

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE



TRABAJO DE TESIS

**EVALUACIÓN DE CUATRO ESPECIES MEDICINALES EN DOS
SUSTRATOS INERTES BAJO LA TÉCNICA HIDROPÓNICA EN
LA COMUNIDAD DE PACORA, SAN FRANCISCO LIBRE.**

AUTOR: Br. FRANKLIN DONALD JOSÉ SÁNCHEZ RIZO

ASESOR: MSc. LUVY VILLALOBOS RUEDA

**MANAGUA; NICARAGUA
FEBRERO 2006.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE



TRABAJO DE TESIS

**EVALUACIÓN DE CUATRO ESPECIES MEDICINALES EN DOS
SUSTRATOS INERTES BAJO LA TÉCNICA HIDROPÓNICA EN
LA COMUNIDAD DE PACORA, SAN FRANCISCO LIBRE.**

AUTOR: Br. FRANKLIN DONALD JOSÉ SÁNCHEZ RIZO

ASESOR: MSc. LUVY VILLALOBOS RUEDA

**MANAGUA; NICARAGUA
FEBRERO 2006.**

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|----------|
| INDICE GENERAL | i |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| DEDICATORIA | v |
| ÍNDICE DE FOTOS | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vi |
| ÍNDICE GRAFICOS | vi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | vii |
| RESUMEN | viii |
| SUMMARY | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 OBJETIVOS | 3 |
| 1.1.1 Objetivo General | |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | |
| 2.1 Hidroponía | 4 |
| 2.1.2 Concepto | 4 |
| 2.1.2 Soluciones nutritivas | 4 |
| 2.1.3 Fuente de agua | 5 |
| 2.1.4 Condiciones fitosanitarias | 6 |
| 2.1.5 Sustratos o medios de cultivos | 6 |
| 2.1.5.1 Sustratos de origen orgánicos | 7 |
| 2.1.5.2 Sustratos de origen inorgánicos | 8 |
| 2.1.5.3 Mezclas de sustratos | 8 |
| 2.1.6 Técnica de flujo de nutrientes (NFT) | 8 |
| 2.1.6.1 Ventajas de los sistemas NFT | 9 |
| 2.1.6.2 Cultivo de plantas medicinales aromáticas en los sistemas NFT | 9 |
| 2.2 Descripción de las cuatro especies medicinales | 10 |
| 2.2.1 Orégano <i>Coleus amboinicus</i> (Lour) | 10 |
| 2.2.1.1 Descripción botánica | 10 |
| 2.2.1.2 Suelo y Clima | 10 |
| 2.2.1.3 Propagación y prácticas culturales | 10 |
| 2.2.1.4 Fitosanidad | 11 |

| | |
|---|----|
| 2.2.1.5 Manejo de post-cosecha | 11 |
| 2.2.1.6 Usos | 11 |
| 2.2.2 Altamisa <i>Ambrosia cumanenses</i> (Kunth) | 11 |
| 2.2.2.1 Descripción botánica | 11 |
| 2.2.2.2 Suelo y clima | 12 |
| 2.2.2.3 Propagación y prácticas culturales | 12 |
| 2.2.2.4 Manejo de cosecha post-cosecha | 12 |
| 2.2.2.5 Usos | 12 |
| 2.2.3 Hoja del aire <i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam) Pers | 12 |
| 2.2.3.1 Descripción botánica | 12 |
| 2.2.3.2 Suelo y Clima | 13 |
| 2.2.3.3 Propagación | 13 |
| 2.2.3.4 Usos | 13 |
| 2.2.4 Vitamo <i>Pedilanthus tithymaloides</i> (L) Poit | 13 |
| 2.2.4.1 Descripción botánica | 13 |
| 2.2.4.2 Suelo y Clima | 13 |
| 2.2.4.3 Propagación y prácticas culturales | 14 |
| 2.2.4.4 Usos | 14 |
| 2.3 Crecimiento | 14 |
| 2.3.1 Elementos necesarios para el crecimiento de las plantas | 15 |
| a. Nitrógeno | 15 |
| b. Fósforo | 15 |
| c. Potasio | 15 |
| 2.3.1.2 Elementos secundarios | 16 |
| a. Calcio | 16 |
| b. Magnesio | 16 |
| c. Azufre | 16 |
| 2.3.1.3 Elementos menores o micro nutrientes | 17 |
| 2.3.2 Influencia del pH en el crecimiento de las plantas | 17 |
| 2.3.3 Factores biológicos | 18 |
| III.- DISEÑO METODOLOGICO | |
| 3.1 Localización del área de estudio | 20 |
| 3.2 Tratamientos Evaluados | 21 |
| 3.3 Variables Evaluadas | 23 |
| 3.3.1 Crecimiento | 23 |
| 3.3.2 Peso seco | 23 |
| 3.4 Proceso Metodológico | 23 |
| 3.4.1 Primera Fase | 23 |
| 3.4.2 Segunda Fase | 24 |
| 3.4.3 Tercera Fase | 27 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| 4.1 Orégano <i>Coleus amboinicus</i> (Lour) | 28 |
| 4.1.1 Altura (cm) | 28 |
| 4.1.2 Peso seco (g) | 29 |
| 4.2 Altamisa <i>Ambrosia cumanenses</i> (Kunth) | 30 |
| 4.2.1 Altura (cm) | 30 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.2.2 | Peso seco (g) | 32 |
| 4.3 | Hoja del aire <i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam) Pers | 33 |
| 4.3.1 | Altura (cm) | 33 |
| 4.3.2 | Peso seco (g) | 34 |
| 4.4 | Vitamo <i>Pedilanthus tithymaloides</i> (L) Poit | 35 |
| 4.4.1 | Altura (cm) | 35 |
| 4.4.2 | Peso seco (g) | 36 |
| 4.5 | Aprendizaje de la técnica hidropónica por parte de los productores | 38 |
| V. | CONCLUSIONES | 39 |
| 5.2 | RECOMENDACIONES | 40 |
| VI. | BIBLIOGRAFÍA | 41 |
| .- | ANEXOS | |

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a DIOS creador de los cielos y la tierra, por darme vida e inteligencia para poder culminar mis estudios con éxito.

A mis padres Donald A. Sánchez Martínez y Paula Rizo Castro, por darme todo su apoyo y cariño.

A mi papito Lic. Julio C. Sánchez Fuentes por darme su apoyo incondicional en todos mis estudios. A mi mamitas Olivia del C. Martínez y Victoria Rizo.

A todos mis tíos por darme su apoyo dándome ánimos de seguir adelante y ser un hombre triunfador.

A todos mis maestros por brindarme sus conocimientos, en especial a la MSc. Luvy Villalobos, por darme tiempo y la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

Al proyecto UNA-FUNICA-PACORA, por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo de investigación.

Franklin Donald José Sánchez Rizo.

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis esta dedicado con mucho amor y cariño a mis hermanos, Milton, Israel y Frineé Sánchez Rizo y Flor de Líz Sánchez Gradíz.

A todos aquellos familiares que hoy no pueden estar conmigo, y también a aquellos que tampoco pude conocer en vida.

A mi novia Arlen C. Palma. Y mis compañeros de clases con quién tuvimos momentos alegres, momentos que no volverán más y que quedaron grabados en mi memoria.

Franklin Donald José Sánchez Rizo.

Índice de Fotos

| Fotos | | Pág. |
|-------|--|------|
| 1 | Almácigo en donde se pusieron a germinaron los esquejes de las especies, Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 24 |
| 2 | Estructura en forma de A, Pacora San Francisco Libre. Managua, 2004. | 25 |
| 3 | Conexiones de las mangueras de desagüe, Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 26 |

Índice de Figuras

| | Pág. |
|--|------|
| Mapa de la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. | 20 |

Índice de Gráficos

| Gráfico | | Pág. |
|---------|--|------|
| 1 | Efecto de la variable altura para la especie orégano en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 27 |
| 2 | Efecto del peso seco para la especie orégano en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 28 |
| 3 | Efecto de la variable altura para la especie altamisa en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 30 |
| 4 | Efecto del peso seco para la especie altamisa en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 31 |
| 5 | Efecto de la variable altura para la especie hoja del aire en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 32 |
| 6 | Efecto del peso seco para la especie hoja del aire en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 33 |
| 7 | Efecto de la variable altura para la especie vitamo en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 35 |
| 8 | Efecto del peso seco para la especie vitamo en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004. | 36 |

Índice de anexos

Anexo

- 1 Estructura en **A** que sirvió de soporte a los contenedores de las mezclas de la técnica hidropónica.
- 2 Almacigo en donde se pusieron a germinar los esquejes de las especies en estudio.
- 3 Desnivel del 2% de los canales de PVC, para evitar un encharcamiento
- 4 Mangueras usadas para el drenaje en el sistema hidropónico.
- 5 Plántulas en el tercer tratamiento, después de la primera medición.
- 6 Especies después de la cuarta medición, en el tratamiento 1.
- 7 Especies después de la cuarta medición en el tratamiento 2.
- 8 Especies después de su cuarta medición en el tratamiento 2 (en los canales) y tratamiento 3, en el suelo.
- 9 Tabla de campo (variable altura).
- 10 Tabla de campo (variable peso seco).
- 11 Resultado de la separación de medias por Tukey de la variable altura del orégano, Pacora, San Francisco Libre 2004
- 12 Resultado de la separación de medias por Tukey del peso seco del orégano, Pacora, San Francisco Libre 2004.
- 13 Resultado de la separación de medias por Tukey de la variable altura del altamisa, Pacora, San Francisco Libre 2004
- 14 Resultado de la separación de medias por Tukey del peso seco de la altamisa, Pacora, San Francisco Libre 2004.
- 15 Resultado de la separación de medias por Tukey de la variable altura de la hoja del aire, Pacora, San Francisco Libre 2004.
- 16 Resultado de la separación de medias por Tukey del peso seco de la hoja del aire, Pacora, San Francisco Libre 2004.
- 17 Resultado de la separación de medias por Tukey de la variable altura del vitamo, Pacora, San Francisco Libre 2004.
- 18 Resultado de la separación de medias por Tukey del peso seco del vitamo, Pacora, San Francisco Libre 2004.

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la finca “La curva” propiedad del señor Eulogio Díaz. Esta finca se encuentra ubicada en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre, Managua, Nicaragua.

El propósito del estudio fue determinar el crecimiento y peso seco de cuatro especies medicinales (Orégano, Altamisa, Hoja del aire y Vitamo), en dos mezclas de sustratos inertes (50% arena y 50% de cascarilla de arroz) como primer tratamiento y (60% de arena y 40% de cascarilla de arroz) como segundo tratamiento, bajo la técnica hidropónica y suelo normal como testigo.

La metodología empleada fue participativa; inicialmente se les dio a conocer el proyecto para tomar decisiones sobre el sitio del establecimiento, así como los compromisos del cuidado del mismo. Posteriormente se estableció un almácigo para poner a enraizar los esquejes de las especies. Luego se construyó una estructura de madera en forma de **A** donde fueron ubicados los canales de PVC, con cada uno de los sustratos y especies.

