

Universidad Agraria de la Habana
"Fructuoso Rodríguez"

Facultad de Ciencias Agrícolas

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MASTER EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

TÍTULO
Contribución a la Tecnología de Cepellones
para el Cultivo Protegido en Plántulas de
Tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill)
en la Provincia de Cienfuegos

AUTOR
Ing. Nirsa Damaris Sandó Castillo

TUTORES
Dra. Rafaela Soto Ortiz
Dr. Antonio Casanova Morales

Cienfuegos, 2006.
"Año de la Revolución Energética en Cuba"

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1 Producción protegida de plántulas en cepellones.....	5
1.2 Componentes de la tecnología de producción de posturas en cepellones.....	6
1.3 Fases de trabajo de la Tecnología.....	7
1.4 Importancia del uso y calidad del cepellón.....	10
1.5 Bandejas.....	11
1.6 El sustrato.....	14
1.7 Factores en los sustratos relacionados con el crecimiento vegetal.....	22
1.8 Sustratos Orgánicos utilizados en la producción de posturas.....	25
1.9 Sustratos Inorgánicos.....	28
1.10 Otros Sustratos.....	29
1.11 Retenedores de agua.....	30
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	39
3.1 Efectos del sustrato organo – mineral.....	39
3.2 Efectos del volumen de alvéolos.....	46
3.3 Efectos del polímero. Poliagua.....	48
4. CONCLUSIONES	
5. RECOMENDACIONES	
6. BIBLIOGRAFÍA.....	51
7. ANEXOS.....	58

La producción protegida de plántulas en cepellones constituye un importante eslabón en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en la tecnología de cultivo protegido. Dependiendo de la calidad de las mismas, un desarrollo fisiológico óptimo para enfrentar el proceso de trasplante y por consiguiente garantizar el éxito productivo.

La producción de plántulas se ve limitada a la utilización de sustratos organos – minerales más económicos y volúmenes de alvéolos reducidos que no le permiten a la postura permanecer por un mayor período de tiempo protegida del complejo (mosca blanca – geminivirus), así como disminuir el plazo trasplante – cosecha. Por tal motivo en la UEB Frutales de la Empresa Citricola Arimao, Cienfuegos se llevó a cabo un estudio donde se evaluaron diferentes combinaciones de sustrato organo – mineral partiendo de los sustratos humus de lombriz con 45, 60, 70 y 90%, turba rubia con 45, 30, 20 y 10% y litonita al 10% para todos los tratamientos evaluados; volúmenes de alvéolos a partir de la evaluación en dos bandejas de poliestireno, cubana de 247 alvéolos con 32,5 cm³ y española de 150 alvéolos con 45 cm³ de capacidad volumétrica. Se evaluó además el efecto de la aplicación de un polímero retenedor de agua en la calidad de las plántulas.

Las evaluaciones se realizaron a los 25 y 33 días después de la siembra (dds), aplicándose un análisis estadístico multifactorial. Resultando la combinación del 70% de humus de lombriz, 20% de turba rubia y 10% de litonita la de mejor comportamiento integral, así como para la bandeja de 45 cm³ de volumen. El mejor momento para el trasplante se mostró a favor de los 33 dds, siendo sólo la masa de raíces donde se reportan beneficios con la aplicación del poliagua.

Pocas hortalizas a nivel mundial presentan una demanda tan alta como el tomate. La producción mundial se ha mantenido estable con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas según datos de la FAO de la ONU (2005). La misma se ha incrementado aceleradamente durante los últimos años debido fundamentalmente a la exigencia de la población por esta importante fuente rica en vitaminas y minerales.

Los rendimientos de esta hortaliza se han visto reducidos por múltiples factores como las afectaciones por plagas como, en el caso de El Salvador, donde (según lo planteado por (Fuentes, (2005) la disminución estaba dada por el incremento de poblaciones de mosca blanca (*Bermisia tabaci*) provocando un aumento en la incidencia de enfermedades virales y una considerable elevación de los costos de producción, otro de los factores es la forma de siembra, al respecto Ohep, (2005) hizo referencia que en los valles del estado de Monagas en Venezuela en el año 1985 establecían siembras mediante el trasplante de posturas obtenidas de semilleros elevados de tierra, distribuyendo las semillas a voleo generalmente en densidades muy altas.

Se considera la calidad de las posturas, una de las causas principales que afectan los rendimientos hortícolas debido a que de ellas dependerá el posterior desarrollo del cultivo. Tanto es así, que hasta mediados de la década del 80, cerca del 100% de las hortalizas en Cuba se plantaban por el método de trasplante a “raíz desnuda”, llegando al 30% de las pérdidas de población en el caso del tomate haciendo decrecer sus rendimientos en igual medida no garantizando en tiempo, con la calidad fisiológica y fitosanitaria requeridas, las necesidades de plántulas (Casanova 2004).

Surge entonces a mediados de la década de los 90, el auge del cultivo protegido en Cuba a partir de transferencia de tecnologías de Israel y España, basados en el efecto de “Invernaderos” y efecto de “Sombrilla” para países tropicales con vistas a garantizar la producción de hortalizas frescas durante todo el año que permitan el suministro fresco al turismo, mercado de frontera y población a partir de un nuevo material genético altamente productivo, resistente a enfermedades y con una adaptación climática que permita obtener rendimientos entre 120 y 300 T.ha⁻¹ de acuerdo a las diferentes regiones y manejos climáticos así como a los tipos de instalaciones utilizadas.

Casanova et, al (2003) plantearon que los nuevos hídricos cada día son más costosos por lo que la producción de plántulas a nivel mundial se ha encaminado a la tecnología de plántulas en cepellón o “speedling” (plántulas en su propio terrón que reduce las pérdidas por trasplante, regular el costo de las semillas, constituyen el medio físico ideal como barrera para evitar el arribo de plagas transmisoras de germinivirus como es el caso de la mosca blanca (*Bermisia tabaci*) logrando precocidad y uniformidad de la producción hasta en períodos adversos.

Casanova et al, 2003, plantearon que constituye un importante eslabón en los sistemas de producción intensiva de hortalizas bajo cultivo protegido a nivel mundial y muy en particular en condiciones tropicales. Por otra parte, Caixeta (2002) afirmó que en pequeñas cantidades las mudas o posturas hortalizas ocupan una estructura de vivero durante todo el año y ayudan a cubrir los costos fijos de las empresas. México utiliza como método principal de siembra al almácigo alcanzando cada día un mejor nivel tecnológico (FAO, 2005).

Chile cultiva un gran número de especies hortícolas mediante el sistema de almácigos por lo que Izquierdo, (2005) propone incorporar técnicas que permitan producir plántulas sanas a partir del desarrollando de una amplia gama de sustratos y paquetes tecnológicos que apunten a abaratar costos de semillas, mejorar las condiciones para la germinación y desarrollo de las plántulas.

En Cuba hay gran interés en mantener su aplicación, por las múltiples ventajas que presenta la tecnología de cepellones para el cultivo protegido. Sin embargo a pesar del desarrollo alcanzado en esta tecnología, aún predomina el empleo de combinaciones de sustratos inadecuados y volúmenes de alvéolos muy reducidos que no le permiten a las plántulas el mejor desarrollo, desde el comienzo de la germinación hasta el momento del trasplante, factor que ha limitado la calidad actual de las posturas, influyendo en la uniformidad de las plantaciones, porcentaje de supervivencia y en los resultados productivos.

Por el problema antes expuesto, planteamos lo siguiente:

Hipótesis: La determinación de la combinación idónea de sustratos, capacidad de alvéolos, presencia de aditivos y la edad de las plántulas contribuirá al mejoramiento de las principales variables de calidad.

Por lo antes planteado nos trazamos:

Objetivo General: Contribuir al mejoramiento de la tecnología de cepellones en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) para elevar la calidad de las posturas.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el efecto de las diferentes combinaciones de sustrato orgánico – mineral y el momento del trasplante de las plántulas de tomate, producidas en cepellones en las principales variables de calidad, medidas a los 25 y 33 días después de la siembra.
- Evaluar el efecto del volumen de alvéolo y el momento del trasplante de las plántulas de tomate, producidas en bandejas de cepellones, en las principales variables de calidad medidas a los 25 y 33 días después de la siembra.

- Evaluar el efecto del producto Poliagua (polímero retenedor de agua) y el momento del trasplante de las plántulas de tomate, producidas en cepellones en las principales variables de calidad medidas a los 25 y 33 días después de la siembra.

El tomate (*Lycopersicon esculentom*, Mill) perteneciente a la familia de las solanáceas es una planta nativa de la América tropical continental, cultivada en todas las regiones templadas y tropicales del mundo. En Cuba se le encuentra en terrenos yermos y cultivados en toda la Isla (Roig, J.T., 1992), es la hortaliza más importante del mundo después de la papa. Se cultiva en su amplio rango de latitudes desde el Ecuador hasta casi el Círculo Polar.

La amplia aceptación y preferencia del tomate se debe a sus cualidades gustativas, la posibilidad de su amplio uso en estado fresco o elaborado en múltiples formas y, su relativo aporte de vitaminas y minerales (Gómez et al, 2000). En general; una dieta rica en hortalizas puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas, cáncer y obesidad, Gómez et al, (2000), citando a (Kolasa, 1991). Roig, (1992) planteó que el tomate tiene empleo como condimento y como planta alimenticia. El tomate tiene hoy mucha demanda como planta medicinal, por sus propiedades tónicas y por su contenido en vitaminas. Además se usa como remedio casero para las quemaduras (...) es usado como astringente y forma parte de la pomada de tomate que se emplea contra las hemorroides. Carillo, (2002) afirmó que por sus contenidos en carotenos: (beta Carotenos, licopenos y vitaminas C), se le atribuyen propiedades antioxidantes que estimulan el sistema inmunológico por lo que la población mundial tiene alta preferencia por este vegetal.

Por otra parte, con el incremento del turismo en Cuba tanto nacional como internacional, cada día se hace más creciente la demanda de este vegetal para satisfacer los hábitos alimenticios de la población mundial no sólo por su valor nutritivo sino por su amplia aceptación. El tomate es utilizado en el turismo para consumo fresco y otros usos además de resultar una de las atracciones culinarias de que disponen los Chefs en las cocinas y restaurantes, sin embargo toda la demanda no ha podido ser cubierta por estar este cultivo limitado a una época del año (llamada en invierno) y por no alcanzarse los rendimientos esperados. Múltiples son los factores que afectan la producción de esta hortaliza durante todo el año principalmente su producción durante la etapa primavera – verano (trasplante de marzo - agosto) se ve afectada por las condiciones climáticas donde prevalecen temperaturas máximas muy elevadas situadas por encima del límite biológico permisible de algunas especies acompañadas de una alta radiación global generalmente durante el verano con influencia de fuertes precipitaciones, además de una alta humedad relativa durante casi todo el año y frecuentes amenazas de tormentas y ciclones tropicales (Casanova et al, 2003).

En el orden Agronómico otros factores también tienen su influencia negativa sobre la producción puesto que no se dispone de variedades adaptadas y resistentes que permitan extender la producción durante el año a campo abierto y asegurar la oferta de un producto de alta calidad de forma estable, existen dificultades en el manejo y disciplina agronómico de los cultivos además del

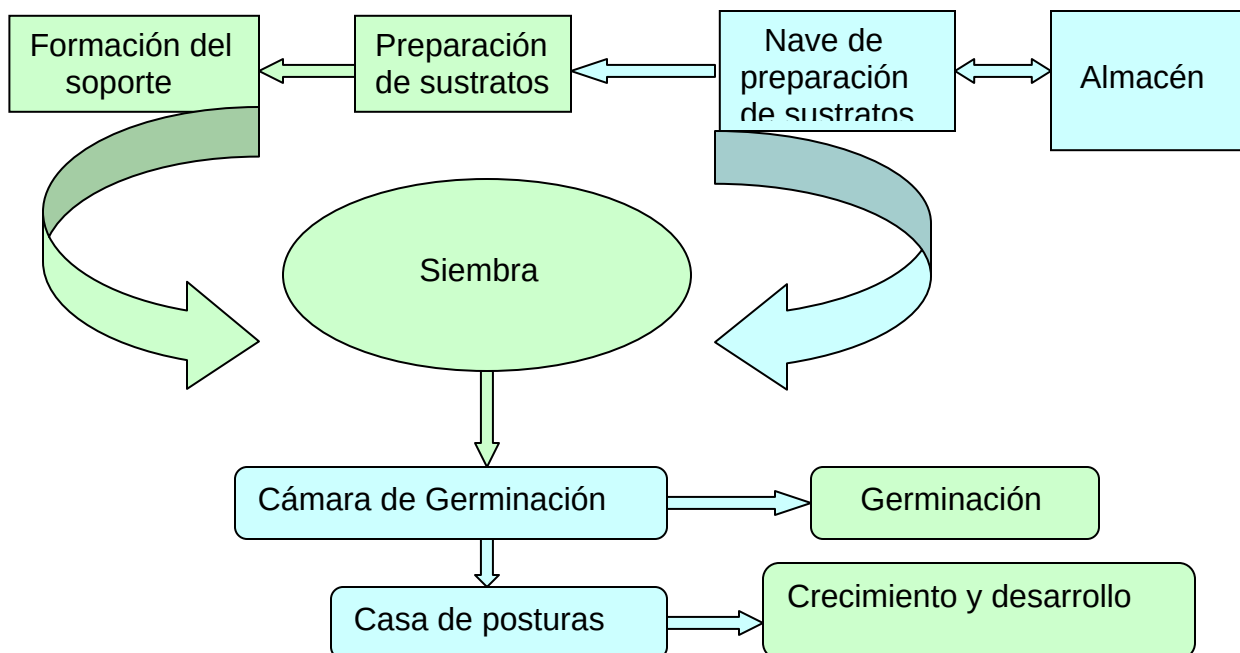
azote de nuevas enfermedades y plagas a los cultivos como: (moscas blancas – geminivirus, trips y otros) (Casanova et al, 1999).

1.1 Producción protegida de plántulas en cepellones

Dentro de la tecnología del cultivo protegido se encuentra la producción protegida de plántulas en cepellones como el eslabón más importante y vulnerable de esta tecnología. La misma tiene numerosas ventajas, entre las cuales se enuncian:

- La facilidad con que las plántulas superan las crisis de transplante.
 - Seguridad en el complemento de los plazos de plantación y producción.
 - Mínimo riesgo de enfermedades en las raíces y cuellos de las plántulas.
 - Menor exigencia y especialización en la labor de transplante manual.
 - Ahorro de agua.
 - Fácil control de malezas y reducción de daños en el campo.
 - El proceso de extracción y manipulación de las plántulas es más sencillo.
 - El cepellón es vehículo ideal para trasladar al campo plántulas infestadas sobre patrones resistentes.
 - Para la aplicación de medios biológicos, biofertilizantes.
 - Se propicia mayores rendimientos por superficie.
 - Facilita la selección y agrupación de plántulas por tamaños.
- (Casanova et al, 2003)

FASES Y COMPONENTES DE TRABAJO DE LA TECNOLOGÍA



1.2 Componentes de la Tecnología de producción de posturas en cepellones.

Nave de preparación de sustratos.

Un área que se utiliza para la preparación, conservación y desinfección de sustratos; desinfección y llenado de bandejas; siembra y riego inicial.

Almacén.

Almacén para guardar aperos, bandejas, aditivos, medios biológicos, instrumentos de medición, etc.

Áreas de Pregerminación.

Cámara de germinación de semillas o (cuarto oscuro) que debe estar prevista de falso techo y climatización, en lo posible, así como estantería para la colocación de las bandejas en la fase de pregerminación de las semillas.

Características de la casa de producción de plántulas.

Debe ser una instalación protegida, ubicada vientos arriba, en un lugar alto, ventilado, de buen drenaje, con adecuada fuente de abasto de agua, seguridad, vías de acceso y alejada de las áreas de producción intensiva de especies afines, de adecuadas dimensiones (ancho x largo x altura) con cerramiento superior de polietileno flexible (PE) o raffia plastificada con cerramiento de laterales y frentes con malla antiinsectos así como la ventilación cenital, sistema de riego localizado con microaspersión aérea y laterales independientes, tiene que tener posibilidad de riego alternativo con manguera y ducha o regadera para los casos de emergencia. Debe tener porta bandejas convenientemente nivelados y separados del suelo. Debe contar con una doble puerta de entrada y salida situada contraria a la dirección de los vientos predominantes, con punto de desinfección de manos y pies, con vistas a detectar plagas; la nave debe contar con un módulo de trampas entomológicas (amarillas, azules y blancas), además debe estar prevista de instrumentos de medición climática para temperaturas y humedad relativa. Para la protección de la entrada de las aguas pluviales a la instalación se requiere poner por todo el alrededor de la casa un zócalo de 0.5m de altura sobre el suelo, debe mantenerse el drenaje externo de la casa, además que una adecuada altura del piso debe estar cubierto por gravilla o rocoso, preferiblemente que garantice el filtrado de los drenajes del riego. Durante el período de primavera – verano en que prevalecen las temperaturas más elevadas durante el año y una mayor radiación, es preciso aplicar medidas de manejo climática a la casa de producción de plántulas para lo cual se recomienda: colocar una malla sombreadora exterior sobre o separada del techo para interceptar la radiación infrarroja corta (IRC) incidente. Con lo

cual la temperatura en el interior de la casa disminuye en unos 4⁰C, otra posibilidad es colocar una pantalla, térmica móvil en el interior de la instalación, además, durante todo el año el techo de la instalación deberá permanecer libre de incrustaciones de polvo, mediante el lavado periódico para lograr una buena transmisividad de la luz.

1.3 Fases de trabajo de la Tecnología.

La tecnología tiene cinco fases o componentes que son: preparación del sustrato, formación del soporte, siembra, germinación y crecimiento de plántulas.

Preparación del sustrato.

Al menos un día antes de la siembra, el material orgánico certificado, con comprobada conductividad eléctrica y pH según lo establecido, se pasa por una zaranda para lograr la granulometría deseada y eliminar partículas indeseables. Si se empleara más de un material orgánico, ambos se mezclan homogéneamente en los volúmenes correspondientes y en condiciones de tempero y posteriormente se mezclan en volumen con el % correspondiente de litonita según la especie a sembrar. Una vez preparado el sustrato órgano – mineral se trata seguidamente con *Trichoderma harzianum* cepa A – 34, el sustrato debe ser mezclado homogéneamente para lograr plántulas con tamaño uniforme.

Formación del soporte.

