

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**EFEECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL  
ENRAIZAMIENTO DE TRES ECOTIPOS DE  
ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) BAJO  
CONDICIONES DE INVERNADERO**

**TESIS**

**Presentada por:**

Bach. Maribel Ramos Chana

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA – PERÚ**

**2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASDRE  
GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**TESIS**

**EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL ENRAIZAMIENTO DE  
TRES ECOTIPOS DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) BAJO  
CONDICIONES DE INVERNADERO**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 15 DE DICIEMBRE DEL 2016,  
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE: .....  
Msc. ARISTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO: .....  
Dr. OSCAR FERNANDEZ CUTIRE

VOCAL: .....  
Msc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

ASESOR: .....  
Msc. MAGNO ROBLES TELLO

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Magno Robles Tello, en mi condición de asesor del trabajo de tesis titulado: **“Efecto de diferentes tipos de Sustrato en el Enraizamiento de tres Ecotipos de Orégano ( *Origanum vulgare L.* ) Bajo condiciones de invernadero”**.

Presentado por el bachiller MARIBEL RAMOS CHANA para optar por el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Habiendo cumplido con el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y de producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual turnitin, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 19%. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis, esta de acuerdo al nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional. Se emite el presente certificado con fines de continuar con los tramites respectivos para su obtención del título.

Tacna, 11 de junio del 2025.

FIRMA DE ASESOR



Nombres y apellidos, DNI

Magno Santos, Robles Tello  
DNI : 04416082.



FIRMA TESISTA



Nombres y apellidos, DNI

Maribel Ramos Chana  
41440602



## DEDICATORIA

*A Dios porque está siempre presente en mi vida ayudándome con cada obstáculo que se me ha presentado y a mis padres Calixto y Atanacia por su amor incondicional y consejos que me hicieron la persona que soy.*

*A mi querida hermana y mi compañero de vida por su apoyo y aliento diario para poder lograr obtener mi título profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi asesor Msc. Magno Robles Tello por su asesoría y orientación en la ejecución y elaboración de mi proyecto de tesis.

A mis Jurados Dr. Oscar Fernández Cutiré, Msc. Arístides Choquehuanca Tintaya y Msc. Nivardo Núñez Torreblanca por su revisión y recomendaciones para la culminación de mi proyecto de tesis.

A mis profesores quienes me ayudaron en mi formación profesional durante mi paso por esta prestigiosa universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.

A mis compañeros de estudios amigos y familiares quienes me aconsejaron y apoyaron en la culminación de mis estudios.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
CONTENIDO .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	ix
INDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.1.1 Internacional .....	3
1.2 Bases teóricas .....	12
1.2.1 Fundamentos del enraizamiento.....	12
1.2.2 Ecotipos .....	19
1.2.3 Cultivo del Orégano .....	20
1.3 Definición de términos .....	22
CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS .....	25
2.1 Tipo de investigación.....	25

2.2	Población y muestra .....	25
2.2.1	Población .....	25
2.2.2	Muestra .....	25
2.3	Factores en estudio .....	25
2.3.1	Factor A: Ecotipos.....	25
2.3.2	Factor B: Sustratos .....	26
2.4	Características de los ecotipos del estudio.....	26
2.5	Tratamientos en estudio .....	28
2.6	Diseño experimental.....	28
2.7	Aleatorización de tratamientos en el invernadero.....	29
2.8	Variables de respuesta.....	30
2.9	Conducción del experimento .....	31
2.10	Instrumentos de medición.....	33
2.11	Recolección de datos .....	33
2.12	Métodos estadísticos utilizados .....	33
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSION.....		34
3.1	Porcentaje de prendimiento.....	34
3.2	Volumen de la raíz.....	37
3.3	Número de raíces por estaca .....	39
3.4	Longitud de raíces .....	42
3.5	Porcentajes de brotes.....	45

3.6	Numero de brotes.....	49
3.7	Materia seca.....	51
	CONCLUSIONES .....	57
	RECOMENDACIONES.....	58
	BIBLIOGRAFÍA.....	59
	ANEXOS.....	65

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos .....	28
Tabla 2 Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento .....	34
Tabla 3 Prueba de significación de Tukey de porcentaje de prendimiento.....	35
Tabla 4 Análisis de varianza para volumen de raíz (cm <sup>3</sup> ) .....	37
Tabla 5 Prueba de significación de Tukey de volumen de raíz para el factor A ecotipos.....	38
Tabla 6 Prueba de significación de Tukey de volumen de raíz para el factor B sustrato .....	38
Tabla 7 Análisis de varianza para número de raíces por estaca.....	39
Tabla 8 Prueba de significación de Tukey de número de raíces.....	40
Tabla 9 Análisis de varianza de longitud de raíces .....	42
Tabla 10 Prueba de significación de Tukey de longitud de raíz .....	43
Tabla 11 Análisis de varianza de porcentajes brotes.....	45
Tabla 12 Prueba de significación de Tukey de porcentaje de brotes.....	46
Tabla 13 Análisis de varianza de número de brotes .....	49
Tabla 14 Prueba de significación de Tukey de número de brotes para el factor B sustrato .....	50
Tabla 15 Análisis de varianza de materia seca.....	51

Tabla 16 Prueba de significación de Tukey de materia seca para el	
factor B sustrato .....	52

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Aleatorización de los tratamientos en el invernadero.....	29
Figura 2 Porcentaje de prendimiento .....	36
Figura 3 Número de raíces .....	41
Figura 4 Longitud de la raíz .....	44
Figura 5 Porcentaje de brotes.....	47
Figura 6 Porcentaje de materia seca .....	53

## RESUMEN

La presente tesis titulada “Efecto de diferentes sustratos en el enraizamiento de tres ecotipos de orégano (*Origanum vulgare* L.) bajo condiciones de invernadero, se utilizó 2 factores, Factor A: Ecotipos de orégano ; a<sub>1</sub>: Oreja de elefante, a<sub>2</sub>: Nigra común a<sub>3</sub>: Mejorado Tarateño y el Factor B con 4 tipos de sustratos; b<sub>1</sub>: Humus de lombriz, b<sub>2</sub>: Perlita, b<sub>3</sub>: Turba, b<sub>4</sub>: Compost se utilizó el diseño completamente al azar con estructura factorial 3x4 con 4 repeticiones. Para el análisis de datos se utilizó el análisis de varianza a una probabilidad F de 0,05 y 0,01 y para las comparaciones de medias se utilizó la prueba de significación de Tukey al nivel de 0,05. Los resultados evidenciaron que el sustrato de mayor efecto fue Perlita y el ecotipo de mejor respuesta a la aplicación de sustratos es el Mejorado tarateño.

Palabras clave: Ecotipos, *Origanum vulgare*, L, enraizamiento.

## ABSTRACT

The present thesis entitled "Effect of different substrates on the rooting of three ecotypes of oregano (*Origanum vulgare* L.) under greenhouse conditions, 2 factors were used Factor A: Oregano ecotypes (a1: Elephant ear, a2: Common Blackberry a3: Improved Tarateño) and factor B WITH 4 types of substrates (b1: Worm humus, b2: Perlite b3: Peat b4: Compost) the completely randomized design with 3x4 factorial structure with 4 replications was used. Data analysis was performed using analysis of variance at F probability levels of 0,05 and 0,01, and comparisons of means were performed using Tukey's significance test at the 0,05 level. The results showed that the substrate with the greatest impact was perlite, and the ecotype that responded best to substrate application was Mejorado tarateño.

Keywords: Ecotypes, *Origanum vulgare*, L, rooting.

## INTRODUCCIÓN

En nuestra región, el cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) tiene gran importancia debido a su valor económico. Asimismo, su expansión requiere explorar opciones que permitan aumentar la producción y hacerlo en un período más breve.

El orégano es uno de los productos agrícolas más relevantes de la Región de Tacna, siendo de suma importancia en la economía de los agricultores de las provincias de Tarata, Jorge Basadre y Candarave. Consolidándose Tacna como el mayor productor y exportador de orégano en el Perú. La evolución de la producción viene en aumento desde año 2001 donde se registró de 3 964 toneladas y durante el periodo anual 2015 con una producción de 9 895 toneladas, también se incrementó en el rendimiento por hectárea cosechada, durante el año 2001 fue 3 921 kg/ha., y se incrementó al año 2015 de 4 832 kg/ha respectivamente.

Muchos productores desconocen el uso de sustratos apropiados en la producción vegetativa de esquejes de orégano obteniéndose baja calidad de plántulas, La propagación asexual permite lograr obtener plantas con varias características, en la cual se puede seleccionar una planta por su altura, vigor, resistencia a plagas y enfermedades, rendimiento , etc.

Por medio de este método, las plantas hijas son idénticas a la planta madre, de tal forma que se puede propagar a partir de ramas, yemas o alguna parte de la planta (Tiscornia, 1974).

Debido a la baja producción y calidad de esquejes de orégano obtenidos en la mayoría de áreas de producción ya que se en el momento de la propagación no existe una adecuada elección de sustratos para enraizar por lo tanto nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cuál será el efecto de diferentes sustratos en el enraizamiento de tres ecotipos de orégano (*Origanum vulgare* L.) bajo condiciones de invernadero, Nace la necesidad de disponer de un material producido en su propia parcela que sea estable y de probada calidad e inocuidad, para su uso, siendo la hipótesis de trabajo: La utilización de diferentes sustratos tendrá un efecto significativo en el enraizamiento de esquejes de tres ecotipos orégano (*Origanum vulgare* L.) bajo condiciones de invernadero.

La elección de un sustrato adecuado influye en la velocidad y eficiencia del enraizamiento, Por lo mencionado, el objetivo de la tesis fue determinar el efecto de diferentes sustratos en el enraizamiento de esquejes de tres ecotipos orégano (*Origanum vulgare* L.) bajo condiciones de invernadero

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Antecedentes**

##### **1.1.1 Internacional**

Miranda (2016), En su tesis titulada “Evaluación del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) propagado por esquejes bajo diferentes dosis del enraizador root - hor y tiempos en la localidad de Ventilla - La Paz”. Su objetivo principal fue evaluar parámetros agronómicos mediante la propagación en esquejes del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) con la aplicación de diferentes dosis del enraizador Root-Hor y tiempos en la localidad de Ventilla. Utilizo el diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x4 tiempos de sumersión (5 minuto y 60 minutos) y 4 dosis del enraizador (0ml, 2,5 ml, 5 ml y 7,5 ml) con 8 tratamientos y tres repeticiones. Evaluó el porcentaje de prendimiento, número de raíces, número de hojas, altura de planta, rendimiento en materia verde, rendimiento en materia seca y cálculo de costos. Lo resultados evidenciaron que el porcentaje de prendimiento, el tratamiento que tuvo mayor tiempo de inmersión (60 minutos) con 5 ml de enraizador Root - Hor, y para número de esquejes prendidos siendo un total de 82,08% y 86% respectivamente de prendimiento. Se observó que las distintas dosis de

aplicación del Root-Hor y el tiempo de sumersión al cual se sometieron los esquejes de orégano, tuvo influencias en el desarrollo y rendimiento del cultivo con lo que se llegó a concluir que la mejor dosis fue, de 5 ml con un tiempo de sumersión de 60 minutos, influyendo dicha dosis en todas las variables propuestas en el estudio brindando un mayor número de raíces los cuales permitieron una mejor absorción de nutrientes, reflejada

Gomez (2015) En su investigación titulada “Sustratos y nutrición para la producción de orégano en vivero”. Su objetivo fue seleccionar un sustrato y solución nutritiva para la producción de plántulas de orégano (*Lippia graveolens* Kunth) y plantas para vivero. La investigación la ejecuto en tres etapas; a) características de la semillas de orégano mexicano, b) selección de sustratos en la producción de plántulas de orégano mexicano y c) fertilización orgánica y mineral en la producción de orégano mexicano en invernadero. Sus resultados más importantes es que se confirmó que la especie *Lippia graveolens* Kunth su viabilidad promedio fue de 75%, sin embargo en la producción de almácigos, tuvo una buena germinación y un buen desarrollo de la especie lo obtuvo el peat moss, debido a las buenas propiedades fisicoquímicas que presentó; en la etapa de invernadero la etapa de semillero es muy importante para que las plantas en etapa de invernadero desarrollen un adecuado crecimiento y que la fertilización mineral obtiene mejores resultados, por otra parte en la

producción de aceites esenciales la fertilización orgánica favoreció la cantidad y calidad de estos.

