

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



“Estudio de la cascarilla del café como material mejorador de sustratos hortícolas”

Por:

ITZEL MENDOZA OLMOS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniera Agrónomo en Horticultura

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo 2003.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**“Estudio de la cascarilla del café como material mejorador de sustratos
hortícolas.”**

Presentada por:

Itzel Mendoza Olmos.

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como
requisito parcial para obtener el título de:**

INGENIERA AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL

ASESOR

Dr. Adalberto Benavides Mendoza.

M.C. Miguel Lasso Mendoza.

SINODAL

M.C. José Hernández Dávila.

**M.C. Leopoldo Arce Gonzáles.
Coordinador de la División de Agronomía.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo 2003.**

Dedicatoria:

A mi padre: Eduardo Mendoza García.

Gracias por enseñarme a soñar con el corazón y alcanzar mis metas con la razón.

A mi madre: Carmen Elia Olmos Flores.

Gracias por heredarme tu fortaleza y tu temple que me han ayudado a luchar en esta vida.

A mi hermana: Elia Alejandra Mendoza Olmos.

Mi eterna compañera, mi ángel guardián, gracias por enseñarme a amar. Espero que siempre seas muy feliz.

A los tres grandes pilares de mi existencia, no solo les dedico este trabajo sino mi vida.

A mi universidad:

A esta gran casa de estudios la cual me dio la oportunidad de crecer académicamente y madurar como persona. Siempre pondré muy en alto el nombre de mi institución que me ha dado tanto.

A mis grandes maestros:

Norma Sánchez, Víctor Gómez Ávila, Silvia Mendoza, Carlos Rojas, Adalberto Benavides, Eliseo Gonzáles, Inocente Mata, Francisco Esquivel, Armando Rodríguez y a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron en mi formación profesional. Me faltan palabras para expresar lo que siento por ustedes, porque sus enseñanzas trascendieron del aula a mi alma. Les agradezco sobre todo su valiosa amistad.

A mi Doctor David Salazar, gracias por ayudarme a enfrentar mis miedos y mis fantasmas, gracias por ayudarme a conocerme y a confiar más en mi. Ahora busco mi destino, lo encuentro y lo enfrento con valentía y felicidad.

A mis amigos:

Manuel Vladimir, Juan Jerónimo, Héctor, Hazael, Marlene, Sarahí, Abel, Alejandro, Mario, Alicia, Betty, Carlos, Marcos, Diana, Jacke, Erika, Gaby, Chino, Humberto. Los llevaré toda mi vida en mi corazón porque lloramos, reímos, crecimos, maduramos y juntos disfrutamos de una de las mejores etapas de nuestra vida: La universitaria. Nunca se rindan, sean felices y cuéntenle a sus nietos nuestras aventuras. Los amo.

Aarón:

Por todos los momentos felices y difíciles que compartimos durante este tiempo, gracias por brindarme tu cariño y apoyo incondicional. Nunca dejes soñar y recuerda que cada amanecer trae consigo la oportunidad de vivir y encontrar la plenitud.

Agradecimientos:

Doc. Benavides le agradezco la oportunidad de realizar este trabajo de tesis, gracias por ser para mí un ejemplo a seguir. Espero que su vida esté siempre llena de alegría y plenitud.

Ing. Lasso, gracias por su gran ayuda en la elaboración de mi tesis. Fue muy bueno para mí tener un asesor que siempre lleva consigo una gran sonrisa que tranquiliza y motiva.

Ing. José Hernández, muchas gracias por revisar y corregir mi trabajo, espero continúe con su labor académica y de investigación.

Agradezco especialmente a todas aquellas personas que me ayudaron durante las diferentes etapas de este trabajo: Amigo, Juan Manuel, Mildred, Dorita, Laurita, Idalia, Luci, Maestra Laurita, Carlos, Señora Rossy, Ing. Esteban Escamilla.

Gracias Mario no solo por ayudarme a sembrar y a regar y a medir etc. Gracias por ser mi gran amigo, se muy feliz.

Licha, gracias por tu valiosa ayuda pero mas que nada gracias por enseñarme a sonreírle a la vida en las buenas y en las malas y por ser mi mejor amiga.

Realizar una tesis fue para mí una experiencia enriquecedora no solo en el ámbito profesional, también lo fue en lo personal. Ya que una vez más puede comprobar que el trabajo, el esfuerzo y la pasión son la única fórmula para alcanzar metas y triunfar.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

	Página
Índice de cuadros.....	I
Índice de figuras	II
Resumen	III
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos	3
Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Los Sustratos	
<u>Propiedades de los sustratos de cultivo.....</u>	5
<u>Propiedades físicas.....</u>	5
<u>Porosidad.....</u>	5
<u>Densidad.....</u>	6
<u>Estructura.....</u>	7
<u>Granulometría.</u>	7
<u>Retención de agua.</u>	7
<u>Propiedades químicas.</u>	7
<u>Capacidad de intercambio Catiónico (CIC).</u>	8
<u>Potencial de Hidrógeno (pH).</u>	8
<u>Relación C/N.</u>	8
<u>Propiedades Biológicas.</u>	9
Descripción general de algunos sustratos orgánicos.	
<u>Peat Moss o Turba.....</u>	10
<u>Fibra de coco.</u>	10
<u>Corteza de Pino.</u>	10
<u>Cáscara de cacao.</u>	11
<u>Caña de azúcar.....</u>	12
<u>Pulpa de café.</u>	12
Cascarilla de café.	
<u>El café.....</u>	13
<u>Características Botánicas. (Coffea arabica).....</u>	14
<u>Obtención de la cascarilla.</u>	15
<u>Procesos de beneficiado.....</u>	16

<u>El Beneficio Seco.</u>	16
<u>El Beneficio húmedo.</u>	17
<u>Usos de la cascarilla.</u>	19
<u>Como Combustible.</u>	19
<u>Como aglomerado.</u>	20
<u>Como medio de crecimiento.</u>	20
<u>Como abono.</u>	20

Estrés Salino.

<u>Concepto de estrés.</u>	22
<u>Estrés salino.</u>	23
<u>Efectos del estrés salino en las plantas.</u>	24

Generalidades del cultivo del tomate.

<u>Importancia.</u>	26
<u>Características Botánicas y Taxonómicas.</u>	27

III. MATERIALES Y MÉTODOS...... 29

Área de estudio.	29
Materiales empleados.	29
Descripción del experimento.	32
Experimento 1.	32
Experimento 2.	36
Diseño experimental.	38

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 39

V. CONCLUSIONES. 51

VI. LITERATURA CITADA. 52

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro	Página
Cuadro 1: Porosidad total.	6
Cuadro 2: Retención de agua.	7
Cuadro 3: Capacidad de intercambio catiónico de algunos sustratos.	8
Cuadro 4: Relación C/N presentada en algunos sustratos.....	9
Cuadro 5: Importancia económica del Tomate.....	27
Cuadro 6: Solución Douglas Completa.....	31
Cuadro 7: Tratamientos del experimento 1.....	32
Cuadro 8: Tratamientos del experimento 2.....	36
Cuadro 9: Primer muestro de biomasa fresca y seca previo a la aplicación de estrés. Primer experimento.....	39
Cuadro 10: Segundo y tercer muestro de biomasa fresca y seca después de la aplicación de estrés salino. 1 experimento.....	41
Cuadro 11: Biomasa fresca y seca del cuarto muestreo a los 15 días de trasplante. 1 experimento.	43
Cuadro 12: Primer muestro de biomasa fresca y seca previo a la aplicación de estrés. 2 experimento.....	44
Cuadro 13: Segundo y tercer muestro de biomasa fresca y seca después de la aplicación de estrés salino. 2 experimento.....	46
Cuadro 14: Análisis bromatológico de la cascarilla de café.....	48
Cuadro 15: Análisis de minerales Cascarilla de café.....	49
Cuadro 16: Análisis físico de la Cascarilla de café.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura	Página
Fig. 1: Partes del fruto del café.	15
Fig. 2: Porcentaje de cascarilla.	15
Fig. 3: Diagrama fotográfico de la obtención de cascarilla.	18
Fig. 4: Distribución de los tratamientos en las 4 charolas.	33
Fig. 5: Diagrama de flujo del 1 experimento.	35
Fig. 6: Diagrama de flujo del 2 experimento.	37
Fig. 7: Distribución de los tratamientos en las 4 charolas.	38
Fig. 8: Gráfica de peso fresco raíz y aéreo antes de estrés, Exp. 1.....	40
Fig. 9: Gráfica de peso seco raíz y aéreo antes de estrés, Exp. 1.....	40
Fig. 10: Gráfica de peso fresco raíz y aéreo después de estrés, Exp. 1.....	42
Fig. 11: Gráfica de peso seco raíz y aéreo después de estrés, Exp. 1.....	42
Fig. 12: Gráfica de peso fresco raíz y aéreo después de trasplante, Exp. 1.....	44
Fig. 13: Gráfica de peso fresco raíz y aéreo antes de estrés, Exp. 2.....	45
Fig. 14: Gráfica de peso seco raíz y aéreo antes de estrés, Exp. 2.....	46
Fig. 15: Gráfica de peso fresco raíz y aéreo después de estrés, Exp. 2.....	47
Fig. 16: Gráfica de peso seco raíz y aéreo después de estrés, Exp. 2.....	48

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el invernadero de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila. Con el objetivo de caracterizar desde el punto de vista químico y físico la cascarilla de café, obtener información inicial que permita posteriores estudios y aplicaciones de ésta, realizar pruebas utilizando la cascarilla de café como sustrato hortícola en condiciones óptimas de crecimiento y bajo estrés salino, determinar la cantidad mínima en volumen y la forma óptima de aplicación de la cascarilla de café de tal forma que disminuya el volumen requerido de sustrato peat moss. Se realizaron dos experimentos con los siguientes tratamientos.

Experimento 1. **T1:** 100 % Peat moss, **T2:** 100 % Peat moss + 150mM NaCl, **T3:** 33 % Cascarilla de café + 66 % Peat moss, **T4:** 33 % Cascarilla de café + 66 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T5:** 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss, **T6:** 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T7:** 100 % Cascarilla de café, **T8:** 100 % Cascarilla de café + 150 mM NaCl.

