosecha**

En el Cuadro N° 7, se presenta los resultados del análisis de varianza del índice de cosecha (relación peso de follaje/diámetro de raíz reservante) por planta de rabanito, crecido bajo condiciones de cobertura plástico en cuatro densidades de plantas, a un nivel de significación de  $\alpha = 0.01$ .

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TRAT	3	4.01974	1.3399	447.2086	* *
ERROR	36	0.10786	0.0029		
TOTAL	39	4.12761			

$$X = 0.33$$

$$S = 0.055$$

$$CV = 5.47 \%$$

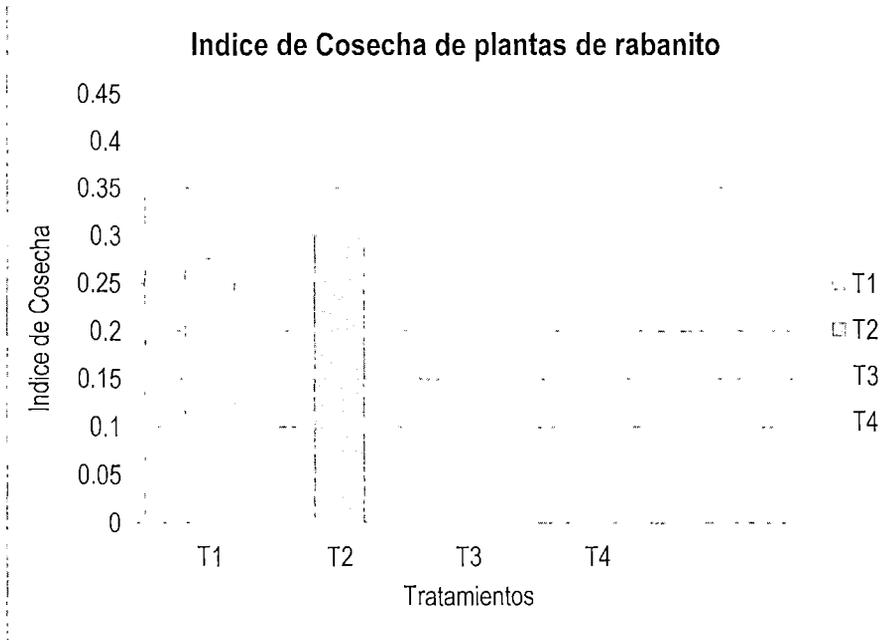
En el Cuadro N° 8, se presenta los resultados de la comparación de promedios del índice de cosecha por planta de rabanito, crecidos en diferentes densidades de siembra y bajo cobertura plástico (Duncan,  $\alpha = 0.05$ )

**Cuadro N° 8:** Comparación de promedios del índice de cosecha de plantas de rabanito

Tratamiento	Índice de Cosecha de plantas de rabanito
T1	0.78 a
T2	0.77 a
T3	0.76 a
T4	0.70 b
Promedio	0.75

En el Gráfico N° 4, se muestra los promedios del índice de cosecha por planta de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástica, en cuatro densidades de plantas.

Gráfico N° 4: Índice de cosecha de plantas de rabanito.



**-Rendimiento por Ha.**

En el Cuadro N° 9, se muestra el análisis de varianza del rendimiento crecido en tres densidades poblacionales en condiciones de cobertura plástica, evaluado al nivel del 99.0 % de confianza y su respectivo coeficiente de variación.

Cuadro N° 9: Análisis de varianza del rendimiento por planta de rabanito ( $\alpha = 0.01$ )

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TRAT	3	91649.35	30549.7833	2638.9418	**
ERROR	36	416.755	11.5765		
TOTAL	39	92066.105			

X = 45.60

S = 3.40

CV = 7.46 %

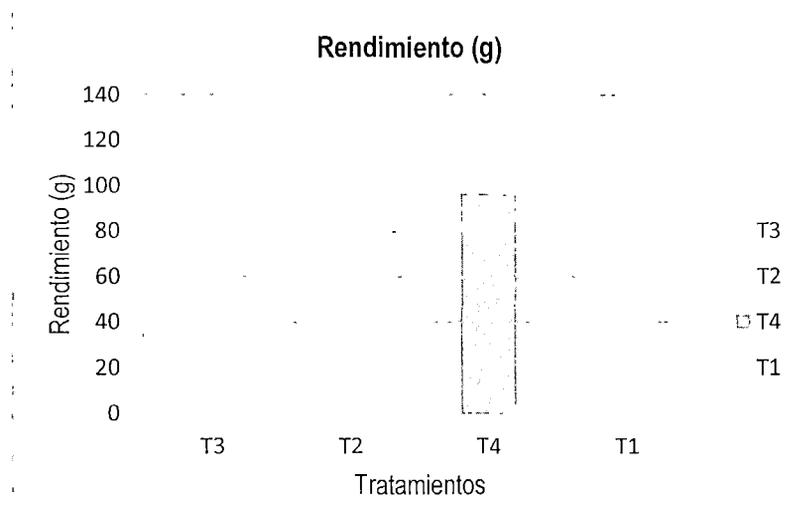
En el Cuadro N° 10, se muestra la comparación de promedios del rendimiento por planta de rabanito, crecidos bajo cobertura plástica en cuatro densidades de plantas, al 95.00 % de confianza.

**Cuadro N° 10:** Comparación de promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del rendimiento por planta de rabanito, por efecto de diferentes densidades de siembra.

Tratamiento	Rendimiento (g)
T3	120.69 a
T2	101.22 b
T4	96.4 c
T1	67.45 d
Promedio	96.44

En el Gráfico N° 5, se muestra los promedios del rendimiento por planta (g) de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástica, en cuatro densidades de plantas.