Las bandejas previamente desinfectadas son llenadas de forma manual o mecanizada, evitando que tengan contacto con el suelo. Para el llenado de los alvéolos de las bandejas se requiere que el sustrato tenga una adecuada humedad de tempero, cuidar que todos los alvéolos queden bien llenos, evitando espacios vacíos o su compactación durante esta operación, además los tabiques que separan los alvéolos deben quedar libre de sustratos. Después de llenada la bandeja antes de la siembra, es conveniente aplicarle un riego uniforme al sustrato y para evitar complicaciones resulta conveniente si la siembra se realizará de forma manual es aconsejable llenar las bandejas un día antes.

Siembra.

La semilla debe ser tratada previamente con gauchó, antes de la siembra la cual puede ser manual o mecanizada, para la siembra manual las bandejas se colocan sobre una mesa y se marca la profundidad a nivel de cada alvéolos de forma simultánea y uniforme con el marcador de profundidad correspondiente

(2 mm para el tomate), se proceden a la siembra manual colocando una semilla por alvéolo y dos en los extremos cortos de las bandejas como reserva para sellar posibles fallos de germinación.

La semilla debe quedar sembrada en el centro del alvéolo lo que beneficia la extracción posterior de las plántulas, antes del tapado de las semillas debe ser verificado la calidad de la siembra y luego se procede al mismo, con el mismo sustrato tamizado convenientemente y con menor humedad tanto en siembra manual como mecanizada, teniendo en cuenta que la uniformidad del tape es factor importante en el éxito de una germinación uniforme.

En cada tiro de semilla debe identificarse a nivel de bandeja el nombre de la variedad, la fecha de siembra y destino. Una vez sembradas las bandejas son colocadas en el portabandejas de la nave de preparación donde se le aplicará el primer riego de germinación. Con varios pases ligeros, hasta que se logre el drenaje del agua por los orificios inferiores de los alvéolos, como es importante que durante el riego no se mueran las semillas es conveniente proteger las bandejas con una malla fina por encima antes de este riego que preferiblemente debe hacerse con agua de lluvia con conductividad eléctrica (CE) = 0) para evitar la elevación de la CE y favorecer la germinación homogénea de las semillas.

Germinación.

Después del primer riego las bandejas deben ser llevadas a la cámara de germinación o (cuarto oscuro) y deben ser estibados en un número no mayor de seis, con un separador entre las mismas y se cubren con un polietileno lo más herméticamente posible para evitar la pérdida de humedad.

En el caso del tomate después de las 48 horas debe ser observado sistemáticamente hasta aproximadamente las 72 horas para observar el inicio de la germinación (5% o menos) donde se debe proceder al destape y desmonte de las bandejas para ser llevadas a la casa de posturas.

Crecimiento de las plántulas.

Una vez que las posturas se encuentran en la casa donde permanecerán durante su crecimiento se le controlará la fecha de entrada y deben ser regadas dos veces al día, bien temprano en la mañana y al caer la tarde hasta lograr la germinación total donde se debe emplear 1.5 l de agua/bandeja/día esta operación será repetida diariamente cuidando controlar el riego y asegurar que no haya excesos que asfixien las plantitas, hasta el inicio de la formación de la primera hoja verdadera en tomate donde se observará la plantación en la

mañana y la tarde regándose las mismas al notarse el inicio del estrés en las plantitas (10% de las plántulas) donde se establece un manejo del riego que favorezca un crecimiento armónico de la parte vegetativa de las plántulas y su sistema radical, evitando regar en horas del mediodía.

En la casa de posturas durante el crecimiento de las plántulas se eliminarán las malezas en la fase de crecimiento inicial para evitar la discriminación de las mismas y el siguiente perjuicio que estas ocasionarían a las nuevas plántulas; se realizará además la labor de repicaje para el sellado de los alvéolos vacíos con plántulas de reserva (de alvéolos con doble número de plántulas), esta actividad se realizará cuando aún las plántulas estén en la fase cotiledonal preferentemente en horas de la tarde seguida de un riego ligero, es recomendable preparar bandejas sin plantas para repicarle plántulas pequeñas a fin de evitar que se afecten por la competencia de las mayores cuando los espacios vacíos no favorezcan esta posibilidad. Debe tenerse en cuenta que debe hacerse un cambio de posición de las bandejas si fuera necesario, en caso de crecimiento desuniforme de las posturas debido a una mala ubicación de las mismas.

En caso de estas posturas ser producidas en sustratos sin la presencia de litonita se le deben aplicar abono foliar rico en fósforo en la formación de las primeras hojas verdaderas.

Medidas fitosanitarias.

Durante el proceso de crecimiento de las plántulas en la casa de postura se tendrán en cuenta una serie de medidas fitosanitarias que garantizará el desarrollo saludable de las mismas por lo que solo el personal que labora permanentemente en la casa de posturas tendrá acceso al lugar, el cual utilizará ropas y zapatos limpios con los que no deberán visitar otras áreas aledañas.

Se desinfectará los aperos, medios y utensilios con formol al 3%, y no deberán salir de la casa de posturas (mochila, frascos, vasijas, tanque, regadera, etc.) así como aplicarle un insecticida recomendable de efecto a techos, paredes, piso y puerta de entrada. Previo a la entrada de las primeras bandejas a la casa colocarán trampas entomológicas amarillas, blancas y azules, inclusive en el área de la puerta de entrada para la identificación en las mismas de la presencia de un nivel importante de insectos, donde debe procederse a la aplicación previa de un insecticida recomendado de ambiente, siempre teniendo en cuenta que antes de iniciar la actividad fitosanitaria con nuevos productos y dosis se deberá realizar una prueba previa para valorar su resultado y decidir su aplicación generalizada. Como medida preventiva para controlar los hongos que producen "Damping off", se realizarán uno o dos tratamientos con biopreparado *Trichoderma harzianum* cepa A – 34, al 10% de forma foliar, el primero antes

del trasplante con humedad en el suelo, se harán aplicaciones preventivas de medios biológicos y fungicidas en horarios adecuados y posteriores al riego.

Diariamente se observan las plántulas en horas tempranas de la mañana en busca de alteraciones producidas por plagas o enfermedades. Para mantener la protección de las posturas como parte de la estrategia contra el complejo mosca blanca – geminivirus se trataron las posturas, con confidor 70% SC a una dosis de 0.3e/ha. según normas técnicas. Además se mantendrá aproximadamente en un perímetro de 100m alrededor de la casa de posturas libre de plantas hospederas de plagas y geminivirus. (Casanova et al, 2003)

1.4 Importancia del uso y calidad del cepellón.

Resulta de especial importancia dentro de la producción de posturas: la calidad de las mismas por se esta una de las causas principales que afectan los rendimientos hortícolas, debido a que dependerá de ellos el posterior desarrollo del cultivo y por consiguiente sus rendimientos.

Tradicionalmente los agricultores preparan los semilleros donde obtienen plantas para ser trasplantadas a raíz desnuda, con el inconveniente de la poca uniformidad en el desarrollo de las posturas afectándose a muchas el sistema radical, provocando que exista una alta mortalidad en la fase posterior al trasplante con un consiguiente consumo alto de semillas.

Cepellón o “Speedling”

Gómez, Casanova et al, (2000) haciendo referencia a lo planteado por (Bowen y Kralky, 1981 y Macua, 1990) plantean que frente a la forma clásica de producción de plántulas “a raíz desnuda”, se está implantando en varios países, la producción en cepellón o “speedling” (plántulas en su propio terrón) plantean además que la principal ventaja para el productor es la reducción de pérdidas en el trasplante, que tanto influyen en los bajos rendimientos de los cultivos, ya que las plántulas en cepellón no sufren el estrés o crisis del trasplante, se producen menos daños a las raíces, su arraigo y porcentaje de sobrevivencia en campo abierto es mayor y prácticamente siguen su ritmo de crecimiento sin “paro” contrario a lo que ocurre en la forma tradicional del trasplante, además el sustrato del cepellón contiene una reserva de humedad que la planta puede utilizar hasta que sus raíces alcancen la humedad del suelo.

En Estados Unidos la tecnología del trasplante se ha impuesto en los últimos 20 años. La mayoría de los cultivos hortícolas son aptos para trasplantar. Dentro de las especies hortícolas más comunes y de mayor volumen de producción se encuentra el tomate entre otros. La producción del trasplante ha aumentado aceleradamente debido al incremento en la especialización, automatización de

las operaciones en el invernadero y la mayor demanda por los productores. Es común encontrar viveros o “nurseries” que producen más de 500 millones de plugs’ por año, típico en Florida California, Texas y Georgia.. donde semilleros importantes incluyen “speedling”, no obstante algunas regiones de U.S., particularmente donde la horticultura no es tan importante o esta menos diversificada, aún un porcentaje bajo de la producción total hortícola utiliza trasplantes en bandejas (Leskovar, 2001).

En Cuba, la producción de hortalizas, como en toda área tropical, es estacional y se ha caracterizado por estar basada en el uso del trasplante a “raíz desnuda” de plántulas producidas en semilleros tradicionales a campo abierto durante el período lluvioso del año (agosto - octubre), pues el productor sólo dispone de 90 –100 días para realizar sus plantaciones en el período óptimo de desarrollo de la mayoría de las especies hortícolas (octubre - diciembre) luego esta producción es riesgosa y no garantiza en tiempo y con la calidad fisiológica y fitosanitaria adecuadas las necesidades de plántulas programadas. Por otra parte, el propio método de trasplante conlleva a pérdidas llevada de población debido a la no recuperación de las plántulas del estrés posttrasplante, lo que influye grandemente en los bajos rendimientos agrícolas y en los altos consumos de semillas, en ocasiones de híbridos importados, informados por el país. Esta situación se trató de mejorar en la década del 80 con la introducción de la siembra directa, la cual requiere de un alto nivel de insumos y tecnificación del productor, lo que la hizo insostenible... La obtención de plántulas de calidad es una premisa para la producción de excelentes cosechas, por lo que se hace necesario desarrollar nuevos métodos de plantación adaptadas a las condiciones nacionales existentes. En nuestro país tomando como centro cabecera al Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (IIHLD), en el período de 1987 – 1989 se estudió comparativamente en época óptima para el cultivo del tomate la influencia de los métodos de plantación a “raíz desnuda” y de plántulas enraizadas en sustratos en función de las densidades de plantación alcanzadas por lo mismos en el campo, llegando a la conclusión que con el trasplante de plántulas enraizadas en sustratos, en bloques o motas prensados, se lograron densidades de plantación en el campo de 93 – 100% de lo establecido, según las variables usadas en contraste con solo 63% logrado por el trasplante “a raíz desnuda”, lo que conlleva a la pérdida de un 30% del rendimiento como mínimo. (Casanova et al, 2004)

1.5 Bandejas.

Los cepellones o “speedlings” se producen en bandejas, contenedores o charolas flexibles o rígidas, de polietileno, poliestireno, poliuretano u otro material adecuado que están divididas en alvéolos (orificio del cepellón) de forma troncopiramidal o troncocónicas de diferentes volúmenes y superficies, prefiriéndose por ser más eficientes para el cultivo del tomate, los de bandejas

de alvéolos de 3 cm x 3 cm y una profundidad de 5 a 7 cm Gómez, Casanova et al, (2000) citando a (Macua, 1990; Casanova et al, 1995) y (Casanova et al, 2003) plantean que para la producción de plántulas en cepellones, se utilizan bandejas o contenedores con diferentes dimensiones de alvéolos donde se deben tener en cuenta en la elección de la bandeja, el volumen y el número de alvéolos por bandejas, en función de la especie y del sistema de producción de que se trate. Las celdas grandes permiten mayor espacio por planta, resultando plántulas más grandes y mejor desarrolladas (Koranski, 2005).

En Cuba se utiliza la bandeja cubana de poliestireno de 2,9 x 2,9 x 6,5 cm de 32,5 cm³, a pesar del criterio de algunos especialistas por considerar el autosombreo en la misma que provoca adelgazamiento de las posturas y que estas se excedan de la altura estándar por lo que la tendencia es a cambiar la bandeja por otra de mayor volumen de alvéolo y que tenga mayores posibilidades de aumentar el número de días de las plántulas en la fase de semillero (Casanova y Ozuna, 2002). (Stoppani y Francescangeli, 1999) y otros autores plantearon que numerosas experiencias indican que cuanto más volumen tenga el envase mayor será la calidad del plantín, mejor será el crecimiento tanto de las raíces como de la parte aérea y mayor precocidad tendrán las plantas en el cultivo, además existe menor peligro de envejecimiento de los plantines si se atrasa el trasplante comprobándose esto en solanáceas.

(Bruzón, 2004) En Colombia se ha realizado un proyecto como una nueva alternativa de producción de plántulas mediante la utilización de vasos plásticos desechados de 320 cm³ logrando con esta técnica optimizar la producción de las plántulas, llamada VSP (vaso – sustrato - planta).

Las bandejas son usadas para la reproducción de especies hortícolas y tabaco además son también utilizadas para plantas hornamentales como es el caso del clavel chino y español según experimento Fernández, (2002) en Cuba.

Los bloques prensados se elaboran mecánicamente a partir del sustrato seleccionado, con la humedad requerida para lograr su adecuado prensado. La máquina comprime el sustrato en forma de bloques de diferentes dimensiones, en el caso del tomate, frecuentemente son de 5 cm x 5 cm x 5 cm. En cada operación de la máquina se produce un número determinado de bloques que pueden ser sembrados también mecánicamente. Estos bloques se colocan sobre cajuelas o contenedores apropiados para su traslado a la instalación destinada a su cuidado hasta el trasplante (Gómez, Casanova et al, 2000)

En Estados Unidos las semillas se siembran en celdas individuales en las bandejas ("plug trays") de diversos tamaños (ej. 34 x 66 cm; 39 x 59 cm ó 23 x 67 cm). El número de compartimientos o celdas por tray varia de 18 a 800 y pueden ser de varias formas: redondas, cuadradas, hexagonal, octogonal, o de estrella y con una profundidad de 1,25 a 7,5 cm. Los envases son en general de

color blanco, negro o gris. Los blancos reflejan luz y confieren buen aislamiento, especialmente para producción en verano. Los negros y los grises absorben calor y se utilizan para producción de invierno o primavera. La mayoría de los trays son de poliestireno expandible (speedling), resinas plásticas (landmark) o de polipropileno de alta densidad (plantel nurseries). Otros envases incluyen arcilla, pallets comprimidos de turba (Liffy), o módulos de turba de 12 unidades. Estos últimos se utilizan en menor escala debido a su alto costo. El uso de envase de papel para la producción de especies hortícolas no es muy común en U.S.

Algunas bandejas de poliestireno ej. Speedling con 128, 200 y 242 celdas utilizan una cobertura química basada en cobre para evitar la intrusión de raíces en las celdas y al mismo tiempo proveer la poda y ramificación de raíces laterales. Otro tipo de bandejas desarrolladas en North Carolina utilizan celdas rodeadas de canales de aire (winstrip inc con 50, 72, 128, 162, 216, o 288 celdas) las cuales facilitan una poda radicular natural, mejora la aireación y sanidad de la planta (...) En general la elección del tamaño y la profundidad de la celda está en función de la especie seleccionada, tiempo de crecimiento y sistema radicular y vegetativo.

En el sistema HPS* la geometría del contenedor es troncopiramidal cada cara del contenedor está formada por tres paredes de igual altura, rectas y escalonadas de aristas curvadas, la pared inferior tiene 30 cm de longitud, la media 35 cm y la superior 40 cm. El material de construcción del contenedor es de HPS sistema de cultivo en contenedor sin suelo que utiliza los residuos de fibra de coco como sustrato de cultivo; poliestireno expandido teniendo propiedades térmicas aislantes, cada uno de los escalones del contenedor a parte de ser un reforzamiento para mantener rígida la estructura del contenedor, permite introducirse a la raíz dentro del corazón del sustrato con gran facilidad y evita una acumulación excesiva de raíces alrededor de las paredes del sustrato.

(Cervantes, 2005) describiendo el cultivo de lana de roca en España afirma que el proceso de siembra de las plántulas se realiza en bandejas con vermiculita o en pequeños tacos de lana de roca donde el sustrato debe estar bastante humedecido y debe permanecer algunos días en la cámara de germinación. Los kiemplugs son unos pequeños cilindros de unos centímetros de diámetro y 2,5 centímetros de altura, que se utilizan mucho en los semilleros para posteriormente replicar las plantas a los bloques y una vez germinada la planta se procede al repicado a tacos de lana de roca saturados de agua; y a la altura de los cotiledones normalmente rellenos con vermiculita, dándole un riego con solución nutritiva. Los bloques del semillero deben recibir un riego antes de llevarlos a la finca para evitar que se sequen los cepellones y de esta manera se asegure un trasplante con éxito. La distribución de las fibras en los bloques o tacos es vertical para favorecer el crecimiento rápido de las raíces de la plántula y la de las tablas es horizontal para que el crecimiento de las raíces y de la planta se produzcan de forma homogénea.

En Madrid, España en el centro de producción vegetal en la universidad de Almería practican siembras en bandejas flotantes como alternativas al bromuro de metilo en el cultivo del tabaco que permite la producción de plantas de una forma fácil y segura, con cepellón uniforme, calidad y menor costo. El método consiste en que las bandejas permanezcan flotando sobre el agua de una bolsa desde la siembra al trasplante, las bolsas pueden estar situadas en túneles en el exterior protegidas por mantas térmicas o en el interior de un invernáculo donde las paredes de la bolsa deben ser de 15 cm de altura y se construyen a base de ladrillos, bloques de hormigón, chapa metálica o madera. Las bandejas al flotar deben sobresalir 1 cm por encima de las paredes por lo que la altura del agua en la bolsa será aproximadamente de 10 cm. El revestimiento interior de la bolsa se realizará con dos láminas de plástico negro y el sustrato es base de turbas (...). Se utilizan bandejas de poliestireno expandido de alta densidad (32 – 35 g/l). El alvéolo debe tener forma de tronco de pirámide invertido y el volumen de cada alvéolo podrá oscilar entre 16 – 23 cc (Bello et al, 2004).

Desinfección de Bandejas.

Existen diferentes modos de desinfección de bandejas para evitar que en las mismas se desarrollen agentes patógenos.

En Cuba se sumergen durante 5 minutos en solución de lejía al 5% ó Formol al 2%, en este último caso se requiere un lavado posterior de las mismas con agua antes de su empleo (Casanova et al, 2003).