Se estableció un DCA, con cuatro repeticiones por tratamiento. Los datos obtenidos del campo se ordenaron en una tabla en el programa Excel y luego se incorporaron en el programa SAS, el que nos determinó las diferencias mínimas significativas de acuerdo al criterio de Tukey.

En todas las variables estudiadas las especies de Orégano, Altamisa y Hoja del aire obtuvieron los mejores resultados, en el crecimiento y peso seco, en el primer tratamiento (50% arena y 50% cascarilla de arroz), y de forma sistemática hasta el tercer tratamiento. El Vitamo presentó el mayor crecimiento en el primer tratamiento, seguido por el tercer tratamiento y posteriormente el segundo tratamiento.

El vitamo presentó los mejores resultados en cuanto al peso seco (g), en el tercer tratamiento, seguido del primer tratamiento y por último el segundo tratamiento.

SUMMARY

The present study carried out from February to May of the 2004 in finca the curve property of Eulogio Díaz and Mrs. Paula of Díaz. This property is located in the community of Pacora, San Francisco Libre, Managua, Nicaragua.

The purpose of this study was to analyze the growth and yield of four medicinal species (Oregano, Altamisa, Leaf of air and Vitamo), in two mixtures of inert bases (50% sand and 50% of husk of rice) first treatment and 60% or sand and 40% of husk of rice) second treatment, under the technical hidroponical and normal floor as witness.

The used methodology was participative; initially they were given to know the project to make decisions on the place of the establishment, as well as the commitments and take care of the some one. Later on a seed bank was elaborated where put on to take rood the esquejes of channels of PVC were located, whit each one of the bases and their due species.

A DCA was carried out, with four repetitions for treatment. The obtained data of the field were ordered in a chart in the program Excel and then they incorporated to the program SAS. In all the studied variables the species of Oregano, Altamisa and Leaf of the air, obtained the best results in the growth and dry weight in the first treatment (50% sand and 50% of husk of rice), and in systematic form until the third treatment. The behavior of the Vitamo presented a bigger growth in the first treatment, followed by the third treatment and later on in the second treatment.

The best obtained results of yield dry weight (g), in the third treatment, subsequently the treatment one end lastly the second treatment.

I.- INTRODUCCIÓN

El uso de plantas con fines curativos se remonta al inicio de la historia de la humanidad. El primer libro de este género se editó en Grecia unos 400 años antes de Cristo. Es decir que el hombre recurría a la naturaleza para satisfacer sus necesidades básicas como alimento y salud (Villalobos, 2000).

El conocimiento tradicional ha sobrevivido hasta nuestros días y la organización mundial de la salud informa que todavía el 85% de la población mundial usa plantas como la forma principal de tratamiento médico (Villalobos, 2000).

Nicaragua cuenta con alrededor de 1200 especies medicinales las cuales están de una u otra forma en la farmacopea y listas básicas de medicamentos establecidos a nivel mundial (Villalobos, 2000)

Esta situación se ve favorecida por la ubicación de Nicaragua en la región mesoamericana de gran riqueza en biodiversidad. El conocimiento sobre plantas medicinales provee un amplio aprovechamiento tanto a nivel rural como urbano (Salinas & Grijalva, 1994).

Las plantas medicinales son una alternativa para solucionar los problemas de la población rural. Hoy en día la población cuenta con una variedad de plantas medicinales tales como: Altamisa (*Ambrosia_peruviana*), Albahaca (*Ocimum canpechianum*), Sábila (*Aloe vera*), Llantén (*Platango major*), Zacate limón (*Cymbopogon americana*), Apazote (*Chenopodium ambrosioides*), Ruda (*Ruta chalepensis*), Hierba buena (*Mentha x piperita*), etc. Además estas pueden ser utilizadas en la cocción de sus alimentos.

Debido a que las plantas medicinales son de mucha importancia y tienen gran demanda en la población y en la industria donde elaboran productos naturales (medicina natural), es que son cultivadas en sistemas donde se pueden obtener plantas de mejor calidad y en mayores cantidades.

Según Resh (1997), algunas plantas como Cebollano, Albahaca, Salvia, y Menta fueron cultivadas con éxito en unos métodos hidropónicos. La Salvia se sembró en un medio peat lite en bandejas de 98 celdas. Los esquejes de menta enraizaron en macetas de plástico, los Cebollanos se trasplantaron desde pleno campo y la Albahaca se cultivo en semilla.

La hidroponía es una técnica agronómica que permite ahorrar tiempo y espacio, es muy económica y permite reutilizar materiales desechados que se encuentran causando estorbo y/o contaminación en el ambiente (Marulanda, 1995). Por ser esta una técnica viable para el productor ya que permite ahorrar tiempo y espacio, es que hemos propuesto desarrollar plantas medicinales con esta técnica.

La comunidad de Pacora no escapa de la cultura de utilizar plantas medicinales, debido a que no existe un centro de salud y sus pobladores son de escasos recursos, por lo que es necesario incrementar sus ingresos buscando alternativas que mejoren la producción de plantas medicinales.

Este trabajo de investigación, se realizó con el fin de proporcionarle a la comunidad de Pacora una técnica que le ayude a mejorar la producción de plantas medicinales y obtener así ingresos a partir de la venta de las mismas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar el crecimiento y peso seco de cuatro especies medicinales producidas con la técnica hidropónica y proporcionar conocimientos en esta técnica a los productores de la comunidad de Pacora, San Francisco Libre.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la altura (cm) en dos sustratos inertes bajo la técnica hidropónica y suelo normal como testigo, para cada una de las especies medicinales.
- Determinar el peso seco (g) en dos sustratos inertes bajo la técnica hidropónica y suelo normal como testigo, para cada una de las especies medicinales.
- Proporcionar conocimientos básicos a los productores de la comunidad de Pacora sobre el establecimiento de la técnica hidropónica por medio de la metodología aprender haciendo.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Hidroponía

2.1.1 Concepto: El cultivo hidropónico (Hidro- Agua, Ponos- Cultivo), o cultivo sin suelo es una técnica de cultivo artificial en la que el suelo es sustituido por un sustrato químicamente inerte (cuando es sólido) y los elementos químicos que la planta requiere para su crecimiento y desarrollo son suministrados a través de una solución nutritiva equilibrada (www.cultivos hidropónicos.com).

La hidroponía trata del cultivo de plantas sin tierra; se ha desarrollado a partir de los descubrimientos hechos en las experiencias llevadas a cabo para determinar qué sustancias hacen crecer a las plantas y la composición de ellas. Este trabajo sobre el constituyente de las plantas comenzó tiempos atrás, hacia el año 1600; no obstante las plantas fueron cultivadas sin tierra muchos antes de estos. Los jardines colgantes de Babilonia, los jardines flotantes de los Aztecas en México y los de China Imperial son ejemplos de los cultivos hidropónicos, existiendo también jeroglíficos Egipcios fechados cientos de años antes de Cristo que también describen el cultivo de plantas en agua (Resh, 1997).

El establecimiento de hidroponía, puede ser a gran escala en dónde se utilizan invernaderos, con el objetivo de producir plantas y cultivos para el mercado, hasta una sencilla unidad casera que también se puede realizar semejante a uno de grandes dimensiones, con el objetivo de proporcionar ingresos a la familia (Resh, 1997).

2.1.2 Soluciones nutritivas

Los alimentos (nutrientes) para las plantas cultivadas en hidroponía son suministradas en el agua en forma de soluciones nutritivas, que se consiguen en el mercado agrícola y que también pueden ser preparados por los mismos cultivadores. Las soluciones nutritivas reunidas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo (Marulanda, 1995).

En la solución de nutrientes existen diversos tipos de elementos los cuales se le suministran a la planta para su adecuado desarrollo, estos se clasifican en: elementos primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), que las plantas consumen en grandes cantidades y son los que más necesitan para su desarrollo; elementos secundarios (calcio, azufre y magnesio) que son consumidas por las plantas en cantidades intermedias y elementos menores (cobre, boro, hierro, manganeso, molibdeno y cloro), que las plantas los utilizan en cantidades muy pequeñas para regular la asimilación de los otros elementos nutritivos. La preparación de todos estos elementos se realizan en dos concentraciones, las medianas para las plantas pequeñas y de zonas muy secas y las completas para plantas mayores y de clima templado (Marulanda, 1995).

2.1.3 Fuente de agua

El agua es un elemento esencial para las plantas puesto que forma parte de un altísimo porcentaje de las plantas (hasta un 95% en algunos casos), esto interviene en la formación del protoplasma, es disolvente de los minerales y otros solutos que penetran y se desplazan por el interior de la plantas, es necesario para la turgencia de las células e interviene en muchos procesos fisiológicos de la planta (Anon, 1988).

Uno de los aspectos de mayor importancia a considerar es la seguridad de disponer de una fuente que abastezca la instalación de agua con la calidad necesaria y en la cantidad requerida, de lo contrario, sería imposible su construcción. Es recomendable, que siempre y cuando resulte posible, se emplee agua subterránea, ya que por el lugar en que ésta se encuentra tiene la ventaja de no estar expuesta a la contaminación y con su uso se evitan los gastos que determinarían la construcción de reservorios para almacenarla si procedieran de una presa, un río o el acueducto. En el caso de que el agua a utilizar sea de río o de presa será necesario analizar las posibles contaminaciones, etc. Además, en este caso tendrán que construirse un reservorio con suficiente capacidad para abastecer la instalación, el cual sería también para proporcionar la sedimentación de las partículas en suspensión (www.cultivoshidroponicos.com).

Una vez determinadas las posibles fuentes de abasto se deberá proceder de inmediato a la toma de muestras representativas y a su posterior análisis para la determinación de su composición química, contenido de materia orgánica, presencia de nemátodos, bacterias y hongos perjudiciales a los cultivos hortícolas. Si se trata de agua de acueducto se deberá determinar el contenido y las fluctuaciones de la concentración del cloro en las mismas antes de decidirse a usarlas (www.cultivoshidropónicos.com).

La posibilidad del riego hidropónico permite a la zona de bajo potencial que presente ciertas características (terrenos planos, recursos acuíferos, profundidad y salinidad adecuada), de transformarse en zonas de alto potencial mediante la hidroponía (MAG, 1995).

2.1.4 Condiciones fitosanitarias

En la hidroponía se debe realizar la desinfección o esterilización de los sustratos, ésta puede ser química, a vapor o con agua caliente para proporcionar un medio libre de microorganismos en donde serán establecidos los cultivos. Se deben aplicar condiciones fitosanitarias en las plantas para evitar pérdidas económicas en la cosecha por algún tipo de microorganismo (hongo, bacteria, nematodo, etc.), así como la aplicación de herbicidas para evitar el crecimiento de la maleza que pueda atraer alguna plaga para el cultivo (Ministerio de la Agricultura, 1988).

2.1.5 Sustratos o medios de cultivos

El sustrato constituye el material de soporte de las plantas y del medio que, a partir de la lámina de solución nutritiva quedan impregnadas cada una de las partículas después de los riegos, las raíces absorben los elementos minerales y el agua que requieren (Marulanda, 1995).