**Gráfico N° 5:** Rendimiento por planta de rabanito por efecto de diferentes densidades de siembra.



## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 RITMO DE CRECIMIENTO

Del Cuadro N° 1, se desprende que para todas las fechas de evaluación de la altura de plantas de rabanito que crecieron en condiciones de cobertura plástico, existen diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ). Explicándose posiblemente, por la competencia entre plantas por nutrientes, humedad y radiación solar, bajo un mismo área de crecimiento. Por otro lado, los coeficientes de variación, indican que el error experimental se ha controlado eficientemente, y de acuerdo a (Calzada, 1982), estos son calificados como muy buenos.

En el Cuadro N° 2, se visualiza la comparación de promedios del ritmo de crecimiento de plantas de rabanito, para las cinco fechas de evaluación. Del cual se desprende, que el mayor crecimiento lo obtuvo el Tratamiento 1 (densidad de plantas = 440,567 plantas por hectárea), contrariamente el que obtuvo el menor crecimiento fue el Tratamiento 4 (con 1'762,268 plantas por hectárea), encontrándose diferencias significativas entre cada tratamiento (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).

En el Gráfico N° 1 se puede observar, para todas las fechas de evaluación, los tratamientos 2 y 1 presentaron mayores ritmos de crecimientos de plantas de rabanito respecto al promedio respectivamente. Contrariamente, los tratamientos 3 y 4 presentaron los menores ritmos de crecimientos, respecto al promedio, para todas las fechas de evaluación.

### 5.2 PESO DE FOLLAJE (G)

En el Cuadro N° 3 se observa el Análisis de Varianza del peso de follaje de plantas, en el cual podemos inferir que para el efecto de densidad de plantas se encontró

diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ), lo que significa que el crecimiento del follaje expresado en peso, estuvo influenciado por la competencia por espacio, luz, humedad y nutrientes, y por la cantidad de plantas respecto a la misma área de producción. El error experimental fue distribuido homogéneamente entre las unidades experimentales, el cual es explicado por el 10.03 % de coeficiente de variación.

La comparación de promedios (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ), del peso de follaje desarrollado por cada planta de rabanito, en condiciones de cobertura plástico, permite concluir que en orden creciente los tratamientos T4, T3, T2 y T1 obtuvieron 10.09, 12.59, 15.05 y 18.67 g respectivamente y estadísticamente diferentes entre sí. Los promedios con letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas entre ellos (Cuadro N° 4).

El peso de follaje por planta de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástico a cuatro densidades poblacionales, indica que a mayor densidad de plantas por unidad de área, existe menor crecimiento de la parte área de la planta, expresado en peso (Gráfico N° 2).

### 5.3 DIÁMETRO DE RAÍZ RESERVANTE

En el Cuadro N° 5, se presenta los resultados del análisis de varianza del diámetro de raíz reservante de plantas de rabanito crecido bajo condiciones de cobertura plástico en cuatro densidades de plantas. Del cual se desprende que entre las diferentes densidades de siembra, existe diferencias altamente significativas en el diámetro por raíz reservante, al nivel de  $\alpha = 0.01$ . El coeficiente de variación (5.73 %) es considerado como excelente de acuerdo a (Calzada, 1982), el cual indica que el error experimental fue controlado satisfactoriamente.

Al comparar los promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del diámetro por raíz reservante, por efecto de diferentes densidades de siembra, se infiere que para una densidad de 440,567 plantas/ha, se obtuvo en promedio de 5.88 cm de diámetro por raíz reservante, estadísticamente igual al producido en promedio (5.13 cm), por la

densidad de 881,134 plantas/ha. Las densidades de plantas de 1'321,701 plantas/ha y 1'762,268 plantas/ha produjeron en promedio 4.66 y 3.69 cm de diámetro por raíz reservante respectivamente (Cuadro N° 6).

**En el Gráfico N° 3**, se muestra los promedios de diámetro de la raíz reservante de plantas de rabanito, el cual nos ilustra que a mayor densidad de plantas se reduce el diámetro de la raíz reservante en promedio.

#### 5.4 ÍNDICE DE COSECHA

**En el Cuadro N° 7**, se presenta los resultados del análisis de varianza del índice de cosecha de plantas de rabanito crecido bajo condiciones de cobertura plástico en cuatro densidades de plantas. Del cual se desprende que entre las diferentes densidades de siembra, existe diferencias altamente significativas en el índice de cosecha, al nivel de  $\alpha = 0.01$ . El coeficiente de variación (5.47 %) es considerado como excelente de acuerdo a Calzada, 1982, el cual indica que el error experimental fue controlado satisfactoriamente.

**En el Cuadro N° 8**, se visualiza la comparación de promedios del índice de cosecha de plantas de rabanito. Del cual se desprende, que el mayor índice de cosecha lo obtuvo el Tratamiento 1 (densidad de plantas = 440,567 plantas por hectárea), con 0.78 contrariamente el que obtuvo el menor índice de cosecha con 0.70 fue el Tratamiento 4 (con 1'762,268 plantas por hectárea). Los promedios con letras iguales no difieren significativamente (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).

El índice de cosecha por planta de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástico a cuatro densidades poblacionales, indica que a mayor densidad de plantas por unidad de área, existe menor índice de cosecha por planta (Gráfico N° 4).

#### 5.5 RENDIMIENTO POR Ha

**Del Cuadro N° 9**, se desprende que para el rendimiento por planta de rabanito que crecieron en condiciones de cobertura plástico, existen diferencias altamente

significativas ( $\alpha = 0.01$ ). Explicándose posiblemente, por la competencia entre plantas por nutrientes, humedad y radiación solar, bajo un mismo área de crecimiento. Por otro lado, el coeficiente de variación (7.46 %), indica que el error experimental se ha controlado eficientemente.