Experimento 2. **T1:** 100 % Peat moss, **T2:** 100 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T3:** 25 % Cascarilla de café + 75 % Peat moss, **T4:** 25 % Cascarilla de café + 75 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T5:** 50 % Cascarilla de café + 50 % Peat moss, **T6:** 50 % Cascarilla de café + 50 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T7:** 75 % Cascarilla de café + 25 % Peat moss, **T8:** 75 % Cascarilla de café + 25 % Peat moss + 150 mM NaCl.

Se ocupó un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y cuatro repeticiones, se realizó la prueba de Tuckey al 0.05.

Experimento 1. Se sembraron en 4 charolas, semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), se colocaron en 2 camas flotantes que incluyeron dos charolas cada una, durante 33 días se mantuvieron con agua potable hasta que la mayoría de las plántulas contaban con dos hojas verdaderas.

Pasado este tiempo se empezó a aplicar solución Douglas completa a el agua de las dos camas flotantes (15 lt. c/u). Seis días después a una de las camas flotantes se le agregó 150 mM de NaCl para inducir estrés salino, las plantas estuvieron bajo estrés durante tres días. Pasado el tiempo mencionado se permitió un período de recuperación de tres días (sin aplicar el NaCl) para posteriormente repetir el tratamiento de estrés salino. Se realizaron tres muestreos de biomasa fresca y seca.

El 14 de Noviembre se trasplantaron tres plantas de cada tratamiento con su repetición. Se realizó un muestreo de biomasa fresca y seca de las plantas 15 días después del trasplante.

Experimento 2. Se realizaron los mismos pasos del experimento 1, la diferencia radica en las fechas y en las proporciones de los tratamientos. No se pudo hacer el trasplante ya que las plantas murieron por daño de frío.

Basándose en los resultados obtenidos se concluyó que la cascarilla de café en las mezclas utilizadas, no funciona como sustrato alternativo al peat moss. Debido a que la porosidad total que presenta este material, es muy baja e impide el desarrollo óptimo de las raíces de las plántulas.

I. INTRODUCCIÓN.

La Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas mantiene trabajando a un grupo de investigadores sobre sustratos con el objetivo de estudiar y obtener materiales alternativos al tradicional peat moss. Esto debido a la alta demanda de sustratos en los diferentes campos de aplicación como son la jardinería, la producción de ornamentales, de frutales y de hortalizas.

Dada la gran actividad y diversidad agrícola de México, se cuenta con fuentes importantes de subproductos agrícolas como son el coco, cacao, caña de azúcar y el café estos tienen un alto potencial para ser utilizados como sustratos.

El coco es ya utilizado en la formación de sustratos comerciales; en el caso del cacao se utiliza como mejorador de suelo en las regiones de producción de este cultivo, en una prueba reciente Peralta (2002) demostró que el subproducto de cacao, llamado "tierra de cacao" funcionó como un excelente sustituto del peat moss en la producción de plántulas de lechuga; Obrador (1996) señala que la "cachaza" (subproducto la caña de azúcar) presenta concentraciones importantes de nutrimentos lo cual la sitúa como un buen mejorador de suelos, por otra parte el bagazo de caña se ocupa como combustible en los mismos ingenios; para el caso del café se obtienen dos principales subproductos que son la broza o bagazo y la cascarilla o pajilla. En el caso del primero diversas pruebas indican su utilidad como mejorador de suelo o sustrato en la producción de hongos comestibles, en el caso del segundo este tiene un alto valor energético por lo que en diferentes países como el Salvador es ocupado como combustible de las calderas de los ingenios de café. En ambos casos estos subproductos

tienen muy poco o nulo valor por lo que es importante darles un valor agregado para que estos puedan ser comercializados y sean un apoyo para los agricultores.

En México el cultivo del café tiene una gran importancia no solo económica sino social y cultural. Se dedican a la cafecultura aproximadamente 283 mil productores, a la par que se generan 300 mil empleos temporales cuya labor está vinculada con la actividad primaria, así como también 100 mil empleos en tareas relacionadas con la agroindustria y comercialización. El aromático representa la principal fuente de ingresos para más de 700 mil familias, de las que dependen alrededor de 3 millones de personas, lo que indica que es un producto estratégico en la generación de empleo, ingreso y desarrollo rural (ASERCA, 2001).

México se ubica en la actualidad, no sólo como el quinto productor y exportador de café en el mundo, sino también como el líder mundial en la producción de café orgánico, abasteciendo prácticamente la cuarta parte de la demanda del mercado. Durante el periodo 1990-2000, las exportaciones de café registraron un crecimiento porcentual de 78.6, lo que representó en promedio un valor de 564,427,000 dólares (ASERCA, 2001).

Las recurrentes crisis de este sector determinadas por las caídas continuas del precio sitúan a los productores e investigadores frente a un gran reto, ya que es necesario no solo aumentar calidad y eficiencia en la producción, es también de vital importancia darle un uso adecuado a los subproductos del aromático ya que de esta forma se obtendrán mayores ingresos.

Importantes instituciones como la SAGARPA y el CONACYT solicitan trabajos que den alternativas de los diferentes usos que puede tener la cascarilla de café.

Con la realización de esta investigación se desea lograr la utilización de la cascarilla de café como sustrato para la producción de plántulas hortícolas y aumentar en un 15% el umbral de tolerancia del tomate a la salinidad inducida por NaCl.

Se decidió trabajar con tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) debido a la importancia económica que tiene en nuestro país, en el 2000 se sembraron 51,884.72 hectáreas de jitomate rojo nacional y 21,559 hectáreas de exportación. Arrojando una ganancia de \$ 4,984,009,121.00 y \$ 2,796,044,075.00 respectivamente (SAGARPA, 2000).

Por otra parte el IMTA (Instituto mexicano de tecnología del agua) reportó en el año 2,000 que 800,000 ha de cultivo de nuestro país tienen problemas con la salinidad en el suelo y por consecuencia a esto dificultades en la producción, por lo que es de importancia primordial realizar trabajos que den solución a este problema.

Objetivos

- 1) Caracterizar desde el punto de vista físico y químico el material de cascarilla de café.
- 2) Obtener la información inicial que permita posteriores estudios y aplicaciones de la cascarilla de café.
- 3) Realizar pruebas utilizando la cascarilla de café como sustrato hortícola en condiciones óptimas de crecimiento y bajo estrés salino. Determinar la cantidad mínima en volumen y la forma óptima de aplicación de la cascarilla de café de tal forma que disminuya el volumen requerido de sustrato peat moss.

Hipótesis

La cascarilla de café es un sustituto parcial o total del peat moss como sustrato hortícola en la producción y crecimiento de plántulas de tomate bajo diferentes condiciones ambientales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

Los Sustratos.

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla permite el anclaje del sistema radicular de la planta. Desempeña por lo tanto un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Ansorena, 1994).

Los sustratos comerciales suelen consistir en mezclas de distintas proporciones de materiales diferentes que aportan al conjunto del sustrato las características óptimas (Burés, 1997).

Propiedades de los sustratos de cultivo.

Propiedades físicas.

Las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primer importancia; ya que una vez que el sustrato este en el contenedor, y la planta creciendo en el, no es posible modificar prácticamente las características físicas básicas de dicho sustrato. Esto contrasta con las características químicas, que pueden ser modificados mediante técnicas de cultivo apropiadas, realizadas por el propio agricultor (Abad, 1993).

Porosidad. Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados

ventajosamente en determinadas condiciones. La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta. El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado. El equilibrio aire/agua se representa gráficamente mediante las curvas de humectación.

Cuadro 1: Porosidad total de distintos materiales utilizados como sustratos cuando la densidad aparente es obtenida por el método de la norma inglesa.

Material	Porosidad total %
Peat moss	91
Bagazo de Caña de azúcar (sin compostar)	92
Deyección de lombriz de la pulpa de café	76
Composta natural de Cáscara de cacao	85

(García, 1996)

Densidad. La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente. La densidad real tiene un interés relativo. Su

valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo.

Estructura. Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas.

Granulometría. El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría (Abad, 1999).

Retención de agua. No necesariamente la cantidad de agua contenida en un medio de cultivo, está disponible para las plantas, ya que puede estar retenida por una fuerza muy elevada en donde la planta no es capaz de tomarla. Por lo tanto, es más importante conocer en un sustrato la capacidad que éste tiene para retener el agua disponible para las plantas que la cantidad total de agua retenida. Y es de la distribución del tamaño de los poros de donde depende la retención de agua por el medio a cada succión, por lo que es importante conocer para cada sustrato la cantidad de agua retenida en un intervalo de succiones (Ansorena, 1994).

Cuadro: 2 Retención de agua de varios materiales empleados como sustratos.

Material	% retención de agua
Peat moss	84
Bagazo de Caña de azúcar (sin compostar)	88

Deyección de lombriz de la pulpa de café	64
Composta natural de Cáscara de cacao	78

(García, 1996)

Propiedades químicas.

Los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen en mayor grado a la química de los sustratos, ya que interaccionan con la solución nutritiva, suministrando nutrimentos, actuando como reserva de los mismos, a través de la capacidad de intercambio catiónico, que a su vez, depende en gran medida del pH del medio.

Capacidad de intercambio Catiónico (CIC). Es la suma de cationes que pueden ser absorbidos por unidad de peso o de volumen del sustrato. Estos cationes quedan retenidos frente al efecto lixiviante del agua y están usualmente disponibles para las plantas. Los materiales orgánicos poseen una elevada capacidad de intercambio catiónico, lo que representa un depósito de reserva para los nutrimentos, mientras los materiales con baja capacidad de intercambio catiónico, como la mayoría de los sustratos minerales, retienen cantidades reducidas de nutrimentos y requieren una aplicación frecuente de fertilizantes (Abad, 1993).

Cuadro 3: Capacidad de intercambio catiónico de algunos sustratos

Material	CIC Meq/100g
Peat moss	180
Bagazo de Caña de azúcar (sin compostar)	78
Deyección de lombriz de la pulpa de café	180
Composta natural de Cáscara de cacao	180

(García, 1996)

Potencial de Hidrógeno (pH). El rango óptimo en sustratos orgánicos está comprendido entre 5.0 y 5.5, lo que no excluye que puedan crecer satisfactoriamente fuera de ese intervalo.

Relación C/N. La relación carbono/nitrógeno se usa como el índice de madurez y estabilidad de la materia orgánica. La relación C/N menor de 20, es la optima para el cultivo en sustratos, ya que es un material orgánico maduro y estable. Cuando se utilizan como medio de cultivo materiales orgánicos inmaduros, existe una inmovilización del nitrógeno y baja disponibilidad de oxígeno, provocada por la actividad degradadora de los microorganismos del sustrato. Esto trae como consecuencia daños a las plantas cultivadas en éste tipo de material (Abad, 1993).