Según Marulanda (1995), los sustratos deben tener gran resistencia al desgaste o a la meteorización y es preferible que no tengan sustancias minerales solubles para no alterar el balance químico de la solución nutritiva que será aplicada. El material no deberá ser portador de ninguna forma de vida de macro o micro

organismo, para disminuir el riesgo de propagar enfermedades o causar daños a las plantas, a las personas o a los animales que las van a consumir.

Según Marulanda e Izquierdo (1993), recomiendan que para un buen sustrato es necesario lo siguiente:

- a. Que las partículas que lo compongan tengan un tamaño no inferior a 0.5 y no superior a 7 milímetros;
- b. Que retenga gran cantidad de humedad, pero que además faciliten los Excesos de agua que pudieran caer con el riego de la lluvia;
- c. Que no retengan mucha humedad en su superficie;
- d. Que tengan preferiblemente coloración oscura;
- e. Que no contengan residuos industriales o humanos;
- f. Que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar.
- g. Que sean de bajos costos.

2.1.5.1 Sustratos de origen orgánicos

Marulanda e Izquierdo (1993), señalan que dentro de estos, están la cascarilla de arroz y el aserrín o virutas desmenuzadas de maderas amarillas. Cuando se utilizan residuos de madera, es preferible que no sea de pino ni de madera de color rojo, porque estos contienen sustancias que pueden afectar las raíces de las plantas. Si solo es posible conseguir materiales de estas maderas, se lava con abundante agua el aserrín o viruta y se lo deja fermentar durante algún tiempo antes de utilizarlo.

Marulanda (1995), recomienda que si se utiliza cascarilla de arroz, es necesario lavarla, dejarla fermentar bien, humedecerla antes de sembrar o transplantar durante diez o veinte días, según el clima de la región. La cascarilla de arroz presenta las siguientes características; baja tasa de descomposición, liviana, inerte, bajos costos, buen drenaje, alta aireación y baja retención de la humedad.

2.1.5.2 Sustratos de origen inorgánico

Dentro de estos tenemos los siguientes; escoria de carbón mineral quemado, escoria o tobas volcánicas, arenas de ríos o de corrientes de agua limpia que no contengan altos contenidos salinos y grava fina. Cuando se utiliza escoria de carbón, arena de río y tobas volcánicas deben lavarse cuatro a cinco veces en recipientes grandes, para eliminar todas aquellas partículas que flotan (www.cultivoshidroponicos.com).

2.1.5.3 Mezclas de sustratos

Todos los materiales antes mencionados se pueden utilizar solos. Sin embargo, algunas mezclas de ellos han sido probadas con éxito, en diferentes proporciones, para el cultivo de más de treinta especies (Marulanda, 1995).

Según Marulanda e Izquierdo (1993), las mezclas más recomendadas de acuerdo con los ensayos hechos en varios países de América latina y el caribe son:

- 50% de cáscara de arroz con 50% de escoria de carbón.
- 80% de cáscara de arroz con 20% de aserrín.
- 60% de cáscara de arroz con 40% de arena de río.
- 60% de cáscara de arroz con 40% de escoria volcánica.

2.1.6 Técnica de flujo de nutrientes (NFT)

Este sistema puede mejorar la utilización del espacio del invernadero si los canales se montan en forma de A. Las estructuras en A deben orientarse de norte a sur y solo es adecuado para plantas de porte bajo (Resh, 2001).

Diversos factores son considerados al diseñar un sistema con estructura en A. La base de la estructura debe estar lo suficientemente abierta para que cada piso no de sombra al inferior. La distancia entre gradas tiene que ser la necesaria para permitir el crecimiento de las plantas. Por último, dado que es un sistema básicamente NFT, hay que tener en cuenta todos los principios de oxigenación, nutrición y temperatura óptima de la solución. La longitud total del canal para

cualquier combinación de pisos no debe sobrepasar los 30 metros, para garantizar una oxigenación suficiente, es necesaria una pendiente mínima del 2% para que la solución fluya adecuadamente (Resh, 1997).

2.1.6.1 Ventaja de los NFT

Según la fuente de Internet (www.cultivoshidroponicos.com), las principales ventajas de los sistemas NFT, son las siguientes:

1. Bajo costo capital.
2. Eliminación de la preparación de esterilización del suelo.
3. Rapidez de las labores para efectuar un cambio de cosecha.
4. Control muy preciso de la nutrición.
5. Simplicidad de la instalación y operaciones.

2.1.6.2 Cultivo de plantas medicinales y aromáticas en los sistemas NFT

Según Resh (2001), la Albahaca y la Menta se han cultivado también con el sistema NFT de tejido capilar usando la recirculación de la solución nutritiva. La albahaca se sembró en bandejas de 98 celdas con un medio de cultivo de perlitas. Las plantas se aclararon a dos por celda después de cuatro semanas y fueron transplantadas a las bancadas de cultivo cuando tenían cinco semanas. Se trasplantaron 246 plantas por bancada de 12 pies con un espaciamiento de seis pulgadas. Los trasplantes se desarrollaron vigorosamente en el tejido capilar en diez días. La primera recogida se hizo a las tres semanas y media después del trasplante y a partir de ahí la cosecha fue recogida cada tres semanas.

Se recogieron esquejes de menta de las plantas cultivadas en pleno campo y se les llevó después al invernadero para transplantarlas, en donde fueron distribuidas uniformemente por toda la superficie del tejido capilar de las bancadas. La recogida comenzó a las cinco semanas del trasplante y continuó durante un ciclo de cinco a siete semanas (Resh, 1997).

2.2 Descripción de las cuatro especies medicinales

2.2.1 Orégano *Coleus amboinicus* (Lour)

2.2.1.1 Descripción botánica

Esta planta originaria de Europa y Asia se caracteriza por su olor fuerte y gran sabor; es una planta, de tallo erguido que llega a tener de 30 a 80cm de altura, cuadrado, cubierto de una pelusa fina y ramificado en la parte superior. Las hojas brotan de cada nudo, enfrentado, ovalados, pecioladas, acabadas en puntas también cubiertas de pelusilla (Fernández, 2000).

2.2.1.2 Suelo y clima

Esta planta crece bien en terrenos ricos en materia orgánica, sueltos, silicios, arcillosos, francos, bien drenados aunque prefiere los suelos de gravilla de laderas de colina. Se obtienen buenos rendimientos en climas fríos a cálidos y seco, en lugares soleados entre los 100 a 300 msnm y resisten bien las heladas (Fernández, 2000).

2.2.1.3 Propagación y prácticas culturales

Este se propaga por esquejes y se colocan las plántulas a 30 cm o más entre filas y 20 a 35 cm entre plantas. El terreno se fertiliza con estiércol aplicando de tres TN/h a cuatro TN/h al momento de arar. Debido a que el cultivo puede durar de ocho a diez años es necesario desyerbar sin dañar las raíces para aflojar el suelo; además así se controla la maleza y se ventilan las raíces del orégano. Debe tenerse cuidado cuando de hacer riegos durante la fase de arraigo de las plantas y después de la primera cosecha (Fernández, 2000).

2.2.1.4 Fitosanidad

El *Collototrichum ssp.* causa necrosis de las hojas, mientras que el hongo *Phutophtora cryptogea* provoca necrosis en el cuello y las raíces, estas enfermedades se previenen controlando la humedad y buscando plantas resistentes. El control de (*Atta ssp.*), se hace con sumo de hoja de cabuya o fermentando anaerobio de boñiga, 1:10, mezcla que repelen los insectos (Fernández, 2000).

2.2.1.5 Manejo de cosecha y pos-cosecha

Se recogen las hojas y se recolectan los ápices; cuando se logran rendimientos de tres Tn/ha de producto verde en el premier año y hasta quince Tn/ha después del segundo año, los rendimientos posteriores son un poco bajos. La duración del ciclo reproductivo del orégano es de dos meses (Fernández, 2000).

2.2.1.6 Usos

Además de las aplicaciones medicinales el orégano se emplea en culinaria, como adobo de chorizos. Es condimento obligado en la comida Italiana. Así mismo, se utiliza para aderezar ensaladas, junto con tortillas de espinacas; adobar carne y es sustitúyete de la sal romero. Además tiene usos industriales en perfumería, jabonería y cosmética (Fernández, 2000).

2.2.2 Altamisa *Ambrosia cumanenses* (Kunth)

2.2.2.1 Descripción botánica

Esta planta de tallo herbáceo, puede llegar a tener hasta 1.5m de altura; las hojas son alternas y lanceoladas, recortadas y plateada; la raíz es perenne y las flores son blancas y amarillas con pétalos radiales (Fernández, 2000).

2.2.2.2 Suelo y clima

Puede crecer en suelos pobres y secos, aunque lo hace mejor en suelos livianos y con materia orgánica; requiere mucho sol (Fernández, 2000).

2.2.2.3 Propagación y prácticas culturales

Crece naturalmente en potreros y a la orilla de cercas de caminos. La multiplicación se hace por semilla y por esquejes, este método resulta sencillo para su cultivo. Requiere podas frecuentes, pues es una planta de crecimiento rápido e invasivo (Fernández, 2000).

2.2.2.4 Manejo de cosecha y pos-cosecha

Sólo se recogen las partes superiores que se ponen a secar en unos lugares bien ventilados (Fernández, 2000).

2.2.2.5 Usos

Es una hierba medicinal amarga indicada principalmente para trastornos del tracto gastrointestinal. Se usa como condimento; añadida en pequeñas proporciones a los platos que requieren mucha grasa en su preparación. También se emplea en el control de pulgas chinchas y mosquitos (Fernández, 2000).

2.2.3 Hoja del aire *Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers

2.2.3.1 Descripción botánica

Es una hierba perenne de un metro de alto, hojas 3 a 5, pinnadas ó simples, 5 a 15 centímetro de largo y 7 a 2 centímetro de ancho, fuertemente crenadas. Inflorescencia en panícula de cimbras opuestas de hasta 50 centímetro de largo. Cáliz de 3 centímetro de largo muy inflado de color verde rojizo, pétalos rojizos más largos que el cáliz (House *et al* 1995).

2.2.3.2 Suelo y clima

Crece en todo tipo de suelo, preferiblemente sueltos y con abundante materia orgánica. Se adapta a todo tipo de clima principalmente a los cálidos y secos (House *et al* 1995).

2.2.3.3 Propagación y prácticas culturales

Esta se reproduce por medio de estacas y de la hoja cuando se corta y se cuelga y se ubica en un lugar ventilado saliendo así del borde de la hoja una nueva planta (House *et al* 1995).

2.2.3.4 Usos

Es utilizada para el aire, dolor de oídos, dolor de cabeza dolores musculares, cólicos, inflamación, dolor de muelas, varices, golpes y dolor de pecho (House *et al* 1995).