Haro (2018), En su investigación titulada “Evaluación de cinco tipos de sustratos para el enraizamiento de orégano (*Origanum vulgare* L.), en el Sector Bellavista Bajo, Parroquia San Antonio, Provincia de Imbabura”. Su propósito fue de determinar los sustratos más apropiados para el enraizamiento de esquejes de orégano, y producir plantines de calidad. Los sustratos que se consideraron fueron: humus, humus + suelo de páramo, compost; compost + suelo de páramo y suelo de páramo; las variables evaluadas fueron : % de prendimiento a los 20 días luego del trasplante; altura de planta; diámetro basal de tallo y número de hojas a los 30 y 60 días; vigor de planta; longitud de la raíz y número de brotes a los 60 días, sus resultados evidenciaron que el mejor sustrato fue humus + suelo de páramo, con los promedios más altos en las variables porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de hojas y vigor de planta, con relación a los sustratos compuestos por compost y compost + suelo de páramo, que fueron los de menor promedios en todas las variables de estudio.

Marca (2021) Investigó el “Efecto de fitohormona enraizante y abono foliar orgánico sobre la producción del cultivo de orégano (*Origanum*

*vulgare* L.) en la región agroecológica del Cip Camacani – Puno”. Sus objetivos fueron: Su investigación fue de tipo experimental en campo, utilizó el Diseño de Bloque Completo al Azar, con un arreglo factorial de 3 niveles de eraizante (0,0%, 0,5% y 1,0%) por 3 dosis de abono foliar (0 litros, 2 litros y 3 litros de biol) y con 4 repeticiones. Sus resultados demostraron que en características agronómicas el mayor porcentaje de prendimiento de esquejes con 93,67% lo obtuvo con la dosis de enraizante 1,0%. La mejor altura de planta fue de 27,50 cm con el enraizante 1,0% + Biol 3 litros. A días de floración del orégano el mejor fue de 67,67 días con las dosis de enraizante 1,0%. En días de cosecha el mayor es de 16,92 días con la dosis del 1,0%. Longitud de raíz la mayor longitud fue de 15,00 cm con la dosis de 1,0% + Biol 3 litros. Finalmente concluyo que aplicando el enraizante al 1,0% mas 3 litros de biol favoreció el enraizamiento y crecimiento del cultivo del orégano, logrando el mejor rendimiento de biomasa.

Ojanama (2022) En sus tesis titulada “Dosis de gallinaza y su influencia en los componentes agronómicos y rendimiento de *Origanum vulgare* L., orégano hoja ancha, en Zungarococha - Loreto. 2022”. Utilizó tratamientos a base de dosis crecientes que fueron : 10, 20, 30 y 40 t /ha, las variables de respuestas fueron: Altura y diámetro de la planta, número de ramas, número de hojas y peso de hojas/planta y peso de hojas/ha,

concluyendo : que el Tratamiento T<sub>4</sub> (40 t de gallinaza/ha), evidencio el mejor comportamiento agronómico y de rendimiento del cultivo de orégano; también logro el mejor rendimiento de peso de hojas/ha, con 19 440 t/ha, logrando una utilidad de S/. 80 964 00 respectivamente

Chambe (2008) en su tesis titulada “Introducción al sistema de cultivo in vitro y micro propagación de cinco ecotipos de orégano (*Origanum vulgare* L.) en condiciones de laboratorio” Los resultados señalan que para altura de planta a los 52 días el ecotipo 1 (Susapaya) presento la mayor altura en ambos medios de cultivo con 4,15 cm (Medio completo) y 3,46 cm (Medio incompleto); en el segundo puesto el ecotipo 2 (Ilabaya) con 3,41 (Medio completo) y 3,09 cm (medio incompleto), para el número de brotes a los 52 días el ecotipo 2 (Ilabaya) obtuvo el mayor promedio en ambos medios de cultivo con 6,89 y 5,28 respectivamente, para la variable número de hojas el ecotipo 2 (Ilabaya) y ecotipo 1 (Susapaya) alcanzaron el mayor promedio con 54,67 (Medio completo) y 40,00 (Medio incompleto) respectivamente.

Martínez et. al. (2017) en su investigación titulada “Producción de plántula de orégano (*Lippia graveolens* Kunth) por semilla en vivero para trasplante”. Los tratamientos a base de sustratos fueron: mezcla comercial BM2 (turba, perlita y vermiculita, 80:10:10), BM2 + arena de río

(1:1), BM2 + arena de río (1.5:1), BM2 + perlita + vermiculita (1:1:1) y mezcla de composta + arena de río (1.5:1). Los contenedores incluyeron charolas de poliestireno expandido (PE) de 200, 128 y 76 cavidades, vaso de PE de 250 cm<sup>3</sup> y bolsa de plástico negro de 712 cm<sup>3</sup> (calibre 150 µm). Utilizo el diseño experimental de bloques al azar con estructura factorial, con cuatro repeticiones por tratamiento. Los sustratos y el tipo de contenedor tuvieron efecto positivo sobre el crecimiento y calidad de las plantas. Logro el mayor crecimiento de la planta y mayor área foliar con la combinación bolsa y sustrato BM2, el mismo sustrato y el contenedor bolsa originaron el índice de calidad de Dickson más alto. En lo que respecta a la relación peso seco del vástago y peso seco de la raíz fue de mayor efecto en los contenedores de mayor volumen.

Experiencias realizadas mundialmente demuestran que mezclas de sustratos con rangos de pH, entre 5 a 7,2, han permitido el crecimiento de plantas en contenedor, así como también rangos de conductividad eléctrica de hasta 2 milisiemens/cm han sido compatibles con el desarrollo de plantas en mezclas (Ullé, 2000). Sin embargo las mezclas que utilizadas son de textura gruesa, éstas pueden o no contener nutrientes iniciales. Existen mezclas que contienen fertilizantes de lenta descomposición, excluyendo la opción al productor de producir las plantas en forma más lenta al no poder retener la expulsión de nutrientes. Es importante destacar

que no existe una mezcla única que sea la mejor para todas las situaciones de producción (Schrader, 2003).

Pastor, (1999) señala que los sustratos se pueden clasificar químicamente en inertes como perlita, lana de roca, roca volcánica, etc., los que actúan únicamente como soporte de la planta y los químicamente activos entre los que se encuentran turbas, corteza de pino, etc. Que participan en los procesos de adsorción y fijación de nutrientes, también muchos sustratos clasificados como inertes. Estos poseen una importante actividad química que podría ser nula en otros orgánicos químicos . Sin embargo Ansorena, (1994) refiere que desde el punto de vista hortícola, la finalidad de cualquier sustrato de cultivo es producir una plántula de calidad en el menor tiempo posible, y con los bajos costos de producción .

El éxito en el establecimiento y producción de cultivos depende en gran medida de una buena formación de raíces, lo cual se logra propagando los plantines en un medio adecuado desde la siembra hasta el trasplante, convirtiéndose posteriormente en un buen crecimiento y desarrollo de cultivo (Ansorena, 1994).

Calderón, (2006). Refiere que el término sustrato que se aplica en la producción agrícola y su aplicación es a todo el material, natural o sintético, mineral u orgánico, puede ser pura o mezclado, cuya función

principal es proporcionar al medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, logrando su anclaje y soporte mediante el sistema radical, permitiendo favorecer el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. Los autores Hartmann y Kester (1995) afirman que en la actualidad existe una serie de materiales que son utilizados para la elaboración de sustratos, y su elección depende de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época, sistema de propagación, precio, disponibilidad y características propias del sustrato que esté al alcance del productor.

Valenzuela y Gallardo (2003), refieren que el sustrato ideal se define aquel que proporciona a la planta las mejores condiciones para su desarrollo y crecimiento, posee un bajo impacto ambiental y que la relación costo/beneficio es adecuada para el sistema productivo del cultivo. Para los cultivos no es posible que un único sustrato cumpla con estos parámetros, es probable que el agricultor deba utilizar más de un tipo de sustrato, dependiendo de la complejidad de su parcela. Llorens (1992) concuerda con esto y agrega que la elección de un sustrato "ideal" está condicionada por las relaciones costo/ sustrato y sustrato/planta con el adecuamiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas según sean los requerimientos.

Valenzuela y Gallardo, (2003) señalan que independiente de la especie, las producciones de cultivos en contenedores requieren de un manejo mucho más variadas que las realizadas en el suelo. La gran superficie de los contenedores en cuanto a su volumen, les confiere la característica de presentar mínima plasticidad de acuerdo a las variaciones del ambiente; que se evidenciaran en las raíces que pueden estar expuestas a fluctuaciones muy marcadas en el recurso hídrico, temperatura, y otros factores. El balance de micro y macroporos es importante para la obtención de plantas de calidad, porque los primeros son los responsables de retener el agua y los segundos encargados de la circulación de los gases, del cual el oxígeno es generalmente el factor limitante para las raíces de las plantas.

Según Ullé (2000) afirma que la formulación de mezclas de diferentes sustratos para la producción de plantines de hortalizas de hojas se le debe mantener balanceadas las proporciones del humus de lombriz, turba y perlita; relaciones de volumen, con valores no menos de 50% a 60% de humus de lombriz y no más de valores del 20% a 25% para turba o perlita, aseguran un equilibrio adecuado de la relación agua-aire en el medio de crecimiento del plantín.

## **1.2 Bases teóricas**

### **1.2.1 Fundamentos del enraizamiento**

#### **a. Desarrollo anatómico de las raíces**

La mayoría de las raíces adventicias de estacas de tallos de plantas herbáceas (esqueje) proceden de grupos de células parenquimáticas vivas de paredes delgadas, capaces de tornarse meristemáticas. (Weaver, 1976)

Weaver, (1976) refiere que las partes iniciales de la raíz son grupos pequeños de células meristemáticas que se dividen y forman grupos compuestos de bastantes células pequeñas y que se van desarrollando más ampliamente en formas de primordios nuevos de raíces identificables, su división celular continúa y cada grupo de células comienza a conformar una estructura de puntas de sus raíces. Se desarrolla un sistema vascular en su primordio nuevo de raíces, que va creciendo hacia el exterior a través de su corteza y la epidermis, surge del tallo.

Las raíces que surgen después de la aplicación de reguladores del crecimiento vegetal son de origen similar a las producidas normalmente; no obstante, tanto las características de las raíces como su disposición en el tallo pueden variar considerablemente.