**En el Cuadro N° 10**, se visualiza la comparación de promedios del rendimiento por planta de rabanito. Del cual se desprende, que el mayor rendimiento por planta lo obtuvo el Tratamiento 1 con (67.45 g/planta); sin embargo al trasladar los datos por hectárea se obtiene el menor rendimiento con 29,716.24 kg/Ha. El Tratamiento 3 con una densidad de 1'321,701 plantas/Ha obtuvo el mayor rendimiento con 53,172.03 Kg/Ha., encontrándose diferencias significativas entre cada tratamiento (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

1. El mayor crecimiento lo obtuvo el Tratamiento 1 (densidad de plantas = 440,567 plantas por hectárea), contrariamente el que obtuvo el menor crecimiento fue el Tratamiento 4 (con 1'762,268 plantas por hectárea), encontrándose diferencias significativas entre cada tratamiento (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).
2. La comparación de promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del peso de follaje desarrollado por cada planta de rabanito, en condiciones de cobertura plástico, permite concluir que en orden creciente los tratamientos T4, T3, T2 y T1 obtuvieron 10.09, 12.59, 15.05 y 18.67 g respectivamente y estadísticamente diferentes entre sí.
3. Al comparar los promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del diámetro por raíz reservante, por efecto de diferentes densidades de siembra, se infiere que para una densidad de 440,567 plantas/Ha, se obtuvo en promedio de 5.88 cm de diámetro por raíz reservante, estadísticamente igual al producido en promedio (5.13 cm), por la densidad de 881,134 plantas/Ha. Las densidades de plantas de 1'321,701 plantas/Ha y 1'762,268 plantas/Ha produjeron en promedio 4.66 y 3.69 cm de diámetro por raíz reservante respectivamente.
4. El mayor índice de cosecha lo obtuvo el Tratamiento 1 (densidad de plantas = 440,567 plantas por hectárea), con 0.78 contrariamente el que obtuvo el menor índice de cosecha con 0.70 fue el Tratamiento 4 (con 1'762,268 plantas por hectárea). Los promedios con letras iguales no difieren significativamente (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).
5. El mayor rendimiento por planta lo obtuvo el Tratamiento 1 con (67.45 g/planta); sin embargo al trasladar los datos por hectárea se obtiene el menor rendimiento con 29,716.24 kg/Ha. El Tratamiento 3 con una densidad de 1'321,701 plantas/Ha obtuvo el mayor rendimiento con 53,172.03 Kg/Ha., encontrándose diferencias significativas entre cada tratamiento (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).

## RECOMENDACIONES

1. Evaluar las densidades consideradas en la investigación en campo definitivo, para comparar el comportamiento de los parámetros evaluados
2. Evaluar otras variedades de rabanito con la finalidad de comparar su adaptabilidad bajo las condiciones de cobertura plástico.
3. Registrar los parámetros climatológicos en la cobertura plástico, para discutir mejor los resultados.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Aguilar, L.; J. Escalante; L. Fucikovsky; L. Tijerina y E. Mark. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *Terra Latinoamericana* 23(3), 303-310.
2. Azofeifa, A. y M. Moreira. 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv. hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agron. Costarr.* 28(1), 57-67.
3. Barrientos, E. 1988. Evaluación de necesidades de N, P y Mg en chile dulce, *Capsicum annuum* L., asociado con café, *Coffea arabica*, en siembra nueva. Trabajo de grado. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, Centro Regional de Occidente, Costa Rica.
4. Borrego, F.; J. Fernandez; A. Lopez; V. Parga; M. Murillo y A. Carvajal. 2000. Análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Mesoamericana* 11(1), 145-149.
5. Casimir, A. 2001. Respuesta del crecimiento y productividad de rábano (*Raphanus sativus*, L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.) y habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) a fertilizante mineral y estiércoles de vaca y oveja en Nigua, República Dominicana. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales en Diversificación Agrícola. Universidad Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo, República Dominicana.
6. Clavijo, J. 1989. Análisis de crecimiento en malezas. *Revista Comalfi* 16, 52-63.
7. Cruz, N.; J. Ortiz; F. Sanchez y M. Mendoza. 2005. Biomasa e índices fisiológicos en chile morrón cultivado en altas densidades. *Rev. Fitotec. Mex.* 28(3), 287-293.
8. Marín, D. 1986. Rendimiento en granos en *Canavalia ensiformis* (L.) DC. bajo diferentes arreglos espaciales, épocas y densidades de siembra. *Rev. Fac. Agron.* 14, 205-219.
9. Marín, D. 1989. Análisis de crecimiento en *Canavalia ensiformis* (L.) DC. bajo condiciones de campo. *Rev. Fac. Agron.* 15, 1-16.

10. Milthorpe, F. y J. Moorby. 1982. Introducción a la fisiología de los cultivos. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
11. Montero, S.M.; B.K. Singh y R. Taylor. 2006. Evaluación de seis estructuras de producción hidropónica diversificada en el trópico húmedo de Costa Rica. *Tierra Tropical* 2(1), 27-37.
12. Olalde, V.; J. Escalante; P. Sánchez; L. Tijerina; A. Mastache y E. Carreño. 2000. Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. *Terra* 18, 313-323.
13. Páez, A.; V. Paz y L. López, J. 2000. Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Río Grande en la época mayo-julio. Efecto de sombreado. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 17, 173-184.
14. Perez, M.; L. Carew y N. Battey. 2005. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la fresa cv Elsanta. *Bioagro* 17(1), 11-15.
15. Ramírez, R. y M. Pérez, M. 2006. Evaluación del potencial de los sólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus*, L.). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 59(2), 3543-3556.
16. Rincón, A.; G. Ligarreto y D. Sanjuanelo. 2007. Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria* sp.) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agron. Colomb.* 25(2), 264-272.
17. Viloría, A.; L. Arteaga y H. Rodríguez. 1998. Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta de pimentón. *Agronomía Tropical* 48(4), 413-423.
18. Villar, R.; J. Ruiz; J. Quero; H. Poorter; F. Valladares y T. Marañón. 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. pp. 191-227. En: *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente; EGRAF, Madrid.