2.2.4 Vitamo *Pedilanthus tithymaloides* (L) Poit

2.2.4.1 Descripción botánica

Es un arbusto con numerosos tallos, hasta de 3 metros de alto, que tiene savia lechosa. Hojas alternas, ovadas a oblongas, de 1 a 16 centímetro de largo y 0.8 a 10 centímetros de ancho, algo carnosas. Flores pequeñas en cabezuelas, dentro de una bráctea roja que toma la forma de un zapato de 4 a 12 mm de largo y 2 a 5 mm de ancho. El fruto es una cápsula de tres lóbulos (House *et al* 1995).

2.2.4.2 Suelo y clima

Crece en todo tipo de suelo y es adaptable a todo tipo de clima preferiblemente los climas cálidos (House *et al* 1995).

2.2.4.3 Propagación y prácticas culturales

Es muy común sembrarlo como cerca en los patios de las casas. Se reproduce por estaca (House *et al* 1995).

2.2.4.4 Usos

Se utiliza en granos y verrugas, acelera el parto y controla la hemorragia vaginal. Se utiliza la hoja, tallo y leche (House *et al* 1995).

2.3 Crecimiento de las plantas

El crecimiento, de una célula, tejido, órgano u organismo que se puede definir como el aumento irreversible de su tamaño, generalmente por un incremento de su masa (Pérez & Martínez, 1994).

Las plantas tienen dos fases de crecimiento, el vegetativo que es cuando las hojas y los tallos crecen rápidamente y el crecimiento generativo, que es cuando florecen y se forman los frutos. En la producción de cultivo tenemos que mantener un cierto equilibrio entre las fases vegetativas y generativas para maximizar los rendimientos. Inicialmente cuando las plantas son jóvenes, ponemos el énfasis en la fase vegetativa para que se establezcan con tallos y hojas más grandes. Esta fase es importante en el establecimiento de la suficiente superficie fotosintética para que la planta produzca azúcares, que más tarde son utilizados en la producción de frutos. Una vez que la planta tiene suficiente superficie foliar para soportar la formación de los frutos, deseamos cambiar a una fase más generativa. En esta fase los azúcares son transferidos a la flor para la posterior formación del fruto. De esta forma la planta es capaz de producir más y mayores frutos (Resh, 2001).

2.3.1 Elementos necesarios para el crecimiento y de las plantas

2.3.1.1 Elementos primarios

En los elementos primarios tenemos el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, los cuales son de mucha importancia para un adecuado desarrollo de la planta.

a. El Nitrógeno (N)

El nitrógeno forma parte de la clorofila y participa en la fotosíntesis. Por eso es esencial para la formación de los aminoácidos y proteínas. Es responsable en gran medida, del crecimiento y del color verde intenso de las hojas.

Cuando falta el nitrógeno significa simplemente que la planta no podrá utilizar la luz como fuente de energía. (INTA-FAO, 2003).

b. El Fósforo (P)

El fósforo participa en la fotosíntesis, la respiración y la transferencia de energía (ATP Y ADP), la división y el crecimiento de las células y otros procesos de la planta. Por ejemplo, promueve la formación de temprana y el crecimiento de las raíces, mejora la calidad de las verduras, frutos y cereales y es imprescindible para la formación de las semillas. También acelera la maduración. Por eso la concentración de fósforo es más alta en la semilla que en cualquier otra parte de la planta (INTA-FAO, 2003)

c. El Potasio (K)

Es esencial para el crecimiento de las plantas interviniendo en muchas reacciones y procesos metabólicos, pero sus funciones exactas dentro de la planta no son totalmente conocidas. A diferencia del Nitrógeno y del Fósforo. El Potasio ayuda al uso eficiente del agua, además es importante en la formación y calidad de los frutos (INTA-FAO, 2003).

2.3.1.2 Elementos secundarios

El calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S) son llamados nutrientes secundarios. Esto no significa que tengan un papel secundario en el crecimiento de las plantas. Ellos son tan importantes para la nutrición de las plantas como los nutrientes principales, aunque las plantas normalmente no requieren tanto de ellos. Muchas plantas contienen tanto azufre como fósforo, y en algunas ocasiones también más. La deficiencia de un nutriente secundario puede deprimir el crecimiento de las plantas tanto como la deficiencia de un macro nutriente (Talavera, 1988).

a. El Calcio (Ca)

El calcio estimula el desarrollo de las raíces y hojas, forma compuestos que son parte de las paredes celulares, lo que fortalece la estructura de la planta. (Talavera, 1988).

b. Magnesio (Mg)

Es el principal elemento constituyente de la clorofila y esta por lo tanto fuertemente involucrado en la fotosíntesis. Las semillas contienen grandes concentraciones de magnesio. Contribuye con el metabolismo de los fosfatos y participa en la respiración de la planta (INTA-FAO, 2003).

c. El Azufre (S)

El azufre es esencial en la formación de proteínas ya que forma parte de algunos aminoácidos. Promueve la formación de nódulos (para la fijación de nitrógeno) en las leguminosas y ayuda en la producción de semillas (Talavera, 1988).

2.3.1.3 Elementos menores o micro nutrientes

Siete de los 16 elementos esenciales de las plantas son llamados micro nutrientes: Boro (B), Cobre (Cu), Cloro (Cl), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo) y zinc (Zn). Ellos son tan importantes para la nutrición de las plantas como los nutrientes principales y los secundarios, aunque las plantas no requieren grandes cantidades de ellos. La falta de cualquiera de ellos en el suelo puede limitar el crecimiento, aun cuando todos los otros nutrientes se encuentren en cantidades adecuadas (Talavera, 1988).

2.3.2 Influencia del pH en el crecimiento de las plantas

La mayoría de la gente sabe que el pH es un valor variable entre 0 y 14 que indica la acidez o la alcalinidad de una solución. Y, además, conoce que el mantenimiento del pH apropiado en el flujo del riego ayuda a prevenir reacciones químicas de fertilizantes en las líneas, que un valor de pH elevado puede causar obstrucciones en los diferentes componentes de un sistema de fertirrigación debidas a la formación de precipitados, que un adecuado pH asegura una mejor asimilabilidad de los diferentes nutrientes, especialmente fósforo y micro nutrientes, etc (www.influencia del pH en el crecimiento de las plantas).

Según la fuente de Internet (www.influencia del pH en el crecimiento de las plantas), el pH de la solución nutriente en contacto con las raíces puede afectar el crecimiento vegetal de dos formas principalmente:

1. El pH puede afectar la disponibilidad de los nutrientes para que el sistema radical pueda absorber los distintos nutrientes, éstos obviamente deben estar disueltos. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes con lo que permanecen en forma no disponible para las plantas.
2. El pH puede afectar al proceso fisiológico de absorción de los nutrientes por parte de las raíces: todas las especies vegetales presentan unos rangos característicos de pH en los que su absorción es idónea. Fuera de

este rango la absorción radicular se ve dificultada y si la desviación en los valores de pH es extrema, puede verse deteriorado el sistema radical o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos (aluminio).

El pH en las soluciones de fertirrigación, tanto en cultivo en suelo como en hidroponía, debe ser tal que permita estar disueltos a la totalidad de los nutrientes sin dañar las raíces, evitando de este modo la formación de precipitados (algunos de los cuales pueden presentarse en forma de finísima suspensión invisible al ojo humano) que pudieran causar obturaciones en los sistemas de riego e indisponibilidad para la absorción radical de dichos nutrientes y así tener un mejor crecimiento y rendimiento en las plantas (www.influencia del pH en el crecimiento de las plantas).

El rango de pH 5.0-6.5, la práctica totalidad de los nutrientes está en forma directamente asimilable para las plantas, por encima de pH 6.5 la formación de precipitados puede causar importantes problemas y por debajo de pH 5 puede verse deteriorado el sistema radical, sobre todo en cultivo hidropónico, donde el poder taponador del sustrato suele ser muy pequeño (www.influencia del pH en el crecimiento de las plantas).

2.3.3 Factores biológicos

El manejo de la nutrición mineral es fundamental en el éxito de la huerta hidropónica, ya que este es el factor que permite a las plantas su desarrollo y producción. Sin embargo, este proceso puede ser alterado por enemigos externos que buscan aprovecharse de las buenas condiciones de desarrollo en cualquiera de sus estados, desde los almácigos hasta las cosechas, afectando con su presencia tanto la calidad como la cantidad de los productos (Marulanda e Izquierdo, 1993).

Según Marulanda e Izquierdo (1993), las plagas que más se presentan en los cultivos son los insectos de diferentes tipos. Entre estos son muy frecuentes los gusanitos o cuncunas, que no son otra cosa que los hijos de las mariposas y

nacen cuatro a cinco días después de que han puestos sus huevos, generalmente por detrás de las hojas. Otra plaga bastante común y dañina son los pulgones o áfidos, que se presenta sobre todo en los periodos secos y calurosos aunque los hay en otras épocas de climas menos benignos. También llegan a ser importantes los daños por las babosas o caracoles. Estos se presentan en abundancia en las épocas lluviosas y frías, cuando el área de la huerta permanece húmeda por mucho tiempo.

En las huertas las cuales utilizan cáscara de arroz como sustrato, ya sea solo en mezcla, son frecuente los daños causados por pájaros que llegan en búsqueda de granos de arroz o de semillas, produciendo también daño o consumiendo a las plántulas pequeñas (Marulanda e Izquierdo, 1993).

En las huertas, además de los insectos dañinos, existen otros animales que no causan daño, sino que se alimentan de los huevos, larvas pequeñas y a veces de los insectos adultos plagas. Entre estos insectos benéficos es común encontrar a las llamadas chinitas o mariquitas, a la mata piojos o *Chrysopa*, avispas y hasta lagartijas cuyos alimentos son los insectos dañinos (Marulanda e Izquierdo, 1993).

III.- DISEÑO METODOLOGICO

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La finca “La Curva” propiedad del señor Eulogio Díaz, donde se estableció el experimento, se encuentra ubicada en la comunidad de Pacora, municipio de San Francisco Libre, a 68 km de la ciudad capital, entre las coordenadas 12° 30' y 12° 11' latitud norte y entre los 86° 18' y 86° 06' longitud oeste (Ver figura 1).