Las concentraciones altas de reguladores de crecimiento pueden producir anomalías en la formación de raíces y necrosis en los tejidos. (Weaver, 1976)

Los cambios anatómicos que se van presentando en el tallo durante la iniciación de las raíces pueden dividirse en cuatro formas:

- La Desdiferenciación de las células maduras específicas.
- La formación de raíces iniciales en ciertas células cercanas a los haces vasculares, que se van volviendo meristemáticas por desdiferenciación.
- Desarrollo subsiguiente de estas primeras raíces en primordios de raíces orgánicas.
- El desarrollo y emergencia en cuanto a los primordios hacia el exterior se dan a través del tejido del tallo, relacionada a la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de su propia estaca (Hartmann y Kester, 1998).

## **b. Bases fisiológicas de la formación de raíces**

- Sustancias exógenas de enraizamiento

Hartmann y Kester, (1998) afirman que entre las sustancias exógenas de enraizamiento mencionan las siguientes: Auxinas, giberelinas, citoquinina y etileno. Y cada una de ellas actúa como promotor en la formación de raíces o como inhibidor, que va de acuerdo al lugar se encuentren y su concentración que poseen.

- Cofactores necesarios para el enraizamiento

Para obtener un buen enraizamiento dependerá de la presencia en las estacas de una proporción adecuada de número de cofactores que combinan con las auxinas que van a permitir que las estacas produzcan raíces; puesto que la fuente de esos factores son normalmente las hojas. Cabe señalar que la pérdida de hojas de las estaca influirá de manera significativa en las probabilidades de enraizamiento. Los materiales a base de nitrógeno y azúcares que se producen en las hojas serán cofactores que influirán en el enraizamiento. También existen pruebas de que ciertos

compuestos fenólicos (Ácido caféico, catecol ácido clorogánico) interactúan con las auxinas al inducir la aparición de las primeras raíces. (Hartmann y Kester, 1998).

- Inhibidores endógenos

Weaver, (1976) Mencionan que existe otra teoría en cuanto a que estacas tienen dificultad para emitir raíces y determinada por presencia de sustancias inhibitoras en cantidades superiores para poder ocultar los efectos de las sustancias promotoras presentes. Se han encontrado inhibidores en tallos de alternatera, coleo, crisantemo, geranio y clavel; sin embargo no pudieron encontrar correlación entre la presencia de inhibidores y la facilidad de enraizamiento de las estacas

### **c. Utilización de reguladores de crecimiento**

La mayoría de propagadores tratan la base de los esquejes con sustancias estimulantes del enraizamiento (Pizano, 2000).

Se utilizan comúnmente a uno de los mejores estimuladores del enraizamiento la auxina IBA (Ácido Indol Butírico) que posee una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas eliminadoras de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta. Se trata de un

producto químico persistente que resulta muy eficiente como estimulante de las raíces. En razón que IBA se desplaza muy poco, que se va reteniendo cerca al sitio de aplicación. Los reguladores del crecimiento que se desplazan con facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta propagada (Howard, 1973).

Otra auxina utilizada con mucha frecuencia en la promoción de raíces es el NAA (Ácido Naftalen-acético). Este compuesto es más tóxico que el IBA y deben evitarse las utilizar concentraciones excesivas de NAA por que provocan daños a la planta. (Howard, 1973).

Es evidente que el IBA y el NAA resultan más eficientes en la inducción del enraizamiento que el IAA (ácido indol acético). El IAA es muy irregular en las plantas y se descomponen rápidamente en soluciones no esterilizadas aun cuando permanece activo en soluciones estériles durante varios periodos de tiempo. Por otra parte los rayos fuertes del sol pueden destruir en 15 minutos una solución de 10 ppm de IAA. (Howard, 1973).

Howard, (1973) Mencionan que existen factores importantes que hay que tomar en cuenta en la utilización de auxinas son la duración en el tiempo de aplicación, la tensión de humedad en las estaca, la

posición de aplicación de la auxina en la base de la estaca, y la profundidad de aplicación

**d. Métodos de aplicación de hormonas de enraizamiento**

Pizano, (2000) refiere que existen varios métodos para la aplicación de cantidades suficientes de reguladores de crecimiento a las estacas o esquejes que estimulen el enraizamiento, sin embargo los métodos más aplicados son:

- **Método de aspersión atomizada**

En su gran mayoría los propagadores de cultivo de clavel tratan la base de los esquejes con sustancias estimulantes para su enraizamiento; cuyo compuesto tradicional es el Ácido Indolbutírico (AIB) que debe ser disuelto y diluido en alcohol de laboratorio y agua destilada. También existen preparaciones comerciales muy buenas, la mejor forma de aplicarlo es mediante una aspersión atomizada dirigida a la base de los esquejes aun en racimos, colocados de manera que los extremos sobresalgan del borde de una mesa limpia (Pizano, 2000).

- **Método de inmersión rápida**

Mediante este método los extremos basales de las estacas de las plantas van sumergirse en periodo corto de cinco segundos en una solución concentrada (500 – 1000 ppm) del producto químico en alcohol este puede absorberse mediante del tejido intacto, cicatrices de las hojas, heridas o cortes en los extremos apicales o basales de cada una de estacas. Para posteriormente las estacas se deberán colocar inmediatamente al medio de enraizamiento (Weaver, 1976).

- **Método de remojo prolongado**

En este caso se prepara una solución madre concentrada de auxinas, con etanol al 95%, y posteriormente se va diluir diluye en agua para obtener la dosis optima o deseada. Las dosis usadas varían desde 20 ppm en las especies de enraizamiento fácil, hasta dosis de 200 ppm en las de enraizamiento dificultoso. Las estacas (de solo 2,54 cm) se remojan en la solución en un periodo de 24 horas en un lugar sombreado y a la temperatura ambiente, instalando inmediatamente en el medio de enraizamiento. La cantidad adecuada de compuesto químico absorbido por cada corte

dependerá de las condiciones ambientales y las especies a utilizar (Weaver, 1976).

- **Método de espolvoreo**

En este caso la base de cada estaca se trata con una hormona de crecimiento que va ser mezclada con un portador (un polvo fino inerte) que puede ser arcilla o talco) donde deberán utilizarse entre 200 – 1000 ppm. Se emplean dos métodos principales para preparar la mezcla de tratamiento; uno de ellos es moler los cristales de auxina a fin de formar un polvo fino y a empapar el portador en una solución alcohólica de sustancias de crecimiento, dejando luego que se evapore el alcohol, a fin de que el portador permanezca en forma de polvo (Weaver, 1976)

### **1.2.2 Eco-tipos**

Tesauro, (2003) señala que un ecotipo es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales. El mismo autor añade que es un conjunto de plantas de una ecospecie que componen una subunidad, raza o variedad, las cuales se han adaptado a unas condiciones

ambientales concretas, como a la sequedad (plantas xerófitas), a la humedad (plantas higrófitas), etc., y que por tanto, están restringidas a un hábitat.

### **1.2.3 Cultivo del Orégano**

#### **1.2.3.1 Aspectos generales**

Martínez (1993), Señala que el orégano es una planta herbácea, rústica, perenne (la primera siembra dura aproximadamente 4 años), crece como una mata y su altura varía entre 35 y 45 cm. Tiene su origen en la región mediterránea de Europa. Los principales países productores en América Latina son: México, Brasil, Chile y Costa Rica.

Caseres (1980) Menciona que el Perú el principal departamento que produce orégano es Tacna, seguido por Moquegua, Ancash y Arequipa. El cultivo es resistente al frío sin embargo a temperaturas menores de 5° C grados afectan al cultivo mermando su crecimiento y quemando en forma significativa los bordes de las hojas.

El orégano se adecua a cualquier tipo de suelo que no sea muy salino, los mayores rendimientos se obtienen en suelos de tipo franco-arenosos y francos.

El orégano es una especie con amplia tolerancia en altitudes y temperaturas. Sin embargo el mayor porcentaje de aceites esenciales se logran en zonas con temperaturas frías. (Caseres, 1980)

#### **1.2.3.2 Suelos**

La planta del orégano para su crecimiento y desarrollo prefieren suelos, de secos a muy húmedos. Se desarrolla muy bien en suelos: sueltos, arcillosos, francos, permeables y en alto porcentaje de materia orgánica.

La planta de orégano se desarrolla convenientemente en suelos franco-arenosos, donde puede vivir y producir excelente orégano hasta un periodo de 14 años. Sin embargo en suelos arcillosos se reduce su vida a solo 5 años. (Caseres, 1980)

#### **1.2.3.3 Altitud**

Puede tener un desarrollo adecuado desde 50 a 3400 msnm desde el nivel del mar hasta la zona de las alto andinas .

La mayor cantidad de aceites esenciales del orégano se logra en zonas de temperatura frías. (Caseres, 1980)

#### **1.2.3.4 Temperatura**

El orégano es resistente al frío; sin embargo, las temperaturas menores a 5 grados centígrados afectan al cultivo de orégano retrasando el crecimiento y quemando los bordes de las hojas. (Caseres, 1980)

#### **1.2.3.5 Recursos hídricos**

Los riegos en el cultivo de orégano inicialmente deben ser continuos, posteriormente dos veces por semana, después del primer mes se regará semanalmente. (Caseres, 1980)

#### **1.2.3.6 Propagación del orégano**

Puede ser por:

- Semilla
- Acodo
- División de matas
- Hijuelos (Caseres, 1980)

### **1.3 Definición de términos**

**Aireación:** definen como aireación al intercambio de gases producidos en el suelo, principalmente dióxido de carbono y oxígeno. (Abad, 1991)

**Arena:** Definen a la arena como pequeños trozos de roca, de 0.05 a 2.0 mm de diámetro, formados como resultado de la intemperización de diversas rocas, dependiendo su composición mineral de aquella de la roca. (Abad, 1991)

**Salinidad:** La cantidad excesiva de sales en la mezcla de propagación o cultivo o en el agua de riego (más de 0,75 mmhos/cm) puede reducir el crecimiento de las plantas, quemar el follaje o hasta matar las plantas. (Bunt, 1988)

**Fertilidad del suelo :** Cualidad que capacita a un suelo para suministrar los compuestos necesarios en cantidades convenientes y balanceadas apropiadamente para el crecimiento de plantas específicas, siendo favorables otros factores como la luz, la temperatura, y las condiciones físicas del suelo. (Bunt, 1988)

### **pH del sustrato**

La reacción del pH, es una medida de la concentración de iones hidrógeno en sustrato. Si no influye de manera directa en el crecimiento de las plantas, la cual posee efectos indirectos, como sobre la libre disponibilidad de ciertos nutrientes y la actividad de la flora microbiana benéfica. Una gama de pH que varían entre 5,5 a 7,0 se consideran ideales para desarrollo gran parte de los cultivos. Para aminorar el pH, es

posible agregar como fertilizante sulfato de amonio y para incrementar usar nitrato de calcio. (Abad, 1991)

**Porosidad:** El porcentaje de la porosidad ocupado por aire se denomina porosidad de aire, y es uno de los parámetros más importantes para valorar la calidad de un sustrato (Cabrera, 1999)

**Suelo:** Cuerpo natural compuesto de materiales orgánicos y minerales colocados sobre la superficie de la corteza terrestre, en el cual crecen plantas. (Mora, 1999)

**Sustrato:** Viene hacer todo material natural o artificial, que permite el anclaje del sistema radicular de planta. Además aportar elementos nutritivos (Bures, 1983)

**Sustrato ideal:** Se han realizado numerosos intentos por definir un sustrato ideal, teniendo estos estudios un enfoque principalmente hacia las propiedades físicas y químicas del sustrato, debido a que hay un enorme impacto en la calidad de la planta (Abad, 1991)

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1 Tipo de investigación**

Es de tipo experimental.