En España las medidas preventivas son indispensables para mantener las plantas de tabaco libre de plagas y enfermedades para lo cual recomiendan desinfectar con una solución de agua y lejía. Comercial al 10% a los diferentes elementos que se utilizan (Bello et al, 2004).

Estados Unidos para evitar el desarrollo de enfermedades particularmente, “damping off” esterilizan los trays ya sea por métodos químicos o de vapor, tienen una técnica común de sumergirlos por 20 minutos en sales cuaternarias de amonio. También se usa hipoclorito de sodio (1 – 2%) seguido por enjuague Leskovar, (2001) plantea además que el poliéster puede absorber cloro de forma compuestos tóxicos los cuales afectan negativamente la germinación en especies sensibles con los tratamientos químicos los envases pueden ser usados hasta 20 veces. Otra posibilidad es la esterilización a vapor a 71 grado Celsius por 30 minutos, pero en este caso la vida útil se reduce a 4 ó 5 usos.

1.6 El Sustrato.

Martínez y García, (1993) consideran que un sustrato de cultivo es un medio material en el que se desarrollan las raíces de las plantas, limitado físicamente en su volumen, aislado del suelo para impedir el desarrollo de las raíces en el

mismo y capaz de proporcionar a la planta el agua y los elementos nutritivos que demande, y a las raíces el oxígeno necesario para su respiración.

(Alarcón, 2000) Definió el sustrato como el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo que presenta un volumen físico limitado y debe encontrarse aislado del suelo además tiene como funciones: mantener la adecuada relación: aire y desolación nutritiva para proporcionar a la raíz el oxígeno y los nutrientes necesarios y en el caso de sustratos sólidos ejercer el anclaje de la planta.

Planteó además que no existe el sustrato ideal, cada uno presenta una serie de ventajas e inconvenientes y su elección dependerá de las características del cultivo a implantar, de las variables ambientales y de la instalación lo que si existe es un manejo ideal para cada tipo de sustrato a emplear.

(Leskovar, 2001) planteó que el medio o la mezcla sin tierra debe proveer un ambiente favorable para el desarrollo radicular y plantea que las funciones principales del medio para sostener el crecimiento son: fuente de nutrientes, retención y disponibilidad de agua, mantener un eficiente intercambio de gases y dar soporte a la planta.

Casanova et al, (2003) definen al sustrato como el medio de cultivo que le sirve de soporte a la plántula y que además tiene que suministrarle a las mismas, las cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes.

Desde el punto de vista hortícola el objetivo de cualquier sustrato de cultivo es producir con calidad, con los más bajos costos de producción en un período corto de tiempo y que la obtención y la eliminación del sustrato no deben provocar un impacto de importancia.

Consideraciones medioambientales de los sustratos.

Una consideración medioambientales positiva es la posibilidad de empleo de subproductos agrícolas y forestales como: cortezas, serrines, corcho, biomasa forestal, fibra de coco, cascarilla de arroz.

Materiales contaminantes del medio ambiente marino (playas) como: algas y materiales de desecho procedentes de actividades humanas e industriales de la zona como: ladrillo molido, plástico molido, residuos de la industria maderera, estériles de carbón, escorias y cenizas, residuos sólidos urbanos, lodos de depuradoras, etc.; adecuándolas en cuanto a granulometría y con su esterilización pertinente.

Una consideración medio ambiental negativa a tener en cuenta es la generación de residuos que en determinados casos pueden ser problemáticas a la hora del reciclaje y/o reutilización, además la agricultura intensiva tiene lugar generalmente en áreas con una elevada concentración de explotaciones, lo que agrava aún más el problema. Por ejemplo: la lana de roca no es biodegradable y sus residuos son nocivos para la salud humana mientras que los sustratos orgánicos son perfectamente biodegradables, y productos como la perlita pueden usarse como enmendantes de suelos para mejorar sus propiedades físicas (Alarcón, 2000).

Clasificación de los sustratos.

Se pueden establecer diferentes clasificaciones:

✓ Según su origen:

Naturales: La mayoría de los sustratos empleados son de origen natural y los podemos dividir en:

- Orgánicos: de procedencia animal o vegetal, por ejemplo: turbas, fibra de coco, corteza de pino, cascarilla de arroz, serrín, compost, entre otros.
- Inorgánicas: generalmente son inertes desde el punto de vista químico. Distinguimos:

-Los que se usan sin ningún proceso previo aparte de la necesaria homogenización granulométrica: gravas, arenas, puzolana, picón, etc.

-Los que sufren algún tipo de tratamiento previo, generalmente a elevada temperatura, que modifica totalmente la estructura de la materia prima: lana de roca, perlita, vermiculita, artita, arcilla expandida, etc.

Sintéticos: podemos nombrar las espumas de poliuretano y el poliestireno expandido, aunque su uso está poco difundido, coincidiendo con Martínez y García, (1993) (Abad 1993, Abad y Noguera, 1997) citados por Alarcón, (2000).

✓ Según Granulometría

A groso modo podemos dividir los agregados según su granulometría:

- Partículas de < 3 mm Ø: arena, perlita, plásticos, lana de roca, etc.
- Partículas de > 3 mm Ø: grava, basalto, pumita, lavas, etc.; estos pueden presentar dos tipos de riego, superficial (goteo) y por subirrigación.

✓ Según la Actividad química

- Inertes: no interaccionan químicamente con la solución nutritiva, presentan una muy baja o nula CIC y su misión es únicamente el anclaje de la planta y mantener una adecuada relación aire/agua ejemplo: lana de roca, perlita, arena silícea, gravas, rocas volcánicas, etc.

- Químicamente activos: interaccionan con la solución nutriente liberando y/o reteniendo nutrientes, presentan generalmente elevada CIC ejemplo: turbos, compost, vermiculita, etc. (Alarcón, 2000).

Propiedades de lo sustratos.

Leskovar, (2001) planteó la mezcla tradicional de trasplante en los E.U. es la conocida como: Cormill – Peat – Lite – Mix, y que en la actualidad los productores nuevos prefieren el uso de mezclas comerciales formuladas específicamente para el uso del trasplante.

Mezclas no equilibradas pueden provocar baja germinación, deficiencias o toxicidades nutricionales, pobre crecimiento radicular, o tallos estrechados plantea además que antes de utilizar nuevas mezclas es recomendable analizar el medio para así ajustar el programa de fertilización.

Alarcón, (2000) plantea que para la caracterización física de un sustrato interesa evaluar sobre todo la granulometría: distribución del tamaño de partículas y la porosidad y su reparto entre las fases líquida y gaseosa: la capacidad de retención de agua y la porosidad de aire.

Propiedades físicas de los sustratos:

Densidad Real(DR): Es la relación del material seco a 105⁰C y el volumen real ocupado por las partículas sin incluir el espacio intermedio de poros, no depende del grado de compactación ni del tamaño de partícula. Es la densidad del material que compone o constituye el sustrato. Se expresa en g/cm³. (Martínez y García, 1993) y (Alarcón, 2000).

Densidad Aparente(DA): Es la relación entre la masa del material seco a 105⁰C y el volumen ocupado, incluido el espacio intermedio de poros. Es la densidad del sustrato en condiciones de utilización por tanto está tremendamente influida por la compactación del medio. Se expresa en g/cm³. (Martínez y García, 1993) y (Alarcón, 2000).

Espacio poroso o porosidad total(EPT): Volumen total de sustrato no ocupado por la fase sólida del mismo (partículas orgánicas o minerales). El volumen está lleno en los macroporos y de agua en los microporos. (Martínez y García, 1993), (Alarcón, 2000) y (Leskovar, 2001).

Granulometría: Es el parámetro que expresa la distribución de partículas según su tamaño, lo que determinará el balance entre el contenido en agua y en aire del sustrato a cualquier nivel (Abad y Noguera, 1997). Las propiedades físicas de un sustrato suelen variar considerablemente en función de la distribución

porcentual de cada uno de los rangos de tamaño en que estén clasificadas las partículas. Martínez y García (1993) y (Alarcón, 2000).

- **Capacidad de absorción de agua (CAA):** Es la cantidad de agua expresada en gramos que 100 gramos de sustrato seco pueden retener. (Martínez y García, 1993).
- **Potencial de agua:** Las disponibilidades de agua y aire en los sustratos. El agua es retenida en los poros del sustrato o del suelo con una cierta fuerza o tensión. La planta debe romper estas tensión para absorber el agua a través de las raíces. (Martínez y García, 1993).

Curva de retención hídrica a bajas tensiones (Curva de De Boodt): Establece la relación agua/aire en el sustrato así como las variaciones en la disponibilidad del agua total retenida por el sustrato. Esta curva se conforma con los siguientes parámetros:

- **Capacidad de aireación:** Es el porcentaje en volumen de sustrato que contiene aire después de ser saturado en agua y dejado drenar a una tensión de 10 cm de columna de agua. El valor óptimo puede considerarse en 20 – 30% (Abad y Noguera, 1997), (Martínez y García, 1993) y (Alarcón, 2000).
- **Agua fácilmente disponible:** Es el volumen de agua retenido por el sustrato ente 10 – 50 cm de columna de agua de tensión se corresponde con el agua que puede consumir la planta sin apenas gasto energético. A partir de 50 cm de columna de agua el proceso de absorción por parte del aparato radical se dificulta, necesitándose un gasto superfluo de energía (Abad y Noguera, 1997), (Martínez y García, 1993) y (Alarcón, 2000).
- **Agua de reserva:** Es el volumen de agua retenido por el sustrato entre 50 – 100 cm de columna de agua de tensión se corresponde con el agua que en los momentos de dificultad puede estar disponible para las plantas y junto al agua fácilmente disponible forma la llamada agua útil o agua total disponible (Abad y Noguera, 1997), (Martínez y García, 1993) y (Alarcón, 2000).
- **Agua difícilmente disponible:** Es el volumen de agua retenido por el sustrato a tensiones superiores a 100 cm de columna de agua. Desde el punto de vista práctico se considera que esta agua está retenida en el material sólido a una fuerza superior a la que pueden ejercer las raíces en su absorción. (Abad y Noguera, 1997), (Martínez y García, 1993) y (Alarcón, 2000).

➤ Físicas

- Capacidad de retención de agua.
- Porosidad.
- Compactación.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC).

La capacidad de retención de agua del medio determina la frecuencia de la irrigación. El medio tiene una fracción sólida y de poros. La porosidad total es la fracción del volumen del agua y del aire. El valor de la porosidad total varía generalmente entre 50 a 90% y el del aire entre 1 – 10% (...) La humedad inicial del medio debe ser de un 50% antes de proceder al llenado de los envases. El contenedor debe llenarse sin compactarlo, de manera de favorecer la porosidad (...) La capacidad, de intercambio catiónico, mide la capacidad del medio de retener los nutrientes del lavado o lixiviado.

Propiedades Químicas

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

Químicas suelen ser debidas a disolución e hidrólisis de los propios sustratos y puede provocar: efectos fitotóxicos por liberación de iones H^+ y OH^- y ciertos iones metálicos como el Co^{++} , efectos carenciales debido, por ejemplo a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento de pH y la precipitación de fósforo y algunos microelementos y efectos osmóticos provocado por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta (Martínez y García, 1993).

Físico – químicas: son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos de materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, en aquellos en los que hay una cierta capacidad de intercambio catiónico (CIC). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta, tanto más, cuanto mayor es la CIC.

Bioquímicas: son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO_2 y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica (Martínez y García, 1993).

(Franco, 2001) haciendo referencia a lo planteado por varios autores él anunció que: lo importante es que las propiedades de cada sustrato estén perfectamente especificados para permitir al usuario en función de las necesidades la elección de los materiales idóneos.

- **Capacidad de intercambio catiónico:** Define la cantidad de cationes que son absorbidos por las superficies de las partículas sólidas constituyentes del sustrato. La capacidad de retención de nutrientes, medida a través de la (CIC) dependerá fundamentalmente del pH y del contenido y composición de la materia orgánica y arcilla de la parte sólida.
- **pH:** Cada sustrato de cultivo presenta un determinado valor de pH inicial. El efecto de amortiguación que presente el sustrato ante cambios de pH dependen sobre todo de su actividad química siendo mayor para sustratos de tipo orgánico con elevada CIC. (Alarcón, 2000)
- **Presencia de sustancias fitotóxicas:** Todos los sustratos deben estar ausente de sustancias químicas fitotóxicas tales como NaCl en sustratos que hayan entrado en contacto con ambientes marinos (fibra de coco, serrín, algas, arenas, etc.) (Alarcón, 2000).
- Químicas
 - pH.
 - Sales Solubles.
 - Nutrientes.
 - Relación C:N.

El pH óptimo es de 5,5 – 6,5. La salinidad depende del contenido de NO_3 , NH_4 , K, Ca, Mg, Cl, NA y SO_6 . si la alcalinidad es baja < 60 ppm, es necesario aumentar su capacidad buffer agregando fuentes de Ca y Mg, además de los principales macro – nutrientes que determinan el contenido salino, es conveniente comparar los niveles de Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, Na y Cl con los niveles aceptables del medio se recomienda que la relación C:N no sea > 30 ej. (Corteza 300 – 1, Aserrín 1000:1).

Propiedades Mecánicas.

- **Estabilidad de Estructura:** El material debe mantener su estructura estable a lo largo del cultivo sin degradarse. Un material demasiado frágil puede fragmentarse en partículas finas que reducen la porosidad y la capacidad de aireación, sobre todo en el fondo del contenedor limitando de este modo el volumen aprovechable del sustrato.

- **Aristas y lados cortantes:** El material es preferible que no sea aristado o cortante, ya que puede lesionar las raíces de las plantas favoreciendo el desarrollo de enfermedades sobre todo de índole fúngica.

Propiedades Biológicas.

- **Presencia de patógenos:** Todo sustrato debe estar ausente de cualquier agente patógeno.
- **Actividad biológica:** En sustratos de naturaleza orgánica no inertes, como consecuencia del ataque de los microorganismos, la materia orgánica se descompone y experimenta una serie de cambios en su composición hasta alcanzar una cierta estabilidad biológica. Los tejidos de los microorganismos que se alimentan de la materia orgánica que descomponen tienen una relación C:N de aproximadamente 30. Si descomponen y alimentan de materiales con una relación C:N superior (mayor en materiales poco descompuesto (...)) necesitaron para su crecimiento un aporte extra de NI compitiendo con las plantas por este elemento (Ansorena, 1994).

Otras Propiedades: (Franco et al, 1993); (Abad y Noguera, 1997) y (Argo, 1998).

- Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos, hongos, otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproducibilidad y disponibilidad.
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar, desinfectar y permanecer estable bajo los procesos de desinfección.
- Resistencia a cambios extremos.

Gómez, Casanova et al, (2000) plantearon que para la producción de plántulas en cepellones se emplean diferentes sustratos donde el pH recomendado debe estar entre 6 – 7 y la (CE) más adecuada oscilan entre 0,4 – 0,8 mmhos/cm para el cultivo del tomate.

Generalmente suele dársele mayor importancia a las propiedades físicas de los sustratos que a las químicas, ya que una vez seleccionada una mezcla como sustrato, apenas puede modificarse su estructura física mientras que su composición química puede ser mejorada antes o durante el crecimiento de las plántulas. Para cumplir correctamente las funciones de regulación del suministro de agua y aire, los sustratos deben poseer una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, unidas a un drenaje rápido y una buena aireación. (Casanova et al, 2003)

1.7 Factores en los sustratos relacionados con el crecimiento vegetal.

Los plantas son organismos sésiles, por lo que están sometidas frecuentemente a condiciones de estrés* medio – ambiental, que puede estar dado por factores de varios orígenes y actuar en diferente magnitud como es el caso del estrés hídricos y salinas que no son independientes y están estrechamente relacionados.

Estrés Salino.

(Claret et al, 2005) plantearon que un organismo está sometido a estrés salino, cuando tanto en el agua que absorbe como en el suelo hay una concentración elevada de sales, con relación a la cantidad que necesita para sobrevivir y esta puede estar dada por causas naturales y por el resultado de la intervención directa del hombre, provocando el exceso de partículas disueltas, una disminución del potencial osmótico en el suelo con lo cual se reduce el potencial hídrico de este, dificultando la absorción de agua por las raíces.

Por otra parte, las sales disueltas normalmente se disocian en sus componentes iónicos y estos en altas concentraciones pueden afectar los tejidos por su toxicidad, además la elevada concentración de sales afecta al cultivo disminuyendo la capacidad de emergencia de las plántulas, alargando su período de germinación.

(Álvarez, 2000) Afirma y menciona a numerosos autores que han estudiado las adaptaciones desarrolladas por las plantas para superar los problemas fisiológicos y metabólicos causados por el exceso de sales, las que se agrupan en adaptaciones fisiológicas y morfológicas, citando dentro de los primeros el retraso en la germinación y/o maduración ante condiciones desfavorables, el acortamiento de la estación de crecimiento (se refiere a especies anuales de ciclo corto que germinan y crecen vigorosamente aprovechando las condiciones favorables creadas por el lavado superficial de sales), el engrosamiento de las cutículas para reducir las pérdidas de agua por exceso de transpiración y la selectividad a iones específicos que les permitan compensar los desequilibrios iónicos del suelo y dentro de los segundos: la disminución del tamaño, foliar para reducir las tasas de transpiración, la aparición de succulencia en tallos y hojas con el fin de acumular una cantidad de solutos en el interior celular que les permita por un lado evitar la toxicidad de ciertos iones y por otro compensar las diferencias de presión osmótica con el suelo y poder así absorber agua, con mayor facilidad. Así como la aparición de tricomas y glándulas en la superficie de las hojas para excretar el exceso de sal.

*Estrés: Situación producida por la carencia o exceso de cualquier factor externo que afecte el desarrollo fisiológico de una planta, en cualquier fase fisiológica y afecte a una parte de la planta o a su totalidad.

Claret et al, (2004) Afirman que el ajuste osmótico u osmoregulación se presenta en células de plantas que están sujetas a sequías y a concentraciones de sal elevadas y consiste en un aumento de ciertas sustancias como la prolina, la betaina y varios carbohidratos, lo cual tiende a compensar la absorción de agua que se produce entre el suelo salino y la planta. Por lo tanto, dentro de ciertos rangos, el grado de ajuste osmótico es una función del grado de estrés hídrico externo que causa la sal del medio circundante de la planta se encuentre sumergida en una atmósfera oxigenada, sino que es necesario que el oxígeno, esté en contacto con los órganos subterráneos.