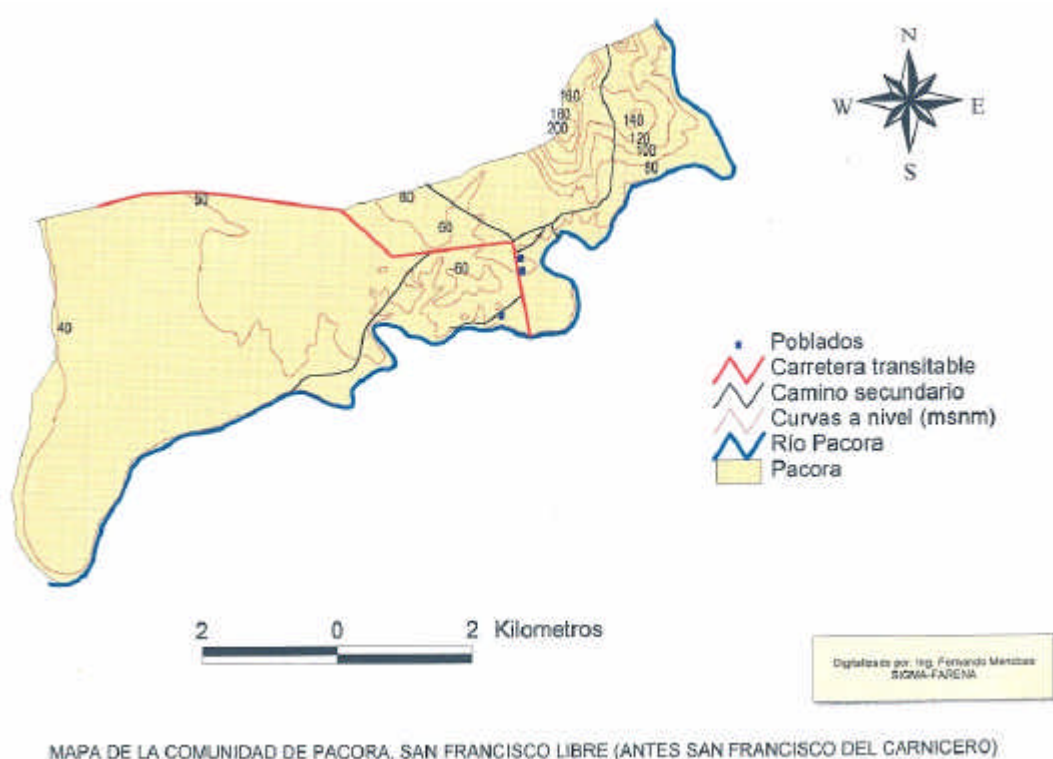


Figura 1.- Mapa de la comunidad de Pacora, San Francisco Libre, Managua, 2005.

La finca tiene un área de 4 mz, en su mayoría son suelos vertisoles improductivos y actualmente sus tierras están siendo sub-utilizada ya que sus propietarios no cuentan con el capital necesario para hacerlas producir. La vegetación predominante en esta zona seca son plantas herbáceas, algunas malezas, plantas ornamentales y energéticas. La temperatura media anual es de 27° C y su precipitación media anual es de 1099 mm, por lo que está ubicada dentro del trópico seco de Nicaragua.

3.2. TRATAMIENTOS EVALUADOS

En el ensayo se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA), con dos tratamientos. El primer tratamiento consistió en una mezcla de 50% de arena y 50% cascarilla de arroz (T1), el segundo tratamiento fue una mezcla de 60% de arena y 40% de cascarilla de arroz (T2) y Tierra normal como testigo.

Se aplicó este modelo estadístico debido que se trata de controlar la mayoría de los factores bióticos y abióticos que puedan intervenir en los resultados.

Los tratamientos evaluados fueron colocados en canales de plástico tipo PVC, aislados del suelo para disminuir la presencia de microorganismos que pudieran afectar los resultados esperados. Cada tratamiento consistió de cuatro repeticiones para disminuir el error experimental.

La unidad experimental fue ubicada en un área que presentaba las siguientes condiciones: una fuente de agua no muy lejana, cortinas rompe vientos (que hizo posible la disminución de los daños por medio del viento) e iluminación adecuada y uniforme para toda la unidad experimental.

Modelo Aditivo Lineal (MAL), para un DCA. Se utilizaron las siguientes fórmulas para poder determinar las diferencias mínimas significativas en una tabla de doble entrada de acuerdo al criterio de Tukey.

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

$i = 1, 2, \dots, t$ Tratamientos. (50% arena y 50% cascarilla de arroz) y (60% arena y 60% cascarilla de arroz).

$j = 1, 2, 3, 4, \dots, n$ Observaciones.

En donde:

Y_{ij} = Representa a cada una de las observaciones a dato.

μ = Estima a la media de los tratamientos.

T_i = Estima el efecto de los tratamientos.

E_{ij} = Estima el efecto del error experimental.

- Cálculo de la suma de cuadrados.

$$\text{Factor Corrección.} = (Y_{..})^2/nt$$

$$\text{Suma Cuadrados Total} = SSY_{ij}^2 - \text{Facto Corrección}$$

$$\text{Suma Cuadrados Tratamientos} = SY_{i.}^2/n - \text{Facto Corrección}$$

$$\text{Suma Cuadrados Error} = \text{S.C Total} - \text{S.C Tratamientos}$$

Análisis de varianza ANDEVA.

| Fuente de Variación | S.C | GL | CM | FC | F5% F1% |
|---------------------|--------------------------------------|--------|------------------------|-----------------------|-------------|
| Tratamientos | $\frac{SY_{i.}^2 - (T_{..})^2}{n}$ | t-1 | $\frac{S.C.T}{t-1}$ | $\frac{C.M.T}{C.M.E}$ | ?i/?2 ?i/?2 |
| Error | $\frac{SSY_{ij} - (SY_{i.})^2}{n}$ | t(n-1) | $\frac{S.C.E}{T(n-1)}$ | | |
| Total | $\frac{SSY_{ij}^2 - (Y_{..})^2}{nt}$ | tn-1 | | | |

Pruebas de rangos múltiples de Tukey.

$$W = q_{\alpha; g; l; e; p=t} * S_y$$

- Cálculo del error estándar de la media.

$$S_y = \sqrt{C.M.E/r}$$

- Determinar el valor tabular de Tukey.

$$q_{5\%; 9; g; l; e; p=t=3}$$

- Calcular el comparador o valor crítico de Tukey.

$$W = q_{\alpha; g; l; e; p=t} * S_y$$

Tabla de doble entrada en donde se reflejan las diferencias mínimas significativas, de acuerdo al criterio de Tukey.

| Categorías Estadísticas | Medias de los tratamientos | T1 | T2 | T3 | W al 5% |
|-------------------------|----------------------------|----|----|----|---------|
| | T1 | | | | |
| | T2 | | | | |
| | T3 | | | | |

3.3 VARIABLES EVALUADAS

Las variables que se evaluaron fueron: Crecimiento (Altura cm) y Peso seco (g) para cada una de las especies: Orégano (*Coleus amboinicus* Lour), Vitamo (*Pedilanthus tithymaloides* (L) Poit), Hoja del aire (*Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers) y Altamisa (*Ambrosia cumanenses* Kunth).

3.3.1 Crecimiento: El crecimiento en la planta se determinó mediante la altura (cm), la cual fue tomada a partir del suelo hasta el ápice de la planta. Esta variable fue tomada durante cuatro meses, realizándose una medición por cada mes. El número de plantas utilizadas en esta variable fueron cuatro de cada especie y por cada tratamiento.

3.3.2 Peso Seco: A continuación se describen los pasos realizados para la toma de datos: Una vez ya tomadas las cuatro mediciones en cada una de las especies, se procedió a la corta de la planta, la cual se colocó en bolsas de papel y luego fueron llevadas al horno en donde serían deshidratadas para poder así tomar su peso seco. Se tomó la misma cantidad de plantas utilizadas en la variable altura. Se determinó esta variable debido a que las especies que se están evaluando en este estudio se comercializan de esta manera.

3.4 Proceso Metodológico

Este trabajo de investigación se realizó en tres fases que a continuación se mencionan:

3.4.1 Primera fase

Consistió en un reconocimiento por el área de estudio, en el que se realizó un viaje a la comunidad de Pacora, y se estableció relación con los productores de la zona y se les explicó de manera detallada en que consistía el estudio y del apoyo que se esperaba de su parte. Luego se procedió a la selección de la ubicación del ensayo. Una vez reconocido el sitio, se determinó la selección de las especies medicinales las cuales estaban sujetas al siguiente criterio: 1. Importancia

medicinal 2. Frecuencia de su uso; 3. Facilidad de obtención por parte de los productores locales; referido este criterio a la abundancia de las especies en la localidad donde se realizó el trabajo.

3.4.2. Segunda fase

Se estableció un almácigo (Ver foto 1) en donde se ubicaron los esquejes de las especies a establecer en el ensayo, estas especies se pusieron a enraizar el 20 de Enero del 2004. El sustrato utilizado en este almácigo fue una mezcla arena y cascarilla de arroz al 50% cada uno, se aplicó riegos con una solución nutritiva de 3cc de fórmula A (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) y 1cc de fórmula B (Elementos secundarios y elementos menores), que es la fórmula más adecuada para plantas pequeñas o de climas muy secos. Esta solución se disolvió en 250ml de agua y se compraron ya elaboradas en la Facultad de Agronomía de esta Universidad.



Foto 1. Almácigo en donde se pusieron a germinar los esquejes de las especies, Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

Se construyó una estructura vertical en forma de **A** (Ver foto 2) que sirvió para sostener los canales con los sustratos y las especies en estudio.

Una vez ya enraizados los esquejes se procedió a realizar la mezcla de sustratos inertes, en donde primera fue 50% de arena y 50% de cascarilla de arroz, la segunda fue 60% de arena y 40% de cascarilla de arroz y tierra normal como testigo.



Foto 2. Estructura en forma de **A**. Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

Se escogió arena del río y se limpió de cualquier materia muerta (hojas, tronco, conchas, caracoles, etc.), una vez limpia se lavó de 5 a 6 veces hasta que esta ya no presentó materia muerta ni suciedad donde posteriormente fue mezclada con la cascarilla de arroz, la que se dejó fermentar por un período de 15 días (mediante humedecimiento con agua) para luego ser mezclada. Los sustratos fueron desinfectados por medio de agua caliente, este se sumergió en el agua cuando estaba hirviendo y se dejó durante media hora para tener un medio libre de microorganismos.

Las dos mezclas fueron ubicadas en los canales de plástico de tipo PVC, teniendo una longitud de 3m un ancho de 15cm y una profundidad de 17cm, que estaban ubicados en la estructura en forma de **A**, que tenía un desnivel del 2% en cada canal para evitar un encharcamiento. A cada extremo de los canales se hizo una perforación de 7.0mm por donde se conectaban mangueras interconectadas a los canales para poder realizar el drenaje (Ver foto3).



Foto 3. Conexión de las mangueras de desagüe. Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

Las plantas fueron trasladadas del almácigo a los canales a los 20 días de su enraizamiento, una vez que éstos ya estaban con sus raíces bien formadas y fuertes. El transplante se realizó por la tarde para evitar la deshidratación de las plántulas. Se colocó una especie por cada canal a una distancia de 50cm entre planta y planta. Se realizó una medición inicial para que sirviera de base para las mediciones posteriores. Una vez ubicadas las plántulas en la unidad experimental se realizaron riegos una vez al día a las 7:00am, el riego contenía agua más solución nutritiva (solución nutritiva 5cc de solución A y 3cc de solución B), se aplicó por seis días a la semana. También se regaba una vez a la semana con agua sin solución nutritiva, con el objetivo de disminuir el exceso de sales en los sustratos. Todas estas actividades se realizaban junto con los productores de la comunidad de Pacora, con el propósito de poner en práctica nuestro tercer objetivo.