#### **2.2 Población y muestra**

##### **2.2.1 Población**

La población estuvo conformada por 1 200 esquejes de orégano seleccionados de la zona alto andina de la región Tacna.

##### **2.2.2 Muestra**

Para la evaluación de las variables de respuesta se tomaron 10 muestras en forma aleatoria de cada uno de los tratamientos en estudio por lo tanto la muestra estuvo conformada por 480 esquejes.

#### **2.3 Factores en estudio**

##### **2.3.1 Factor A: Ecotipos**

a<sub>1</sub> Ecotipo Oreja de elefante

a<sub>2</sub> Ecotipo: Nigra común

a<sub>3</sub> Ecotipo: Mejorado Tarateño

### **2.3.2 Factor B: Sustratos**

**b<sub>2</sub>:** Humus

**b<sub>3</sub>:** Perlita

**b<sub>3</sub>:** Turba

**b<sub>4</sub>:** Compost

### **2.4 Características de los ecotipos del estudio**

#### **a. Ecotipo Oreja de elefante**

- Posee hojas grandes, de color verde oscuro, pubescente.
- Su inflorescencia es larga de color blanco
- En relación a sus entrenudos son largos que varían entre 4 a 6 cm con una regular formación de ramillas secundarias; su tallo rojo intenso, logrando un promedio entre 20 a 25 cm de altura que va depender de la zona.
- Su macollaje es de tipo matoroso o coposo su desarrollo se caracteriza por la aparición de muchas ramas y tallos.

#### **b. Ecotipo: Nigra común**

- Es un ecotipo adaptado que más predomina en las zonas agroecológicas de la región Tacna cultivándose comercialmente.

- Se caracteriza por tener hojas muy pequeñas menor a 1 cm de diámetro
- Sus hojas poseen un color verde claro, tiene tolerancia al frío
- Tiene perfecta velocidad de macollamiento,
- Tiene tallos que son erectos de color negro y la planta se caracteriza por ser poco rastrera.

**c. Ecotipo: Mejorado Tarateño**

- Sus hojas son pequeñas pubescentes, entrenudos cortos de 4 a 5 cm
- En relación a su Inflorescencia es bien corta
- El tallo posee un color verde con pigmentación rojiza presentando una alta cantidad de ramas secundarias; la altura de planta llega entre 30 a 45 cm dependiendo de la zona de cultivo-.
- Macollaje: Es más denso en su forma coposa.

## 2.5 Tratamientos en estudio

**Tabla 1**

*Tratamientos*

Ecotipos	sustrato	Tratamientos
a <sub>1</sub> Oreja de elefante	b <sub>1</sub> Humus	T <sub>1</sub>
	b <sub>2</sub> Perlita	T <sub>2</sub>
	b <sub>3</sub> : Turba	T <sub>3</sub>
	b <sub>4</sub> :Compost	T <sub>4</sub>
a <sub>2</sub> Nigra comun	b <sub>1</sub> Humus	T <sub>5</sub>
	b <sub>2</sub> Perlita	T <sub>6</sub>
	b <sub>3</sub> : Turba	T <sub>7</sub>
	b <sub>4</sub> :Compost	T <sub>8</sub>
a <sub>3</sub> Mejorado tarateño	b <sub>1</sub> Humus	T <sub>9</sub>
	b <sub>2</sub> Perlita	T <sub>10</sub>
	b <sub>3</sub> : Turba	T <sub>11</sub>
	b <sub>4</sub> :Compost	T <sub>12</sub>

## 2.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar con estructura factorial 3x4 con una combinación de 12 tratamientos y cuatro repeticiones constituyendo un total 48 unidades experimentales cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

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

Donde:  $\mu$  = Efecto de la media

$t_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = Viene hacer el efecto verdadero de la j-ésima unidad experimental, sujeta al i-ésimo tratamiento (error experimental.)

$i = 1, \dots, t;$

$t = N^{\circ}$  de tratamientos

$j = 1, \dots, n;$

$n = N^{\circ}$  de repeticiones de cada tratamiento

## 2.7 Aleatorización de tratamientos en el invernadero

**Figura 1**

*Aleatorización de los tratamientos en el invernadero*

R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
T <sub>6</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>11</sub>
T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>9</sub>
T <sub>6</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>7</sub>
T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>
T <sub>3</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>
T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>1</sub>
T <sub>11</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>12</sub>
T <sub>9</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>
T <sub>8</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>8</sub>
T <sub>7</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>6</sub>
T <sub>1</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>4</sub>
T <sub>12</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>2</sub>

## **2.8 Variables de respuesta**

### **a. Porcentajes de prendimiento:**

Se evaluó el total de esquejes enraizados de cada tratamientos en estudio.

### **b. Volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>)**

Se registró las plantas totalmente abiertas, se excluyó aquellas derivadas de su cotiledón, y selecciono 10 plantas por unidad experimental de cada tratamiento.

### **c. Número de raíces por estaca**

Para esta variable se realizó seleccionando al azar 10 plantas por cada unidad experimental de cada tratamiento.

### **d. Longitud de raíces (mm)**

Se efectuó seleccionado 10 plantas ala azar por unidad experimental de cada tratamiento.

**e. Porcentaje del brotamiento**

Para evaluar esta variable se tomó en cuenta la longitud del brote, peso de brotes para lo cual se tomaran 10 muestras en forma aleatoria de cada uno de los tratamientos

**f. Número de brotes**

Se realizó el conteo 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental antes se procedió al lavado previo utilizando papel absorbente, utilizando el método de desplazamiento de agua con la ayuda de una probeta de 50 ml

**g. Materia seca (%)**

Para esta variable se seleccionó 10 plantas al azar por unidad experimental para cada tratamiento

**2.9 Conducción del experimento**

**a. Preparación del sustrato**

La preparación es una técnica importante debido a que nacerán las nuevas plantas; y se utilizaron como material en estudio; perlita, turba, humus de lombriz y compost una proporción 1:1:1:1 en volumen.

**b. Selección de plantas madres**

Los esquejes fueron extraídos de plantas madres de orégano en condiciones óptimas tuvieron un tamaño que vario entre 10 a 15 cm de longitud (4 nudos) se realizó el corte correspondiente recto en la parte basal

**c. Desinfestación del material**

El material vegetal se desinfecto con hipoclorito de sodio al 5 % por 15 minutos y protegido con fungicida (Captan al 4 %), para las condiciones de vivero.

**Procedimiento**

- Se retiró las hojas basales (2 nudos).
- Luego se enterró 2 nudos luego de aplicar el tratamiento

**d. Riego**

Esta etapa se utilizó el sistema de riego tecnificado con micro aspersores y nebulizadores. La frecuencia de riego se fue desarrollando de acuerdo a las condiciones ambientales del interior del invernadero

#### **e. Aplicación de agroquímicos y fitosanitarios**

Se efectuó a base de agroquímicos y se realizó en función al crecimiento y desarrollo de las plantas también se emplearon abonos foliares y para el control fitosanitario se aplicaron en función de la presencia de plagas y enfermedades

#### **2.10 Instrumentos de medición**

Para recolectar la información se emplearon: ficha de observación, vernier digital, equipo de cómputo, cámara digital, material de escritorio.

#### **2.11 Recolección de datos**

- a) **Observación directa:** Estas se realizaron para las diferentes observaciones realizadas en campo.
- b) **Observación indirecta:** Se empleó para el caso de laboratorio, para el análisis de suelo y agua.

#### **2.12 Métodos estadísticos utilizados**

Se utilizó la técnica del análisis de varianza a una probabilidad  $\alpha = 0,05$ ;  $0,01$  y para la comparación de medias entre tratamientos se utilizó la prueba de significación de Tukey a una probabilidad  $\alpha = 0,05$ .

**CAPITULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSION**

**3.1 Porcentaje de prendimiento**

**Tabla 2**

*Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01	
Tratamientos	11	12 548,73	1 140,794	22,755	2,075 2,803	**
Ecotipos	2	242,547	121,273	2,419	3,260 5,250	NS
Sustratos	3	10 681,23	3 560,411	71,020	2,860 4,380	**
Interacción	6	1 624,953	270,825	5,402	2,360 3,350	**
Error	36	1 804	50,132			
Total	47					

C.V 10,058 %

La tabla 2 del análisis de varianza para porcentaje de prendimiento, se halló alta significación estadística para tratamientos, para el factor ecotipos no se hubo significación estadística es decir no difieren en sus promedios. Para el factor B Sustratos se halló alta significación estadística es decir que uno los sustratos causó mayor efecto sobre la variable de estudio, asimismo para la interacción AXB hubo significación estadística

por lo tanto ambos factores actuaron dependiente uno del otro, el coeficiente de variabilidad fue de 10,058 %.

**Tabla 3**

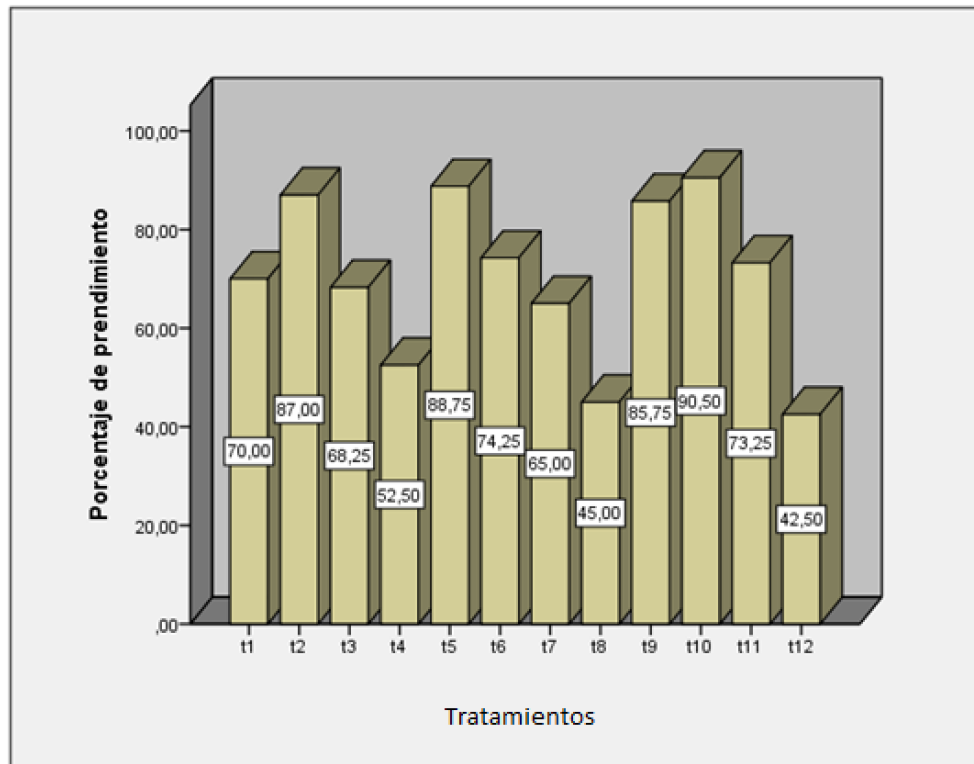
*Prueba de significación de Tukey de porcentaje de prendimiento*

OM	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha$ $\alpha 0,05$
1	T <sub>10</sub> a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita	90,50	a
2	T <sub>5</sub> a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> Nigra comun + Humus	88,75	a
3	T <sub>2</sub> a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita	87,00	ab
4	T <sub>9</sub> a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus	85,75	abc
5	T <sub>6</sub> a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> Nigra comun + Perlita	74,25	abcd
6	T <sub>11</sub> a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> Mejorado Tarateño +	73,25	abcd
7	Turba	70,00	bcde
8	T <sub>1</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> Oreja de elefante + humus	68,25	cde
9	T <sub>3</sub> a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba	65,00	de
10	T <sub>7</sub> a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> Nigra comun.+ turba	52,50	ef
11	T <sub>4</sub> a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost	45,00	f
12	T <sub>8</sub> a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> Nigra comun + Compost	42,50	f
	T <sub>12</sub> a <sub>3</sub> b <sub>4</sub> Mejorado Tarateño + Compost		

La tabla 3 de la prueba de Tukey de porcentaje de prendimiento, señala que los tratamientos T<sub>10</sub> y T<sub>5</sub> lograron los mayores promedios con 90,50, y 88,75 respectivamente, los tratamientos de menor porcentaje fueron el T<sub>8</sub> y T<sub>12</sub> con 45,0 y 42,50%. Vivanco (2009) refiere que esta respuesta es atribuida a las condiciones de ensayo, estos factores que afectan el proceso de formación de raíces de las plantas.