Cuadro4: Relación C/N presentada en algunos sustratos.

Material	Relación C/N
Peat moss	51
Bagazo de Caña de azúcar (sin compostar)	220
Deyección de lombriz de la pulpa de café	5
Composta natural de Cáscara de cacao	10

(García, 1996)

Propiedades Biológicas

Son parte fundamental en el estudio detallado de las propiedades de los sustratos hortícolas. Porque la población microbiana, es la responsable de la degradación biológica de los sustratos, lo que en modo global, puede resultar desfavorable, ya que los microorganismos consumen nutrimentos (oxígeno y nitrógeno principalmente) en competencia con el cultivo, además de liberar sustancias fitotóxicas y alterar las propiedades físicas (Abad, 1993).

Descripción general de algunos sustratos orgánicos.

Peat Moss o Turba.

Este material proviene de la vegetación de un pantano que no se ha descompuesto completamente por el exceso de agua y falta de oxígeno, estos materiales con el tiempo se van depositando formando estratos más o menos densos de materia orgánica, en los que se puede identificar los restos de las diferentes especies vegetales que lo forman.

Existen diferentes ecosistemas en donde pueden formarse estos restos de vegetales: 1) en el seno de las aguas freáticas (lagos, lagunas, etc.) influenciadas tanto de las aguas subterráneas como de las superficiales y 2) en los terrenos encharcados de modo permanente (fuera del contacto de las aguas freáticas) que se alimentan exclusivamente de las precipitaciones atmosféricas (Abad, 1993).

Fibra de coco.

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 0 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6.36.5) y una densidad

aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso, debido a alto contenido de sales que posee (Fernández, 1998).

Corteza de Pino.

Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. Las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0.8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada (Fernández, 1998).

Cáscara de cacao.

La cáscara de cacao es depositada generalmente a las orillas de los sembradíos posteriormente se lleva a posas naturales como relleno o es ocupado como abono en el mismo lugar en donde se quiebra la mazorca del cacao. Este subproducto se "compostea" o

se degrada en forma natural dando lugar a lo que la gente de la región llama tierra de cacao, que no es más que la composta de la cáscara de cacao. Dicha tierra es utilizada por muchos agricultores como sustrato o componente de mezcla de sustrato (composta de cáscara de cacao mas suelo de la región 1:1 relación en base a volumen) para reducir almácigos hortícolas, cultivos de plantación y plantas ornamentales.

García en 1996 obtuvo información personal trabajando en el INIFAP Huimanguillo, Tabasco él menciona que se ha utilizado la composta de cáscara de cacao sólo y mezclado con otros productos ya comercializados; como la germinaza que es un compuesto de fibra de coco; en la producción de plántulas de chile habanero y papaya zapote principalmente. Se han obtenido buenos resultados en cuanto a

capacidad de retención de humedad, facilidad de manejo y obtención de un buen cepellón.

Peralta en el 2002 trabajó con cáscara de cacao, la describe como un material de origen orgánico; con un contenido de materia orgánica de 34%; poseyendo un 17% de proteína cruda y de 31.93 % de fibra cruda; tiene una densidad muy baja, de 220 gramos por litro contenido; posee un alto contenido de cobre, magnesio, manganeso y potasio; tiene un pH de 6.53 y una conductividad eléctrica de 0.720 mmhos/cm. Obtuvo resultados en los que demostró que la cáscara de cacao cuenta con características que la sitúan como un sustrato

alternativo al tradicional peat moss. También comprobó que esta puede ser ocupada como sustrato en la producción de plántulas de lechuga.

Caña de azúcar.

El objetivo primordial de este producto es la obtención de azúcar, durante su procesamiento se obtiene subproductos como la melaza y la cachaza o bagazo de caña.

Generalmente el bagazo es utilizado como combustible en los mismos ingenios, y como materia prima para la producción de papel y paredes aislantes (Domínguez, 1985).

La cachaza presenta concentraciones importantes de nutrimentos lo que la hace un importante complemento de los fertilizantes químicos con la ventaja de ser un mejorador natural de suelo (Obrador, 1996).

Pulpa de café.

Entre los subproductos de mayor volumen e importancia que se obtienen durante el procesamiento del café tenemos a la "pulpa" o "broza de café" (Ledezma, 1997).

La pulpa de café está formada por una cubierta externa del fruto y por un mucílago, representando el 40 % del peso fresco del grano

y el 27 % del peso seco del mismo (Aranda, 1992).

Este subproducto actualmente es utilizado como sustrato para el cultivo de hongos comestibles (Guzmán y Carrera, 1985) y como abono orgánico en los cafetales en donde se originó. Al aplicar pulpa descompuesta al suelo se ha obtenido un mejor desarrollo de las plántulas de café.

La pulpa fresca de café contiene 85 % de humedad, 0.0319 % de nitrógeno, 0.002 % de fósforo, 0.62 % de potasio y en bajas

concentraciones calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso y boro (Uribe, 1977).

Cascarilla de café.

El café.

Forma parte de la familia de las Rubiáceas, de la que constituye el género *Coffea*. Se tienen clasificadas alrededor de setenta especies, de estas se explotan en todo el mundo fundamentalmente dos: *Coffea arabica* y *Coffea canephora*.

Nuestro país es un productor por excelencia del género *Coffea arabica*, ya que el 97 por ciento de la superficie sembrada pertenece a esta especie, destacando sobre todo las variedades Typica, Mundo, Novo y Caturra, por ser las primeras que fueron introducidas a nuestro país durante la década de 1950. En el caso de la especie robusta (*Coffea canephora*), su participación en la producción nacional es poco significativa, ya que le corresponde tan sólo 3 por ciento de la superficie. Su cultivo se ubica principalmente en ciertas zonas bajas de los estados de Chiapas, y Veracruz, y su importancia estriba en el uso que hace de ella la industria productora de café soluble (ASERCA, 2001).

Características Botánicas. (Coffea arabica)

Es un arbusto de hoja perenne, de 8 a 10 m de altura. Ramas opuestas, largas, flexibles y muy delgadas de aspecto semi-erecto cuando son jóvenes, ensanchado y decaído en la edad adulta. Hojas opuestas, ovaladas, acuminadas de pecíolo corto,

bordes ondulados y superficie brillante. Flores blancas de perfume ajazminado, agrupadas en las en la axila de las parejas de las hojas constituyendo verticilos de 8 a 15 flores. Cada flor está sujeta por un pedúnculo y un cáliz compuesto de 5 pequeñas brácteas. Corola formada por un largo tubo que ensancha en cinco lóbulos, muy estrechos. Estambres soldados a los pétalos, anteras alargadas, pistilo formado por un largo estilo y dos finos estigmas dominado en la corola. El ovario da una drupa llamada corrientemente cereza esta es ovoidea, subglobosa, roja si está madura, de 10 a 15 mm de diámetro por 16 a 18 de largo está constituida por un exocarpio (piel) coloreado, un mesocarpio carnoso y blanco-amarillento (pulpa) y dos semillas unidas por caras planas. Cuando uno de estos dos óvulos aborta el otro se desarrolla dando una semilla ovoide a la que se le conoce comercialmente con el nombre de "caracolillo". Cada grano está protegido por dos envolturas; la primera, el endocarpio, es delgada y de textura esclerosa; la segunda el perispermo, es una membrana muy fina (película) mas o menos adherida al grano.

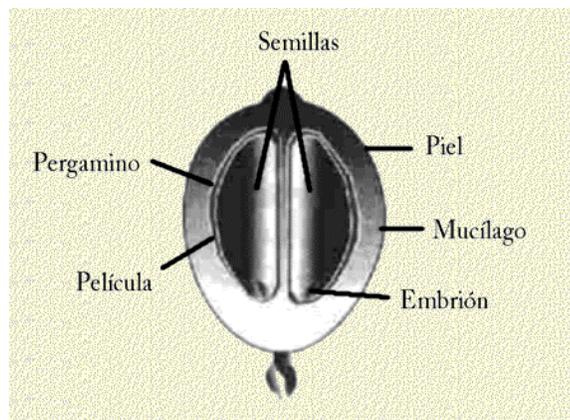


Fig. 1, Partes del fruto del café.

<http://club.telepolis.com/mundocafe/septimo.htm>

Obtención de la cascarilla.

La cascarilla es el perispermo del fruto del café y es extraída durante el proceso de beneficiado por lo que a continuación se describen brevemente estos procesos.

Del fruto del café aproximadamente el 19% termina siendo grano oro, el resto constituye residuos potencialmente contaminantes al medio ambiente si no se procesan adecuadamente, de una tonelada de café cereza se obtienen de cuarenta a cuarenta y cinco kilogramos de cascarilla o pajilla.

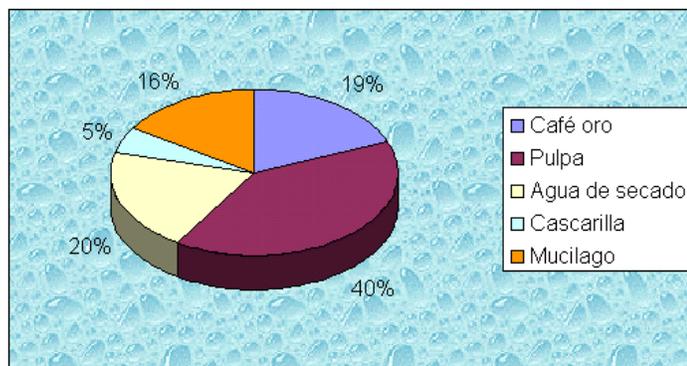


Fig. 2, Porcentaje de cascarilla.

http://www.coffeems.com/beneficiado_ecologico/Introduccion_Beneficiado%20ecologico_de.htm

Procesos de beneficiado.

México cuenta con una infraestructura de beneficio, establecida a lo largo de las doce entidades que se dedican al cultivo de café. Nuestro país se ha caracterizado por la exportación de cafés suaves, por lo que cerca del 90 por ciento de la producción de cafés se beneficia a través de la vía húmeda, (lavados) mientras que el restante se hace sólo mediante la vía seca (naturales.)