Bear, (1967) afirmó que el volumen de suelo está constituido por espacio entre los poros, parte del está ocupado por agua y aire. A medida que aumenta la cantidad de agua, la velocidad de difusión del aire entre la atmósfera y el suelo se reduce alcanzándose finalmente un punto en que la adicción de cualquier cantidad de agua al suelo puede producir perjuicios; y si el suelo permanece saturado durante un período considerable las plantas morirán a causa de la acumulación de anhídrido carbónico, a la deficiencia de oxígeno o a la formación de compuestos reducidos de hierro y manganeso; sobre la influencia de la aireación en el crecimiento de las plantas. Afirmó también que cuando la ventilación es adecuada los pelos radicales se desarrollan abundantemente, pero pueden estar completamente ausentes en suelos anegados o aireados deficientemente por lo que es evidente que debe existir una relación íntima entre las condiciones de aireamiento del suelo y la velocidad de crecimiento de las plantas.

Los sustratos deben presentar un buen drenaje puesto que produce efectos beneficiosos como mejora de la aireación del suelo, facilita la vida de los microorganismos, lo que propicia un desarrollo radical, vigoroso y estable. Además que garantiza temperaturas adecuadas en el suelo y con ello la germinación, el crecimiento radical de los tallos, así como el incremento de los rendimientos (Información para el desarrollo, 1999)

Leskovar, (2001) Afirmó que el manejo del agua, CO₂ y nutrientes, otros factores actúan de forma individual o en interacción afectando la fotosíntesis y la respiración, los dos procesos que determinan el crecimiento del trasplante, como es la temperatura y la luz.

Estrés Térmico.

En zonas de clima templado – frío, las especies de solanáceas son sensibles a temperaturas entre 0 y 10°C por varias horas. Trasplantes sometidos a esas temperaturas pueden tener un menor flujo de agua por el sistema radicular y así perder la turgencia en las hojas. Estas condiciones pueden provocar la pérdida del control estomático (estomas no cierran), agravando el déficit hídrico y

aumentando así las posibilidades de marchitamiento y/o muerte del plantín. Esta situación es aún más crítica en condiciones de fuertes vientos. Otro factor que afecta el daño por bajas temperaturas es la luz directa, provocando la foto – oxidación de los cloroplastos afectando la tasa de fotosíntesis.

La planta controla la temperatura mediante la transpiración disipando hasta un 50% la energía que absorbe. Se afirma que todas las especies responden a un rango de temperaturas, dado que las reacciones bioquímicas están controladas por enzimas sensitivos al calor. El crecimiento ocurre entre un umbral de temperatura base (0 a 10⁰C) a óptima (18 – 29⁰C). La temperatura óptima varia para cada estado de desarrollo y en términos generales es de 18 – 26⁰C para la germinación, de 17 – 24⁰C para el segundo estado o de la emergencia o la expansión de los cotiledones, de 15 – 22⁰C para el tercer estado o desde la expansión de los cotiledones al desarrollo de la hojas verdaderas y de 14 - 21⁰C previo al trasplante o cuarta etapa que comprende del desarrollo de hojas verdaderas a la madurez fisiológicas.

El número de nudos depende de la temperatura promedio diario mientras que la longitud depende de cómo se maneja la temperatura durante el ciclo día – noche.

La temperatura generalmente no actúa en forma individual, sino interactuando con la luz, agua, CO₂ y/o nutrición. La ventilación facilita el control de la temperatura diurna y humedad, intercambio de CO₂ minimiza problemas de enfermedades. En condiciones óptimas de temperatura y luminosidad aumenta la fotosíntesis y respiración, siempre que no haya limitaciones de agua, CO₂ y nutrición.

Trapentag, (2004) citando a varios autores planteó que la producción de tomate se ve limitada por las altas temperaturas en el día y la noche, reportando que a las plantas le provoca graves afecciones en los procesos fisiológicos y bioquímicos partiendo finalmente la reducción de la producción.

Luminosidad.

La luz juega dos roles en el crecimiento y desarrollo de los plantones. Primero, constituye la fuente de energía para el proceso de fotosíntesis, por cuanto el carbono es fijado en carbohidratos y finalmente en compuestos orgánicos. Segundo, regula el desarrollo vegetativo y reproductivo. Las mediciones de luz incluyen la cantidad, calidad, duración; e intensidad en general el crecimiento es influenciado por la cantidad total de luz integrada en el día (Leskovar, 2001).

1.8 Sustratos Orgánicos utilizados en la producción de posturas.

Turbas.

Son materiales de origen vegetal más o menos humificados y descompuestos con propiedades físicas y químicas muy variables en función del origen de los vegetales que las componen y del grado de descomposición en que se encuentren. Básicamente pueden clasificarse en turbas rubias (Turba de sphagnum) y turbas negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas que las turbas negras que, al estar más mineralizadas, tienen un menor contenido en materia orgánica (Martínez y García, 1993)

Casanova et al, (1999) La describe como un producto vegetal que procede de la degradación de plantas acuáticas o semiacuáticas, que en un medio excesivamente húmedo y con falta de oxígeno no llegan a una descomposición completa, la turba no contiene principios nutritivos disponibles inmediatamente para la alimentación de las plantas. Debido a su estructura y a su gran porosidad permite un buen desarrollo del sistema radicular. Las turbas no poseen gérmenes patógenos, ni semillas de malas hierbas y se describen en tres clases de turbas: rubia, negra y de transición.

*Turba rubia: Se ha formado en suelos ácidos y pobres, en clima húmedo y las plantas que han dado origen a las turbas se han caracterizado por organización celular que les permite una absorción considerable de agua. Estas turbas tienen un pH bastante ácido (3,5 – 4,5) y el volumen relativo de porosidad es alrededor del 90%, según las plantas de que proceda y su grado de descomposición. Aún saturadas de humedad, presentan un porcentaje elevado de poros que contienen aire, su capacidad de absorción es de 10 veces su propio peso y una capacidad de intercambio catiónico elevada.

La turba negra: Procede de lugares pantanosos, cuyos suelos contienen gran cantidad de calcio y principios nutritivos, su pH está comprendido entre 6 y 7 y su volumen de poros está comprendido entre 40 y 70%. Un metro cúbico pesa 335kg y contiene entre un 30 y 60% de materia sólida. Su capacidad de absorción para el agua es 4 – 5 veces superior a otras turbas, la descomposición de la materia orgánica es mayor que en las turbas rubias y de transición.

Turba de transición: Son intermedias entre la turba rubia y la negra, el metro cúbico pesa 200kg y el pH es de 4,5 – 6.

(Anexo 1) Características físicas de las turbas según: Martínez y García, (1993)

La turba ha sido el material base de la mayor parte de los sustratos para la producción de plantas hortícolas en semillero así como, para el cultivo de especies ornamentales en contenedor y la crianza de plantas en viveros forestales. (Casanova et al, 1999)

Humus.

Es el elemento más estable de la materia orgánica y su contenido en la misma constituye un importante indicador de su calidad. El humus es un polímero tridimensional de carácter ácido, alto peso molecular y estructura con un núcleo de compuestos aromáticos y cadenas laterales integrados por carbohidratos así como cadenas alifáticas con grupos funcionales que facilitan la retención de nutrientes. Puede considerarse como un compuesto resultante de la unión de restos de proteína con la lignina no descompuesta, en asociación con materiales inorgánicos. En las formaciones húmicas participan las proteínas de humus... no son solubles en agua, pero puede encontrarse en suspensión coloidal. Los coloides se caracterizan por una gran área externa e interna que favorece el intercambio catiónico y por tanto las reacciones se une en el humus la de ser liberador tanto de nutrientes (contiene entre 3,5 y 5% de nitrógeno, con una relación C/N próxima a 10) y favorece el desarrollo de la estructura del suelo y la retención de humedad. El humus constituye la fracción más estable de la materia orgánica del suelo desdoblándose a un ritmo no mayor de 5% anual (Velarde et al, 2004).

El humus de Lombriz es producido por la lombriz roja de California que consume materia orgánica con voracidad y la degrada rápidamente. El resultado es un abono de consistencia similar a la tierra negra, muy oscuro y rico en todos los nutrientes. Resulta ideal para las plantas de interior como las del exterior (ENCARTA, 2005).

El humus de lombriz es una de los mejores sustratos para la agricultura y viveresino tienen una alta y equilibrada carga de nutrientes junto con un pH neutro y buenas características drenantes y de absorción de agua, se puede ampliar sólo o mejor mezclado con otros sustratos que mejoran su composición y textura como (compost, corcho triturado, turba, entre otros), (Habanero, 2005).

Peña et al, (2002) plantearon que estudios demuestran que después de 9 meses se producen pérdidas en la calidad del humus y expusieron los rangos a tener en cuenta para evaluar la calidad del mismo, estableciendo varias categorías con parámetros bien definidos.

Superior	más del 50% de M.O y C/N 10 – 15
Primera	40 – 49% M.O y C/N 15 – 20
Segunda	30 – 39% M.O y C/N 20 – 25
Tercera	< 30% M.O y C/N > 25

Fibra de Coco.

Conocemos como fibra de coco al sustrato obtenido del mesacarpio del fruto del cocotero (cocos nucífera L.), compuesto con la mezcla de fibras cortas (“coconut Fiber”) y polvo de coco (“coconut Pith”) es un material muy hidrófilo, se rehidrata fácilmente y es muy elástico, presenta una baja densidad aparente (0,072 g/m³), una porosidad total muy elevada (> 95%), un contenido de aire alto (42,8%), una capacidad de retención de agua fácilmente buena (22,40%) y un contenido bueno en agua de reserva (HPS, 2005).

Alarcón, (2000) Afirmó que el hecho de que la fibra de coco como sustrato para plantas hortícolas y ornamentales, esté actualmente abriéndose paso entre los sustratos comerciales obedece a una serie de ventajas que este ofrece ante otro tipo de materiales como que presenta inercia térmica o poder de amortiguación térmica ante temperaturas ambientales extremas, alto poder de retención hídrica, mayor durabilidad, densidad aparente baja, la producción y calidad de cosechas, ventajosas aspectos medioambientales por lo que puede considerarse ecológico puesto que es biodegradable entre otros, se hizo referencia a las principales características físico – químicas de la fibra de coco y su interpretación. (Anexo 2)

Fibra de Madera.

Diversos experimentos fueron conducidos con el objetivo de encontrar alternativas al sustrato de turba.

Las propiedades físicas de la fibra de madera fueron examinadas y comparadas con otros sustratos orgánicos. El peso del espacio poroso del volumen total, la distribución del espacio poroso u contenido de agua disponible y la capacidad saturada de aire y fue determinada la pérdida del volumen de esos sustratos. El sustrato de fibra de madera mostró un similar peso volumétrico y un espacio poroso total al sustrato de la turba pero baja retención de agua, citado en (,2005)

Otros Sustratos Orgánicos.

Vicente y Sáez, (2000) realizaron un estudio para la comparación de seis sustratos en cultivos de pimiento en invernadero, donde utilizaron y compararon sustratos como la Perlita, Fibra de Coco, Poseidona, Cáscara de Arroz + Fibra de Coco, Orujo de uva y Cáscara de Arroz, resultando el mejor sustrato y con mejores características: La Cáscara de Arroz + Fibra de Coco.

1.9 Sustratos Inorgánicos.**Lana de Roca.**

La lana de roca es usada como medio de cultivo en producciones bajo plástico en el mundo entero desde hace más de 25 años, es aplicado en hortalizas como tomates pimientos, pepinos, berenjena, calabacín, melón sandia y fresa, y en la floricultura como en rosas, gerbera y clavel.

La lana de roca es un producto de origen natural compuesto por fibras de lana de roca volcánica, es un sustrato químicamente inerte, es un medio libre de patógenos y semillas de malas hierbas, posee una alta capacidad de aireación, alto porcentaje de agua fácilmente disponible y es un sustrato perfectamente homogéneo y de estructura compacta (García, 2000).

Cervantes, (2000) planteó que el material original de la lana de roca se extrae de diabasas y calizas y que el proceso de extracción se realiza por medios mecánicos, debido a su proceso de fabricación con altas temperaturas es un producto libre de patógenos y malas hierbas.

Arenas y Gravas.

Son materiales procedentes de canteras naturales y su composición depende fundamentalmente del origen de las rocas de las que proceden. Básicamente se distinguen dos grandes grupos, los de composición silícea y los de composición calcárea.

Las arenas y gravas que se utilizan para sustratos suelen tener unas granulometrías muy variables y tienen una baja porosidad. Esto supone que sus porcentajes en agua y/o aire no sean elevadas; estos materiales tienen una ventaja y es que suelen ser fáciles de encontrar y relativamente económicos además de tener una estructura muy estable. Las arenas de origen silíceo tienen una buena inercia química pero las de origen calcáreo producen reacciones químicas al entrar en contacto con la solución de nutrientes liberando iones carbonato y bicarbonatos descontrolando el valor del pH y haciendo que ocurra la precipitación de determinados elementos nutritivos. (Martínez y García, 1993)

1.10 Otros Sustratos.

Carmona et al, (1999) Estudiaron el Compost de Corcho como sustrato alternativo hortícola, lo consideran un producto autóctono y renovable y que con su utilización se resuelve un problema medio – ambiental de eliminación de residuos. El material está compuesto por partículas poliédricas que presentan aspecto similar al de una grava fina o gravilla con aceptables propiedades físicas destacándose su alta ligereza, porosidad y gran capacidad de aireación pudiéndose corregir con un adecuado manejo de riego.

Sustrato Organo – Mineral.

Litonita.

La litonita es un producto a partir de la zeolita cubana con granulometría de 2 – 3mm, cargada con macro y microelementos que se emplea como aditivo al sustrato para semilleros hortícolas. Esta garantiza los nutrientes necesarios para producir plántulas de alta calidad, sin la necesidad de la adición de abono químico, soluble en forma foliar o mediante fertirriego además que evita la compactación del sustrato y su lavado por acción de los riegos, no incrementa la conductividad del sustrato, disminuye los problemas fitosanitarios a nivel radical y se logra una mayor armonía medio – ambiental (Casanova et al, 2003). Las propiedades físico – químicas de las rocas silíceas hacen de las mismas un mejorador potencial del suelo, debido a su alta capacidad de intercambio catiónico (John et al, 1998).

Dumois, (2005) Cita a la litonita como un producto interesante desarrollada y producida de manera exclusiva en la isla de Cuba, que proporciona medio de cultivo y alimentación al mismo tiempo para cualquier tipo de planta incluida la Orquídea; explica que la litonita es una zeolita que es una piedra que absorbe sales minerales y luego las cede a las raíces de la planta por medio del intercambio iónico.

Crespo, (2005) en el Habanero afirmó que en el país se sustentaba la búsqueda de fuentes orgánicas para conformar un sustrato nacional ajustado a determinar las variables de calidad de las plántulas por lo que para alcanzar las condiciones óptimas se enriquecen las fuentes orgánicas con litonita, por otra parte, en el Habanero se explicó que se comprobaron resultados de la litonita en diferentes sustratos locales como la turba, cachaza y el humus de lombriz.

También Markovic et al, (2005) realizaron estudios con sustratos enriquecidos con zeolita para la producción de plántulas de semillero de tomate y pimienta mostrando que los componentes mezclados con zeolita enriquecida produjeron alta calidad en el crecimiento de las posturas de semilleros.

1.11 Retenedores de Agua.

Poliagua. Polímero, Retenedor de Agua.

Polímero es una sustancia que consiste en grandes moléculas formadas por muchas unidades pequeñas que se repiten, llamadas monómeros. Cuando un polímero se forma por medio de uniones entre si de un solo tipo de molécula pequeña o monómero, se le dice homopolímero y cuando en cambio dos tipos diferentes de monómeros están unidos a la misma cadena polimérica, el polímero es denominado Copolímero (Encarta, 2005).

El polímero retenedor de agua es un producto que es un compuesto derivado muy lejano del petróleo sobre una sal acrílica en base a potasio. Este último cuando llega la biodegradabilidad del producto actúa sobre la raíz de las plantas. El polímero no es un agroquímico y no es un fertilizante; es un producto que es una enmienda física, un acondicionador del suelo que tiene la virtud de tener una vida útil muy larga y tiene un alto valor para el suelo ya que lo mejoran y no le aportan ningún elemento nocivo, es capaz de absorber hasta 500 veces su peso en agua y cede hasta el 95% y es el mayor elemento para aumentar la capacidad de retención de suelo por lo que este producto evita pérdidas de cultivos por sequía o faltante de agua ya que reduce más de un 80% la frecuencia del riego (Gelonch, 2005), para el cambio financiero.

Químicas Meristem, (2000) aseguró que mejora las propiedades del suelo: aumentando la capacidad de retención de agua, aumentado la aireación, mejora la estructura, se estimula el crecimiento radicular y se reduce la pérdida de elementos por lixiviación entre otras.

La presente investigación se realizó en la Unidad Empresarial de Base Frutales, perteneciente a la Empresa Citrícola Arimao, provincia de Cienfuegos, Cuba, en el período comprendido de mayo a junio del 2004.

Para realizar el trabajo se utilizó una instalación para el cultivo protegido de plántulas en cepellones, modelo Tropical de la firma cubano-española CARISOMBRA, cuyas dimensiones son 10 m x 12 m (120 m²) y una altura a la cumbre de 4.40 m, con un cerramiento superior de la instalación de rafia plastificada y de malla anti insectos por los laterales, los frentes y la ventana cenital.

La instalación estaba ubicada alejada de las áreas de producción y vientos arriba, en un sitio alto y ventilado con posibilidades de riego y vías de acceso.

Durante la realización de la investigación, se utilizó un termohigrómetro¹ para medir variables climáticas de interés durante las fases de germinación y crecimiento de las plántulas todos los días a las nueve de la mañana, realizando las lecturas de la temperatura y humedad relativa máxima y mínima registradas por el instrumento en memoria, primero en la cámara de germinación y posteriormente en la instalación tropical, calculando los medios según lo recomendado por Bacsó, (1969), lográndose en el proceso germinativo valores promedios de temperatura de 26°C y 76% de humedad relativa así como en la fase de crecimiento, 31°C y 60% respectivamente.

Se realizó un estudio donde se valoraron tres factores que intervienen en la calidad de las plántulas, para ello se utilizó el híbrido FA – 558 de la firma HAZERA y diferentes sustratos orgánicos y aditivos, así como bandejas de diversa capacidad volumétrica.