**Figura 2**

*Porcentaje de prendimiento*



**Leyenda**

T<sub>10</sub> a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita

T<sub>5</sub> a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> Nigra comun + Humus

T<sub>2</sub> a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita

T<sub>9</sub> a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus

T<sub>6</sub> a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> Nigra comun + Perlita

T<sub>11</sub> a<sub>3</sub>b<sub>3</sub> Mejorado Tarateño + Turba

T<sub>1</sub> a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> Oreja de elefante + humus

T<sub>3</sub> a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba

T<sub>7</sub> a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> Nigra comun.+ turba

T<sub>4</sub> a<sub>1</sub>b<sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost

T<sub>8</sub> a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> Nigra comun + Compost

T<sub>12</sub> a<sub>3</sub>b<sub>4</sub> Mejorado Tarateño + .Compost

### 3.2 Volumen de la raíz

**Tabla 4**

*Análisis de varianza para volumen de raíz (cm<sup>3</sup>)*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F α	0,05	0,01	
Tratamientos	11	49,732	4,521	30,0527	2,075	2,803	**	
Ecotipos	2	8,780	4,390	35,982	3,260	5,250	**	
Sustratos	3	40,092	13,364	109,530	2,860	4,380	**	
Interacción	6	0,859	0,143	1,173	2,360	3,350	ns	
Error	36	4,392	0,122					
Total	47	54,124						

C.V 7,611 %

La tabla 4 del análisis de varianza para el volumen de raíz, se halló alta significación estadística para tratamientos, asimismo para el factor ecotipos y para factor B Sustratos por lo tanto causaron efecto sobre la variable de estudio, sin embargo para la interacción AXB no hubo significación estadística es decir que ambos factores trabajaron independientemente uno del otro, su coeficiente de variabilidad fue de 7,611 % .

**Tabla 5**

*Prueba de significación de Tukey de volumen de raíz para el factor A ecotipos*

OM	Ecotipos	Promedio	Significación $\alpha$ $\alpha 0,05$
1	Mejorado de Tarata	5,14	a
2	Nigra	4,54	b
3	Oreja de elefante	4,09	c

La tabla 5 de la prueba de Tukey para volumen de la raíz, señala que el ecotipo mejorado de Tarata y Nigra perlita y lograron los mayores promedios con 5,14 cm<sup>3</sup> y 4,54 cm superando estadísticamente al ecotipo oreja de elefante que obtuvo 4,09 cm<sup>3</sup> respectivamente

**Tabla 6**

*Prueba de significación de Tukey de volumen de raíz para el factor B sustrato*

OM	Sustratos	Promedio	Significación $\alpha$ $\alpha 0,05$
1	Perlita	5,88	a
2	Turba	4,97	b
3	Humus	3,98	c
4	Compost	3,52	d

La tabla 6 de a prueba de Tukey de volumen de la raíz, señala que los sustratos perlita y turba lograron los mayores promedios con 5,88

cm<sup>3</sup> y 4,97 cm<sup>3</sup> en el tercer lugar se ubicó humus con 3, cm<sup>3</sup> superando estadísticamente al compost que obtuvo 3,52 cm<sup>3</sup> respectivamente

### 3.3 Número de raíces por estaca

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para número de raíces por estaca*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F α		
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	5 577,229	507,021	84,027	2,075	2,803	**
Ecotipos	2	193,292	96,646	16,015	3,260	5,250	**
Sustratos	3	5 198,896	1 732,965	287,166	2,860	4,380	**
Interacción	6	185,041	30,840	5,110	2,360	3,350	**
Error	36	217,250	6,034				
Total	47	5 794,479					

C.V 14,258 %

La tabla 7 del análisis de varianza para el número de raíces por estaca, se halló alta significación estadística para tratamientos, lo mismo se evidencio para el factor ecotipos es decir que difieren en sus promedios. Para el factor B Sustratos se halló alta significación estadística deducimos que una de los sustratos causó mayor efecto sobre la variable de estudio, en el caso de interacción AXB hubo alta significación estadística por lo tanto ambos factores actuaron dependientemente, el coeficiente de variabilidad fue de 14,258 % .

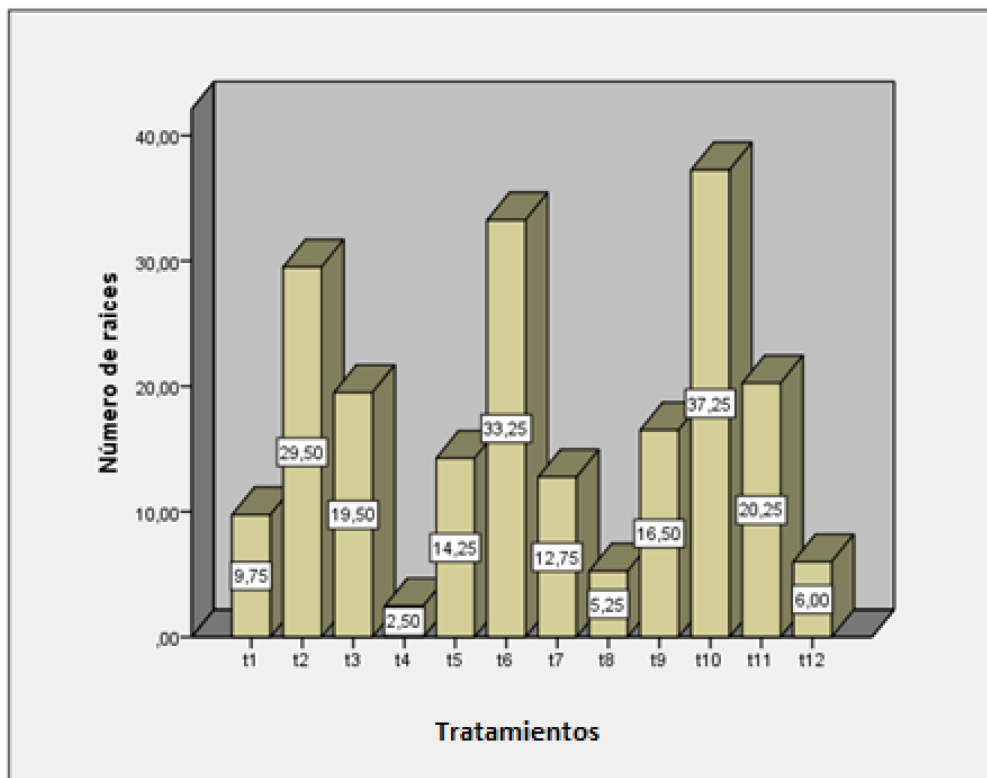
**Tabla 8***Prueba de significación de Tukey de número de raíces*

OM	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha$ 0,05
1	T <sub>10</sub> a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita	37,25	a
2	T <sub>6</sub> a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> Nigra comun + Perlita	33,25	ab
3	T <sub>2</sub> a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita	29,50	b
4	T <sub>11</sub> a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> Mejorado Tarateño + Turba	20,25	c
5	T <sub>3</sub> a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba	19,50	c
6	T <sub>9</sub> a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus	16,50	cd
7	T <sub>5</sub> a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> Nigra comun + Humus	14,25	cde
8	T <sub>7</sub> a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> Nigra comun.+ turba	12,75	de
9	T <sub>1</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> Oreja de elefante + humus	9,75	ef
10	T <sub>12</sub> a <sub>3</sub> b <sub>4</sub> Mejorado Tarateño + .Compost	6,0	fg
11	T <sub>8</sub> a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> Nigra comun + Compost	5,25	fg
12	T <sub>4</sub> a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost	2,50	g

La tabla 8 de la prueba de significación de Tukey para número de raíces, señala que los tratamientos T<sub>10</sub> y T<sub>6</sub> obtuvieron los mayores promedios con 37,25 y 33,25, y los tratamientos de menor número de raíces fueron el T<sub>8</sub> y T<sub>4</sub> con 5,25 y 2,50 respectivamente. Los resultados obtenidos en la evaluación del número de raíces en esquejes orégano permite deducir que los sustratos perlita y turba, presentan características de buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y libres de agentes contaminantes (Hartmann y Kester, 1990), por lo que se obtuvieron los mejores resultados en el número de raíces.

**Figura 3**

*Número de raíces*



**Leyenda**

T<sub>10</sub> a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita

T<sub>5</sub> a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> Nigra comun + Humus

T<sub>2</sub> a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita

T<sub>9</sub> a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus

T<sub>6</sub> a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> Nigra comun + Perlita

T<sub>11</sub> a<sub>3</sub>b<sub>3</sub> Mejorado Tarateño + Turba

T<sub>1</sub> a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> Oreja de elefante + humus

T<sub>3</sub> a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba

T<sub>7</sub> a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> Nigra comun.+ turba

T<sub>4</sub> a<sub>1</sub>b<sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost

T<sub>8</sub> a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> Nigra comun + Compost

T<sub>12</sub> a<sub>3</sub>b<sub>4</sub> Mejorado Tarateño + .Compost

### 3.4 Longitud de raíces

**Tabla 9**

*Análisis de varianza de longitud de raíces*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F α	0,05	0,01	
Tratamientos	11	38 492,66	3 499,333	67,151	2,075	2,803	**	
Ecotipos	2	1 006,289	503,1445	9,655	3,260	5,250	**	
Sustratos	3	36 132,66	12 044,221	231,126	2,860	4,380	**	
Interacción	6	1 353,711	225,619	4,329	2,360	3,350	**	
Error	36	1 876,00	52,1111					
Total	47	40 368,66						

C.V 16,101 %

La tabla 9 del análisis de varianza para la longitud de raíces, se halló alta significación estadística para tratamientos, lo mismo se evidencio para el factor ecotipos es decir que difieren en sus promedios. Para el factor sustratos se halló alta significación estadística deducimos que una de los sustratos causo mayor efecto sobre la variable de estudio, en el caso de interacción AXB hubo alta significación estadística por lo tanto

ambos factores actuaron dependientemente. el coeficiente de variabilidad fue de 16,101 % es aceptable para el ensayo.