El Beneficio Seco. Representa la forma tradicional de procesamiento de café cereza, se distingue del beneficio húmedo por la eliminación de actividades como el despulpado y lavado. La cereza cosechada se deshidrata mediante la exposición al sol en patios de cemento, acomodando el grano en capas de 2 a 5 centímetros de grosor por espacio de 10 a 15 días, según la madurez del fruto y las condiciones climáticas. De este proceso se obtiene el café conocido como bola o capulín. Posteriormente con el objetivo de obtener el café verde u oro natural con la calidad y presentación que demanda el mercado, se lleva a cabo un beneficio seco que comprende las siguientes etapas:

a) Prelimpia: Consiste en la separación de las impurezas de la cereza seca, utilizando máquinas vibratorias y mallas.

b) Morteado: Eliminación de la película externa del café (cascarilla), con máquinas que operan por fricción o desgarramiento.

c) Clasificación: Incluye la selección por tamaño, forma y densidad a partir de aire y vibración así como una clasificación por color utilizando equipos electrónicos en la mayoría de los casos.

d) Envasado y almacenado: El café verde u oro, se envasa en sacos de yute de 69

kilogramos netos, para almacenarse
acomodados en estibas de no más de 25 sacos,
montados en tarimas de madera. Los almacenes
mantienen una humedad relativa del 55 al 60
por ciento, a temperaturas de entre 22 y 30
grados centígrados El resultado que se obtiene
es lo que comúnmente se llama "cafés
naturales", los que se caracterizan por un sabor
más astringente, debido al tipo de fermentación.
Durante algún tiempo se consideró a este tipo
de cafés como de menor calidad, sin embargo,
si el proceso ha sido adecuado, se pueden
obtener cafés de calidades reconocidas a nivel

internacional como es el caso de los llamados "naturales de Atoyac", -que se cultivan en la región de la Costa Grande, Guerrero- que se exportan tanto a EE.UU. como a Europa, particularmente a Holanda y Alemania, recibiendo un sobreprecio. Los principales estados productores de café natural son: Puebla, Veracruz, Chiapas y Guerrero, sobresaliendo este último con más del 20 por ciento del total nacional.

El Beneficio húmedo. Es un proceso que se realiza principalmente en instalaciones semi-industriales e industriales pertenecientes a fincas u organizaciones de productores, y en menor proporción en instalaciones de tipo familiar. Comprende básicamente las siguientes etapas:

a) Recepción y clasificación: Se recibe el fruto de café cereza maduro, en tolvas o tanques con agua, donde se separa por densidad el café vano e impurezas.

b) Despulpado: Se quita la pulpa que cubre los frutos maduros, utilizando equipos mecánicos denominados despulpadoras.

c) Remoción de mucílago y lavado: Consiste en remover el mucílago o capa viscosa que envuelve al grano, mediante fermentación, en el que el grano húmedo permanece en tanques o tolvas entre 12 a 24 horas, según las condiciones climáticas del lugar. Posteriormente se lava, utilizando máquinas que remueven mecánicamente el mucílago en forma continua, lavándolo con agua a presión.

d) Oreado y secado: Con el oreado se elimina el exceso de agua en la superficie del grano, mientras que con el secado se obtiene el pergamino seco, que contiene una humedad del 12 por ciento. Se realizan generalmente con una combinación de patios de secado y secadoras mecánicas.

e) Descascarillado: El café obtenido de este proceso de oreado y secado es llevado a las trilladoras o descascaradoras gestionadas por empresas y organizaciones que cuentan con instalaciones integrales y modernas.

Del beneficio húmedo se obtienen los Cafés lavados estos constituyen el principal tipo de café que produce y exporta nuestro país. Se estima que representa en promedio el 86 por ciento del total de café verde, producido durante los últimos años.

Fotos: Julio César Avilés.



Parte del proceso que se sigue es el despulpe primario del grano (1)



Clasificación del café según su calidad o peso (2)



Transporte de la pulpa que se utiliza como abono (3)



Y la extracción de la cascarilla (4)

Fig.3, Diagrama fotográfico de la obtención de cascarilla.

Usos de la cascarilla.

Como combustible. En el Salvador se ha iniciado un proyecto en donde se generará energía eléctrica con biomasa proveniente de los ingenios azucareros (cachaza de azúcar) y de los beneficios de café (cascarilla de café). Ya que estos subproductos poseen un alto potencial energético y de combustión (Cáceres, 2002). En Costa Rica la cascarilla de café es utilizada como combustible en las principales industrias dedicadas al proceso del café, por lo que dentro de los beneficios, arroceras y agroindustria el porcentaje de uso alcanza el 60%. El 100% de las industrias que utilizan la cascarilla de café la producen en la misma industria. Esta producción fue de 49,530.9 toneladas durante el año 2001 de las cuales el 90,5% fue utilizada por la misma industria, mientras que un 4,2% fue vendida y otro 4,2% no se utilizó (Cáceres, 2002. http://www.dse.go.cr/Estadi%20Energie/encueindus/seccion4_4.htm).

Como aglomerado. El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de Guantánamo, Cuba está haciendo investigaciones para crear unidades filtrantes realizadas con arcilla mezclada con aglomerados de cascarilla de café, cascarilla de arroz y aserrín. Con el objetivo de mejorar las características de los filtros, obteniendo resultados satisfactorios y dándole un valor agregado a sus subproductos.

Como medio de crecimiento. La producción de hongos comestibles en sus diversos niveles constituye una alternativa para darle un uso adecuado a subproductos agrícolas aprovechando su gran capacidad para la degradación eficiente de lignina y celulosa, polímeros presentes en gran proporción en todos estos subproductos agrícolas. Se trata de una biotecnología compatible con el medio físico, económico y social si se aplica apropiadamente.

Actualmente se está ocupando la cascarilla de café como medio de crecimiento en la producción del cultivo de la "seta" (*Pleurotus ostreotus*). Este hongo se ha comercializado más en los mercados internacionales. Su valor nutritivo ha sido descrito por especialistas en alimentos con un 19-35% de proteínas aprovechables, por lo que se le ha considerado un alimento completo. Anualmente se producen en el mundo más de 2,000,000 de toneladas de hongos comestibles, cuyo valor económico supera los 5,000 millones de dólares (Anónimo, 2001. <http://www.biotechnolocus.com/zeta.htm>).

Como abono. En el departamento del Cauca se realizó una investigación en donde se ocuparon residuos agropecuarios compostados para la obtención de abonos hechos en base a la fórmula centroamericana (Bocashi). Se reemplazaron algunos componentes para darle uso a residuos agroindustriales que no han tenido utilidad, entre ellos el polvillo residual del bagazo de la caña, la vinaza, cascarilla de café y gallinaza. Se prepararon tres Bioabonos mediante compostaje de los materiales: cascarilla de café hasta un 26.7%, polvillo hasta un 11% y vinaza hasta un 34%. Concluyeron que la presencia del polvillo en el abono mejoró las propiedades fisicoquímicas logrando un mejor desarrollo microbiano lo que se traduce en un mejor proceso de humificación y mayor contenido de nutrientes. Los resultados demostraron que a los 15 días aún es incipiente el proceso de maduración, y que en el periodo evaluado no ha terminado la humificación; que la gallinaza puede ser reemplazada por bovinaza, siempre que se acompañe de polvillo y que la cascarilla de café es útil para la obtención de estos Bioabonos. (Bravo *Et.al*, 2002)

En el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica, se realizó un estudio en donde también se modificó la fórmula original de abono

tipo Bocashi, ocupando cascarilla de café, alimento para ganado y biomasa fresca de poró (*Erythrina poeppigiana*). Para la creación de almácigos de café, se estudio el efecto de estos abonos bajo dos niveles de iluminación: a plena exposición solar y con un 50% de sombra artificial.

Concluyeron: 1) el crecimiento y desarrollo de las plantas de café, expresado a través de la altura, vigor y producción de materia seca, fue mayor bajo 50% de sombra que a plena exposición solar, 2) la biomasa fresca de poró usada como abono verde redujo el crecimiento de las plantas de café con respecto a los restantes tratamientos, 3) se puede sustituir la granza de arroz por cascarilla de café sin afectar la calidad del abono ni su efecto favorable sobre las plantas 4) la sustitución de la semolina de arroz por alimento para ganado debe estudiarse con más profundidad, pues los resultados no mostraron tendencias claras (Romero *Et.al*, 2002).

Estrés Salino.

Concepto de estrés.

Se ha definido el estrés como una desviación significativa de las condiciones óptimas para la vida. Como respuesta a dicha desviación se inducen cambios en todos los niveles funcionales del organismo, pudiendo ser dichos cambios reversibles o permanentes.

Aún si la condición de estrés es temporal, es normal que la vitalidad de la planta se vea disminuida entretanto se realizan los ajustes requeridos para la nueva situación. Si el estrés es demasiado intenso o si el período de acción es demasiado largo entonces los daños latentes se transforman en daño irreversible que puede afectar a la planta entera o partes de la misma (Benavides, 2002).

Definición de estrés es: "conjunto de respuestas bioquímicas o fisiológicas que definen un estado particular del organismo diferente al observado bajo un rango de condiciones óptimas". Asimismo, se aplicará el término resistencia al estrés para definir "la capacidad de un organismo para evitar los estímulos ambientales negativos o para permanecer bajo un estado particular de estrés sin que su fenotipo se vea modificado de manera significativa". En la definición anterior se considera que existe un estado fenotípico ideal, observado bajo condición óptima, al cual se le llama "norma" (Benavides, 2002).

De la definición anterior surge de manera lógica el criterio para reconocer el estrés. La norma para una característica específica, como el contenido de hierro en los tejidos foliares, debe marcar un rango de valores fuera de los cuales el funcionamiento de ciertos procesos vitales se verá disminuido.

Con base en la experiencia somos capaces de distinguir rápidamente diversos estados de estrés considerando manifestaciones fenotípicas visuales como deformaciones, amarillamientos, manchados, necrosis, etc.

Otras manifestaciones fenotípicas son menos obvias y requieren de equipo especializado para detectarlas, ejemplo de ello es la disminución en la actividad de asimilación de CO₂, la inducción de la transcripción de ciertos genes, cambios en la composición química de ciertas estructuras, etc. (Benavides, 2002).

Estrés salino.

Las plantas para su desarrollo requieren de sales minerales, sin embargo, concentraciones

elevadas pueden resultar tóxicas y causantes de estrés, que desencadena múltiples repuestas fisiológicas (Gossett *Et.al.* 1994).

Los hábitats salinos se definen por la presencia de un contenido anormalmente alto de sales solubles. Los lagos y estanques salinos así como los océanos son ambientes acuáticos salinos; en tierra se presentan suelos salinos en regiones áridas y húmedas.