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

### “EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE RÁBANO (*Raphanus sativus* L.) BAJO COBERTURA PLÁSTICO”

O. ZORRILLA MARCAS<sup>1</sup>

R. PORTA CHUPURGO<sup>2</sup>

### RESUMEN

En condiciones de invernadero rústico con cobertura plástica y durante los meses de Enero a Marzo del 2011, se evaluó el efecto de cuatro densidades de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de rabanito variedad “Red Glob”. Se condujo en el diseño completamente al azar con diez repeticiones, los tratamientos fueron: T1 = 440,567, T2 = 881,134, T3 = 1'321,701 y T4 = 1'762,268 plantas por hectárea respectivamente. El sustrato utilizado (tierra agrícola), fue homogéneo para todas las unidades experimentales, los cuales fueron colocados en envases de pintura de PVC reciclados con las siguientes características: altura = 25 cm, área superior = 226.98 cm<sup>2</sup>, área inferior = 224.50 cm<sup>2</sup>. Los parámetros evaluados fueron, ritmo de crecimiento (RC), peso de follaje (PF), diámetro de raíz reservante (DRR), índice de cosecha (IC) y rendimiento (R). Se encontró diferencias estadísticas al nivel de  $\alpha = 0.01$  para todas las fechas de valuación en el tamaño de plantas, concluyéndose que a mayor densidad, la altura de plantas disminuye. Se encontró una relación inversa entre el diámetro de la raíz reservante y la densidad de plantas, encontrándose que en promedio, el mayor diámetro (5.88 cm) se obtuvo a la menor densidad de plantas (440,567 plantas/Ha); contrariamente el menor diámetro de raíz reservante (3.69 cm), se obtuvo a la mayor densidad de plantas (1'762,268 plantas/Ha). Para el índice de cosecha, también se encontró diferencias altamente significativas, el mismo que indica que la relación peso de follaje y peso de raíz reservante es influenciado por la densidad de plantas. Se encontró que el peso de la raíz

reservante por planta disminuye conforme se incrementa la densidad de plantas. Así el mayor rendimiento (peso promedio de raíz reservante = 67.45 g) se presentó a una densidad de 440,567 plantas/Ha; y a una densidad de 1'762,268 plantas/Ha se obtuvo en promedio 24.1 g de raíz reservante. Sin embargo, al inferir el rendimiento total por Ha, se encontró que el T3 = 1'321,701 plantas/Ha obtuvo el mayor rendimiento con 53,172 Kg/Ha.

**Palabras Clave:** Densidad de plantas, Cobertura plástico, Crecimiento y Desarrollo, Índice de Cosecha.

## INTRODUCCION

En el contexto de algunos países en desarrollo, donde la población rural campesina practica agricultura de subsistencia como medio exclusivo de vida, determinadas prácticas de agricultura como la producción bajo cobertura plástica, conlleva a un mejor aislamiento de plagas y enfermedades, adecuado manejo de agua y densidad de plantas entre otros, y ello conlleva a una mejora productiva que favorece la autosuficiencia de los agricultores y la sostenibilidad de las parcelas de cultivo.

Los habitantes de la Provincia de Acobamba practican este tipo de agricultura de subsistencia en condiciones de pobreza y con una situación social muy precaria, con muchas dificultades y pocas posibilidades. La agricultura bajo cobertura plástica les ofrece una posibilidad de mejorar sus condiciones de vida y la no dependencia de la compra a altos precios de hortalizas en el mercado local, en síntesis para mejorar sus producciones. Si además, añadimos la problemática existente en los habitantes de ésta región, como pobreza, contaminación, erosión, mala estructura del suelo, mala gestión de recursos hídricos, riesgo a heladas, sequía y mal manejo agronómico. Todo esto, hace aún más interesante la consideración de la posibilidad de empleo de cobertura plástica.

En nuestro trabajo, hemos elegido la variedad "Red Glob" rábano rojo (*Raphanus sativus*, L.) como una especie idónea para este tipo de evaluación por ser una planta de ciclo muy corto (35 días) y presentar un contacto directo entre el sustrato y la parte comestible, muy adaptada a la zona y empleada frecuentemente por los agricultores locales. Además es de fácil manejo y seguimiento.

## MATERIALES Y METODOS

### **Ámbito de estudio**

La siembra y caracterización del ritmo y crecimiento de plantas de rábano se realizó en el Centro Experimental "Común Era" de la EAP de Agronomía (EAPA) de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH), Provincia de Acobamba, Departamento de Huancavelica, ubicado aproximadamente a 3260 msnm. Consecuentemente, los resultados permitirán inferir para situaciones de condiciones climáticas similares al lugar de experimentación.

### **Diseño de Investigación**

Dado que el diseño de investigación constituye el plan general de la investigación para obtener respuestas a las interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación, se desarrolló las siguientes estrategias para generar información exacta e interpretable como contar, medir, describir etc.

### **Lugar y Fecha de Instalación.**

El experimento se instaló el 15 de Enero del 2011 en el Centro Experimental "Común Era" de la EAP Agronomía de la UNH.

### **Material Vegetal.**

El material vegetal utilizado para la caracterización del crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de rábano, fueron semillas híbridas de la variedad Red Glob.

### **Sustrato.**

Se utilizó suelo agrícola, sin ningún componente adicional de materia orgánica.

**Maceta.**

Se utilizó baldes de pintura (1 galón), cuya altura es 19.0 cm, de diámetro superior igual a 19.0 cm y diámetro inferior igual a 17cm. Fueron pintados de color verde, para darle las condiciones de oscuridad que las raíces necesitan.

**Manejo Agronómico.**

Las labores de manejo agronómico fueron realizadas según los requerimientos y fenología; la siembra se realizó en forma manual y directa en cada macetero de acuerdo a la densidad de estudio, el control de malezas fue en forma manual, el riego fue aplicado según necesidades del cultivo. Finalmente la cosecha fue efectuada manualmente al momento de la madurez fisiológica del cultivo.