Sustratos orgánicos y aditivos con las siguientes características (Anexo 3 y 4):

♦ Sustratos orgánicos utilizados:

Humus de Lombriz (HL): Material orgánico de producción nacional, libre de nematodos, evaluado de tercera categoría en cuanto al porcentaje de materia orgánica y superior en cuanto a la relación C/N, según las características dadas por Peña et al, (2002). Fue sometido a un lavado de sales hasta llevarlo a una conductividad eléctrica (CE) de 0,8 mmhos/cm y un pH de 7,0.

Turba Rubia (TR), de importación, certificada, que es un producto orgánico vegetal que procede de la degradación de plantas acuáticas o semiacuáticas, que en un medio excesivamente húmedo y con falta de oxígeno no llegan a la descomposición completa. Constituye uno de los sustratos más utilizados a nivel mundial para la producción de plántulas hortícolas en cepellones.

¹ Dígase de un instrumento que mide a la misma vez la temperatura y la humedad relativa del aire.

♦ **Aditivos:**

Se utilizaron los siguientes productos como aditivos al sustrato:

Poliagua: Es un polímero sintético, a base de poliacrilamida, que actúa como acumulador de agua mejorando por tanto las propiedades físicas del suelo. Este producto se aplica a una dosis de 1 g/kg de sustrato con una composición reflejada en el Anexo 5.

Litonita: Producto a partir de la zeolita cubana con granulometría de 2 a 3 mm, cargada con macro y micro elementos que se emplea como aditivo al sustrato para semilleros con una caracterización iónica (Anexo 6), (Casanova et al, 2003).

♦ **Bandejas utilizadas:**

En el estudio se emplearon dos modelos de bandeja o contenedor ambos de poliuretano, una de fabricación nacional utilizada como testigo y la otra importada cuyas características principales se recogen en el Anexo 8.

La investigación consistió en el estudio de tres factores que intervienen en las principales variables de calidad de las plántulas producidas en cepellones, las cuales se midieron en dos momentos de evaluación a los 25 y 33 días después de la siembra (dds) y a los 33 días para las masas seca de la parte aérea y raíces.

Factor 1: Efecto del sustrato órgano mineral y el momento al trasplante de las plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) producidas en cepellones, en las principales variables de su calidad.

A. Sustrato orgánico

A1. Humus de Lombriz (HL)
Dosis: 45, 60, 70, 80 y 90 %

A2. Turba Rubia
Dosis: 45, 30, 20, 10 y 00%

B. Aditivos

B1. Litonita (LIT)
Dosis: 10 %

Tratamientos

1. 45% H. de Lombriz + 45% Turba Rubia + 10% Litonita x 25 dds
2. 60% H. de Lombriz + 30% Turba Rubia + 10% Litonita x 25 dds
3. 70% H. de Lombriz + 20% Turba Rubia + 10% Litonita x 25 dds
4. 80% H. de Lombriz + 10% Turba Rubia + 10% Litonita x 25 dds
5. 90% H. de Lombriz + 10% Litonita x 25 dds (Testigo)

6. 45% H. de Lombriz + 45% Turba Rubia + 10% Litonita x 33 dds
7. 60% H. de Lombriz + 30% Turba Rubia + 10% Litonita x 33 dds
8. 70% H. de Lombriz + 20% Turba Rubia + 10% Litonita x 33 dds
9. 80% H. de Lombriz + 10% Turba Rubia + 10% Litonita x 33 dds
10. 90% H. de Lombriz + 10% Litonita x 33 dds

Bandejas: Se uso la bandeja cubana (32.5 cm³) y la española (45,0 cm³)

Fecha de siembra: 3 de mayo del 2004

Fecha de evaluación: 28 de mayo al 5 de junio del 2004

Factor 2: Efecto del volumen de alvéolo y el momento al trasplante de las plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) producidas en cepellones, en las principales variables de su calidad.

A. Bandeja/ volumen de alvéolo

A1. Cubana de 32.5 cm³ de volumen da alvéolo (Testigo)

A2. Española de 45,0 cm³ de volumen da alvéolo

B. Sustratos Órgano Minerales utilizados:

B1. 45% Humus de Lombriz (HL) + 45 Turba Rubia (TR) + 10% Litonita (LIT)

B2. 60% Humus de Lombriz (HL) + 30 Turba Rubia (TR) + 10% Litonita (LIT)

B3. 70% Humus de Lombriz (HL) + 20 Turba Rubia (TR) + 10% Litonita (LIT)

B4. 80% Humus de Lombriz (HL) + 10 Turba Rubia (TR) + 10% Litonita (LIT)

B5. 90% Humus de Lombriz (HL) + 10% Litonita (LIT)

Tratamientos (Tipos de bandejas x Momentos de evaluación)

1. Cubana/ 32.5 cm³ x 25 días después del trasplante (Testigo 1)

2. Cubana/ 32.5 cm³ x 33 días después del trasplante

3. Española/ 45.0 cm³ x 25 días después del trasplante

4. Española/ 45.0 cm³ x 33 días después del trasplante

Fecha de siembra: 3 de mayo del 2004

Fecha de evaluación: 28 de mayo del 2004

5 de junio del 2004

Factor 3: Efecto del polímero Poliagua en la calidad de las plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) producidas en cepellones.

A. Sustrato orgánico - mineral

A1. Humus de Lombriz (HL)

Dosis: 45, 60, 70, 80 y 90 %

A2. Turba Rubia (TR)

Dosis: 45, 30, 20, 10 y 00 %

A3. Litonita (LIT)
Dosis: 10%

B. Poliagua (P)

B1. Con Poliagua (a razón de 1g/kg de sustrato)

B2. Sin Poliagua

Tratamientos (25 y 33 días después del trasplante)

1. 45% H. de Lombriz + 45% Turba Rubia + 10% Litonita + Poliagua
2. 60% H. de Lombriz + 30% Turba Rubia + 10% Litonita + Poliagua
3. 70% H. de Lombriz + 20% Turba Rubia + 10% Litonita.+ Poliagua
4. 80% H. de Lombriz + 10% Turba Rubia + 10% Litonita + Poliagua
5. 90% H. de Lombriz + 10% Limonita + Poliagua
6. 45% H. de Lombriz + 45% Turba Rubia + 10% Litonita / sin Poliagua
7. 60% H. de Lombriz + 30% Turba Rubia + 10% Litonita / sin Poliagua
8. 70% H. de Lombriz + 20% Turba Rubia + 10% Litonita / sin Poliagua
9. 80% H. de Lombriz + 10% Turba Rubia + 10% Litonita / sin Poliagua
10. 90% H. de Lombriz + 10% Litonita/ sin Poliagua (Testigo)

Bandejas: Se empleó la bandeja cubana (32.5 cm³) y la española (45,0 cm³)

Fecha de siembra: 3 de mayo del 2004

Fecha de evaluación: 28 de mayo del 2004 y 5 de junio del 2004

Metodología

Para cada uno de los estudios realizados se evaluaron las siguientes variables de la calidad de las plántulas.

Variable	U.M.	Medio para la medición
Altura de la planta	(cm)	Regla graduada
Diámetro del tallo	(mm)	Pie de Rey
Número de hojas	(No.)	Conteo físico
Masa seca parte aérea	(g)	Balanza Digital a 65 °C
Masa seca de raíces	(g)	Balanza Digital a 65 °C

Previo a la realizaron de la mezcla de los sustratos correspondientes para el estudio de cada uno de los factores, el Humus de Lombriz fue sometido a un lavado de sales con agua de baja conductividad, hasta llevarlo a 0.8 mmhos/cm de conductividad eléctrica (CE), lo cual se midió con el auxilio de un

conductímetro ¹ de campo, mientras se obtuvo un pH en el material orgánico de 7.0, medido con el auxilio de un phmetro ² de campo.

Los materiales orgánicos utilizados de calidad certificada, se mezclaron en volumen de acuerdo a cada uno de los tratamientos, proyecto por proyecto. El día antes de realizar la mezcla de los sustratos se le adicionó agua de baja conductividad, para lograr que los mismos tuvieran al día siguiente una humedad adecuada (humedad de tempero). Los volúmenes de cada sustratos, según tratamiento, se midieron con el auxilio de un recipiente plástico graduado al efecto. La mezcla física de los sustratos se realizó sobre una película de polietileno negro, aislado del suelo, de forma manual, con el auxilio de una pequeña palita y garantizando una adecuada uniformidad de la mezcla.

Posteriormente se aplicaron los aditivos a la mezcla del sustrato orgánico, de la misma forma anterior, por los tratamientos correspondientes, utilizándose similares medidas para lograr la requerida uniformidad. En el caso de la Litonita se adicionaron en todos los casos niveles fijos del 10%, en volumen, como corresponde a lo informado para cada factor en estudio, lográndose un sustrato organo-mineral homogéneo, con CE de 0,8 mmhos/cm y los siguientes valores de pH.

Sustratos Organo – Mineral	pH
Humus de Lombriz+Turba Rubia+Litonita (45+45+10%)	5,8
Humus de Lombriz+Turba Rubia+Litonita (60+30+10%)	6,0
Humus de Lombriz+Turba Rubia+Litonita (70+20+10%)	6,5
Humus de Lombriz+Turba Rubia+Litonita (80+10+10%)	6,8
Humus de Lombriz+Litonita (90+10%)	7,0

En el caso en que se empleó el aditivo Poliagua al sustrato organo – mineral , este producto se aplicó a razón de 1g de producto/kg de sustrato de forma homogénea.

Antes del llenado de las bandejas, a todos los tratamientos con sustrato organo- mineral de cada uno de los tres factores en estudio, les fue aplicado un biopreparado del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* cepa A-34, con una concentración de 1×10^9 a razón de 100 ml del biopreparado por 10 kg de sustrato. Este producto se emplea para prevenir la afectación de hongos del suelo, que generan la enfermedad conocida como Damping off o Mal de los Almácigos y que afectan a las plántulas hortícolas y otras especies, principalmente en fase de semillero, de acuerdo por lo recomendado por Stefanova, (2003) (Comunicación personal) y Casanova, et al, (2003).

Para el estudio se emplearon bandejas o contenedores nuevos. La bandeja cubana de 32.5 cm³ de 47 alvéolos y la española de 45,0 cm³ de 150 alvéolos. En todos los casos, previo al llenado de las bandejas con los tratamientos de sustratos organo minerales correspondientes para cada factor en estudio, éstas

¹ Instrumento para la medición de la conductividad eléctrica o contenido de sales.

² Instrumento para la medición del pH.

fueron desinfectadas con formaldehído (formol) al 2%, sumergiéndolas en un tanque con la citada solución por espacio de 5 minutos, procediendo posteriormente a su lavado con abundante agua limpia, de acuerdo con las normas vigentes.

El llenado de las bandejas se realizó de forma manual. Cada bandeja se subdividió para dos tratamientos y cada tratamiento se replicó en cuatro ocasiones. La siembra se realizó de forma manual, colocando una semilla en cada uno de los alvéolos dejando libre de sustratos y semillas la hilera del centro. Previo a la siembra las semillas fueron tratadas con el producto Imidacloprid (Gaucho 70 ws) a una dosis de 70 g. de producto por kg. de semilla y 70 ml de agua por 100 g de semillas (desinfección húmeda), éstas se agitaron en una bolsa de polietileno para que el producto quedara impregnado en la semilla y se expusieran a la sombra hasta su secado protegiéndolas de 20 a 25 días según lo planteado por MINAG, (2005). La siembra se realizó a la profundidad adecuada según normativas y posterior a la misma la semilla fue cubierta con el sustrato organo- mineral del tratamiento correspondiente.

Después de sembradas las semillas en las bandejas, se aplicó un riego adecuado, con el auxilio de una asperjadora manual, en cantidades de hasta 1,5 litro de agua por bandeja, hasta que se observara el drenaje del agua por los alvéolos de las mismas. Con ello se pretendía garantizar la humedad necesaria del sustrato, para su estancia en el cuarto oscuro, para cumplimentar la fase de pre germinación, por un período aproximado de 72 horas. El mismo se desarrolló bajo la influencia de temperaturas máximas de 30 °C y mínimas de 22 °C y a una humedad relativa máxima de 82 % y mínima de 70% respectivamente.

Posteriormente las bandejas fueron trasladadas a la instalación protegida de plántulas, ubicándolas separadas por factor en estudio y réplicas correspondientes. El agua utilizada para el riego (Anexo 8) tenía una conductividad de 0.5 mmhos/cm. Fue clasificada según Riverside C₂ y S₁ como un agua de salinidad media y bajo contenido de sodio (Na) apta para el riego; según Wilcoz por el % de Na del total de los cationes, su evaluación es de excelente a buena y según su dureza expresada en grados hidrotimétricos franceses (G.H.F), la clasificación es semiblanda (Cadahia, 2000 citado por Moreno, 2003).

Las labores de manejo de las plántulas durante su fase de crecimiento consistieron en la aplicación de riegos diarios y la aplicación de fungicidas para prevenir enfermedades foliares. Para el riego en condiciones de la instalación protegida se utilizó una asperjadora manual de 16 litros, acidulando previamente el agua con ácido fosfórico y dejando ésta en un pH comprobado entre 5.5 y 6.0, de acuerdo con lo recomendado por Moreno, (2004). La norma de riego empleada fue la razón de 1 a 1.5 litros de agua por bandeja por día.

Las evaluaciones se realizaron según lo planificado, comenzando las primeras a los 25 dds. Se precedió a tomar una muestra aleatoria de 10 plántulas de las bandejas por cada una de las cuatro réplicas de cada tratamiento. A cada plántula le fue medida: la altura en cm, con el auxilio de una regla graduada; el

diámetro del tallo en mm, con un pie de rey y le fue contado el número de hojas. La evaluación fue realizada a los 33 días dds, con la misma metodología y rigor que la anterior. Para las determinaciones de peso seco a las plántulas se les sacudió y lavó el sistema radical, después de extraídas de la bandeja, para luego ser secadas por separado la parte aérea y el sistema radical, en una estufa a 65°C de temperatura constante hasta obtener las muestras totalmente secas, las cuales se pesaron en una balanza digital. Esta operación se realizó al final del estudio a los 33 dds.

Procesamiento estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado realizando un análisis multifactorial y procesando los datos a través del paquete estadístico STATGRAPHICS plus 4.1. Se realizaron los análisis de varianza y la prueba de Duncan correspondientes para los casos que lo requirieron.

Procesamiento para la Valoración Económica

Para realizar la valoración económica se tuvieron en cuenta los precios en MN y CUC para los siguientes aseguramientos materiales:

Elementos de Gasto	U/M	<u>Precio</u>	
		MN	CUC
Humus de Lombriz	kg	0,0010	0,093
Turba Rubia	l	0,76	7,64
Litonita	kg	0,15	-
Poliagua	g	0,055	0,22
Bandeja 247 alvéolos 32,5 cm ³	u	2,45	1,25
Bandeja 150 alvéolos 45,0 cm ³	u	-	2,60
Semilla	g	1,93	11,38

Se procedió a determinar el gasto material para cada uno de los tratamientos de cada experimento calculando el gasto por monedas y general para una casa de 900 m² cm 2016 plantas.

A este gasto material se le adicionó el gasto total de salario para cada momento de evaluación de 25 y 33 dds respectivamente.

Una vez calculado gasto material y el gasto total salario, se calculó el costo total de la producción/casa que entre el número de posturas de una casa se determinó el costo/postura, esta operación se llevó a cabo en el tratamiento de mejor comportamiento y el testigo.

El costo de producción de una hectárea (ha) se determinó multiplicando el costo/postura por el número de posturas para una ha (22 000).

La producción de una casa fue llevada a producción por ha y esta por el precio de cada kg (0,90 CUC), nos brindó el valor de la producción expresada en miles de pesos (MP).

Al arribar a este resultado por cada uno de los tratamientos, se procedió a la comparación y valoración económica sobre la producción de posturas.

3.1 Efecto del sustrato órgano mineral y la edad al trasplante de las plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) producidas en cepellones, en el comportamiento de las principales variables de su calidad.

En la evaluación realizada se observa la respuesta de las plántulas sobre las principales variables de calidad con la influencia de diferentes combinaciones de sustratos evaluados a los 25 y 33 días después de la siembra (dds).

TABLA 8: EFECTO DEL SUSTRATO ORGANO MINERAL Y LA EDAD DE LAS PLANTULAS SOBRE SU CALIDAD AL MONENTO DEL TRASPLANTE.

Tratamientos	Apl.(cm)		DT (mm)		NHO.	
	25 dds	33 dds	25 dds	33 dds	25 dds	33 dds
HL+TR+ LIT(45+45+10%)	8,17 ab	10,50 a	2.23 a	2.67 cd	3,59 a	4,31 d
HL+TR+ LIT (60+30+10%)	8,29 a	10,61 a	2.29 a	2.71 bc	3,54 a	4,41 bc
HL+TR+ LIT (70+20+10%)	8.11 abc	10,65 a	2.26 a	2.74 ab	3,51 a b	4,51 a
HL+TR+ LIT (80+10+10%)	8,03 bc	10,18 b	2.15 b	2.65 d	3,42 bc	4,38 cd
HL+LIT (90+10%) - Testigo	7,92 c	10,26 b	2.23 a	2.78 a	3,36 c	4,48 ab
Significación Estadística	Xx	Xxx	Xx	Xxx	Xxx	Xxx
Esx	0.07146	0.07156	0.00244	0.001931	0.03838	0.02819
C.V. (%)	7.89	6.13	9.77	6.36	9,84	5.70
Valor P	0.0035	0	0.0013	0	0.0002	0

a, b, c... Medias sin letras en común difieren a $P<0.05$ (Ducan)

Para la variable altura de las plántulas (Tabla 8) a los 25 dds los mejores resultados se observaron en los tratamientos con una combinación de sustratos de humus de lombriz, turba rubia y litonita con (45+45+10%) y (60+30+10%) respectivamente, sin diferencias significativas entre sí pero estadísticamente superiores al testigo donde se empleó el humus de lombriz (90%) y litonita (10%), lo que pudo estar relacionado con la utilización de los mayores niveles de turba rubia en el sustrato que le confieren mejores características físicas al mismo, mejorando su porosidad y proporcionándole al sustrato una mayor aireación cumpliéndose lo planteado por Bear, (1967) que debe existir una relación interna entre las condiciones de aireamiento del suelo y la velocidad de crecimiento de las plantas. Por otra parte, en la medida que se disminuyó el porcentaje de turba rubia se detectaron valores decrecientes para la variable evaluada, reafirmandose

que las raíces no pueden llevar a cabo un proceso fotosintético pero utilizando carbohidratos procedentes de la parte aérea respiran para obtener la energía necesaria para la absorción hídrica y mineral siendo crítica y necesaria una adecuada aireación del suelo/sustrato pues la cantidad de oxígeno utilizada por las raíces para respirar es diez veces superior a la empleada por la parte aérea (Alarcón, 2000).