Durante la temporada de crecimiento las sales se acumulan en el dosel de las plantas; después de que las hojas mueren y caen al suelo para descomponerse las sales que contenían son lavadas por la lluvia o los riegos y retornadas al suelo.

La salinidad del suelo se ve incrementada fuertemente en regiones áridas en donde la tasa anual de evaporación del suelo supera la cantidad de agua proveniente de las precipitaciones (Maiti *Et.al.* 2002).

Otro caso en donde se acumulan las sales en el suelo ocurre cuando se utiliza riego intensivo en suelos con drenaje deficiente.

Los suelos de regiones húmedas contienen predominantemente NaCl. En suelos de regiones áridas también llega a presentarse esta problemática, aunque lo más común en zonas áridas es la presencia de sales básicas como cloruros, sulfatos y bicarbonatos de sodio, magnesio y calcio. Dichos suelos tienen pH alto, alto contenido de yeso, cuando se humedecen son pegajosos y una vez secos se endurecen formando costras (Flowers, 1985).

Desde el punto de vista agronómico la salinidad se expresa en términos de la conductividad eléctrica (EC) en unidades de dS m^{-1} (deciSiemens por metro equivalente a 1000 :S cm^{-1}) o mmhos cm^{-1} (equivalente a 1mS cm^{-1}) (Grattan y Grieve, 1999). Como referencia, la EC del agua de mar es de 44 mS cm^{-1} , (Epstein, 1983), y se recomienda que el agua de riego no rebase 2 mS cm^{-1} .

Desde el punto de vista fisiológico se expresa como concentración de sales en unidades milimolares (mM) y se utiliza entonces como referencia el efecto de una concentración particular sobre un proceso fisiológico.

Efectos del estrés salino en las plantas.

El problema central enfrentado por las plantas sometidas a alta concentración de sal es la retención osmótica de agua y efectos iónicos de toxicidad específicos sobre las proteínas del citoplasma y las membranas. El agua es "retenida" osmóticamente en las soluciones salinas de tal forma que conforme aumenta la concentración de sal el agua se encuentra cada vez menos disponible para la planta. (Maiti *Et.al.*, 2002). La

explicación en términos físicos es la siguiente: la energía libre del agua se conoce como potencial químico (Ψ); el agua fluye espontáneamente desde un sitio de alta energía libre hacia uno de baja energía libre hasta que llega a un equilibrio termodinámico.

Considerando que el valor máximo de energía libre es el del agua pura (Ψ_0) y que cualquier adición de solutos disminuye la energía libre hasta un valor Ψ_{-1} (en donde $\Psi_{-1} < \Psi_0$), entonces el flujo espontáneo de agua se dará desde los sitios con menor cantidad de sales hacia los que presentan mayor concentración. La única forma en que el agua sea movilizada desde un sitio con Ψ_{-2} hacia uno con Ψ_{-1} , en donde $\Psi_{-2} < \Psi_{-1}$, es a través de transporte activo invirtiendo energía. Esto quiere decir que un suelo salino el valor Ψ es muy bajo y la planta debería entonces invertir gran cantidad de recursos para extraer el agua del suelo. Es por ello que rebasado cierto umbral de concentración de sal la planta es entonces incapaz de extraer agua del suelo. La base de la respuesta celular conocida como ajuste osmótico es precisamente la concentración de solutos no tóxicos en la célula, de tal forma que el valor Ψ de la célula disminuya y sea competitivo contra el presentado por la solución salina (Maiti *Et.al.* 2002).

El efecto general de la salinidad es el reducir la tasa de crecimiento resultando ello en hojas más pequeñas, altura y en ocasiones en menor cantidad de hojas.

Las raíces también disminuyen su longitud y biomasa aunque pueden ser más delgadas o más gruesas. Igualmente la tasa de maduración puede ser mayor o menor dependiendo de la especie (Maiti *Et.al.* 2002).

La severidad de la respuesta a la salinidad depende de la interacción con otras variables ambientales como la humedad, temperatura y radiación (Maiti *Et.al.* 2002).

El efecto osmótico de la salinidad contribuye principalmente a obtener una baja tasa de crecimiento, mientras que los efectos de la toxicidad iónica modifican el color de las hojas, la tasa de madurez y el cociente entre la biomasa aérea y la biomasa de raíz.

Estos últimos efectos iónicos se manifiestan más como daño en hojas y meristemas o bien por los síntomas típicos de desordenes nutricionales. De ese modo las altas concentraciones de Na ó Cl en hojas y tallos resultan en necrosis foliares y quemado de los bordes, mientras que los síntomas de deficiencia nutricional son similares a los presentados en ausencia de salinidad (Maiti *Et.al.* 2002).

Generalidades del cultivo del tomate.

Importancia.

A continuación se muestra una tabla que nos señala la superficie sembrada, rendimiento, volumen y el valor de producción del tomate de exportación y tomate rojo nacional. De los años 1996, 1997, 1998, 1999 y 2000.

Cuadro 5: Importancia del tomate.

Años	1996	1997	1998	1999	2000
Superficie Sembrada (has)					
Nacional	69,533.25	74,228	78,133.5	83,217.12	51,884.72
Exportación	344	84	317	4	21,559
Rendimiento (tons/ha)					
Nacional	28.58	28.87	28.7	28.29	28.24
Exportación	10.83	57.50	13.85	75	32.21
Volumen de producción (tons)					
Nacional	1,948,080.4	1,875,697	2,138,898.1	2,388,203.8	1,333,015.0
Exportación	3,140	230	4,380	300	691,973
Valor de producción (\$)					
Nacional	4,370,348,879	6,499,053,256	8,797,954,276	8,882,269,387	4,984,009,121
Exportación	7,778,000	690,000	23,219,841	1,410,000	2,796,044,075

Servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera SAGARPA

Como podemos observar el jitomate es un producto de gran valor económico para nuestro país.

Características Botánicas y Taxonómicas.

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. El ovario, súpero, bicarpelar, contiene numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas (Nuez, 1995).

Siguiendo a Valadez, 1997, la taxonomía aceptada es:

Clase : *Dicotiledóneas*

Orden : *Solanales*

Familia : *Solanaceae*

Genero : *Lycopersicon*

Especie : *esculentum*

El genero *Lycopersicon* se caracteriza por sus estambres únicos, con conectivos alargados. En el tomate y especies silvestres relacionadas los extremos de las anteras se mantienen unidos formando un cuello, constituyendo el conjunto de las anteras un cono estaminal característico en forma de botella. De manera asociada, las anteras se abren lateralmente, a diferencia de la dehiscencia terminal o poral característica de *Solanum*. El polen se libera dentro del cono estaminal y emerge a través del cuello del cono (Nuez, 1995).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

Área de estudio.

Este trabajo se realizó en instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en las siguientes coordenadas: 101° 00' 35" longitud oeste y 25° 25' 31" latitud norte a una altura de 1,590 msnm.

El tipo de clima es BsoKW (e), que significa seco, con verano cálido y lluvias en verano, con temperaturas extremosas.

El experimento se llevó a cabo en el invernadero de horticultura.

Materiales empleados.

- Báscula digital.
- Bolsas de plástico y de papel.
- Cámara fotográfica.
- Cascarilla de café.
- Cloruro de Sodio (NaCl)
- Cuatro charolas de poliestireno 200 cavidades.
- Estufa eléctrica.
- Methomyl, Captán, Pirimir.

- Peat moss.
- Plástico negro.
- Semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cultivar Río Grande.)
- Solución Douglas completa.

Cascarilla de café:

La procedencia de este material es el estado de Veracruz. Esta se secó, posteriormente fue cribada y después molida (300 mallas.)

A la cascarilla de café se le hizo una caracterización química (análisis bromatológico y de minerales) y física (densidad aparente, densidad real, porosidad total, tamaño de las partículas, conductividad eléctrica, pH.)

Las mezclas de los sustratos se hicieron en base a una relación volumen-volumen.

Cloruro de Sodio:

Este compuesto se ocupó para inducir el estrés salino en las plantas. Se compró en el mercado local y se ocuparon 150 mM por litro lo cual equivale a 8.7663 gramos por litro.

Peat moss:

Este se adquirió en el mercado local, procedente de Canadá.

Productos Químicos:

Se ocuparon productos como Methomyl, Captán, Pirimifos metilato con el objetivo de controlar el

ataque de plagas como la mosquita blanca, mosquita negra, y gusanos defoliadores.

Semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cultivar Río Grande.):

Se ocupó el tomate dado que es una planta de gran importancia económica en nuestro país y además es una excelente indicadora de los efectos positivos o negativos a los que e sometida.

Cuadro 6: Solución Douglas Completa.

Compuesto	mg/lt
Ca (NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	150
Mg SO ₄ . 7H ₂ O	25
KNO ₃	125
Ca SO ₄ . 2H ₂ O	100
Cu SO ₄ . 5H ₂ O	0.05
H ₃ BO ₃	0.25
Fe ₂ (SO ₄) ₃ . H ₂ O	1.0
Mn SO ₄ . H ₂ O	0.25
H ₂ Mo ₄ . H ₂ O	0.0005
Zn SO ₄ . 7H ₂ O	0.25
NaH ₂ PO ₄ . H ₂ O	25

Descripción del experimento.

Experimento 1

El 20 de Septiembre del 2002 se prepararon los sustratos con las proporciones correspondientes a cada tratamiento, se humedecieron y se llenaron con estos cuatro charolas de poliestireno de 200 cavidades depositando una semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cultivar Río Grande) por cada cavidad, estas se cubrieron con un plástico negro para estimular la germinación.

Cuadro 7: Tratamientos- Experimento 1.

T1:	100 % Peat moss
T2:	100 % Peat moss + 150mM NaCl
T3:	33 % Cascarina de café + 66 % Peat moss
T4:	33 % Cascarina de café + 66 % Peat moss + 150 mM NaCl
T5:	66 % Cascarina de café + 33 % Peat moss
T6:	66 % Cascarina de café + 33 % Peat moss + 150 mM NaCl
T7:	100 % Cascarina de café
T8:	100 % Cascarina de café + 150 mM NaCl

Las charolas estuvieron cubiertas por 48 horas en el laboratorio de fisiología de Horticultura, después se trasladaron al invernadero. Las charolas se colocaron entonces en 2 camas flotantes que incluyeron dos charolas cada una, durante 33 días se

mantuvieron con agua potable hasta que la mayoría de las plántulas contaban con dos hojas verdaderas.