**Diseño experimental.**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 10 repeticiones, el cual presentó las siguientes características:

**Características de la Unidad Experimental:**

Número total de unidades experimentales	: 40
Área de unidad experimental	: 226.98 cm <sup>2</sup>
Número de repeticiones	: 10
Número de tratamientos	: 4

**Tratamientos:**

$$T1 = 1\text{planta} / 226.98 \text{ cm}^2 = 440,567 \text{ plantas} / \text{Ha}$$

$$T2 = 2\text{plantas} / 226.98 \text{ cm}^2 = 881,134 \text{ plantas} / \text{Ha}$$

$$T3 = 3\text{plantas} / 226.98 \text{ cm}^2 = 1'321,701 \text{ plantas} / \text{Ha}$$

$$T4 = 4\text{plantas} / 226.98 \text{ cm}^2 = 1'762,268 \text{ plantas /Ha}$$

### Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Efecto de la Observación del tratamiento i-ésimo, del j-ésimo repetición

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del tratamiento i-ésimo

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado al tratamiento i-ésimo, del j-ésimo repetición.

## PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### Evaluación del Ritmo de Crecimiento.

Con una frecuencia de 7 días se evaluó la altura de las plantas de rabanito, desde el cuello de la planta, hasta el ápice del foliolo terminal. Los resultados se expresan en cm.

### Diámetro de Raíz Reservante.

Al momento de la cosecha, se midió el diámetro de la raíz reservante de las plantas de rabanito. Los resultados se expresan en cm.

### Peso de Raíz Reservante (PR).

Al momento de la cosecha, se evaluó el peso de cada raíz reservante de las plantas de rabanito. Los resultados se expresan en gramos.

### Índice de cosecha (IC).

Al momento de la cosecha, se evaluó el peso de las hojas de cada planta (PF). El cálculo del Índice de cosecha se hizo utilizando la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{PF}{PR} \times 100$$

Las variables evaluadas, se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), utilizando el paquete estadístico SAS. El comportamiento del crecimiento del rábano se evaluó mediante análisis de regresión tomando el tiempo como variable independiente; los modelos se seleccionaron con base en los mejores valores de  $R^2$  y basados en el reporte del paquete estadístico SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Ritmo de crecimiento

Del Cuadro N° 1, se desprende que para todas las fechas de evaluación de la altura de plantas de rabanito que crecieron en condiciones de cobertura plástico, existen diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ). Explicándose posiblemente, por la competencia entre plantas por nutrientes, humedad y radiación solar, bajo un mismo área de crecimiento. Por otro lado, los coeficientes de variación, indican que el error experimental se ha controlado eficientemente, y de acuerdo a Calzada, 1982, estos son calificados como muy buenos.

En el Cuadro N° 2, se visualiza la comparación de promedios del ritmo de crecimiento de plantas de rabanito, para las cinco fechas de evaluación. Del cual se desprende, que el mayor crecimiento lo obtuvo el Tratamiento 1 (densidad de plantas = 440,567 plantas por hectárea), contrariamente el que obtuvo el menor crecimiento fue el Tratamiento 4 (con 1'762,268 plantas por hectárea), encontrándose diferencias significativas entre cada tratamiento (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).

**Cuadro N° 1:** Cuadrados Medios del Análisis de Varianza de las alturas de plantas de rabanito, crecidos en tres densidades poblacionales ( $\alpha = 0.01$ ).

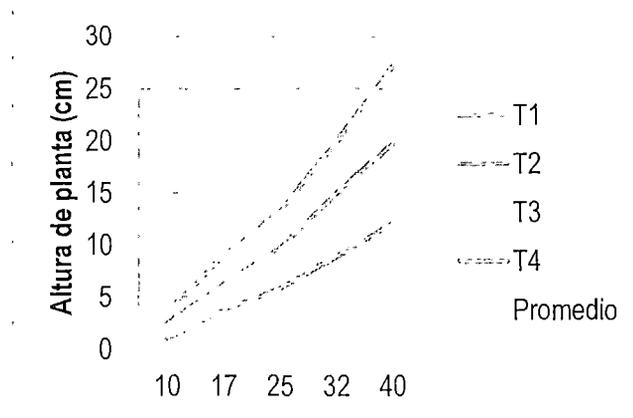
		10 dds	17 dds	25 dds	32 dds	40 dds
FV	GL	CM	CM	CM	CM	CM
TRAT	3	74.9475 **	503.4013 *	1141.2709 *	2663.8877 *	4851.0243 *
ERROR	36	0.0192	0.3618	0.2943	0.6080	0.6976
CV (%)		6.4	10.2	6.1	5.7	4.5

**Cuadro N° 2:** Comparación de promedios de la altura de plantas de rabanito evaluados en cuatro densidades de siembra (Duncan,  $\alpha = 0.05$ )

Tratamiento	Días Después de la Siembra (dds)				
	10	17	25	32	40
T1	3.66 a	8.98 a	13.19 a	19.92 a	27.07 a
T2	2.47 b	6.25 b	9.68 b	14.96 b	19.76 b
T3	1.47 c	4.52 c	6.99 c	10.94 c	14.89 c
T4	1.05 d	3.81 d	5.87 c	8.86 d	12.13 d
Promedio	2.16	5.89	8.93	13.67	18.46

En el Gráfico N° 1 se puede observar, para todas las fechas de evaluación, los tratamientos 2 y 1 presentaron mayores ritmos de crecimientos de plantas de rabanito respecto al promedio respectivamente. Contrariamente, los tratamientos 3 y 4 presentaron los menores ritmos de crecimientos, respecto al promedio, para todas las fechas de evaluación.