A los 33 dds se observa los mejores resultados en los sustratos humus de lombriz con 45, 60 y 70%, turba rubia con 45, 30 y 20% y litonita con 10% con valores de 10,50cm, 10,61cm y 10,65cm respectivamente sin diferencias significativas entre los mismos pero si con respecto a los otros tratamientos evaluados que incluyen al testigo de referencia.

A los efectos de la altura es evidente la influencia que ejerce la turba rubia con un efecto significativo donde se aplicó hasta en un 20% en el sustrato por ser un material orgánico con una organización celular que permite una absorción considerable de agua desarrollándose las plántulas en un medio adecuado cumpliéndose lo planteado por Ansorena, (1994) quien confiere gran importancia a las propiedades físicas de los sustratos de cultivo, señalando que los sustratos deben poseer una elevada porosidad, capacidad de retención de agua, aire, unidos a un drenaje rápido y a una buena aireación.

Los órganos vegetales demuestran tener distinta necesidad de oxígeno para realizar su ciclo de crecimiento siendo considerablemente mayor en las raíces que en la parte aérea advirtiéndose un crecimiento activo de las raíces con un 16% de oxígeno para el tomate (Rubin, 1984).

Se destaca que con sólo una semana de diferencia entre las evaluaciones realizadas a las plántulas existe una superioridad en los valores para los 33 dds, manteniéndose los valores dentro de los parámetros de calidad de 10 a 15cm de altura planteadas por Leskovar, (2001) y por debajo de los definidos por Casanova et al, (2003) con plántulas entre 12 y 14cm por lo que fuera conveniente realizar un estudio de esta variable con plántulas de mayor edad que mantengan las características planteadas por varios autores.

Para el diámetro del tallo a los 25 días después de la siembra, los mejores resultados, sin diferencias significativas se obtuvieron en los tratamientos con humus de lombriz con 45, 60 y 70%, turba rubia con 45, 30 y 20% y litonita con un 10% incluyendo al tratamiento testigo compuesto por humus de lombriz (90%) y litonita (10%) con valores de 2,23mm, 2,29mm, 2,26mm y 2,23mm respectivamente.

En este sentido se observa una manifestación bastante homogénea entre los tratamientos para esta variable lo que al parecer estuvo influenciado porque tanto el humus de lombriz como la turba rubia son consideradas materiales orgánicas de gran riqueza y calidad biológicas que proporcionan a la raíz, y posteriormente al tallo una influencia sobre las propiedades biológicas tales como mejora en los

procesos energéticos, modificación de la actividad enzimática, favoreciendo la síntesis de ácidos nucleicos así como servir de amortiguador regulando la disponibilidad de los nutrientes según las necesidades de las plantas (Peña, 2002).

En el diámetro los tratamientos donde se aplicó mayor porcentaje de turba rubia no difieren del testigo, todo parece indicar que hay una cierta compensación para esta variable con el aumento de la aplicación del humus de lombriz aplicado en el testigo (90%) que compensa en cierta medida el efecto que causa la aplicación de turba rubia en el sustrato.

El humus de lombriz presenta en su composición ácidos húmicos y fúlvicos siendo estas últimas según plantean varios autores enunciados por García – Mina, (1999) los que no tienen ninguna estimulación en la velocidad de germinación, aún cuando comprueban a través de estudios, la existencia de un aumento muy significativo del crecimiento posterior de las plántulas siendo el efecto de los ácidos húmicos mayor que el de los ácidos fúlvicos para estos procesos de crecimiento.

Además reafirman que los compuestos húmicos tienden a acumularse en la raíz y más concretamente en las células de la epidermis radicular, siendo una pequeña proporción de esta fracción, la que es transportada a la parte aérea de la planta, observándose la primera manifestación en el crecimiento del tallo.

En el diámetro del tallo a los 33 días después de la siembra (dds) se definen los valores más altos para los tratamientos de humus de lombriz (70%), turba rubia (20%) y litonita (10%) y para el Tratamiento Testigo compuesto por el 90% de humus de lombriz y 10% de litonita, sin diferencias estadísticas significativas entre sí pero superiores al resto de los tratamientos evaluados, no encontrándose diferencias estadísticas entre sí para los tratamientos que tienen como uno de los componentes a la turba rubia, el testigo tuvo similar comportamiento que en la etapa anterior lo que pudo estar dado por el incremento de la proporción de ácidos húmicos procedentes del humus de lombriz favoreciendo el desarrollo de raíces y tallo como parte de una misma unidad axial como plantea Esau, (1969). Como tendencia se observa, a excepción del tratamiento HL+TR+LIT (70+20+10%), que los tratamientos con mayor altura de plántula no resultaron los de mayores valores en cuanto al grosor del tallo y número de hojas por planta. Al respecto numerosos autores, entre los que se encuentran Casanova et al, (2004), confieren gran importancia al grosor del tallo del tomate y otros cultivos hortícolas, como una de las variables de calidad de las plántulas más importantes, la cual está muy relacionada con los posteriores resultados productivos.

Como tendencia se observa un incremento en el grosor del tallo a los 33 dds con respecto a los 25 dds alcanzándose una postura de calidad con un tallo vigoroso, siendo muy bueno el comportamiento del testigo humus de lombriz y litonita (90+10%), lo que pudo estar dado a que el humus de lombriz como sustrato aporta un mayor porcentaje de nitrógeno (N) que la turba rubia, por lo que en el caso del tratamiento testigo al estar en mayor proporción alcanza un mayor nivel de este elemento con respecto a los demás, beneficiándose el incremento de los niveles de proteína y crecimiento en general como plantea Gil, (1995) enunciando los beneficios de este elemento.

Al verse reflejada esta manifestación en el tallo se reafirma lo planteado por Esau, (1969) que el tallo y la raíz están dispuestos como una estructura continua, con analogías y continuidad física como parte de la misma unidad axial, siendo desde la raíz a los cotiledones la región de transición relacionada filogenéticamente, reflejando primero las condiciones existentes en el entorno radicular.

En el número de hojas a los 25 días después de la siembra (dds) en los tratamientos con humus de lombriz entre 45 y 70% y turba rubia entre 45 y 20% se provocó un comportamiento similar al del diámetro del tallo para esta edad ya que no se obtuvieron diferencias significativas entre dichos tratamientos (Tabla 8) pero sí con el testigo compuesto por el 10% de humus. Al parecer un incremento en la cantidad de humus de lombriz y una disminución del contenido de turba rubia en los mismos provocó una disminución en el número de hojas por planta, lo que puede explicarse a partir del hecho que el humus de lombriz no ha liberado completamente los nutrientes que pudiera necesitar la planta para su desarrollo foliar. Los tratamientos donde la turba rubia se aplicó entre el 45 y el 20% logran los más altos valores para esta variable. Aunque como tendencia el mayor valor de 4,51 para el tratamiento donde se aplicó el 70% de humus de lombriz, 20% de turba rubia y 10% de litonita superando a los parámetros recomendados por Casanova et al, 2003 de un número de hojas de 3 a 4 para el trasplante.

Donde se cumple al parecer lo planteado por Bear, (1967) quien afirmó que es evidente que debe existir una relación íntima entre las condiciones de aireamiento del suelo y la velocidad de crecimiento de las plantas. Condición que se proporciona con la utilización de la turba rubia por ser un material con propiedades físicas excepcionales que permiten un mayor desarrollo radical, quien tiene importantes funciones físicas y fisiológicas enunciados por Leskovar, (2001) desde el inicio de la germinación, emergencia hasta el crecimiento y desarrollo de la postura con lo cual su tamaño, morfología y arquitectura puede ejercer un control sobre el tamaño relativo, ritmo de crecimiento del tallo así como del desarrollo vegetativo y finalmente de la productividad de la plántula.

A los 33 días hay un incremento en todos los tratamientos en el número de hojas, alcanzándose los mayores valores con la aplicación del 70% de humus de lombriz, un 20% de turba rubia y un 10% de litonita sin diferencias significativas con el testigo, lo que parece indicar que a esta edad el contenido de humus de lombriz compensa de cierta forma el efecto que causa la turba rubia en cuanto a las condiciones de aireamiento como influencia positiva en el entorno radical favoreciendo la absorción de compuestos nutricionales. Al parecer se cumple lo planteado por García – Mina (1999) cuando plantea que las sustancias húmicas procedentes de residuo animal compostado, estimulan el crecimiento de las plantas a través de la síntesis de proteína, activación de diferentes enzimas y en la síntesis de ácidos nucleicos, argumento que ha sido constatado por varios autores, además el humus de lombriz es una materia orgánica que aporta nitrógeno en un porcentaje mayor que la turba rubia, liberando de forma lenta pero estable este elemento, proporcionando un aumento del índice foliar.

Para esta variable se observa una superioridad en el área foliar a los 33 dds con respecto a los 25 dds que le permite a la plántula estar mejor preparada para enfrentar los procesos de fotosíntesis y lograr una mayor intensidad de los procesos de crecimiento y en el aprovechamiento racional de las sustancias de asimilación formadas en el curso de la fotosíntesis Rubin, (1984).

Resulta muy interesante que los valores obtenidos en las evaluaciones de todas las variables, medidas a los 33 dds, resultaron más elevados que los obtenidos a los 25 dds siendo el tratamiento testigo el humus de lombriz y litonita (90+10%) a los 33 días, el que encabezó el grupo superior en los valores obtenidos en la variable diámetro de tallo, logrando mejorar el número de hojas, lo que significa que mejoró su comportamiento como sustrato a medida que avanzó la edad de la plántula.

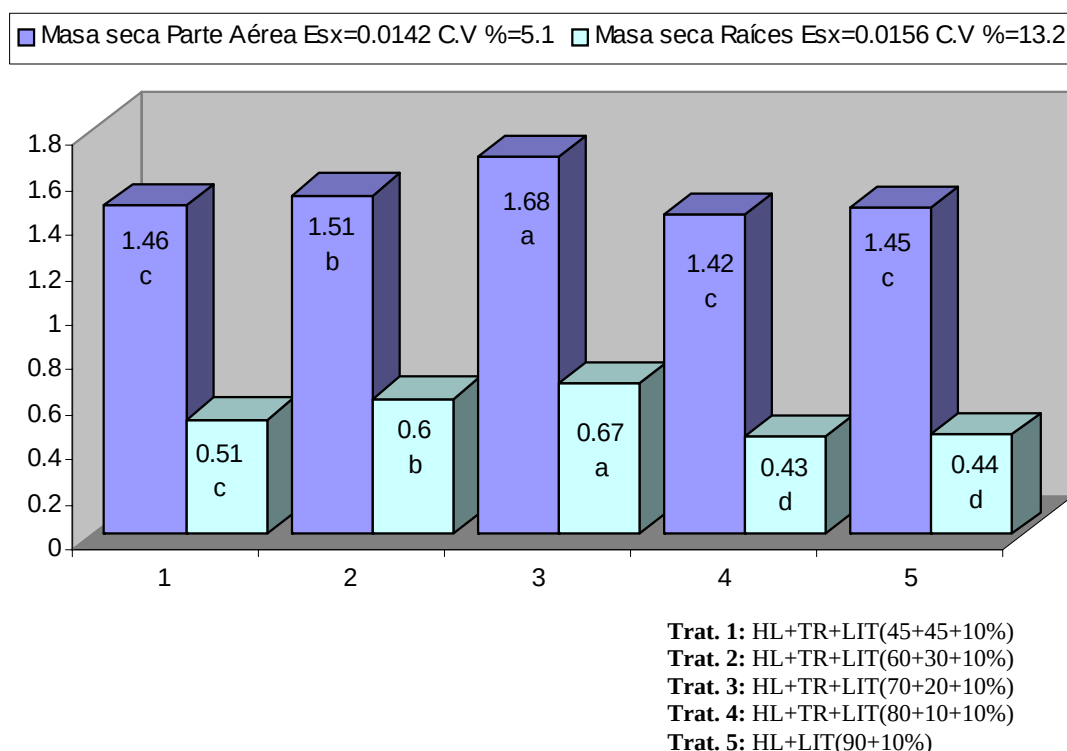
Urrestarazu et al, (2002) hizo alusión a que la edad o momento óptimo para el trasplante es cuando la plántula posee una masa foliar y un volumen radical que se considere adecuado.

Las ventajas del empleo de plantas denominadas adultas para el trasplante de hortalizas en los sistemas de cultivos protegidos, han sido abordadas por varios autores (López Gálvez, 2002 – Comunicación personal -; Lenscak et al, (2003).

Se pretende producir una planta que vaya al sitio de trasplante con dos o tres inflorescencias. A fin de reducir el plazo trasplante – cosecha. Este plazo debe ser determinado en condiciones tropicales. Es el caso concreto de Cuba el empleo de plántulas adultas, con mayor edad que las que se producen actualmente, permitirá una mayor protección de las plántulas de tomate a nivel de semillero protegido, lo cual sería un elemento importante en la estrategia de lucha contra el complejo mosca blanca – geminivirus. El presente resultado indica que ese camino es posible y abre las puertas para futuras investigaciones sobre el tema.

Para las variables masa seca de la parte aérea y raíces se observa (Gráfico 1) un comportamiento similar en ambos indicadores, destacándose el tratamiento compuesto por humus de lombriz, turba rubia y litonita con (70+20+10%) de composición con el mejor resultado, superando estadísticamente a los demás tratamientos incluyendo al testigo de referencia. Al parecer la influencia de la aireación en el entorno radicular favoreció la absorción de componentes nutricionales. Si el agua y los nutrientes se encuentran en el entorno radical en la cantidad, proporción y estado de asimilabilidad adecuados, esta absorción tendrá lugar con el mínimo gasto energético, pudiendo emplearse esta energía ahorrada en incrementar el rendimiento productivo de la planta, situación que al parecer refleja lo ocurrido (Alarcón, 2000).

Gráfico 1



Estas tendencias pudieron estar relacionadas con la interacción de varios factores para la producción de masa seca como es el caso de la aireación de los sustratos, acompañado de un buen contenido de materia orgánica y un pH adecuado para la mejor asimilación de elementos nutritivos relacionados con el crecimiento vegetal, además que esta situación se ve reflejada con un mayor balance entre fotosíntesis y respiración como plantearon Torres y Vázquez, (1991) siendo mayor en el sustrato humus de lombriz, turba rubia y litonita con (70+20+10%) de composición, donde al parecer hubo un equilibrio más adecuado entre factores externos e internos que intervienen en la producción de masa seca.

Demolón, (1967) enunció que el peso final de la masa seca estaba relacionado con el peso inicial y este tratamiento desde la germinación proporcionó beneficios a la plántula coincidiendo con lo planteado por Ayuso et al, (1996) citados por García – Mina, (1999) quienes observaron incrementos en los índices de germinación causado por las sustancias más humificadas como la turba o la leonardita, las mayores concentraciones de turba proporcionaron un aumento en el crecimiento del sistema radical, donde al parecer quedó balanceado el contenido hídrico y de oxígeno favoreciendo el crecimiento y desarrollo de la planta.

La planta para producir materia seca depende del conjunto de factores de crecimiento y en primer lugar de la facultad asimiladora de la superficie foliar. El rendimiento de la planta en materia seca y la época en que alcanza su máximo valor dependerá en gran parte de la superficie foliar total (Demolón, 1967).

Russell, 1967 y Claret et al, (2005) coinciden en afirmar que el contenido de agua del sustrato influirá en la formación y desarrollo del sistema radicular que determinará el crecimiento y desarrollo de toda la planta; consideró además que en condiciones favorables las raíces respiran muy activamente, lo cual corresponde a una notable absorción de oxígeno y a un desprendimiento equivalente de CO_2 ; que como enunció Alarcón, (2000) es uno de los principales componentes acompañados de la radiación luminosa para llevar a cabo el proceso fotosintético sintetizando carbohidratos (glucosa) y desprendiendo oxígeno, utilizados en el crecimiento y la respiración de las plantas.

Wallce, (1970) planteó que aunque la solución del sustrato contenga cantidades y proporciones satisfactorias, los nutrientes pueden no ser absorbidos por las plántulas si la reacción (acidez o alcalinidad) no sea también adecuada, muchas plantas de cultivo prefieren una reacción ligeramente ácida (pH 6.0 a 6.5).

Alarcón, (2000) ratificó que cada uno de los elementos esenciales para las plantas presenta un rango de pH en el que las formas asimilables se encuentran a mayor disponibilidad, presentándose la mejor en torno al pH 6.5.

3.2 Efecto del volumen de alvéolo y la edad al trasplante de las plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) producidas en cepellones, en las principales variables de su calidad.

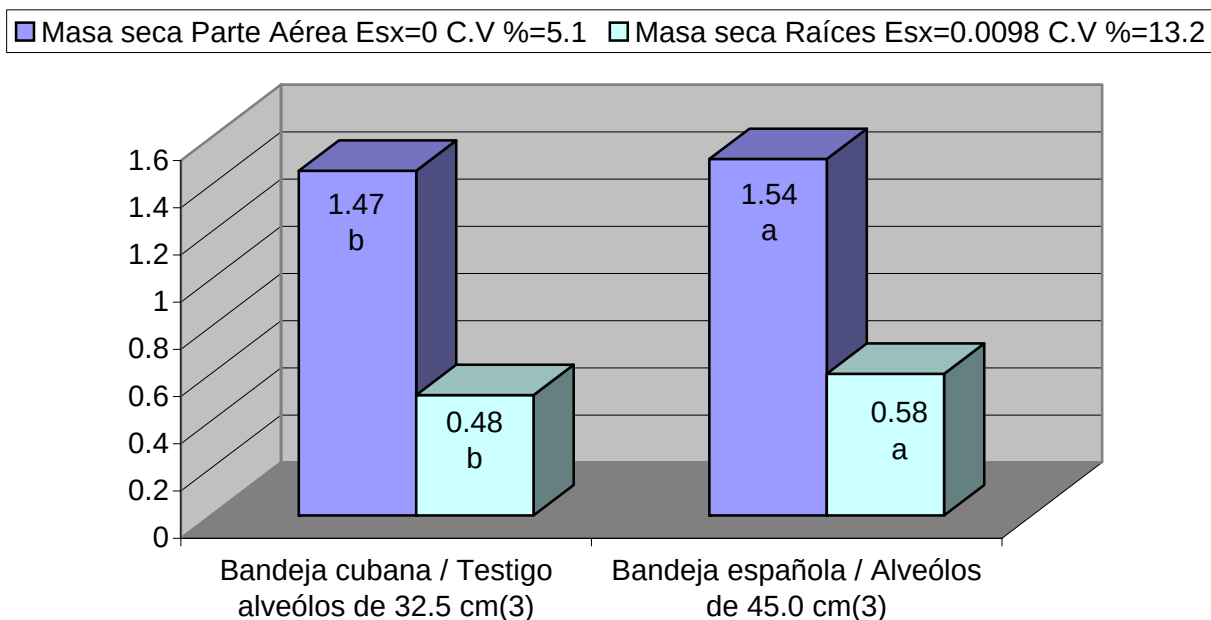
TABLA 9: EFECTO DEL VOLUMEN DE LOS ALVEOLOS Y LA EDAD DE LAS PLANTULAS SOBRE SU CALIDAD AL MOMENTO DEL TRASPLANTE.