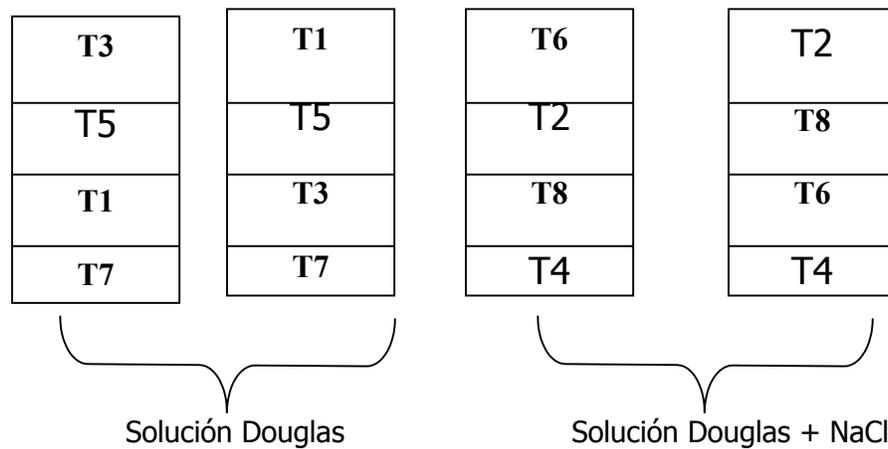


Fig. 4. Distribución de los tratamientos en las cuatro charolas y en las dos camas flotantes.

El 25 de Octubre se empezó a aplicar solución Douglas completa a el agua de las dos camas flotantes (15 lt. c/u). Seis días después a una de las camas flotantes se le agregó 150 mM de NaCl para inducir estrés salino, las plantas estuvieron bajo estrés durante tres días. Pasado el tiempo mencionado se permitió un período de recuperación de tres días (sin aplicar el NaCl) para posteriormente repetir el tratamiento de estrés salino.

Se realizaron tres muestreos de biomasa fresca y seca. Estos se hicieron como a continuación se describe:

1. Se sustrajeron dos plantas por cada tratamiento y su repetición.
2. Se lavaron delicadamente para eliminar el sustrato de la raíz.

3. Se pesaron por separado la raíz y la parte aérea de cada planta, de esta forma se obtuvieron los datos de biomasa fresca. Posteriormente se colocó cada planta en una bolsa de papel.

4. Se metieron las bolsas a una estufa eléctrica a 75° C durante 24 horas. Esto con el objetivo de eliminar el agua de las plantas.

5. Al día siguiente se pesó una vez más la raíz y la parte aérea de cada planta con el propósito de obtener los datos de biomasa seca.

La primera muestra se tomó antes de aplicar el primer estrés salino y las otras dos después de cada evento de estrés-recuperación.

El 14 de Noviembre se trasplantaron tres plantas de cada tratamiento con su repetición, con el objetivo de (i) verificar la capacidad de los diferentes sustratos para estimular la formación de un cepellón adecuado para trasplante y, (ii) determinar si existen diferencias en la adaptación postransplante en las plántulas provenientes de cada tipo de sustrato. Para esto último se realizó un muestreo de biomasa fresca y seca de las plantas 15 días después del trasplante.

Experimento 1

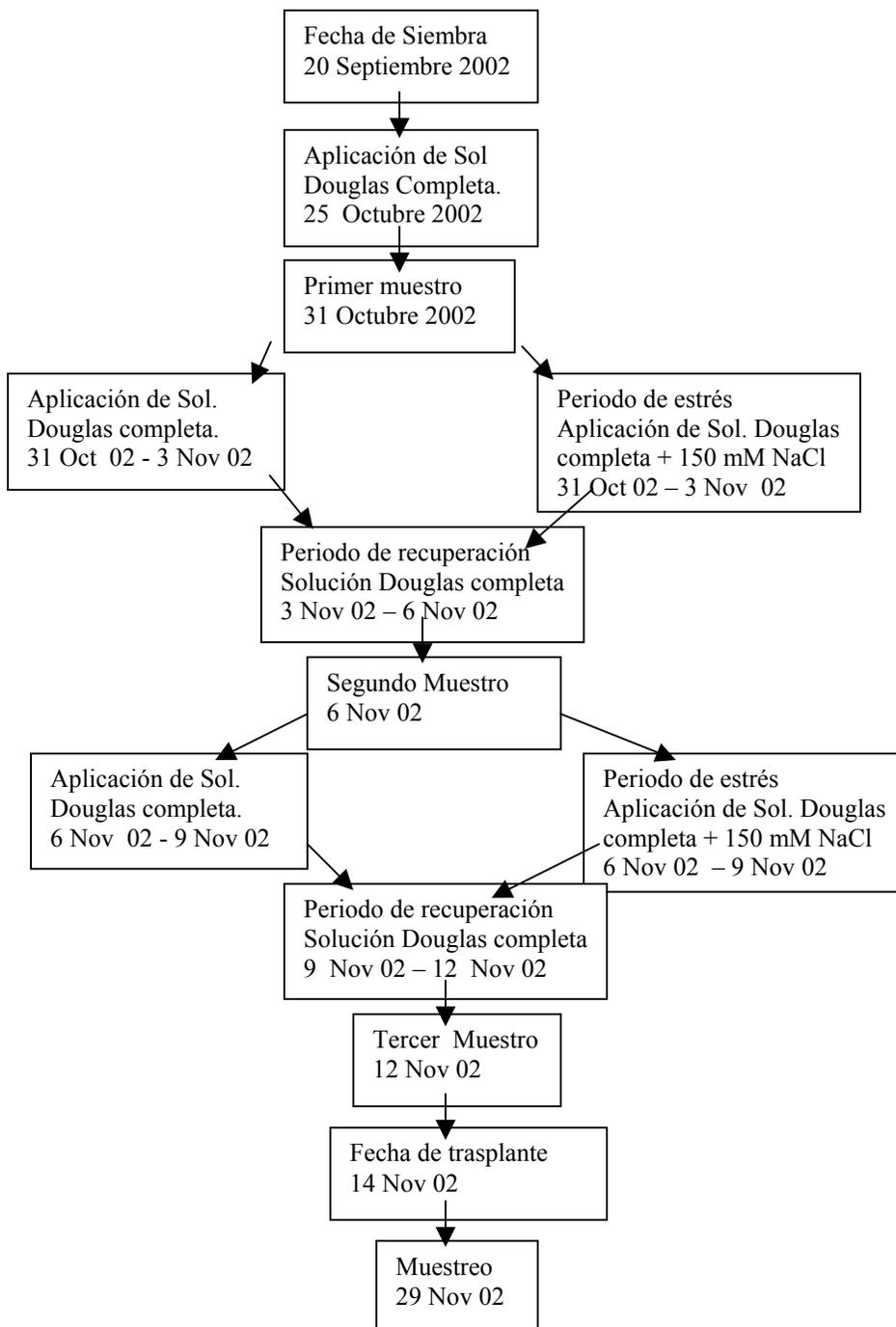


Fig. 5
Diagrama de flujo.

Experimento 2

Se realizaron los mismos pasos del experimento 1, la diferencia radica en las fechas y en las proporciones de los tratamientos.

No se pudo hacer el trasplante ya que las plantas murieron por daño de frío.

Cuadro 8: Tratamientos-Experimento 2.

T1	100 % Peat moss
T2	100 % Peat moss + 150 mM NaCl
T3	25 % Cascarilla de café + 75 % Peat moss
T4	25 % Cascarilla de café + 75 % Peat moss + 150 mM NaCl,
T5	50 % Cascarilla de café + 50 % Peat moss
T6	50 % Cascarilla de café + 50 % Peat moss + 150 mM NaCl
T7	75 % Cascarilla de café + 25 % Peat moss.
T8	75 % Cascarilla de café + 25 % Peat moss + 150 mM NaCl.

Experimento 2.

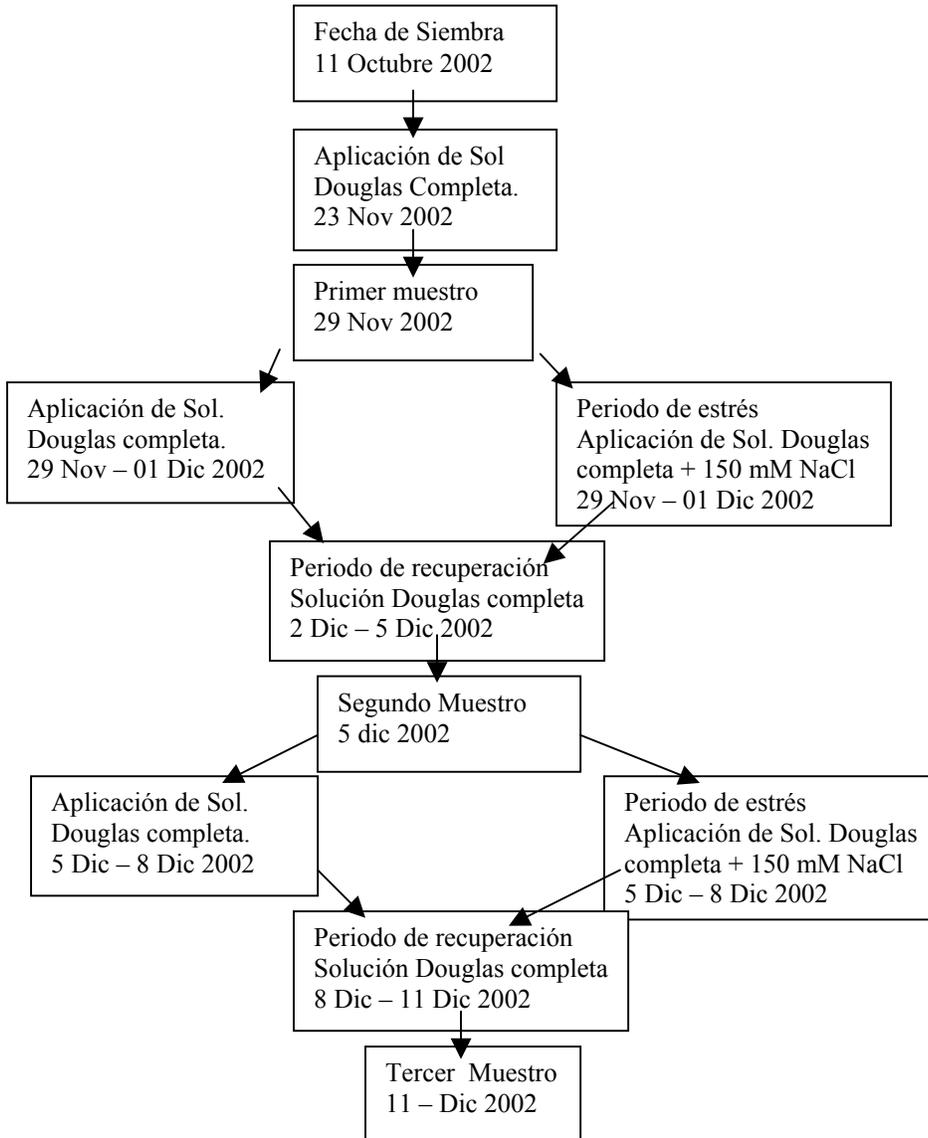


Fig. 6
Diagrama de flujo.