**Gráfico N° 2:** Ritmo de crecimiento de plantas de rabanito en cuatro densidades de siembra.



### Peso de follaje (g)

En el Cuadro N° 3 se observa el Análisis de Varianza del peso de follaje de plantas, en el cual podemos inferir que para el efecto de densidad de plantas se encontró diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ), lo que significa que el crecimiento del follaje expresado en peso, estuvo influenciado por la competencia por espacio, luz, humedad y nutrientes, y por la cantidad de plantas respecto a la misma área de producción. El error experimental fue distribuido homogéneamente entre las unidades experimentales, el cual es explicado por el 10.03 % de coeficiente de variación.

**Cuadro N° 3:** Análisis de Varianza del peso de follaje de plantas de rabanito en cuatro densidades de plantas, crecidos bajo cobertura plástico, con un nivel de confianza del 99.00 %

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TRAT	3	8099.3558	2699.7853	1349.44281	**
ERROR	36	72.0240	2.0007		
TOTAL	39	8171.3798			

$X = 14.10$  g

$S = 1.41$

$CV. = 10.03$  %

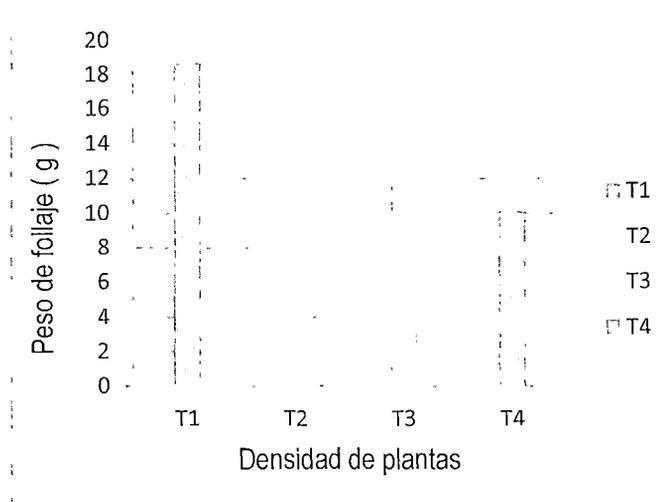
La comparación de promedios (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ), del peso de follaje desarrollado por cada planta de rabanito, en condiciones de cobertura plástico, permite concluir que en orden creciente los tratamientos T4, T3, T2 y T1 obtuvieron 10.09, 12.59, 15.05 y 18.67 g respectivamente y estadísticamente diferentes entre sí. Los promedios con letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas entre ellos (Cuadro N° 4).

**Cuadro N° 4:** Comparación de promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del peso de follaje desarrollado por las plantas de rabanito, en condiciones de cobertura plástico.

Tratamiento	Peso promedio de follaje de plantas de rabanito (g)
T1	18.67 a
T2	15.05 b
T3	12.59 b
T4	10.09 c
Promedio	14.1

El peso de follaje por planta de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástico a cuatro densidades poblacionales, indica que a mayor densidad de plantas por unidad de área, existe menor crecimiento de la parte área de la planta, expresado en peso (Gráfico N° 2).

**Gráfico N° 2:** Peso de follaje de plantas de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástico a cuatro densidades poblacionales.



#### **Diámetro de raíz (cm).**

En el Cuadro N° 5, se presenta los resultados del análisis de varianza del diámetro de raíz reservante de plantas de rabanito crecido bajo condiciones de cobertura plástico en cuatro densidades de plantas. Del cual se desprende que entre las diferentes densidades de siembra, existe diferencias altamente significativas en el diámetro por raíz reservante, al nivel de  $\alpha = 0.01$ . El coeficiente de variación (5.73 %) es considerado como excelente de acuerdo a Calzada, 1982, el cual indica que el error experimental fue controlado satisfactoriamente.

**Cuadro N° 5:** Análisis de varianza del diámetro de raíz (cm), de plantas de rabanito crecidos bajo cobertura plástico, en cuatro densidades de plantas ( $\alpha = 0.05$ ).

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TRAT	3	928.1898	309.3966	4021.0386	* *
ERROR	36	2.77	0.0769		
TOTAL	39	930.9598			

$$X = 4.84$$

$$S = 0.277$$

$$CV = 5.73 \%$$

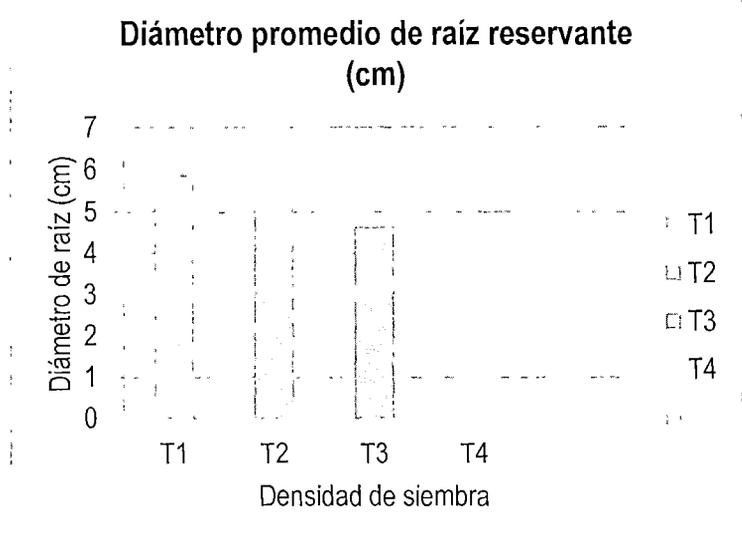
Al comparar los promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del diámetro por raíz reservante, por efecto de diferentes densidades de siembra, se infiere que para una densidad de 440,567 plantas/ha, se obtuvo en promedio de 5.88 cm de diámetro por raíz reservante, estadísticamente igual al producido en promedio (5.13 cm), por la densidad de 881,134 plantas/ha. Las densidades de plantas de 1'321,701 plantas/ha y 1'762,268 plantas/ha produjeron en promedio 4.66 y 3.69 cm de diámetro por raíz reservante respectivamente (Cuadro N° 6).