3.4.3. Tercera fase

Con los datos obtenidos, se procedió a la etapa de gabinete, la cual consistió en la interpretación y análisis de los datos recolectados en la fase de campo para la elaboración del documento final. Los datos obtenidos se ubicaron en una tabla en el programa Excel y luego se incorporaron al programa SAS, el cual nos brindó las diferencias mínimas significativas de acuerdo al criterio de Tukey, con $p=0.05$.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación están ordenados para cada especie según los tratamientos y variables medidas [Altura (cm) y Peso seco (g)].

4.1 Orégano. *Coleus amboinicus* (Lour)

4.1.1 Altura (cm)

Los resultados obtenidos de la altura del orégano en los distintos tratamientos fueron los siguientes: El mayor crecimiento en altura se obtuvo en el tratamiento 1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz), con una altura promedio de 34.2cm, seguido del T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz), con una altura promedio de 30.1cm, y el Testigo que resultó con una menor altura promedio de 14.4cm (Ver gráfico 1).

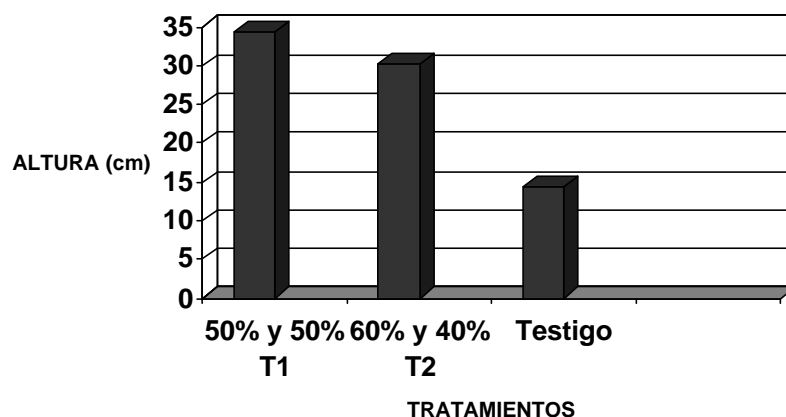


Gráfico 1.- Efecto de la variable altura para la especie orégano en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

De acuerdo al análisis de separación de medias de Tukey ($p=0.05$), los tratamientos se ubican en dos categorías estadísticamente diferentes (Ver anexo 11). En la que el T1 (50% cascarilla de arroz y 50% arena) y el T2 (40% cascarilla de arroz y 60% arena) se ubican en la primera categoría estadística lo que

significa que son estadísticamente iguales o sea que no existe efecto entre ellos, pero distinta al testigo.

Los dos tratamientos presentaron la mayor producción en altura con respecto al testigo, esto fue debido a que los tratamientos tienen una mejor conductividad de aire, agua y nutrientes, lo que favoreció a la especie para su óptimo desarrollo. Resh (2004), explica que los sustratos sueltos favorecen el crecimiento de las especies debido a que hay una mejor aeración de las raíces, distribución de los nutrientes y una mejor asimilación de los nutrientes. El testigo por presentar condiciones distintas a las descritas, tuvo un comportamiento diferente en relación a cada una de las variables.

4.1.2 Peso seco (g)

Al analizar la influencia de los tratamientos sobre la variable peso seco se puede observar diferencias entre tratamientos; sin embargo esto presentaron mejor comportamiento en comparación con el testigo. En este caso el T1 presentó los mejores resultados para esta variable con un peso en gramos de 83.3 g, seguido del T2 con 51.8 g. En el testigo se obtuvo un peso de 12.7 g. (Ver gráfico 2).

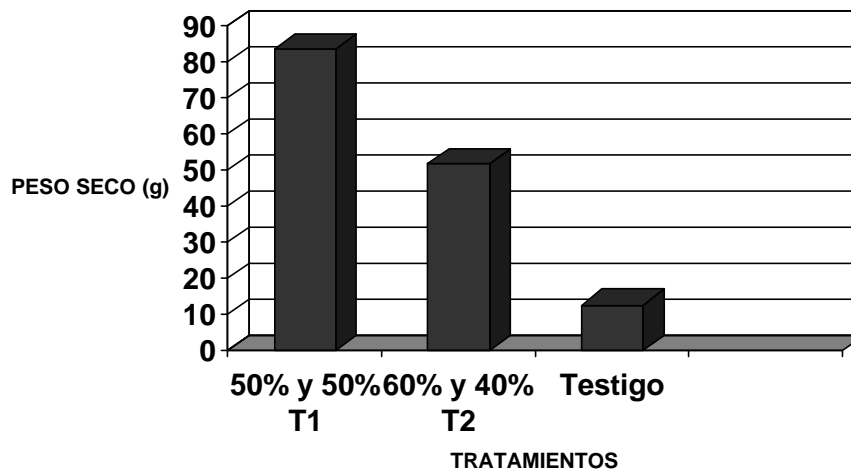


Gráfico 2.- Efecto del peso seco para la especie orégano en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con $p=0.05$, demuestra que, los tratamientos pueden separarse en tres categorías estadísticamente diferentes (Ver anexo 12). Ubicando en primer lugar el T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz), quien fue el que obtuvo el mayor peso seco en gramos en este ensayo, seguido del T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) y en tercer lugar el Testigo que fue el que menor peso obtuvo en el ensayo.

El primer tratamiento (50% arena y 50% cascarilla de arroz) presentó los mejores resultados dado a que las plantas que se encontraban en este sustrato presentaron una mayor altura, mayor número de hojas y ramas, además tallos menos suculentos que las plantas del T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) que tenían un tallo con un mayor contenido de agua, hojas más pequeñas y en menor número, con respecto a las plantas del T1. En cambio en el Testigo no se desarrolló adecuadamente el orégano, mostrando en los resultados un menor peso seco.

4.2. Altamisa. *Ambrosia cumanenses* (Kunth)

4.2.1 Altura (cm)

El efecto de los tratamientos en el crecimiento para la altamisa, fueron los siguientes: El tratamiento que mayor altura promedio presentó correspondió al T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) con un total de 33.3cm, seguido del T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) con una altura promedio de 30.5cm y en tercer lugar el Testigo con una altura promedio 14.8cm (Ver gráfico 3).

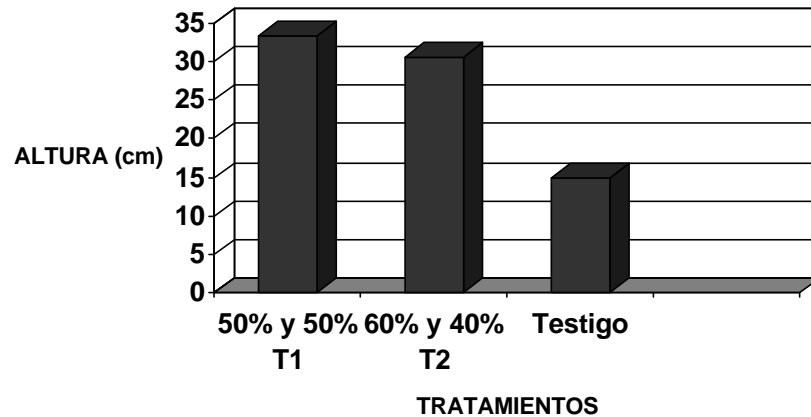


Gráfico 3.- Efecto de la variable altura para la especie altamisa en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

Los resultados obtenidos reflejan que los tratamientos evaluados no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si muestran diferencias significativas con respecto al testigo. La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con $p=0.05$, nos ubica los tratamientos estudiados en dos categorías estadísticamente diferentes (Ver anexo 13). Ubicando en la primera categoría el T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) y el T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz), quienes en términos estadísticos no reflejan diferencia significativas entre ellos, pero si con respecto al Testigo.

Probablemente esto los resultados obtenidos se deban a las condiciones físicas que presentan estos tratamientos (buen drenaje, adecuada aeración de las raíces y una buena distribución de los nutrientes), los que favorecieron el crecimiento de esta especie. Según Fernández (2000), esta especie crece bien en suelos livianos y que requieren abundante materia orgánica, además requiere de mucha luz para su desarrollo. Tales condiciones se presentaron en nuestro experimento, lo que favoreció el crecimiento de esta especie.

4.2.2 Peso seco (g)

Los tratamientos evaluados en este estudio muestran que el tratamiento 1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) presentó el mayor peso seco en la Altamisa, con un peso seco en gramos de 39.2g, seguido del Tratamiento 2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) con un total de 32.2g y en último lugar el Testigo con un peso seco en gramos 9.0g, obteniendo este el menor peso para esta especie. (Ver gráfico 4)

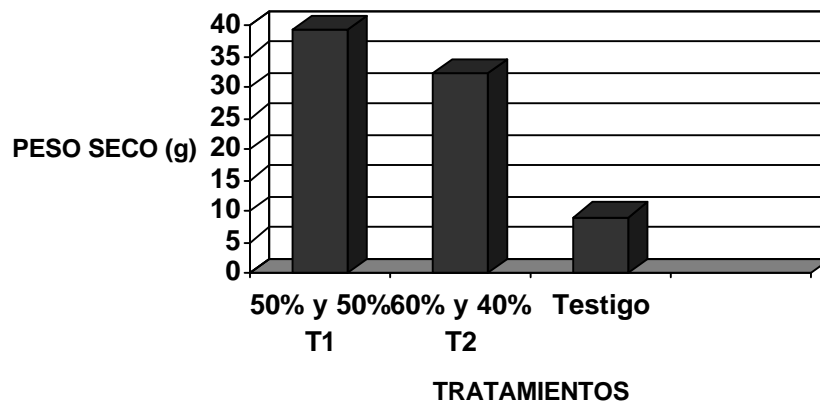


Gráfico 4.- Efecto del peso seco para la especie altamisa en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

La separación de medias de acuerdo al criterio Tukey con $p=0.05$, establece dos categorías estadísticas y los pesos secos obtenidos por los T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) y T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) estadísticamente son iguales (Ver anexo 14). Esto permite concluir que ya sea con mezclas iguales de arena y cascarilla de arroz o con el 60% de arena los resultados difieren pero estas diferencias no son estadísticamente significativas. Por lo tanto la altamisa se desarrolla mejor en los dos tratamientos que en el testigo.

Muy probablemente los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos debido a que las plantas que se encontraban en el T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) y T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) presentaban las mismas características fenotípicas, por lo que no hay efecto de las dos mezclas de sustratos inertes en esta especie, pero si las hay con respecto al Testigo.

4.3. Hoja del Aire *Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers

4.3.1 Altura (cm)

El efecto de los dos tratamientos en la variable altura de la hoja del aire, reflejan que el tratamiento que presentó una mayor altura promedio (cm), fue el T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) con una altura máxima promedio de 12.6cm, seguido del T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) con una altura promedio de 10.2cm y el Testigo con la menor altura promedio con 6.6cm respectivamente (Ver gráfico 5).