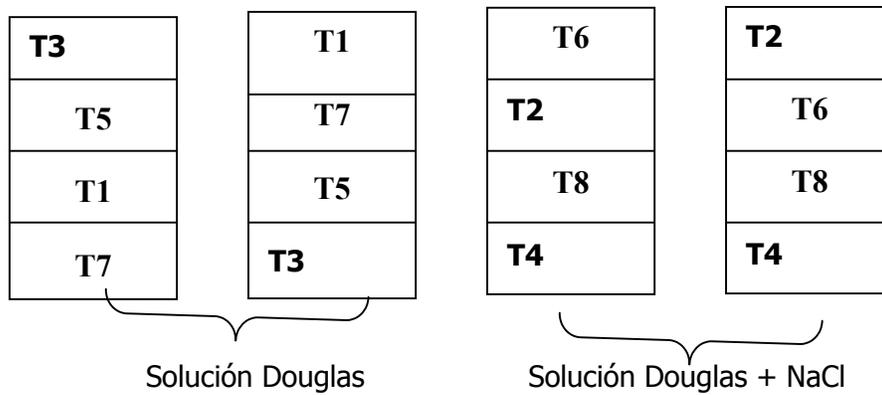


Fig. 7, Distribución de los tratamientos en las cuatro charolas y en las dos camas flotantes.

Diseño experimental.

Se ocupó el diseño experimental de bloques completamente al azar. Se trabajó con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Se ocupó la prueba de Tuckey al 0.05.

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \Sigma_{ij}$$

$$i = 1,2,3... t$$

$$j = 1,2,3... r_i \text{ (número desigual de repeticiones)}$$

$$j = 1,2,3... r \text{ (número igual de repeticiones)}$$

IV. RESULTADOS.

Experimento 1

El cuadro 12 muestra el primer muestro de biomasa fresca y seca previo a la aplicación de estrés, las claves de interpretación se muestran en la parte inferior del mismo.

Cuadro 9. Primer muestro de biomasa fresca y seca previo a la aplicación de estrés.

Muestreo	Trat.	PFA	PFR	PSA	PSR
Antes del estrés salino.	T1	0.8269500 a	0.4724500 a	0.0744875 a	0.0278625 a
	T3	0.2626250 b	0.0868625 b	0.0209625 b	0.0034000 b
	T5	0.2134250 b	0.2148375 b	0.0166875 b	0.0078000 b
	T7	0.0625550 bc	0.0170125 b	0.0065125 b	0.0020125 bc

PFA= Peso fresco aéreo, **PFR**= Peso fresco raíz, **PSA**= Peso seco aéreo, **PSR**= Peso seco raíz.
Tratamientos: **T1**: 100 % Peat moss (testigo), **T3**: 33 % Cascarilla de café + 66 % Peat moss,
T5: 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss, **T7**: 100 % Cascarilla de café.

En el caso del peso fresco aéreo (Fig. 8) existe diferencia estadística entre el T1 (100 % Peat moss) y los demás tratamientos que contienen cascarilla de café, siendo T1 el que mejor se comportó y T4 (100 % Cascarilla de café) el peor, lo mismo sucede en el caso del peso seco de la raíz (Fig. 9). En el peso fresco de la raíz T1 es

nuevamente el mejor y los demás se comportan estadísticamente igual, ocurre lo mismo en el caso del peso seco aéreo.

Por lo que la las proporciones de cascarilla ocupadas no causan efectos positivos en el desarrollo de la plántula, ya que en ningún caso se superan o igualan al testigo.

Como se puede observar en la Fig.8 y Fig. 9 a menor porcentaje de cascarilla mayor es el crecimiento de la planta por lo que se puede concluir que ésta inhibe su desarrollo.

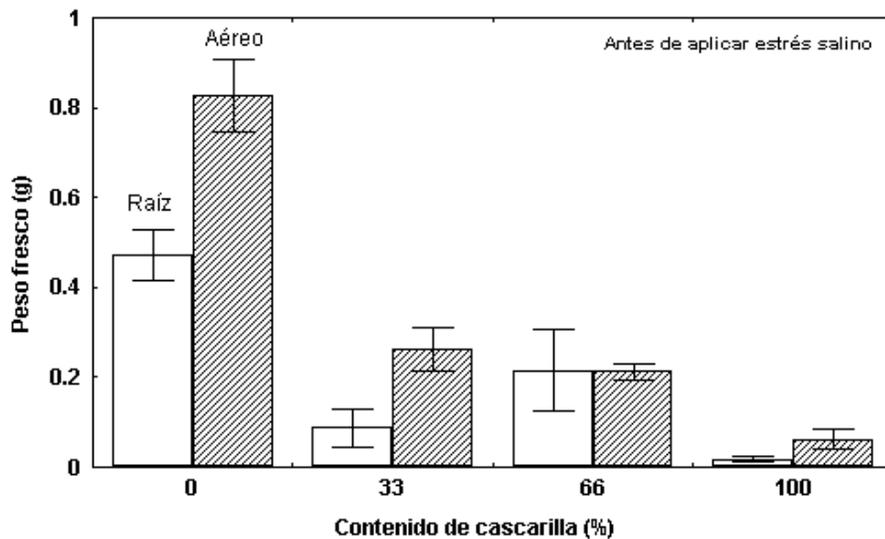


Fig.8, Peso fresco raíz y aéreo antes de estrés.

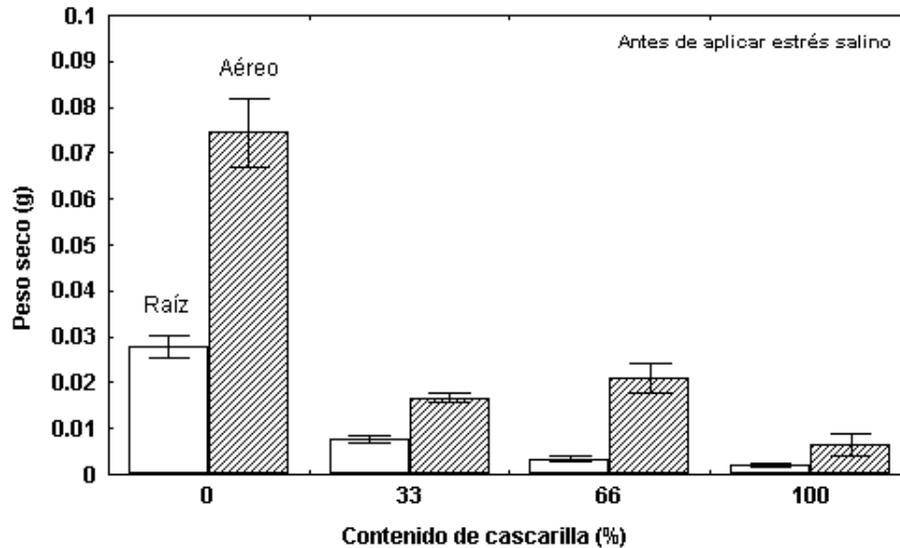


Fig. 9, Peso seco raíz y aéreo antes de estrés.

El cuadro 13 arroja los resultados del segundo y tercer muestro de biomasa fresca y seca después de la aplicación de estrés salino (150 Mm de NaCl / litro). Las claves de interpretación se muestran en la parte inferior del mismo.

Cuadro 10. Segundo y tercer muestro de biomasa fresca y seca después de la aplicación de estrés salino.

Muestreo	Trat	Sal	PFA	PFR	PSA	PSR
Después del estrés salino	T1	0	1.2833500 a	0.6914875 a	0.1514875 a	0.0518375 a
	T2	1	0.5717250 bc	0.2296375 b	0.0819750 b	0.0218625 bc
	T3	0	0.6214625 b	0.3452375 b	0.0822000 b	0.0258500 b
	T4	1	0.2033875 cd	0.0382375 bc	0.0268750 c	0.0048875 bc
	T5	0	0.1429500 cd	0.0537500 bc	0.0182375 c	0.0060000 bc
	T6	1	0.1657375 cd	0.0459000 bc	0.0191962 c	0.0133250 bc
	T7	0	0.0501500 cd	0.0134000 bc	0.0065500 c	0.0017625 c
	T8	1	0.0445625 cd	0.0145625 bc	0.0056750 c	0.0022000 c

PFA= Peso fresco aéreo, **PFR**= Peso fresco raíz, **PSA**= Peso seco aéreo, **PSR**= Peso seco raíz. Tratamientos: **T1**: 100 % Peat moss, **T2**: 100 % Peat moss + 150mM NaCl, **T3**: 33 % Cascarilla de café + 66 % Peat moss, **T4**: 33 % Cascarilla de café + 66 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T5**: 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss, **T6**: 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T7**: 100 % Cascarilla de café, **T8**: 100 % Cascarilla de café + 150 mM NaCl.

Se observa en todos los casos que el tratamiento T1 (100 % Peat moss) es el mejor estadísticamente, le sigue el T2 (100 % Peat moss + 150 mM NaCl). Esto significa que el estrés salino ocasionó un efecto negativo en las plantas. Los demás tratamientos son iguales estadísticamente. Por lo que la cascarilla no ocasiono efecto alguno sobre el desarrollo de las plantas a su vez, la cascarilla no influyo en el desarrollo en las plantas que fueron sometidas a estrés y las que no, ya que todas son estadísticamente iguales.