**Tabla 10**

*Prueba de significación de Tukey de longitud de raíz*

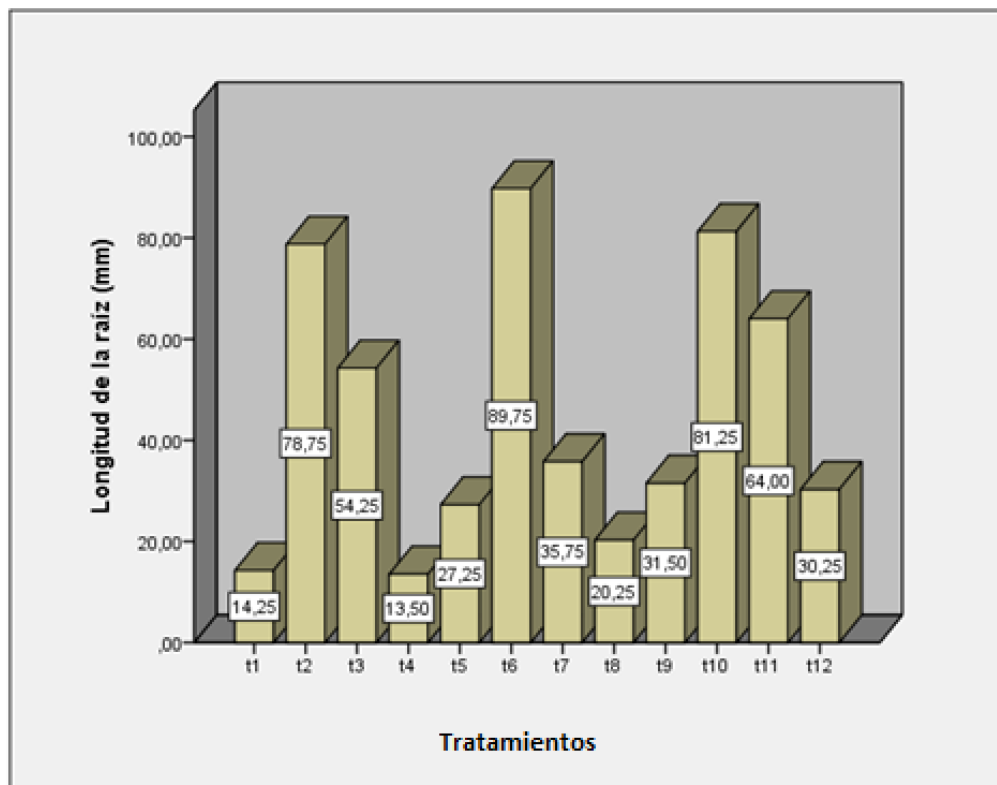
OM	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha$ 0,05
1	T <sub>6</sub> a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> Nigra comun + Perlita	89,75	a
2	T <sub>10</sub> a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita	81,25	ab
3	T <sub>2</sub> a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita	78,75	ab
4	T <sub>11</sub> a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> Mejorado Tarateño + Turba	64,00	abc
5	T <sub>3</sub> a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba	54,25	bcd
6	T <sub>7</sub> a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> Nigra comun.+ turba	35,75	cde
7	T <sub>9</sub> a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus	31,50	cde
8	T <sub>12</sub> a <sub>3</sub> b <sub>4</sub> Mejorado Tarateño + .Compost	30,25	cde
9	T <sub>5</sub> a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> Nigra comun + Humus	27,25	de
10	T <sub>8</sub> a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> Nigra comun + Compost	20,25	de
11	T <sub>1</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> Oreja de elefante + humus	14,25	e
12	T <sub>4</sub> a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost	13,50	e

Según la tabla 10 de la prueba de significación de Tukey de longitud de las raíces, señala que los tratamientos T<sub>6</sub>, y T<sub>10</sub>, obtuvieron los mayores promedios con 89,75 y 81,25 mm respectivamente, los tratamientos de menor porcentaje de germinación fueron el T<sub>1</sub> y T<sub>4</sub> con 14,25 y 13,50 respectivamente. La variable longitud de raíces fue influenciada por perlita y turba manifestando los mejores resultados; esto pudo deberse por el medio de enraizamiento o sustrato y el uso de reguladores del crecimiento, además indica que las auxinas estimulan la expansión celular; así como la división celular, y frecuentemente fomentan

el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces (Hartmann y Kester, 1990).

#### Figura 4

*Longitud de la raíz*



#### Leyenda

T<sub>10</sub> a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita

T<sub>5</sub> a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> Nigra comun + Humus

T<sub>2</sub> a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita

T<sub>9</sub> a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus

T<sub>6</sub> a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> Nigra comun + Perlita

T<sub>11</sub> a<sub>3</sub>b<sub>3</sub> Mejorado Tarateño + Turba

T<sub>1</sub> a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> Oreja de elefante + humus

T<sub>3</sub> a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba

T<sub>7</sub> a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> Nigra comun.+ turba

T<sub>4</sub> a<sub>1</sub>b<sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost

T<sub>8</sub> a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> Nigra comun + Compost

T<sub>12</sub> a<sub>3</sub>b<sub>4</sub> Mejorado Tarateño + .Compost

### 3.5 Porcentajes de brotes

**Tabla 11**

*Análisis de varianza de porcentajes brotes*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F α	0,05	0,01
Tratamientos	11	48 075,410	4 370,492	193,170	2,075	2,803	**
Ecotipos	2	1 155,039	577,519	25,525	3,260	5,250	**
Sustratos	3	45 956,250	15 318,75	677,072	2,860	4,380	**
Interacción	6	964,128	160,688	7,102	2,360	3,350	**
Error	36	814,500	22,625				
Total	47	48 889,210					

C.V 9,970%

La tabla 11 del análisis de varianza para el porcentaje de brotes, se halló alta significación estadística para tratamientos, lo mismo se evidencio para el factor ecotipos es decir que difieren en sus promedios. Para el factor sustratos se halló alta significación estadística deducimos

que una de los sustratos causo mayor efecto sobre la variable de estudio, en el caso de interacción AXB hubo alta significación estadística por lo tanto ambos factores actuaron dependientemente. El coeficiente de variabilidad fue de 9,970 % es aceptable para el ensayo.

**Tabla 12**

*Prueba de significación de Tukey de porcentaje de brotes*

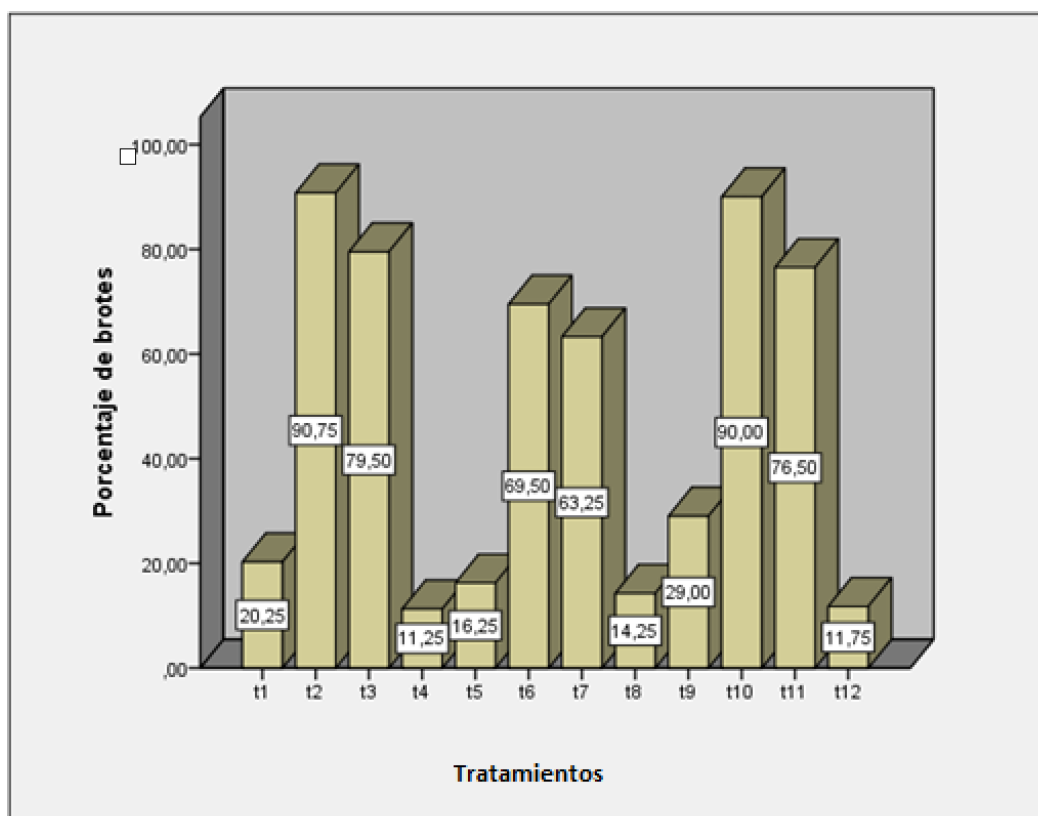
OM	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha$ $\alpha$ 0,05
1	T <sub>2</sub> a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita	90,75	a
2	T <sub>10</sub> a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita	90,00	a
3	T <sub>3</sub> a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba	79,50	ab
4	T <sub>11</sub> a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> Mejorado Tarateño + Turba	76,50	b
5	T <sub>6</sub> a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> Nigra comun + Perlita	69,50	bc
6	T <sub>7</sub> a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> Nigra comun.+ turba	63,25	c
7	T <sub>9</sub> a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus	29,00	d
8	T <sub>1</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> Oreja de elefante + humus	20,25	de
9	T <sub>5</sub> a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> Nigra comun + Humus	16,25	e
10	T <sub>8</sub> a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> Nigra comun + Compost	14,25	e
11	T <sub>12</sub> a <sub>3</sub> b <sub>4</sub> Mejorado Tarateño + .Compost	11,75	e
12	T <sub>4</sub> a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost	11,25	e

Según la tabla 12 de la prueba de Tukey de porcentaje de brotes, señala que los tratamientos T<sub>2</sub>, y T<sub>10</sub>, obtuvieron los mayores promedios con 90,75% % y 90,00% mm respectivamente, los tratamientos de menor porcentaje de brotes fueron el T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> y T<sub>4</sub> con 14,25, 11,75 y 11,25% respectivamente. En tal sentido Cameron (1968) citado por Henríquez (2004), afirma que la iniciación de raíces y el crecimiento radicular son procesos morfogénicos separados y posiblemente cada uno requiere diferentes condiciones. Al respecto indicar que mientras el

esqueje no cuente con un sistema radicular eficiente no es deseable que presente una brotación muy abundante, ya que esto provocaría una inestabilidad entre fotosíntesis y transpiración y/o las sustancias nutricionales de las estaca las cuales son empleadas para la aparición de nuevos brotes y no de raíces, provocando la muerte posterior del esqueje.

**Figura 5**

*Porcentaje de brotes*



## Leyenda

T<sub>10</sub> a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita

T<sub>5</sub> a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> Nigra comun + Humus

T<sub>2</sub> a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita

T<sub>9</sub> a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus

T<sub>6</sub> a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> Nigra comun + Perlita

T<sub>11</sub> a<sub>3</sub>b<sub>3</sub> Mejorado Tarateño + Turba

T<sub>1</sub> a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> Oreja de elefante + humus

T<sub>3</sub> a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba

T<sub>7</sub> a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> Nigra comun.+ turba

T<sub>4</sub> a<sub>1</sub>b<sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost

T<sub>8</sub> a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> Nigra comun + Compost

T<sub>12</sub> a<sub>3</sub>b<sub>4</sub> Mejorado Tarateño + .Compost

### 3.6 Numero de brotes

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de número de brotes*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01		
Tratamientos	11	1 386,667	126,060	20,915	2,075	2,803	**
Ecotipos	2	10,791	5,395	0,895	3,260	5,250	ns
Sustratos	3	1 349,500	449,833	74,626	2,860	4,380	**
Interacción	6	26,375	4,395	0,729	2,360	3,350	ns
Error	36	217,000	6,0277				
Total	47	1 603,667					

C.V 19,511%

La tabla 13 del análisis de varianza para el número de brotes, se halló alta significación estadística para tratamientos, en el caso del factor ecotipos no se halló significación estadística. Para el factor sustratos se halló alta significación estadística inferimos que una de los sustratos causó mayor efecto sobre la variable de estudio, en el caso de interacción AXB no se halló significación estadística por lo tanto ambos factores actuaron independientemente. El coeficiente de variabilidad fue de 19,511 % .