**Cuadro N° 6:** Comparación de promedios (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ), del diámetro de raíz de plantas de rabanito.

Tratamiento	Diámetro promedio de raíz reservante (cm)
T1	5.88 a
T2	5.13 b
T3	4.66 c
T4	3.69 d
Promedio	

**En el Gráfico N° 3,** se muestra los promedios de diámetro de la raíz reservante de plantas de rabanito, el cual nos ilustra que a mayor densidad de plantas se reduce el diámetro de la raíz reservante en promedio.

**Gráfico N° 3:** Diámetro promedio de raíz reservante de plantas de rabanito.



**Índice de cosecha**

En el Cuadro N° 7, se presenta los resultados del análisis de varianza del índice de cosecha de plantas de rabanito crecido bajo condiciones de cobertura plástica en cuatro densidades de plantas. Del cual se desprende que entre las diferentes densidades de siembra, existe diferencias altamente significativas en el índice de cosecha, al nivel de  $\alpha = 0.01$ . El coeficiente de variación (5.47 %) es considerado como excelente de acuerdo a Calzada, 1982, el cual indica que el error experimental fue controlado satisfactoriamente.

**Cuadro N° 7:** Análisis de varianza del índice de cosecha (relación peso de follaje/diámetro de raíz reservante) por planta de rabanito, crecido bajo condiciones de cobertura plástica en cuatro densidades de plantas

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TRAT	3	4.01974	1.3399	447.2086	* *
ERROR	36	0.10786	0.0029		
TOTAL	39	4.12761			

$X = 0.33$

$S = 0.055$

$CV = 5.47 \%$

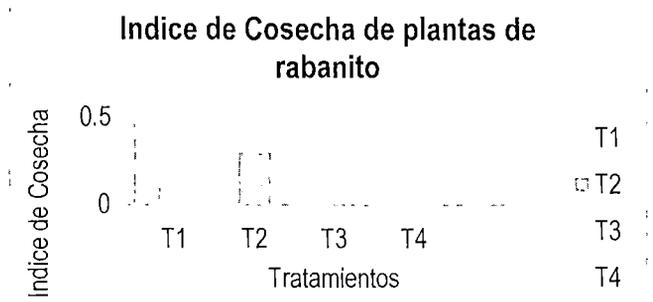
En el Cuadro N° 8, se visualiza la comparación de promedios del índice de cosecha de plantas de rabanito. Del cual se desprende, que el mayor índice de cosecha lo obtuvo el Tratamiento 1 (densidad de plantas = 440,567 plantas por hectárea), con 0.78 contrariamente el que obtuvo el menor índice de cosecha con 0.70 fue el Tratamiento 4 (con 1'762,268 plantas por hectárea). Los promedios con letras iguales no difieren significativamente (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).

**Cuadro N° 8:** Comparación de promedios del índice de cosecha de plantas de rabanito

Tratamiento	Índice de Cosecha de plantas de rabanito
T1	0.78 a
T2	0.77 a
T3	0.76 a
T4	0.70 c
Promedio	0.75

El índice de cosecha por planta de rabanito, crecidos en condiciones de cobertura plástico a cuatro densidades poblacionales, indica que a mayor densidad de plantas por unidad de área, existe menor índice de cosecha por planta (Gráfico N° 4).

**Gráfico N° 4:** Índice de cosecha de plantas de rabanito



## Rendimiento

**Del Cuadro N° 9**, se desprende que para el rendimiento por planta de rabanito que crecieron en condiciones de cobertura plástico, existen diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ). Explicándose posiblemente, por la competencia entre plantas por nutrientes, humedad y radiación solar, bajo un mismo área de crecimiento. Por otro lado, el coeficiente de variación (7.46 %), indica que el error experimental se ha controlado eficientemente.

**Cuadro N° 9:** Análisis de varianza del rendimiento por planta de rabanito ( $\alpha = 0.01$ )

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TRAT	3	91649.35	30549.7833	2638.9418	**
ERROR	36	416.755	11.5765		
TOTAL	39	92066.105			

$$X = 45.60$$

$$S = 3.40$$

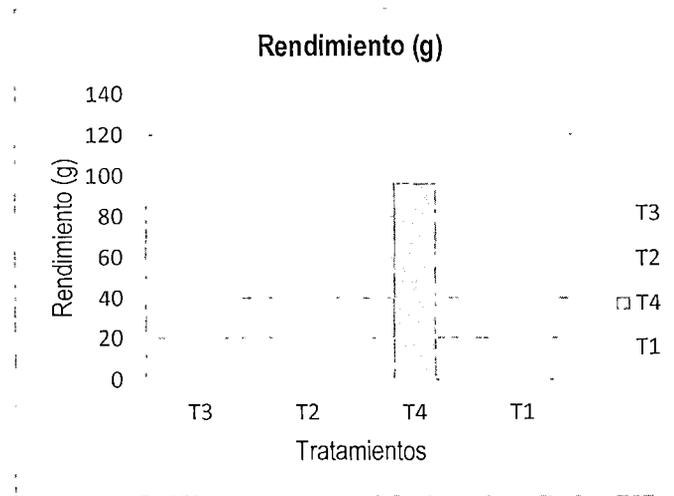
$$CV = 7.46 \%$$

**En el Cuadro N° 10**, se visualiza la comparación de promedios del rendimiento por planta de rabanito. Del cual se desprende, que el mayor rendimiento por planta lo obtuvo el Tratamiento 1 con (67.45 g/planta); sin embargo al trasladar los datos por hectárea se obtiene el menor rendimiento con 29,716.24 kg/Ha. El Tratamiento 3 con una densidad de 1'321,701 plantas/Ha obtuvo el mayor rendimiento con 53,172.03 Kg/Ha., encontrándose diferencias significativas entre cada tratamiento (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).