Tratamientos	Apl.(cm)		DT (mm)		NHO.	
	25 dds	33 dds	25 dds	33 dds	25 dds	33 dds
Bandeja Cubana / Testigo						
Alvéolos de 32.5 cm ³	7,92 b	10,19 b	2.07 b	2.58 b	3,389 b	4,21 b
Bandeja Española/ Alvéolos de 45.0 cm ³	8,28 a	10,69 a	2.39 a	2.83 a	3,587 a	4,62 a
Significación Estadística	Xxx	xxx	Xxx	Xxx	xxx	Xxx
Esx	0.045195	0.045257	0.001541	0.00122	0.02427	0.017831
C.V. (%)	7.89	6.13	9.77	6.36	9.84	5.7
Valor P	0	0	0	0	0	0

a, b, c,... Letras en común no difieren para P<0.05 (Ducan)

En la tabla 9 se muestra la influencia del volumen de alvéolo sobre la calidad en las plántulas, presentándose valores significativamente superiores alcanzados en las variables altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y en la masa seca de la parte aérea y masa seca de raíces (Gáfico 2) con el tratamiento donde se empleó la bandeja española con 45,0cm³ de volumen en evaluaciones realizadas a los 25 y 33 días después de la siembra (dds), resultados que coinciden con los reportados por Ferro et al, (1998), Casanova y Osuna, (2002) en el cultivo del tomate; Casanova et al, (1997) citados por González et al, (2000) en hortalizas de hojas y por González et al, (2004) en plántulas de cucurbitáceas, pero no coinciden con lo planteado por Macua, (1990) quien evaluó en España numerosas bandejas con diferentes superficies y volúmenes de alvéolos y determinó que la bandeja más eficiente era la de un volumen de alvéolo de 32,0cm³, con el objetivo de producir tomate de industria, teniendo en cuenta la densidad de plantas utilizadas en esta producción que es de 45 000 a 50 000 por hectáreas contra 22 000 plantas promedio que se emplean en los sistemas de cultivo protegido, por lo tanto, el elemento número de plántulas producidas por m², resulta un indicador de mayor importancia para la producción de tomate industrial que lo que constituye en la producción protegida de plántulas de tomate en el cultivo protegido.

Gráfico 9



Las plantas jóvenes tienen una mayor tasa de crecimiento radicular y vegetativo, pero los de mayor edad tienen mayor rendimiento cuando estas son producidas en envases de mayor volumen puesto que existe una relación directa entre el tamaño del envase o contenedor y el de la plántula, aunque por razones principalmente de costos la tendencia es a utilizar envases con mayor número de alvéolos y de menor volumen, donde existen mayores fluctuaciones de humedad, nutrientes, oxígeno, pH y salinidad (Leskovar, 2001).

Numerosas experiencias indican que cuanto más volumen tenga el envase mayor será la calidad de la plántula, el crecimiento total de las raíces, el desarrollo de la parte aérea, la precocidad y el rendimiento de las plantas (González et al, 2002) ha sido comprobado por Ferro et al, (1998).

Cada día se le concede gran importancia al tamaño del cepellón para definir el momento óptimo de trasplante como afirmara Urrestarazu et al, (2002).

El resultado obtenido es importante, pues el comportamiento de las plántulas estudiadas van dirigidas al cultivo protegido del tomate, que este sistema de producción tiene una expectativa de rendimiento de cinco a ocho veces mayor que las que se tienen a campo abierto, un mayor ciclo vegetativo, entre otros, por lo cual se requieren plántulas más vigorosas, que respondan a tales expectativas y a un rendimiento más precoz.

3.3 Efecto del polímero Poliagua en la calidad de las plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) producidas en cepellones.

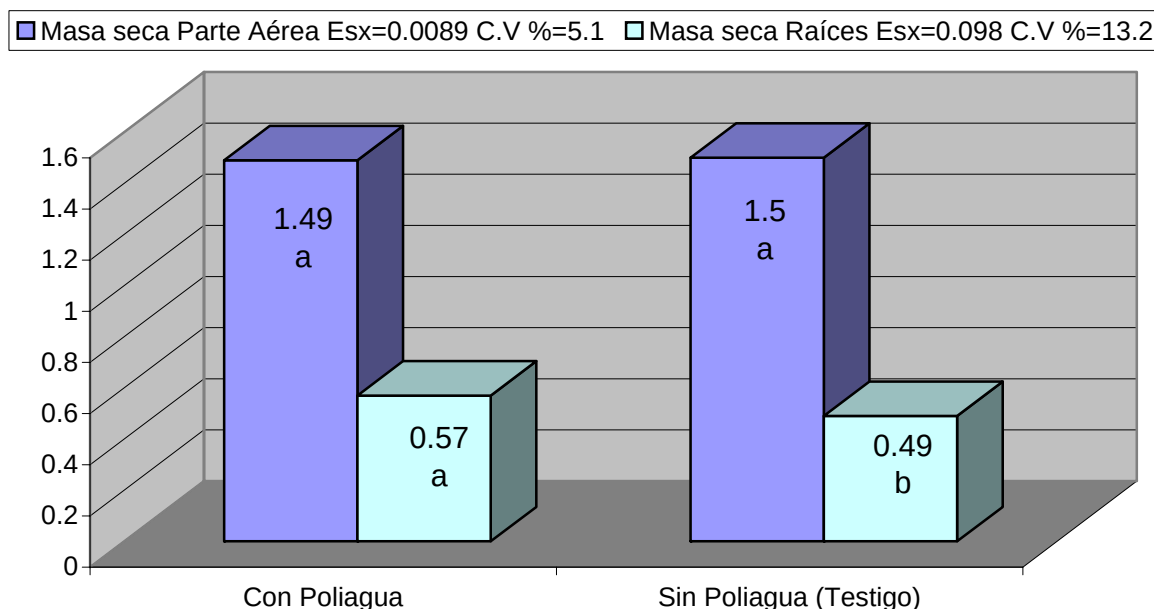
TABLA 10: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE POLIAGUA Y LA EDAD DE LAS PLANTULAS SOBRE SU CALIDAD AL MOMENTO DEL TRASPLANTE.

Tratamientos	Apl.(cm)		DT (mm)		NHO.	
	25 dds	33 dds	25 dds	33 dds	25 dds	33 dds
Con Poliagua	8,06	10,43	2.22	2.69	3,47	4,41
Sin Poliagua (Testigo)	8,14	10,45	2.24	2.72	3,5	4,43
Significación Estadística	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Esx	0.45195	0.4526	0.001541	0.001221	0.02427	0.017831
C.V. (%)	7.89	6.13	9.77	6.37	9.86	5.70
Valor p	0.2351	0.7195	0.3475	0.088	0.3948	0.5391

En los resultados de los efectos del polímero retenedor de agua Poliagua (Tabla 10) se muestran los resultados obtenidos a los 25 y 33 días, resultando que en ambos momentos de evaluación no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de este producto y el testigo, para las variables altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y masa seca de la parte aérea (Gráfico 3), contrario a lo ocurrido para la masa seca de raíces donde sólo se ejerce un efecto significativo que puede beneficiar el desarrollo ulterior de las plantas coincidiendo con la firma Meristem, (2000), quien enunció el crecimiento radicular de las plántulas como una de las ventajas del producto, no observándose beneficios fisiológicos considerables en la etapa inicial de las plantulitas, coincidiendo con Gelonch, (2000) quien considera además que al parecer se podrán medir en etapas posteriores al trasplante, por lo que se requerirá un estudio posterior que permita definir la conveniencia de su uso para el tomate.

Los polímeros hidrofílicos derivados de la poliacrilamida, permiten mejorar la adaptación de las plántulas como el crecimiento posterior (Ansorena, 1999 citado por Benavides, 2005).

Gráfico 3



El resultado puede estar asociado a que la producción de plántulas de tomate en cepellones se realiza con un volumen de sustrato muy limitado y en un ciclo muy corto de tiempo. Las referencias de empleo de estos polímeros se refieren a plantas de ciclos más largos y con mayores volúmenes de sustratos, tal es el caso de los frutales o árboles maderables. En este sentido debe seguirse investigando, pero en ningún caso realizar su introducción en la tecnología sin resultados previos comprobados.

3.4 Valoración Económica

Elementos de Gastos	Tratamiento	
	Testigo	Mejor
	HL+LIT (90+10%) Bandeja 32,5 cm ³ 25 dds (Testigo)	HL+TR+LIT (70+20+10%) Bandeja 45,0 cm ³ 33 dds
Gasto Material	172,97	329,73
Gasto Salario	322,17	425,25
Costo Total	495,14	754,98
Costo/Postura	0,25	0,37
Costo Producción/ha	5'500	8'140

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Se observa un mayor costo de producción en el tratamiento de mejor comportamiento con respecto al testigo, a pesar de eso se logró una producción de 127,45 t.ha⁻¹ para el mejor tratamiento y de 103,33 t.ha⁻¹ para el testigo, por lo que a pesar de haber incurrido en un mayor costo de producción por concepto de un aumento de esta se obtiene un efecto económico superior de 18,5 miles de peso.

Tratamiento	Valor Producción (M.P)	Costo de Producción (M.P)	Efecto de Ganancia (M.P)
Mejor Comportamiento	114,71	8,14	106,57
Testigo	93	5,5	87,5

Es importante reafirmar lo que planteó Koranski, (2005) para mejorar la calidad y uniformidad de las posturas y evitar pérdidas en la producción se requiere de una inversión importante.

CONCLUSIONES

- 1. El mejor comportamiento lo tuvo el sustrato con 70% de humus de lombriz, 20% de turba rubia y 10% de litonita para todas las variables estudiadas.*
- 2. La mejor bandeja para alcanzar una postura de mayor calidad es la de 45,0cm³ de capacidad de alvéolo.*
- 3. A los 33 días se logra una postura de mejor calidad y más preparada para el trasplante.*
- 4. La aplicación del poliagua sólo ejerce influencia sobre el incremento de la masa seca de raíces en la fase de semillero.*

RECOMENDACIONES

1. Utilizar la mejor variante del sustrato para la producción de posturas de tomate de calidad.
2. Trasplantar el tomate con la mayor edad posible, manteniendo las variables de calidad.
3. Estudiar otros momentos de trasplante para reducir el plazo trasplante – cosecha.
4. Utilizar la bandeja de mayor capacidad de alvéolo de 45,0cm³ y extender los resultados.
5. No utilizar poliagua en la tecnología de cepellones sin resultados previos comprobados.
6. Evaluar el comportamiento de las plántulas donde se le aplicó poliagua en una fase ulterior al trasplante.

Bibliografía Citada

- ❖ Adil, H. A., N. Grudaz; Bgueyer. Effects of Temperature and Grafting on the Growth and Development of Tomato plants under. [Disponible en <http://www.deufscher.tropentag.html>] [Consulta: 18 de Mayo del 2005]
- ❖ Alarcón. A. L. 2000. Introducción a la fertirrigación: Aspectos básicos. Tecnología para cultivo de alto rendimiento. Ed. Novedades Agrícolas. S.A. Espina pág. 15 -25
- ❖ Alarcón, A. L. 2000. Introducción a los cultivos sin suelos. Sistemas y sustratos. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Ed. Novedades Agrícolas S.A. España, Pág. 191 - 204
- ❖ Alarcón, A. L.; F. 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Cultivo en fibra de coco. Ed. Novedades Agrícolas S. A. España, Pág. 245 - 253
- ❖ Alarcón; A. L. Aspectos prácticos en nutrición del cultivo del tomate en fertirrigación. Murcia. España. 2000
- ❖ Ansorena, J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi Prensa. Madrid. Pág. 35 - 71
- ❖ Bacsó, N. 1969. Introducción a la agrometeorología. Ed. Ciencia y Técnica. La Habana, 322 pág.
- ❖ Bear, F. E. 1967. Suelos y Fertilizantes. Ed. Norteamericana. La Habana, Cuba. Pág. 127 - 134
- ❖ Bello, A. Alternativas al bromuro de metilo como fumigante del suelo de España. [Disponible en <http://www.fumi.es>] [Consulta: 20 de Abril del 2005]
- ❖ Benavides, A. et al. Uso de un poliuretano hidrofílico - biodegradable como mejorador de suelo y material para trasplante de tomate. [Disponible en <http://www.visit.ref.uk.octc:2000>] [Consulta: 16 de Mayo del 2005]
- ❖ Bruzón, S. En Colombia un tomate de altura. [Disponible en <http://www.aupec.univalle.edu.co/infones>] [Consulta: 14 de Abril del 2005]
- ❖ Cadahía, C. 2000. Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi - Prensa. Madrid. Pág. 475

- ❖ Carmona, E. y Colaboradores. 1999. El Compost de corcho como sustrato hortícola y silvícola. España. Agrícola Vergel. Fruticultura, Horticultura, Floricultura. Año XVIII, No. 214: 643 - 698
- ❖ Carrillo, O. V. et al, 2002. Los vegetales en la nutrición humana. La Habana. Ed. Política. Pág. 64
- ❖ Casanova, A. et al, 1998. Tecnología de producción de posturas de hortalizas en Cepellones. Producción de Cultivos en condiciones tropicales. La Habana. Ed. Liliana. Pág. 41 - 43
- ❖ Casanova, A. et al 1999. Guía Técnica para la producción protegida de hortalizas en casas de cultivo tropical con efecto "sombilla". Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Cuba. Pág. 55
- ❖ Casanova. A. y A. A. Osuna, 2002. Ensayo participativo de producción de plántulas de tomate de industria en cepellones para el trasplante mecanizado informe técnico IIHLD y Empresa de Cítricos de Ciego de Ávila. Pág. 20
- ❖ Casanova. A. et al 2003. Manual para la producción protegida de hortalizas. Ed. Liliana. La Habana, Cuba. Pág. 116
- ❖ Casanova. A. et al, 2004 Contribución al establecimiento de un sistema competitivo de obtención de plántulas hortícolas enraizadas en contenedores para condiciones tropicales. Propuesta Premio Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, Cuba. Pág. 20
- ❖ Cervantes, M. A. Cultivo en lana de roca. [Disponible en <http://www.cempresarial.con>] [14 de Abril del 2005]
- ❖ Claret, P. et al. Estrés hídrico y salino. [Disponible en <http://www.odec.CI>] [Consulta: 14 de Enero del 2005]
- ❖ Crespo, I. A. Elegía a un paradigma. [Disponible en <http://www.elhabanero.cubaweb.cu/sumario/patronciencytec.html>] [Consulta: 27 de Abril del 2005]
- ❖ Demolón, A. 1967. Crecimiento de Vegetales Cultivados. Ed. Revolucionaria. La Habana, Cuba, Pág. 90 - 108 y 389 - 427
- ❖ Dumois, L. Orquideas. [Disponible en <http://www.webpc.com/COS>.] [Consulta: 27 de Abril del 2005]

- ❖ "Efectos beneficiosos del drenaje Agrícola". Revista: Información para el desarrollo. El mundo en hechos y cifras. Riesgo y drenaje. Estado actual y tendencias mundiales. La Habana, Cuba. 1999. Pág. 66
- ❖ El Humus de lombriz [Disponible en: <http://www.xeries.com/sustratos.html>] [Consulta: 4 de Mayo del 2005]
- ❖ "El Sistema de Cultivo" HPS. [Disponible pág web <http://www.xeries.com/sustratos.html>] [Consulta: 20 de Abril del 2005]
- ❖ Encarta, Biblioteca de Consulta Microsoft. 2005. Polímero. [Consulta: 1 de Julio del 2005]
- ❖ Encarta, Biblioteca de Consulta Microsoft. 2005. Copolímero. [Consulta: 1 de Julio del 2005]
- ❖ Esau, K. 1959. Anatomía vegetal. Ed. Revolucionaria. Cuba. Pág. 355 – 543
- ❖ FAO. La producción mundial de tomate fresco. Revista Claridades Agropecuarias. [Disponible en <http://www.economia-snilm.gob.mx/nuevo/index.html>] [Consulta: 20 de Mayo del 2005]
- ❖ Fernández, A. et al, Evaluación de plantas de clavel obtenidas en cepellones. [Disponibles en <http://www.elhabanero.cuba/web/cu/2001/agosto/nro177>] [Consulta: 14 de Abril del 2005]
- ❖ Ferro. J. L. et al, 1998. Influencia de diferentes bandejas semilleros sobre la calidad de las plántulas y el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) bajo cultivo tradicional. Producción de Cultivos en condiciones tropicales. La Habana.
- ❖ Franco, J. A. 2001. Los sustratos Agrícolas en la región de Murcia. España. Agrícola Vergel. Fruticultura, Horticultura, Floricultura. Año XX, No. 235: Pág. 376
- ❖ Fuentes, F. E. Evaluación de cultivares de tomate para el consumo fresco, en valle de zapolitán. El Salvador. [Disponible en <http://www.us.es/drus/biblio/citae-e.htm>] [Consulta 20 de Abril del 2005]
- ❖ García, A. 2000. Cultivos en lana de roca. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Ed. Novedades Agrícolas S.A. España, Pág. 213 – 223