**Tabla 14**

*Prueba de significación de Tukey de número de brotes para el factor B sustrato*

OM	Sustratos	Promedio	Significación $\alpha 0,05$
1	Perlita	19,5	a
2	Turba	13,8	b
3	Humus	13,2	b
4	Compost	4,5	c

La tabla 14 de la prueba de Tukey de número de brotes, señala que los sustratos perlita y turba lograron los mayores promedios con 19,50 y 13,80 el tercer lugar se ubicó humus con 13,20 superando estadísticamente al compost que obtuvo 4,50 brotes respectivamente. La eficacia del sustrato perlita ayudó a un mejor número de brotes por esquejes debido a que este sustrato por sus características físicas como drenaje y capacidad de campo regularon el exceso de agua, evitando así que la estaca sufra estrés por hipoxia de esta forma se favoreció a que los procesos fisiológicos se cumplan de forma óptima en presencia del oxígeno (Cuculiza, 1996). Se presentará una respuesta buena en el sustrato perlita probablemente se debe al tamaño de las partículas que facilitará un correcto desarrollo de las raíces adventicias de las estacas herbáceas en el ensayo .

### 3.7 Materia seca

**Tabla 15**

*Análisis de varianza de materia seca*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	F $\alpha$ 0,05 0,01		
Tratamientos	11	47 526,780	4 320,617	13,491	2,075	2,803	**
Ecotipos	2	2 010,188	1 005,094	3,138	3,260	5,250	ns
Sustratos	3	17 159,95	5 719,982	17,860	2,860	4,380	**
Interacción	6	28 356,65	4 726,108	14,757	2,360	3,350	**
Error	36	11 529,19	320,255				
Total	47	59 055,90					

C.V 17,777%

La tabla 15 del análisis de varianza para el porcentaje de materia seca, se halló alta significación estadística para tratamientos, lo contrario se evidencio para el factor ecotipos es decir que son similares en sus promedios. Para el factor sustratos se halló alta significación estadística deducimos que una de los sustratos causó mayor efecto sobre la variable de estudio, en el caso de interacción AXB hubo alta significación estadística por lo tanto ambos factores actuaron dependientemente el coeficiente de variabilidad fue de 17,777 % .

**Tabla 16**

*Prueba de significación de Tukey de materia seca para el factor B sustrato*

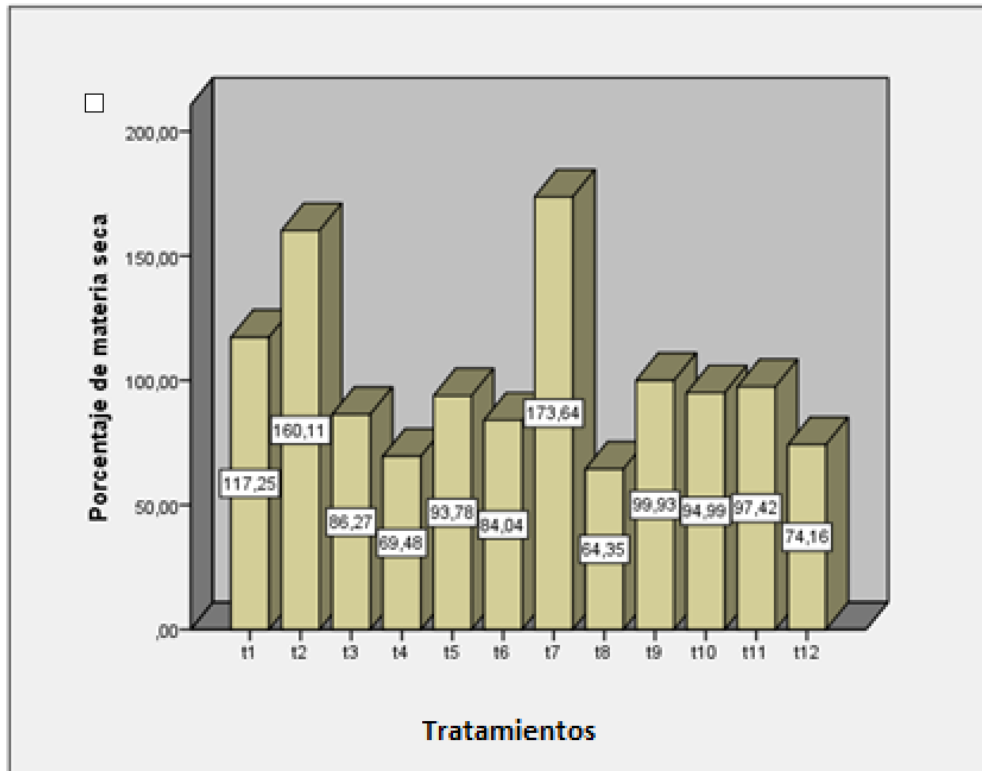
OM	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha$ 0,05
1	T <sub>7</sub> a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> Nigra comun.+ turba	173,64	a
2	T <sub>2</sub> a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita	160,11	ab
3	T <sub>1</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> Oreja de elefante +	117,25	bc
4	humus	99,93	cd
5	T <sub>9</sub> a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> Mejorado Tarateño +	97,42	cd
6	Humus	94,99	cd
7	T <sub>11</sub> a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> Mejorado Tarateño +	93,78	cd
8	Turba	86,27	cd
9	T <sub>10</sub> a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> Mejorado Tarateño +	84,04	cd
10	Perlita	74,16	cd
11	T <sub>5</sub> a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> Nigra comun + Humus	69,48	d
12	T <sub>3</sub> a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba	64,35	d
	T <sub>6</sub> a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> Nigra comun + Perlita		
	T <sub>12</sub> a <sub>3</sub> b <sub>4</sub> Mejorado Tarateño +		
	Compost		
	T <sub>4</sub> a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> Oreja de elefante +		
	Compost		
	T <sub>8</sub> a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> Nigra comun + Compost		

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 16 de la prueba de Tukey de materia seca, señala que los tratamientos T<sub>7</sub>, y T<sub>2</sub>, obtuvieron los mayores promedios con 173,64 %; 160,1 y 117,25 % respectivamente, los tratamientos de menor porcentaje de brotes fueron el T<sub>4</sub> y T<sub>8</sub> con 69,48 y 64,35 respectivamente.

**Figura 6**

*Porcentaje de materia seca*



**Leyenda**

T<sub>10</sub> a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> Mejorado Tarateño + Perlita

T<sub>5</sub> a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> Nigra comun + Humus

T<sub>2</sub> a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> Oreja de elefante + Perlita

T<sub>9</sub> a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> Mejorado Tarateño + Humus

T<sub>6</sub> a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> Nigra comun + Perlita

T<sub>11</sub> a<sub>3</sub>b<sub>3</sub> Mejorado Tarateño + Turba

T<sub>1</sub> a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> Oreja de elefante + humus

T<sub>3</sub> a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> Oreja de elefante + Turba

T<sub>7</sub> a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> Nigra comun.+ turba

T<sub>4</sub> a<sub>1</sub>b<sub>4</sub> Oreja de elefante + Compost

T<sub>8</sub> a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> Nigra comun + Compost

T<sub>12</sub> a<sub>3</sub>b<sub>4</sub> Mejorado Tarateño + .Compost

Pérez (2011) refiere que el sustrato es uno de los factores de mayor relevancia en la producción de plantines, porque básicamente se encarga de proveer el soporte, la aireación, el agua, y en algunos casos la nutrición del sistema radical de las plantas. Se evidencia en los últimos años ha despertado el interés de los productores por emplear estos sustratos alternativos a los usados hasta hoy, en caso del humus de lombriz siempre se presenta como una clara opción, el referido autor en su investigación procedido a evaluar cinco mezclas de sustratos, las cuales tenían humus de lombriz, turba y perlita, más un testigo (70% turba y 30% perlita) en cultivo de repollo. En este caso para ambas especies, al momento del transplante pudo observar un mayor crecimiento de los plantines ocurridos con la mezcla que contenía un 70% de humus de lombriz que como componente de sustratos tiene efecto positivo sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas corroborando con lo obtenido en la presente investigación, donde destaco el humus. Es así, que la búsqueda de nuevas materias primas para la elaboración de sustratos, se ha orientado básicamente a materiales que se encuentren en grandes

volúmenes y en forma natural, lo cual ha favorecido el aprovechamiento de elementos muy diversos, que hasta fechas recientes eran considerados como residuos no deseables (Messerer, 1998). Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por Moreno et al. (2005), que destacaron que el humus de lombriz favorece el desarrollo de cultivos en el caso de invernadero cuando lo utilizan como sustrato. Asimismo corroboran con los resultados de Salvador y Minami (2008), que evaluaron distintos sustratos, a base de humus de lombriz, en gloxinia (*Sinningia speciosa*). Quienes establecieron que al momento de cosecha que plantas con sustratos a base de humus de lombriz, presentaron entre un 20 y un 30% mayor volumen de raíces que las plantas donde se usaron un sustrato control. Este mayor crecimiento expresado a través de un mayor volumen de raíces puede ser explicado, según Brown (1995), ya que el humus de lombriz contiene una población microbiana que afecta directamente el desarrollo de las plantas, al producir sustancias que actúan como reguladores de hormonas del crecimiento vegetal.

Estos resultados indican que la formación de raíces quizás se vio regulada por factores ambientales (temperatura, luz, agua, tipo de sustrato) y de tipo hormonal (auxinas) (Pop et al., 2011). Varias investigaciones realizadas coinciden en que el tipo de sustrato utilizado para la propagación de esquejes favorece el crecimiento y desarrollo de las

raíces, obteniendo los mejores efectos empleando turba esto se debió a sus componentes y estructura, las cuales aportan un alto contenido nutrientes, porosidad y aireación al medio lo cual facilito la penetración de las raíces al sustrato, reteniendo la humedad, que facilita la síntesis de fotoasimilados que se reflejó en el incremento en el peso seco del tallo como de las raíces de forma adecuada.

## **CONCLUSIONES**

1. El sustrato perlita fue de mayor efecto sobre las variables con un porcentaje de prendimiento de 90,50%.
2. El ecotipo de mejor respuesta a la aplicación de sustrato fue el mejorado tarateño en la variable porcentaje prendimiento con 90,50%.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar los sustratos perlita y humus que fueron los de mayor efecto sobre los ecotipos

Se recomienda utilizar los ecotipos mejorado tarateño y Nigra en otras localidades

Repetir el ensayo con otros ecotipos de la zona alta de Tacna

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. (1999). *Los Sustratos Hortícolas. In: II Congreso Nacional de Fertirrigación. Almería, 18 - 20 septiembre.* Fundación para la Investigación Agraria en la provincia de Almería, pp 1 – 15.
- Ansorena, J. (1994) *Propiedades y caracterización de los sustratos.* Madrid, Mundi-Prensa. 172p.
- Bunt, A. (1988). *Media and mixes for container-grown plants. 2nd. ed.* London, Unwin Hyman. 309p
- Bures, S. (1993). *Congreso internacional de sustratos.* Horticultura. 86 : 30 - 39
- Brown, G.G. (1995). *How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity?. Plant and Soil* 170: 209-231.
- Cáceres L. (1980): *Manejo técnico del cultivo de orégano.* Lima Perú
- Calderón, F. (2006). *La cascarilla de arroz caolinizada, Una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos*

Cabrera, R. (1995). Influencia del tamaño inicial de partículas en el proceso de compostaje aeróbico de corteza de *Pinus radiata* D. Don. Memoria de título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. Concepción, Chile.