**Cuadro N° 10:** Comparación de promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del rendimiento por planta de rabanito, por efecto de diferentes densidades de siembra.

Tratamiento	Rendimiento (g)
T3	120.69 a
T2	101.22 b
T4	96.4 c
T1	67.45 d
Promedio	96.44

**Gráfico N° 5:** Rendimiento por planta de rabanito por efecto de diferentes densidades de siembra.



### CONCLUSIONES

1. El mayor crecimiento lo obtuvo el Tratamiento 1 (densidad de plantas = 440,567 plantas por hectárea), contrariamente el que obtuvo el menor crecimiento fue el Tratamiento 4 (con 1'762,268 plantas por hectárea), encontrándose diferencias significativas entre cada tratamiento (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).
2. La comparación de promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del peso de follaje desarrollado por cada planta de rabanito, en condiciones de cobertura plástico, permite concluir que en orden creciente los tratamientos T4, T3, T2 y T1 obtuvieron 10.09, 12.59, 15.05 y 18.67 g respectivamente y estadísticamente diferentes entre sí.
3. Al comparar los promedios (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), del diámetro por raíz reservante, por efecto de diferentes densidades de siembra, se infiere que para una densidad de 440,567 plantas/Ha, se obtuvo en promedio de 5.88 cm de diámetro por raíz reservante, estadísticamente igual al producido en promedio (5.13 cm), por la densidad de 881,134 plantas/Ha. Las densidades de plantas de 1'321,701 plantas/Ha y

1'762,268 plantas/Ha produjeron en promedio 4.66 y 3.69 cm de diámetro por raíz reservante respectivamente.

4. El mayor índice de cosecha lo obtuvo el Tratamiento 1 (densidad de plantas = 440,567 plantas por hectárea), con 0.78 contrariamente el que obtuvo el menor índice de cosecha con 0.70 fue el Tratamiento 4 (con 1'762,268 plantas por hectárea). Los promedios con letras iguales no difieren significativamente (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).
5. El mayor rendimiento por planta lo obtuvo el Tratamiento 1 con (67.45 g/planta); sin embargo al trasladar los datos por hectárea se obtiene el menor rendimiento con 29,716.24 kg/Ha. El Tratamiento 3 con una densidad de 1'321,701 plantas/Ha obtuvo el mayor rendimiento con 53,172.03 Kg/Ha., encontrándose diferencias significativas entre cada tratamiento (Tuckey,  $\alpha = 0.05$ ).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, L.; J. Escalante; L. Fucikovsky; L. Tijerina y E. Mark. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *Terra Latinoamericana* 23(3), 303-310.
2. Azofeifa, A. y M. Moreira. 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annum* L. cv. hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agron. Costarr.* 28(1), 57-67.
3. Barrientos, E. 1988. Evaluación de necesidades de N, P y Mg en chile dulce, *Capsicum annum* L., asociado con café, *Coffea arabica*, en siembra nueva. Trabajo de grado. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, Centro Regional de Occidente, Costa Rica.
4. Borrego, F.; J. Fernandez; A. Lopez; V. Parga; M. Murillo y A. Carvajal. 2000. Análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Mesoamericana* 11(1), 145-149.
5. Casimir, A. 2001. Respuesta del crecimiento y productividad de rábano (*Raphanus sativus*, L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.) y habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) a fertilizante mineral y estiércoles de vaca y oveja en Nigua, República Dominicana. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales en Diversificación Agrícola. Universidad Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo, República Dominicana.
6. Clavijo, J. 1989. Análisis de crecimiento en malezas. *Revista Comalfi* 16, 52-63.
7. Cruz, N.; J. Ortiz; F. Sanchez y M. Mendoza. 2005. Biomasa e índices fisiológicos en chile morrón cultivado en altas densidades. *Rev. Fitotec. Mex.* 28(3), 287-293.
8. Marín, D. 1986. Rendimiento en granos en *Canavalia ensiformis* (L.) DC. bajo diferentes arreglos espaciales, épocas y densidades de siembra. *Rev. Fac. Agron.* 14, 205-219.
9. Marín, D. 1989. Análisis de crecimiento en *Canavalia ensiformis* (L.) DC. bajo condiciones de campo. *Rev. Fac. Agron.* 15, 1-16.
10. Milthorpe, F. y J. Moorby. 1982. Introducción a la fisiología de los cultivos. Hemisferio Sur, Buenos Aires.

11. Montero, S.M.; B.K. Singh y R. Taylor. 2006. Evaluación de seis estructuras de producción hidropónica diversificada en el trópico húmedo de Costa Rica. *Tierra Tropical* 2(1), 27-37.
12. Olalde, V.; J. Escalante; P. Sánchez; L. Tijerina; A. Mastache y E. Carreño. 2000. Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. *Terra* 18, 313-323.
13. Páez, A.; V. Paz y L. López, J. 2000. Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Río Grande en la época mayo-julio. Efecto de sombreado. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 17, 173-184.
14. Pérez, M.; L. Carew y N. Battey. 2005. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la fresa cv Elsanta. *Bioagro* 17(1), 11-15.
15. Ramírez, R. y M. Pérez, M. 2006. Evaluación del potencial de los sólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus*, L.). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 59(2), 3543-3556.
16. Rincón, A.; G. Ligarreto y D. Sanjuanelo. 2007. Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria* sp.) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agron. Colomb.* 25(2), 264-272.
17. Viloría, A.; L. Arteaga y H. Rodríguez. 1998. Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta de pimentón. *Agronomía Tropical* 48(4), 413-423.
18. Villar, R.; J. Ruiz; J. Quero; H. Poorter; F. Valladares y T. Marañón. 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. pp. 191-227. En: *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente; EGRAF, Madrid.

# ANEXO

Fotografia N° 1



Fotografia N° 2



Fotografía N° 3