- ❖ García - Mina, J. M. 1999. Efectos de las sustancias húmicas sobre el desarrollo general de las plantas, acciones sobre el crecimiento vegetal. España. Agrícola Vergel. Fruticultura, Horticultura, Floricultura. Año XVIII, No. 211: 451 - 506
- ❖ García - Mina, J. M. Efectos de las sustancias húmicas sobre el desarrollo general de las plantas. Mecanismos básicos de actuación. España. 1999. Agrícola Vergel. Fruticultura, Horticultura, Floricultura. Año XVIII, No. 212: 512 – 528
- ❖ García, R. Fertilizantes de uso especial: quelatos, aminoácidos, ácidos húmicos, correctores de salinidad. [Disponible en <http://www.ediho.cs/tradecorp>] [Consulta: 20 de Abril del 2005]
- ❖ Gelonch, M. Buscan evitar problemas de sequía y desertificación. Ámbito financiero. [Disponible en w.ambitoweb.com/edicionesanteriores/afinanciero] [Consulta: 9 de Mayo del 2005]
- ❖ Gil, F. 1995. Elementos de Fisiología. Vegetal. Relaciones hídricas, transporte. Metabolismo. Ed. Mundi - Prensa. España. Pág. 1147.
- ❖ Gómez, O. et al, 2000. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba. Pág. 74 - 85
- ❖ González, F. M.; A. Casanova y E. Bravo. Resultados de investigaciones en la producción de plántulas de hortalizas de hojas en cepellones. La Habana, Cuba. 2000. Pág. 11
- ❖ González, F. M.; A. Casanova; E. Bravo y R. González. Resultados de las investigaciones en la producción de plántulas de cucurbitáceas en cepellones. La Habana. 2004. Pág. 13
- ❖ Izquierdo, F. A. Evaluación Agronómica de una turba del norte de Chile. [Disponible en www.uchile.cl/facultades/CsAgronomicas]. [Consulta: 20 de Abril del 2005]
- ❖ John, C. M. et al, 1998. Generalización del empleo de la zeolita, como aditivo del área, en cultivos de importancia económica. Producción de cultivos en condiciones tropicales. La Habana. Ed. Liliana. Pág. 193 - 195
- ❖ Koranski, D. S. Producción de plántulas. Recomendaciones generales ballseed para producción de plántulas. [Disponible <http://www.faxsa.com.mx/submenoi.htm>] [Consulta: 20 de Abril del 2005]

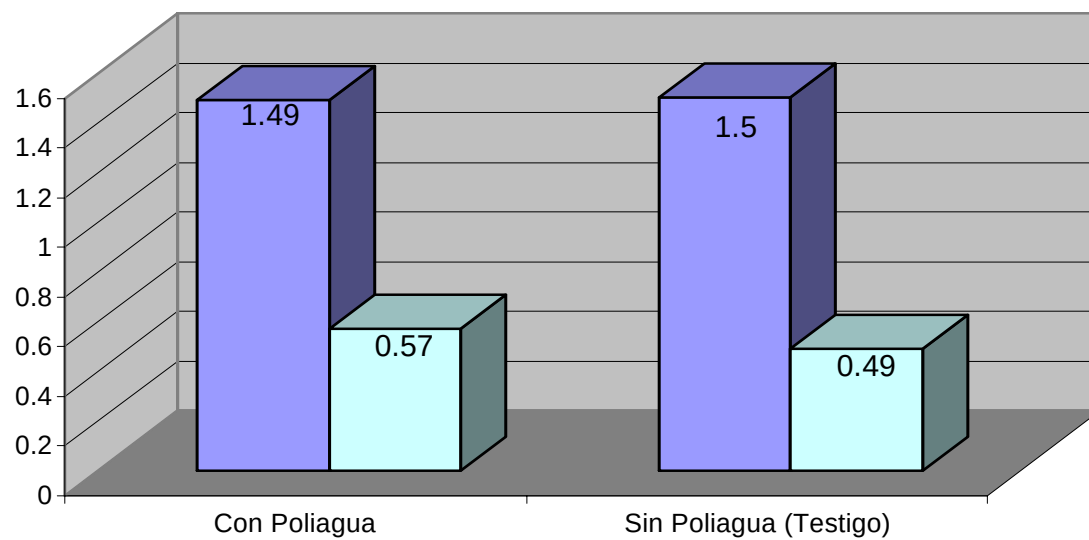
- ❖ Lenscak, J. G. 2003. Estrategia de producción de plántulas de tomate. Almeria 245 pág.
- ❖ Leskovar, D. I. Producción y ecofisiología del trasplante hortícola 2001. [Disponible en: <http://www.ediho.es/horticom/fitech3/potencia/text/fpetit.html>] [Consulta: 4 de Mayo del 2005]
- ❖ Martínez, E.; M. García 1993. Cultivos sin suelo: Hortalizas en clima mediterráneo. Ed. de Horticultura, S. L. España, Pág. 19 - 40
- ❖ Macua J. L. 1990. Tomate de industria en Navarra. Agrícola Vergel. Fruticultura, Horticultura y Floricultura. España. Año IX, No. 108: 996 – 970
- ❖ Markovic, V. et al. Enriched zeolite as a substrate component in the production of pepper and tomato seedlings. [Disponible en URL <http://www.actahort.org>] [Consulta: 29 de Junio del 2005]
- ❖ Meristem, 2000. Catálogo General. MONCADA - VALENCIA. Pág. 27
- ❖ MINAG, 2002. Programa de Defensa fitosanitaria para casas de cultivo protegido tomate, pimiento, melón y pepino. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Pág. 52
- ❖ Moreno, V. 2003. Seminario de Riego, Drenaje y nutrición. La Habana. Pág. 19
- ❖ Moreno, V. 2004. Procedimientos para el manejo de la nutrición y el control de la fertilización en las casas de cultivo. Grupo Empresarial Frutícola. La Habana. Pág. 38
- ❖ Mudar de tomate en cultivo protegido a parceria que den certo. Irrigacao y tecnologia moderna. Brasil, 2002. ITEM. No. 52/53
- ❖ Ohep, J.C. Producción de tomates en los valles del estado de Monagas. [Disponible en <http://www.cenazap.gov.ve/publica/divulga/fdiud.html>] [Consulta: 20 de Abril del 2005]
- ❖ Peña, E. et al 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Ed. INIFAT. Cuba. Pág. 102
- ❖ Rodríguez, J. Determinación del contenido de materia orgánica en sustratos con diferentes portadores para los cultivos de tomate y pepino en la fase de posturas de cepellón. [Disponible en <http://www.ucf.edu.cu/URBES>] [Consulta: 14 de Enero del 2005]

- ❖ Roig, J. T. 1989. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Ed. Científico Técnica. Cuba, Pág. 878 - 879
- ❖ Rubin; B. A. 1984. Curso de la Fisiología Vegetal. Ed. La Habana, Cuba. Pág. 714
- ❖ Russell, J; W. Russell, 1967. Las Condiciones del suelo y el Desarrollo de las plantas. Ed. Revolucionaria. La Habana, Cuba. Pág. 509 - 526
- ❖ Stoppani, M. T.; N. Francescangeli. 1999. Influencia del contenedor en la producción artesanal de platines hortícolas. España. Agrícola Vergel. Fruticultura, Horticultura, Floricultura. Año XVIII, No. 216: 755 - 810
- ❖ Surtability of wood fiber subtrate for production of vegetable transplanst. [Disponible en <http://www.agrar.hu-berlin.de/gartanbau/96//Abstracts.html>] [27 de Abril del 2005]
- ❖ Urrestarazu, M; M.C. Salas; F. A. Sánchez. 2002. Los semilleros en la horticultura: La Salud desde el primer día II parte. España. Agrícola Vergel. Fruticultura, Horticultura, Floricultura. Año XXI, No. 252: 699 - 754
- ❖ Vázquez, E. S. Torres. 1991. Fisiología Vegetal. Ed. Pueblo y educación. La Habana, Cuba. Pág. 463
- ❖ Velarde, E. et al 2004. Producción y Aplicación del Compost orientado a las condiciones de la Agroindustria Azucarera. Ed. La Habana, Cuba. Pág. 182
- ❖ Vicente, F. E.; M. J. Saéz 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Sustratos Alternativos: Comparación de sus sustratos en cultivo integrado de pimiento en invernadero. Ed. Novedades Agrícolas S. A. España, Pág. 255 - 260

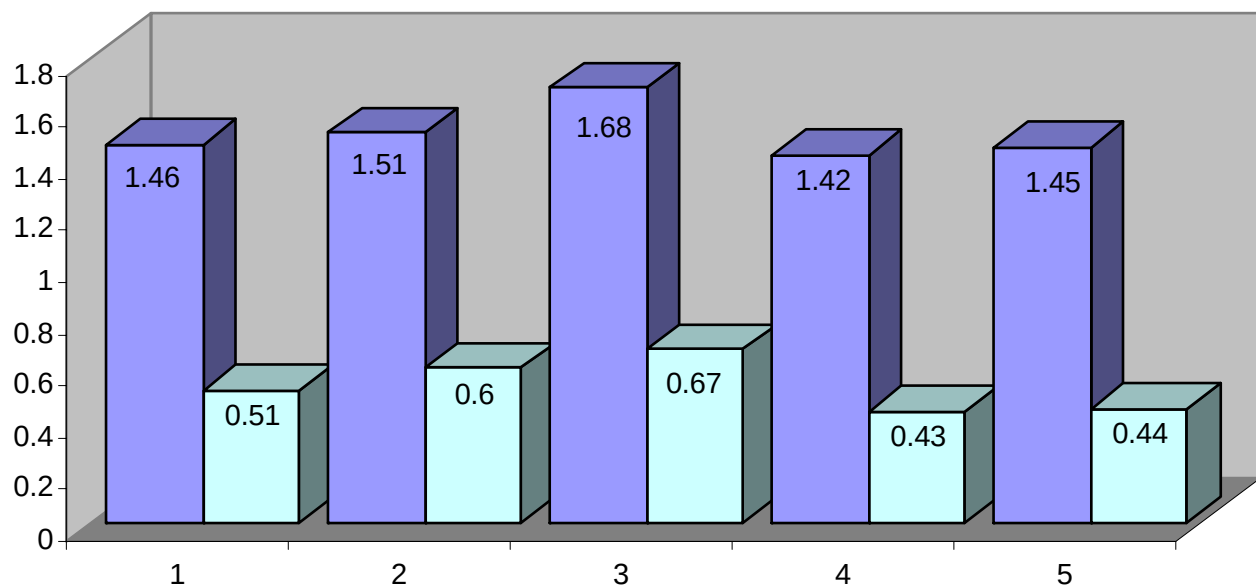
Bibliografía Consultada

- ❖ Buckman, H. O., N. C., Brady. Naturaleza y propiedades de los suelos. Ed: Revolucionaria, La Habana. Pág. 590
- ❖ Carrillo. G. et al. Aumento del rendimiento de tomate cuando la raíz se desarrolla colonizada por microorganismos. [Disponible en <http://www.bioline.org.br/info>] [Consulta: 5 de Abril del 2005]
- ❖ Ramírez, H. et al. Efecto de prohexadiona - Ca en los niveles de giberelinas. Y citoquininas en tomate. [Disponible en <http://www.agricultura.com.mx/gl-bin/modulos>] [Consulta: 20 de Abril del 2005]

■ Masa seca Parte Aérea Esx=0.0089 C.V %=5.1 ■ Masa seca Raíces Esx=0.098 C.V %=13.2



■ Masa seca Parte Aérea Esx=0.0142 C.V %=5.1 □ Masa seca Raíces Esx=0.0156 C.V %=13.2



Trat. 1: HL+TR+LIT(45+45+10%)

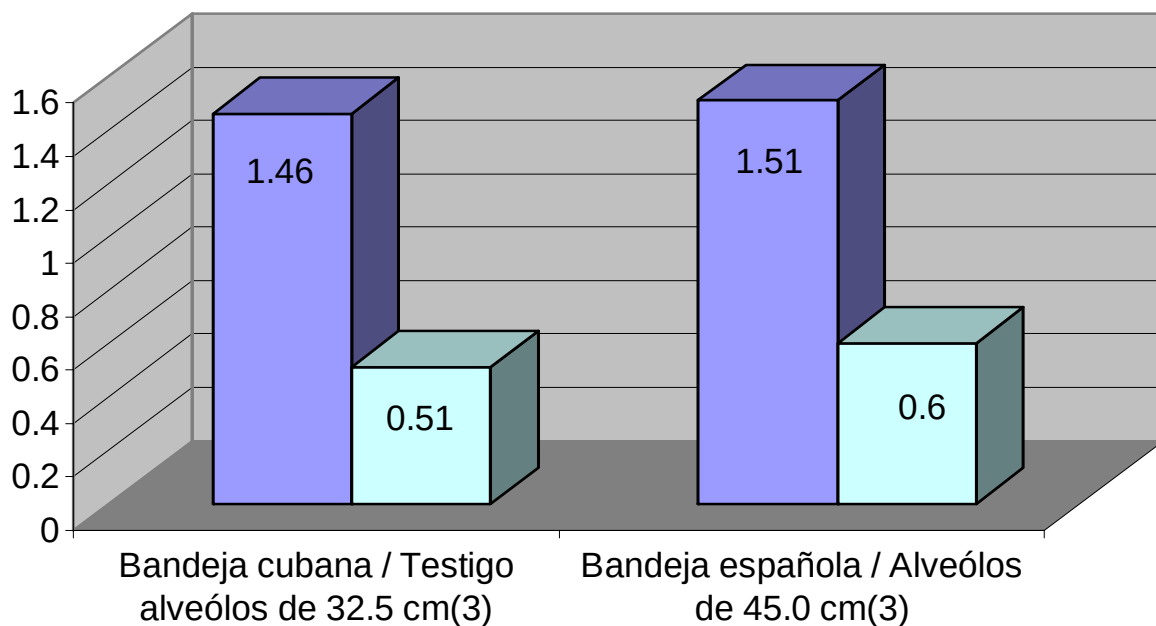
Trat. 2: HL+TR+LIT(60+30+10%)

Trat. 3: HL+TR+LIT(70+20+10%)

Trat. 4: HL+TR+LIT(80+10+10%)

Trat. 5: HL+LIT(90+10%)

■ Masa seca Parte Aérea Esx=0 C.V %=5.1 □ Masa seca Raíces Esx=0.0098 C.V %=13.2



Características físicas de las turbas según: Martínez y García, (1993)
ANEXO 1

Parámetro (unidad de medidas)	Turba Rubia	Turba Negra
Densidad Aparente (gr/cm ³)	0,076	0,296
Densidad Real (gr/cm ³)	1,350	1,830
Espacio Poroso Total (volumen en %)	94,3	84
Capacidad de Agua (gr Agua/100gr M.S)	1,049,0	286,70
Material Sólido (volumen en %)	5,7	16
Aire (volumen en %)	29	7,6
Agua Fácilmente Asimilable (volumen en %)	33,5	24
Agua Reserva (volumen en %)	6,5	4,7
Agua Difícilmente Asimilable (volumen en %)	25,3	47,7

Características físico – químicas de la fibra de coco y su interpretación.
ANEXO 2

Determinación	Valor	Interpretación
Densidad aparente (g/m ³)	0,06	Baja
Densidad real (g/m ³)	1,55	Media
Material sólido (% en volumen)	5	Bajo
Porosidad total (% en volumen)	95	Alta
Índice de grosor (% en peso)	20 – 35	Medio – Bajo
Capacidad de aireación (% en volumen)	35 – 50	Alta
Agua fácilmente asimilable (% en volumen)	15 – 25	Media - Baja
Agua de reserva (% en volumen)	5 – 15	Media - Alta
Agua difícilmente asimilable (% en volumen)	20 – 35	Alta
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	50 – 90	Media - Alta
pH	5 – 6,3	Ligeramente Ácido
CE en extracto de saturación (ds/m)	0,3 – 3,5	No salino - salino
Materia orgánica total (% en peso)	92	Media - Alta
Cenizas (% en peso)	8	Media - Alta
Relación C/N	100	Alta

**Las principales características de los sustratos utilizados son las siguientes:
Características físico-químicas del Humus de Lombriz, analizadas por el
Laboratorio Provincial.**

ANEXO 3

pH	CE Mmho/cm	N (%)	P (%)	K (%)	M.O. (%)	Relación C/N
7,66	2,9	1,88	0,29	0,80	28,84	8,9

**Características físico-químicas de la Turba Rubia.
ANEXO 4**

COMPOSICION	U.M.	CONTENIDO
Materia Orgánica	%	76.4
Contenido Orgánico	%	44.3
Ácido húmico	%	12.4
Ácido fúlvico	%	2.6
Al	%	0.95
Ca	%	2.5
P	%	0.059
Fe	%	0.02
Mg	%	0.36
Mn	%	0.003
N	%	0.18
K	%	0.010
Na	%	0.02
Zn	%	0.04
Carbonato	%	0.42
Cl	meq/L	0.6
C/N	%	21.1
Capacidad tensión H ₂ O	%	612.0
C.E.	mmhos/cm	2.2
CIC	meq/100g	176.6
pH		4.9

La composición o caracterización de los aditivos se ofrecen a continuación:

Composición del producto Poliagua

ANEXO 5

Composición	Contenido (%)
Poliacrilamida en gránulos	94
Acrilamida manómetro	0,07
Humedad	5,93

Caracterización iónica de la Litonita*

ANEXO 6

Composición	Contenido (meq /100 g)
NH_4^+	18
N^+	15
Ca^{++}	24.5
Mg^{++}	10.1
P (asimilable)	880

***Expresada en cationes intercambiables.**

Además contiene Fe, Zn, Cu, Mn, Mo y B.

Características de las bandejas utilizadas

ANEXO 7

Bandeja de poliestireno				Alvéolo tronco piramidal		
No.	Procedencia	Dimensión (cm)	Precio (CUC)	Volumen (cm³)	No./ bandeja	No./ (m²)
1	Cuba (Testigo)	2,9 x 2,9 x 6,5	1.25	32.5	247	741
2	España	4,0 x 4,0 x 7.0	2.60	45,0	150	450

Según Cadahía, (2000) el agua de riego puede ser clasificada a través de diferentes métodos utilizados por Moreno, (2004):

ANEXO 8

A – Normas Riverside

CE Mmhos/cm	Na Meq/l	PH	RAS	RAS Ajustado	Clasificación
0,5	1,39	7,5	1,7	3,23 bajo	C ₂ S ₁

C₂S₁ - Agua de salinidad media y bajo contenido de sodio apta para el riego.

B – Clasificación de Wilcoz

CE mmhos/cm	% Na del Total	Evaluación
0,5	24	Excelente a buena

C – Clasificación de Aguas de riego según su dureza expresada en grados hidrotimétricos franceses (G.H.F.)

Dureza (G.H.F.)	Clasificación
24,9	Semiblanda