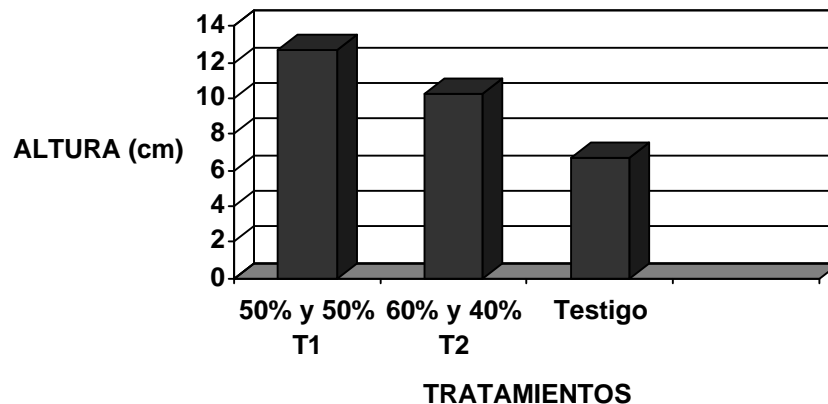


Gráfico 5.- Efecto de la variable altura para la especie hoja del aire en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

La prueba de rangos múltiples de Tukey con $p=0.05$, nos demuestra que los tratamientos evaluados se encuentran en dos categorías estadísticas diferentes (Ver anexo 15).

En donde los resultados del tratamiento T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) y T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) son iguales para esta variable en esta especie, sin embargo, pero muestran diferencias reales con respecto al testigo.

Por lo observado los T1 y T2 presentan condiciones favorables tales como buen drenaje y por consiguiente una adecuada distribución de los nutrientes y buena aeración de las raíces lo que favoreció al crecimiento de esta especie. Según House *et al* (1995), indica que esta especie crece bien en todo tipo de suelos y con abundante materia orgánica, los suelos de Pacora no cuentan con abundante materia orgánica ya que son suelos pobres en materia orgánica, por lo que no favorecen al crecimiento de esta especie.

4.3.2 Peso seco (g)

Los datos obtenidos del peso seco en (g), para la hoja del aire muestran que el tratamiento que obtuvo un mayor peso fue el T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) con un peso de 27.0g, seguido del T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) con 14.7g, y en último lugar el Testigo con 2.2g, respectivamente (Ver gráfico 6).

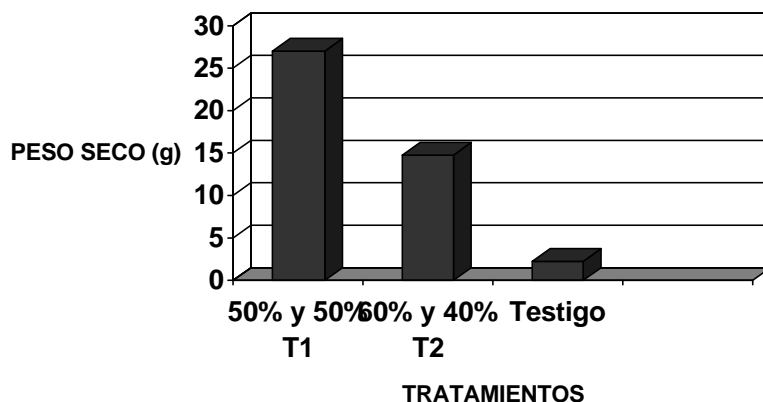


Gráfico 6.- Efecto del peso seco para la especie hoja del aire en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

Según la prueba de rangos múltiples de acuerdo al criterio de Tukey con $p=0.05$, indica que los tratamientos evaluados se ubican en tres categorías estadísticamente diferentes (Ver anexo 16). Ubicando al T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) en la primera categoría estadística ya que este fue el que mayor peso seco presentó en esta especie, seguido del T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) con un 45.6% menos que el T1 y en último lugar el T3 con un 91.9% menos que el T1 y un 85.1% menos que el T2 para la hoja del aire (*K. pinnata*).

Con los resultados del párrafo anterior se infiere que las plantas de la hoja del aire sometida al T1 presentaron, hojas de mayor tamaño y en mayor número y tallos más fibrosos que las plantas del T2 ya que estas contenían abundante agua y pocas fibras, por lo que una vez sometidas al horno fueron prontamente deshidratadas, resultando un menor peso seco con respecto a las plantas del primer tratamiento. En relación a las plantas del testigo, estas mostraron un menor peso seco dado a que eran más pequeñas que las plantas del T1 y T2.

4.4. Vitamo *Pedilanthus tithymaloides* (L) Poit

4.4.1 Altura (cm)

El efecto producido por los tratamientos en la variable altura del Vitamo, mostraron que el T1 (50% arena y 50% cascarilla de arroz) obtuvo la mayor altura promedio con 14.7cm, seguido del Testigo con 13.7cm, y en último lugar el T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) con una altura de 8.2cm (Ver gráfico 7).

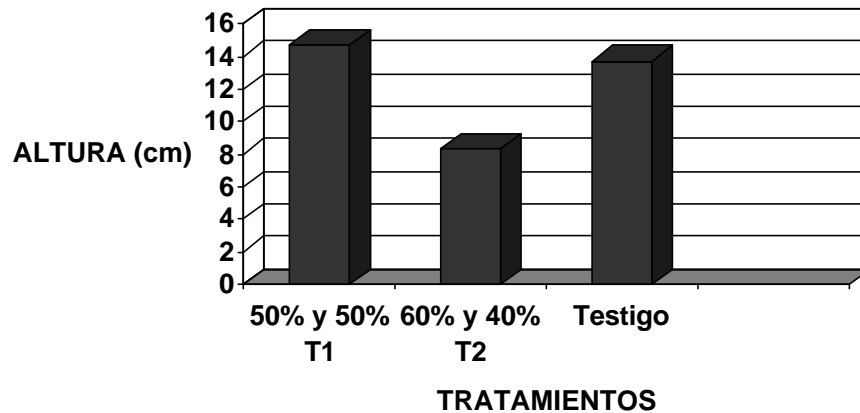


Gráfico 7.- Efecto de la variable altura para la especie vitamo en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

Según la prueba de rangos múltiples con $p=0.05$, nos indica que los tratamientos se ubican en una sola categoría estadística (Ver anexo 17). Esto quiere decir que los dos tratamientos bajo la técnica hidropónica no ejercieron efecto sobre la altura (cm) del vitamo.

Debido a las características morfológicas de esta especie es muy probable que se desarrolle bien en suelos secos característicos de la zona (suelo del orden vertisol) y no se desarrolló bien en los tratamientos establecidos en este ensayo porque éstos contenían mayor humedad que las del suelo mismo (testigo).

4.4.2 Peso seco (g)

Los resultados obtenidos del peso seco en el Vitamo nos muestran que; el tratamiento que obtuvo mayor peso seco en esta especie fue el Testigo 7.3g, seguido del T1 (50% arena y 50 cascarilla de arroz) con un peso seco de 6.5g y en último lugar el T2 (60% arena y 40% cascarilla de arroz) con 2.0g, respectivamente (Ver gráfico 8).

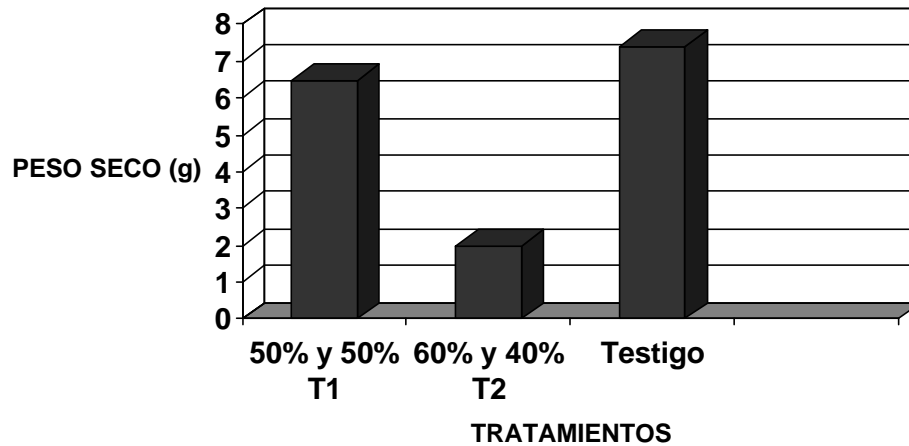


Gráfico 8.- Efecto del peso seco para la especie vitamo en los dos tratamientos y el testigo, en el ensayo realizado en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre. Managua, 2004.

Las pruebas de rangos múltiples de Tukey realizada con $p=0.05$, para los tratamientos analizados, clasifican los resultados en dos únicas categorías estadísticas (Ver anexo 18). Ubicando al Testigo y el T1 en una sola categoría estadística y el T2 en una categoría diferente.

Este resultado se debe a que las plantas ubicadas en el Testigo tenían un mayor contenido de fibras y mayor número de hojas que las plantas que estaban en el T1 y T2, inclusive las plantas que se encontraban en el tratamiento 1 y 2 presentaban una coloración menos verdosa que las plantas que se encontraban en el Testigo. Por lo que podemos afirmar que esta especie es mejor cultivarla de manera tradicional.

4.5. Aprendizaje de la técnica hidropónica por parte de los productores

La metodología aprender haciendo o constructivismo, es la manera más rápida de transmitirle a una persona conocimientos básicos. Según Carrero (1997), el constructivismo se define como: “La idea que mantiene al individuo tanto en los aspectos cognitivos, sociales del comportamiento como en los afectivos”.

En esta investigación se trató en todo momento de transmitir los conocimientos de la técnica hidropónica conforme se iba desarrollando el ensayo, lo que permitió a los productores apropiarse de los conocimientos en cuanto a la aplicación de la misma. Fue la calidad del trabajo y la supervisión lo que permitió adquirir destrezas en la preparación y aplicación de los pasos a seguir en la técnica hidropónica y de esta manera poder cumplir con las actividades y asignaciones de la aplicación al momento de la ausencia del investigador.

Tal como lo refleja Pérez & Terradellas (1999), el conocimiento requiere de dedicación, perfeccionamiento y adquisición metodológica que favorezca la asimilación del conocimiento. Otro aspecto importante es la comunicación directa de los campesinos y la facilitación de las relaciones a nivel de grupo o de equipo permitiendo una interrelación mayor y mejor. Es importante reconocer la actitud positiva del productor, lo que muchas veces por falta de comunicación y conocimiento no se transmiten, pero existe un gran deseo de aprender ya que ellos en la mayoría de los casos por falta de oportunidad no han llegado a tener otros conocimientos.

Los productores han construido su propio conocimiento asociados a procesos de reflexión y creación que se genera de la confianza y atenciones recibidas. Al iniciar este proyecto el 100% de los productores afiliados al proyecto UNA-FUNICA-PACORA, mostraron un gran interés en aprender esta técnica. Por lo que al finalizar el mismo se obtuvo un alto porcentaje (80%), de productores que aprendieron esta técnica, a esto hay que mencionar que algunos familiares que llegaban de forma esporádica a visitar a estos productores mostraron interés en dicha técnica.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Los tratamientos ejercieron influencia en cada una de las variables evaluadas en este experimento en comparación con los resultados obtenidos en cada variable de la muestra testigo.
2. La mayor influencia de los tratamientos fue diferente entre las variables evaluadas, el tratamiento 1 presentó mejor comportamiento en las especies Orégano, Altamisa y Hoja del aire, sobre las variables altura y peso seco mientras que el tratamiento dos presentó menores valores para cada una de las variables en todas las especies.
3. El tratamiento uno induce con mayor facilidad el desarrollo por presentar mayor facilidad para el desarrollo de las raíces primarias y secundarias, debido a que es un sustrato suelto que permite una adecuada aeración de las raíces, buena infiltración del agua y por consiguiente una adecuada distribución de los nutrientes.
4. El 80% de los productores que trabajaron con el proyecto UNA-FUNICA-PACORA, aprendieron la técnica hidropónica, bajo el método aprender haciendo ya que estos se involucraban en las actividades realizadas desde el inicio del establecimiento del experimento.