Castillo Lizana, D.M. (2021). Propagación vegetativa de *cleistocactus tenuiserpens* rauh y backeb. proveniente del bosque tropical estacionalmente seco de Jaén, Cajamarca. [Tesis Ing. Universidad Nacional De Cajamarca].  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4227>

Cid, M. (1993). *Materiales utilizados en la elaboración de sustratos*. Agrícola Vergel 141 (12): 492 - 501.

Cuculiza, P. (1996). *Propagación de plantas*. Lima – Perú, Villanueva s.a. p.289

Chambe, E. (2008) Introducción al sistema de cultivo in vitro y micro propagación de cinco ecotipos de orégano (*Origanum vulgare* L.) en condiciones de laboratorio. Tesis Ing Agronomo UNJBG 144 pp.

Gomez, J. (2015) Sustratos y nutrición para la producción de orégano en vivero. Colegio de Postgraduados Montecillo, Mexico 116 pp.

Haro, L. (2018), en su investigación titulada “Evaluación de cinco tipos de sustratos para el enraizamiento de orégano (*Origanum vulgare* L.), en el Sector Bellavista Bajo, Parroquia San Antonio, Provincia de Imbabura” Universidad Técnica de Babahoyo tesis Ing. agrónomo 55 pp.

Hartmann, T. Kester, E. (1998). *Propagación de plantas*. Cia. Editorial Continental, S.A. México. 760 p

Henriquez, E. (2004). Evaluación de tres factores de enraizamiento en Morera (*Morus alba*). Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile. Facultad de ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 77 p. [En línea]. Cybertesis.

Hartmann, H. y D. Kester. ( 1990).. *Propagación de plantas, Principios y prácticas*. 760p. Prentice Hall Carrer & Techology. New Jersey, USA

Howard, E. (1973). *Factors affecting the rooting response of plants to growth regulators application*. Acta. Horticulturae. 34: 93 -106

Llorens, J. (1992). Cultivo sin sustratos. Horticultura 75:86-87.

Marca, C, (2021) Efecto de fitohormona enraizante y abono foliar orgánico sobre la producción del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) en la región agroecológica del Cip Camacani – Puno. UNAP tesis Ing. Agrónomo 117 pp.

Martínez D. (1993). Guía para el aprovechamiento del orégano *Lippia Berlingieri* para su aprovechamiento en el norte de Jalisco. Folleto técnico. No.2.INIFAR. SAGAR. Guadalajara Jalisco. Pp. 16.

Martínez, R. Villa M., Catalan E., y Inzunza M. (2017) Producción de plántula de orégano (*Lippia graveolens Kunth*) por semilla en vivero para trasplante Rev. Chapingo ser. cienc. for. ambient vol.23 no.1 Chapingo ene./abr. 2017

Messerer, D. ( 1998).. *Sustratos alternativos en la propagación de palto (Persea americana)*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 61 p.

Miranda (2016), Evaluación del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) propagado por esquejes bajo diferentes dosis del enraizador root - hor y tiempos en la localidad de Ventilla - La Paz Universidad Mayor de San Andrés tesis Ing. Agrónomo 158 pp.

- Mora, L. (1999) (*Sustratos para cultivo sin suelo o hidroponía*. San José, CR. Congreso Nacional de Suelos. p. 95-100
- Moreno, A., M.T. Valdés y T. Zarate. 2005. *Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero*. Agricultura Técnica (Chile) 65(1): 26-34.
- Ojanama (2022) Dosis de gallinaza y su influencia en los componentes agronómicos y rendimiento de *Origanum vulgare* L., orégano hoja ancha, en Zungarococha - Loreto. 2022". Universisnas Nacional de la Amazonia Tesis Ing. Agrónomo 117 pp
- Pastor, J. ( 1999) *Utilización de sustratos en viveros*
- Pérez A. (2011) *humus de lombriz como materia prima en la elaboración de sustratos para la producción de plantines de hortalizas*
- Pizano, M. (2000). *Clavel*. Bogotá, CO. Hortitecnia. p. 181
- Pop, T.I., Pamfil D., Bellini C. (2011) *Auxin control in the formation of adventitious roots. not bot hort agrobot cluj*, 39(1):307-316 p
- Salvador, E.D. and K. Minami. ( 2008).. *Evaluation of different substrates on gloxinia (Sinningia speciosa Lood. Hiern.) growth*. Acta Horticulturae 779: 555-56

Schrader, W. (2003). El uso de almácigos en la producción de hortalizas.  
University of California Division of Agricultural and Natural  
Resources

Tesauro (2013) de la Biblioteca Agrícola Nacional de los Estados Unidos

Tiscornia, R. (1974). El césped, en jardines, parques y campos de  
deportes, siembra y cuidados. Albatros. Buenos Aires.

Ullé, J. 2000. ). *Lechugas, calidad y cantidad*

Valenzuela y Gallardo, (2003) *Un insumo clave en los sistemas de  
producción de plantines: Sustratos Hortícolas.*

Vivanco, J. (2009). *Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y  
Enraizador Universal en la propagación asexual de Hypericum  
(hipericum ssp).* (en línea). Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC. Escuela  
Politécnica de Chimborazo. 135p

Weaver, R. (1976) *Reguladores del crecimiento de las plantas en la  
agricultura.* Editorial Trillas, México. 622 Págs

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Porcentaje de esquejes enraizados (%)

	R1	R2	R3	R3
<b>T<sub>1</sub></b>	85	75	65	55
<b>T<sub>2</sub></b>	80	92	83	93
<b>T<sub>3</sub></b>	76	63	75	59
<b>T<sub>4</sub></b>	65	50	45	50
<b>T<sub>5</sub></b>	85	90	95	85
<b>T<sub>6</sub></b>	83	80	69	65
<b>T<sub>7</sub></b>	65	69	62	64
<b>T<sub>8</sub></b>	45	40	45	50
<b>T<sub>9</sub></b>	98	80	85	80
<b>T<sub>10</sub></b>	98	88	94	90
<b>T<sub>11</sub></b>	69	72	80	72
<b>T<sub>12</sub></b>	45	40	45	40

**Anexo 2.** Volumen de raíz

	I	II	III	IV
<b>T<sub>1</sub></b>	3,5	3,7	3,8	3,5
<b>T<sub>2</sub></b>	5,4	4,9	5,5	5,1
<b>T<sub>3</sub></b>	4,7	4,0	4,5	4,0
<b>T<sub>4</sub></b>	3,2	2,9	3,2	3,6
<b>T<sub>5</sub></b>	3,7	3,9	4,0	4,2
<b>T<sub>6</sub></b>	5,7	5,8	5,9	5,9
<b>T<sub>7</sub></b>	3,9	4,5	5,7	5,8
<b>T<sub>8</sub></b>	3,5	3,2	3,3	3,6
<b>T<sub>9</sub></b>	4,0	4,5	4,7	4,3
<b>T<sub>10</sub></b>	6,5	6,8	6,4	6,7
<b>T<sub>11</sub></b>	5,4	5,9	5,5	5,8
<b>T<sub>12</sub></b>	4,0	4,1	3,9	3,7

**Anexo 3.** Numero de raíces por estacas

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	10	6	10	13
<b>T<sub>2</sub></b>	30	28	25	35
<b>T<sub>3</sub></b>	15	19	24	20
<b>T<sub>4</sub></b>	3	4	2	1
<b>T<sub>5</sub></b>	16	12	14	15
<b>T<sub>6</sub></b>	35	34	36	28
<b>T<sub>7</sub></b>	14	11	12	14
<b>T<sub>8</sub></b>	5	6	6	4
<b>T<sub>9</sub></b>	15	18	17	16
<b>T<sub>10</sub></b>	36	38	35	40
<b>T<sub>11</sub></b>	23	21	18	19
<b>T<sub>12</sub></b>	7	5	6	6

**Anexo 4.** Longitud de raíces (mm)

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	14	12	15	16
<b>T<sub>2</sub></b>	92	68	75	80
<b>T<sub>3</sub></b>	67	50	55	45
<b>T<sub>4</sub></b>	14	15	13	12
<b>T<sub>5</sub></b>	36	24	20	29
<b>T<sub>6</sub></b>	95	92	78	94
<b>T<sub>7</sub></b>	32	35	39	37
<b>T<sub>8</sub></b>	18	20	21	22
<b>T<sub>9</sub></b>	24	25	32	45
<b>T<sub>10</sub></b>	111	85	93	99
<b>T<sub>11</sub></b>	41	63	53	55
<b>T<sub>12</sub></b>	21	26	25	19

**Anexo 5. Porcentaje de brotes (%)**

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	20	23	21	18
<b>T<sub>2</sub></b>	86	90	88	99
<b>T<sub>3</sub></b>	78	75	77	88
<b>T<sub>4</sub></b>	10	11	14	10
<b>T<sub>5</sub></b>	18	15	12	20
<b>T<sub>6</sub></b>	77	75	66	60
<b>T<sub>7</sub></b>	55	60	66	72
<b>T<sub>8</sub></b>	15	13	20	9
<b>T<sub>9</sub></b>	23	30	28	35
<b>T<sub>10</sub></b>	89	90	93	88
<b>T<sub>11</sub></b>	78	75	73	80
<b>T<sub>12</sub></b>	10	13	15	9

**Anexo 6. Numero de brotes**

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	14	15	14	12
<b>T<sub>2</sub></b>	18	20	18	17
<b>T<sub>3</sub></b>	15	14	13	10
<b>T<sub>4</sub></b>	4	5	4	4
<b>T<sub>5</sub></b>	12	15	8	13
<b>T<sub>6</sub></b>	26	13	20	20
<b>T<sub>7</sub></b>	12	12	8	14
<b>T<sub>8</sub></b>	5	6	5	5
<b>T<sub>9</sub></b>	14	15	14	12
<b>T<sub>10</sub></b>	21	16	23	22
<b>T<sub>11</sub></b>	14	18	16	10
<b>T<sub>12</sub></b>	4	5	5	4

**Anexo 7. Materia seca**

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	125.47	96.14	106.39	141
<b>T<sub>2</sub></b>	138.77	209.14	175.02	117.54
<b>T<sub>3</sub></b>	77.9	87.24	91.51	88.45
<b>T<sub>4</sub></b>	65,45	77,28	68,95	66,25
<b>T<sub>5</sub></b>	82.78	87.45	98.67	106.23
<b>T<sub>6</sub></b>	77.27	87.8	92.65	78.43
<b>T<sub>7</sub></b>	184.66	125.52	196.95	188.12
<b>T<sub>8</sub></b>	62,25	62,45	63,74	68,95
<b>T<sub>9</sub></b>	85.44	104.27	113.89	96.12
<b>T<sub>10</sub></b>	111.7	74.01	89.17	105.09
<b>T<sub>11</sub></b>	89.17	106.74	88.33	105.44
<b>T<sub>12</sub></b>	77,45	80,15	63,52	75,52