5.2 Recomendaciones

1. Utilizar 50% de arena y 50% cascarilla de arroz (T1) bajo la técnica hidropónica en las especies de Orégano, Altamisa, Hoja del aire.
2. Cultivar el Vitamo de manera tradicional ya que se obtuvieron mejores resultados en suelo que en los dos tratamientos.
3. Evaluar el efecto de estos dos tratamientos en especies hortícolas, aromáticas y otras medicinales de interés para la población local involucrando un mayor número de productores que atienden cultivos agrícolas enfatizando en la técnica hidropónica.
4. Establecer este tipo de ensayo utilizando materiales tales como bambú, ripios de madera forrados con plásticos, llantas, botellas plásticas estas últimas evitarían la contaminación del ambiente.

VI.- BIBLIOGRAFÍA

- ANON, 1988; Hidroponía. La Habana, Cuba. 63Pág.
- CARRERO, M. 1997. Desarrollo cognitivo y aprendizaje. Edic. México. 45 Pág.
- FERNÁNDEZ, J. 2000; Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería. 1ra. Edic. Barcelona, España. Pág 517-520.
- HOUSE P. LAGOS-WITTES S. OCHOA L. TORRES C. MEJIA T. RIVAS M. 1995; Plantas medicinales comunes de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. 555 Pág.
- INTA-FAO, 2003; Manejo integrado de la fertilidad de los suelos en Nicaragua. Proyecto sistema integrado de la fertilidad de los suelos.
- MARULANDA, C. 1995; Hidroponía popular. Cultivos sin tierra. Guía técnica. Managua, Nicaragua. 24 Pág.
- MINISTERIO DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA, 1995; Fomento de la hidroponía popular en los municipios de San Francisco Libre, San Marcos, Ticuantepe y Granada. Managua, Nicaragua. 25 Pág.
- MARULANDA C. E IZQUIERDO J. 1993; La huerta hidropónica popular. Manual técnico. Santiago, Chile. 118 Pág.
- MINISTERIO DE LA AGRICULTURA, 1988: Instructivo técnico para el cultivo hidropónico. La Habana, Cuba. Edic. CIDA. 71 Pág.
- PÉREZ & MARTÍNEZ. 1994; Introducción a la fisiología vegetal. Casa editora. Mundi-Prensa. Madrid, España. 218 Pág.
- PÉREZ M. & TERRADELLAS R. 1999. Enseñar, Aprender y Evaluar aprendiendo en la Universidad. ICE. Universidad de Girona. 45 Pág.
- RESH H. M. 1997; Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción 4ta. Edic. Mundi-Prensa. Madrid, España. 509 Pág.
- RESH H. M. 2001; Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción 5ta. Edic. Mundi-Prensa. Madrid, España. 558 Pág.
- SALINAS & GRIJALVA. 1994; Diagnóstico de Nicaragua. Managua, Nicaragua. Pág 7.
- TALAVERA T. 1988; Manual de fertilidad de los suelos. Managua, Nicaragua. 85 Pág.
- VILLALOBOS L. 2000; Plantas medicinales de uso más frecuente en la comunidad de Pacora, San Francisco Libre, Managua, Nicaragua. Managua, Nicaragua. 204 Pág.

Sitios Web visitados

<http://www.cultivoshidropónicos.com>

<http://www.influenciadelpHeneelcrecimientodelasplantas.com>

ANEXOS



Anexo 1. Estructura en A que sirvió de soporte a los contenedores de las mezclas de la técnica hidropónica.



Anexo 2. Almacigo en donde se pusieron a germinar los esquejes de las especies en estudio.



Anexo 3. Desnivel del 2% de los canales de PVC, para evitar un encharcamiento.



Anexo 4. Mangueras usadas para el drenaje en el sistema hidropónico.



Anexo 5. Plántulas en el tercer tratamiento, después de la primera medición.



Anexo 6. Especies después de la cuarta medición, en el tratamiento 1.



Anexo 7. Especies después de la cuarta medición en el tratamiento 2.



Anexo 8. Especies después de su cuarta medición en el tratamiento 2 (en los canales) y tratamiento 3, en el suelo.

(Anexo 9) Tabla de Campo

Especie: Orégano

Variable: Crecimiento (altura cm)

| Tratamientos | Repeticiones | | | | Observaciones |
|--------------|--------------|---|---|---|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T1 | | | | | |
| T2 | | | | | |
| Testigo | | | | | |

Especie: Altamisa

Variable: Crecimiento (altura cm)

| Tratamientos | Repeticiones | | | | Observaciones |
|--------------|--------------|---|---|---|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T1 | | | | | |
| T2 | | | | | |
| Testigo | | | | | |

Especie: Hoja del aire

Variable: Crecimiento (altura cm)

| Tratamientos | Repeticiones | | | | Observaciones |
|--------------|--------------|---|---|---|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T1 | | | | | |
| T2 | | | | | |
| Testigo | | | | | |

Especie: Vitamo

Variable: Crecimiento (altura cm)

| Tratamientos | Repeticiones | | | | Observaciones |
|--------------|--------------|---|---|---|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T1 | | | | | |
| T2 | | | | | |
| Testigo | | | | | |

Fecha: _____ Recolectado por: _____

(Anexo 10) Tabla de Campo

Especie: Orégano

Variable: Rendimiento (Peso seco g)

| Tratamientos | Repeticiones | | | | Observaciones |
|--------------|--------------|---|---|---|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T1 | | | | | |
| T2 | | | | | |
| Testigo | | | | | |

Especie: Altamisa

Variable: Rendimiento (Peso seco g)

| Tratamientos | Repeticiones | | | | Observaciones |
|--------------|--------------|---|---|---|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T1 | | | | | |
| T2 | | | | | |
| Testigo | | | | | |

Especie: Hoja del aire

Variable: Rendimiento (Peso seco g)

| Tratamientos | Repeticiones | | | | Observaciones |
|--------------|--------------|---|---|---|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T1 | | | | | |
| T2 | | | | | |
| Testigo | | | | | |

Especie: Vitamo

Variable: Rendimiento (Peso seco g)

| Tratamientos | Repeticiones | | | | Observaciones |
|--------------|--------------|---|---|---|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| T1 | | | | | |
| T2 | | | | | |
| Testigo | | | | | |

Fecha: _____ Recolectado por: _____

Anexo 11. Resultado de la separación de medias por Tukey de la variable altura del orégano, Pacora, San Francisco Libre 2004.

| Categorías Estadísticas | Altura (cm) | Tratamientos |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|
| A | 34.219 | T1 |
| A | 30.125 | T2 |
| B | 14.425 | Testigo |

Alfa.....0.05
 Grados de libertad del error.....24
 Cuadrado medio del error.....30.24424
 Rango de valor critico estandarizado.....3.53170
 Diferencia mínima significativa.....4.8556

Anexo 12. Resultado de la separación de medias por Tukey del peso seco del orégano, Pacora, San Francisco Libre 2004.

| Categorías Estadísticas | Peso Seco en (g) | Mediciones |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
| A | 83.300 | T1 |
| B | 51.800 | T2 |
| C | 12.750 | Testigo |

Alfa.....0.05
 Grados de libertad del error.....6
 Cuadrado medio del error.....54.17889
 Rango de valor critico estandarizado.....4.33902
 Diferencia mínima significativa.....15.969

Anexo 13. Resultado de la separación de medias por Tukey de la variable altura del altamisa, Pacora, San Francisco Libre 2004.

| Categorías Estadísticas | Altura (cm) | Tratamientos |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|
| A | 33.375 | T1 |
| A | 30.500 | T2 |
| B | 14.844 | Testigo |

Alfa.....0.05
 Grados de libertad del error24
 Cuadrado medio del error43.4079
 Rango de valor critico estandarizado.....3.53170
 Diferencia mínima significativa.....5.8171

Anexo 14. Resultado de la separación de medias por Tukey del peso seco de la altamisa, Pacora, San Francisco Libre 2004.

| Categorías Estadísticas | Peso seco (g) | Tratamientos |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|
| A | 39.250 | T1 |
| A | 32.250 | T2 |
| B | 9.000 | Testigo |

Alfa.....0.05
 Grados de libertad del error.....6
 Cuadrado medio del error.....4.88444
 Rango de valor critico estandarizado.....4.33902
 Diferencia mínima significativa.....16.073

Anexo 15. Resultado de la separación de medias por Tukey de la variable altura de la hoja del aire, Pacora, San Francisco Libre 2004.

| Categorías Estadísticas | Altura (cm) | Tratamientos |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|
| A | 12.681 | T1 |
| A | 10.250 | T2 |
| B | 6.688 | Testigo |

Alfa.....0.05
 Grados de libertad del error.....24
 Cuadrado medio del error.....18.89535
 Valor critico estandarizado.....3.53170
 Diferencia mínima significativa.....3.838

Anexo 16. Resultado de la separación de medias por Tukey del peso seco de la hoja del aire, Pacora, San Francisco Libre 2004.

| Categorías Estadísticas | Peso seco (g) | Tratamientos |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|
| A | 27.000 | T1 |
| B | 14.750 | T2 |
| C | 2.250 | Testigo |

Alfa.....0.05
 Grados de libertad del error.....6
 Cuadrado medio del error.....13.51333
 Valor critico estandarizado.....4.33902
 Diferencia mínima significativa.....7.9752

Anexo 17. Resultado de la separación de medias por Tukey de la variable altura del vitamo, Pacora, San Francisco Libre 2004.

| Categorías Estadísticas | Altura (cm) | Tratamientos |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|
| A | 14.750 | T1 |
| A | 13.719 | Testigo |
| A | 8.294 | T2 |

Alfa.....0.05
 Grados de libertad del error.....24
 Cuadrado medio del error.....67.19583
 Valor critico estandarizado.....3.53170
 Diferencia mínima significativa.....7.2376

Anexo 18. Resultado de la separación de medias por Tukey del peso seco del vitamo, Pacora, San Francisco Libre 2004.

| Categorías Estadísticas | Peso seco (g) | Tratamientos |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|
| A | 7.375 | Testigo |
| A | 6.500 | T1 |
| B | 2.000 | T2 |

Alfa.....0.05
 Grados de libertad del error.....6
 Cuadrado medio del error.....2.3175
 Valor critico estandarizado.....4.33902
 Diferencia mínima significativa.....3.3027