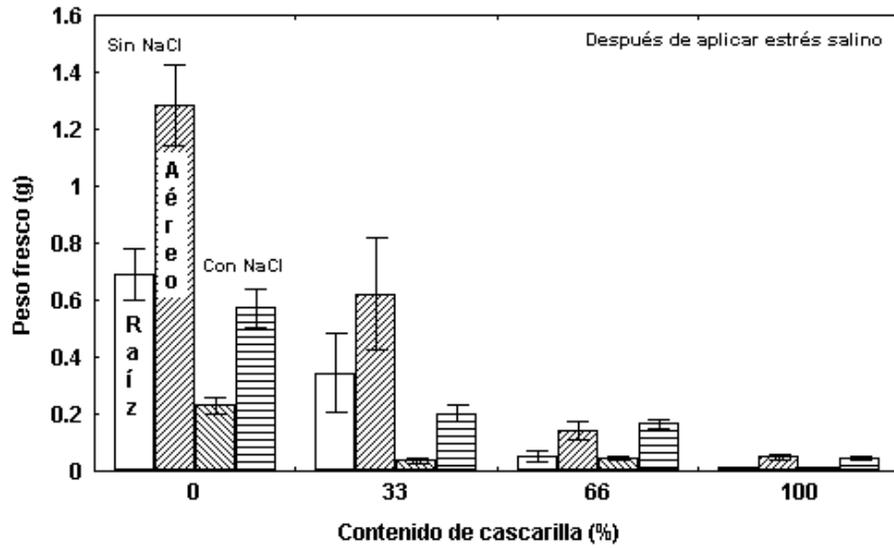


Fig. 10, peso fresco raíz y aéreo después de estrés.

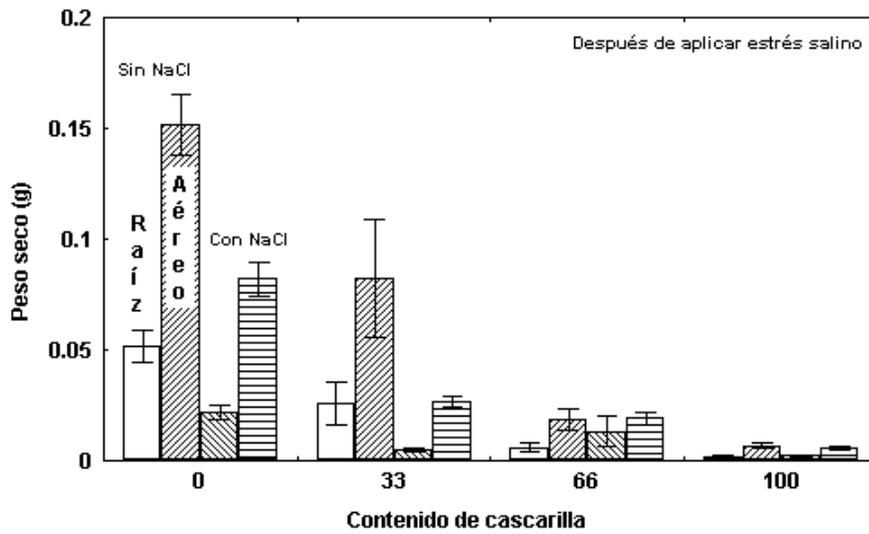


Fig. 11, peso seco raíz y aéreo después de estrés.

En el cuadro 14 se muestran los resultados de biomasa fresca y seca del cuarto muestro a los 15 días de trasplante. Las claves de interpretación se muestran en la parte inferior del mismo.

Cuadro 11. Biomasa fresca y seca del cuarto muestro a los 15 días de trasplante.

Muestreo	Trat	Sal	PFA	PFR	PSA	PSR
Después del Trasplante	T1	0	24.40000 a	11.55000 a	2.973350 a	0.916600 a
	T2	1	12.95000 a	4.875000 a	1.249900 a	0.364650 a
	T3	0	9.025000 a	4.885000 a	1.092150 a	0.404000 a
	T4	1	8.200000 a	4.245000 a	0.759500 a	0.282300 a
	T5	0	4.255000 ab	1.860000 a	0.392350 ab	0.180250 a
	T6	1	3.770000 ab	0.755000 a	0.347150 ab	0.691000 a
	T7	0	1.302500 ab	0.457250 a	0.126350 ab	0.023250 ab
	T8	1	2.327500 ab	0.625000 a	0.190750 ab	0.044800 ab

PFA= Peso fresco aéreo, **PFR**= Peso fresco raíz, **PSA**= Peso seco aéreo, **PSR**= Peso seco raíz. Tratamientos: **T1**: 100 % Peat moss, **T2**: 100 % Peat moss + 150mM NaCl, **T3**: 33 % Cascarilla de café + 66 % Peat moss, **T4**: 33 % Cascarilla de café + 66 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T5**: 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss, **T6**: 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T7**: 100 % Cascarilla de café, **T8**: 100 % Cascarilla de café + 150 mM NaCl.

Se puede observar que todas las plantas se recuperaron favorablemente ya que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los peores tratamientos para el peso fresco aéreo y peso seco aéreo fueron el T5: 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss, T6: 66 % Cascarilla de café + 33 % Peat moss + 150 mM NaCl, T7: 100 % Cascarilla de café, T8: 100 % Cascarilla de café + 150 mM NaCl y para el peso seco

de la raíz los tratamiento que peor se comportaron fueron el , **T7**: 100 % Cascarilla de café, **T8**: 100 % Cascarilla de café + 150 mM NaCl.

Se puede corroborar en la Fig. 12 que aunque todos los tratamientos son estadísticamente la tendencia muestra que a menor cascarilla, mayor crecimiento.

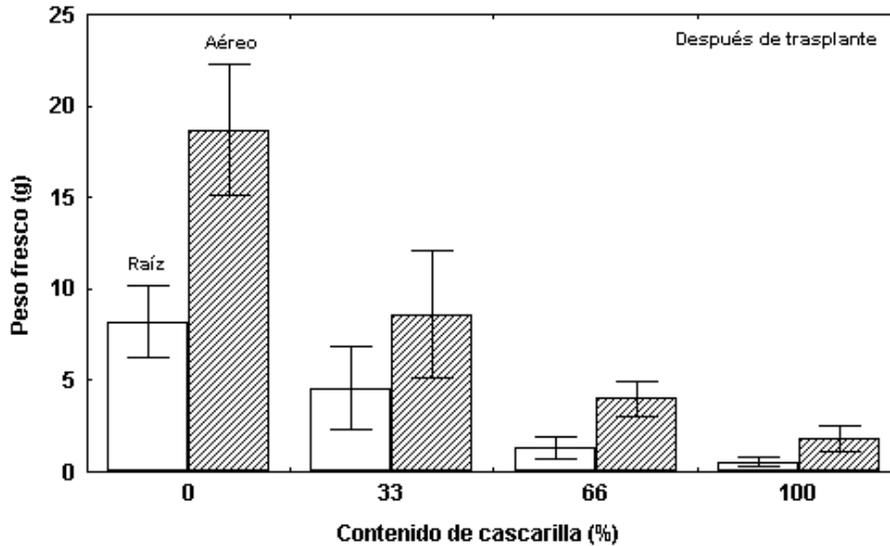


Fig. 12, gráfica de peso fresco raíz y aéreo después de trasplante.

Experimento 2

El cuadro 15 señala el primer muestro de biomasa fresca y seca previo al la aplicación de estrés.

Cuadro 12. Primer muestro de biomasa fresca y seca previo a la aplicación de estrés.

Muestreo	Trat.	PFA	PFR	PSA	PSR
Antes del estrés salino.	1	0.3213250 a	0.2286167 a	0.0315417 a	0.0150083 a
	2	0.1008833 b	0.0424750 b	0.0083083 b	0.0033500 b
	3	0.0752417 b	0.0177833 b	0.0065833 b	0.0021917 b
	4	0.0741667 b	0.0247167 b	0.0070250 b	0.0025167 b

PFA= Peso fresco aéreo, **PFR**= Peso fresco raíz, **PSA**= Peso seco aéreo, **PSR**= Peso seco raíz. Tratamientos: **T1**: 100 % Peat moss (testigo), **T2**: 25 % Cascarilla de café + 75 % Peat moss, **T3**: 50 % Cascarilla de café + 50 % Peat moss, **T4**: 75 % Cascarilla de café + 25 % Peat moss.

Se puede observar en todos los casos que T1 (100 % Peat moss) fue el que mejor se comportó estadísticamente. Entre los demás tratamientos no hubo diferencias significativas. (Fig.13, Fig.14)

Por lo que se comprueba que la cascarilla ocupada en estas proporciones tampoco causó ningún efecto positivo en el desarrollo de plántulas ya que ninguna supero o igualo a testigo.

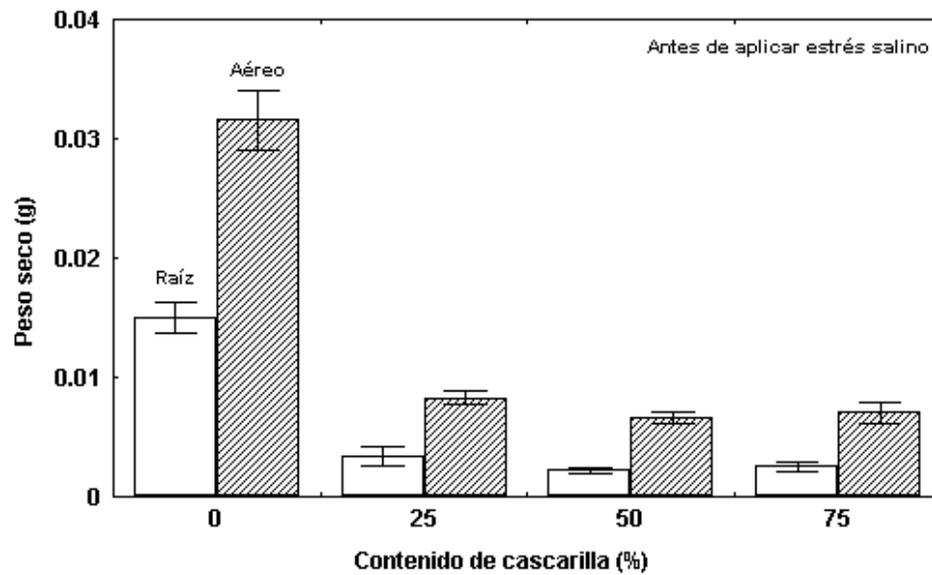


Fig. 13, peso fresco raíz y aéreo antes de estrés.

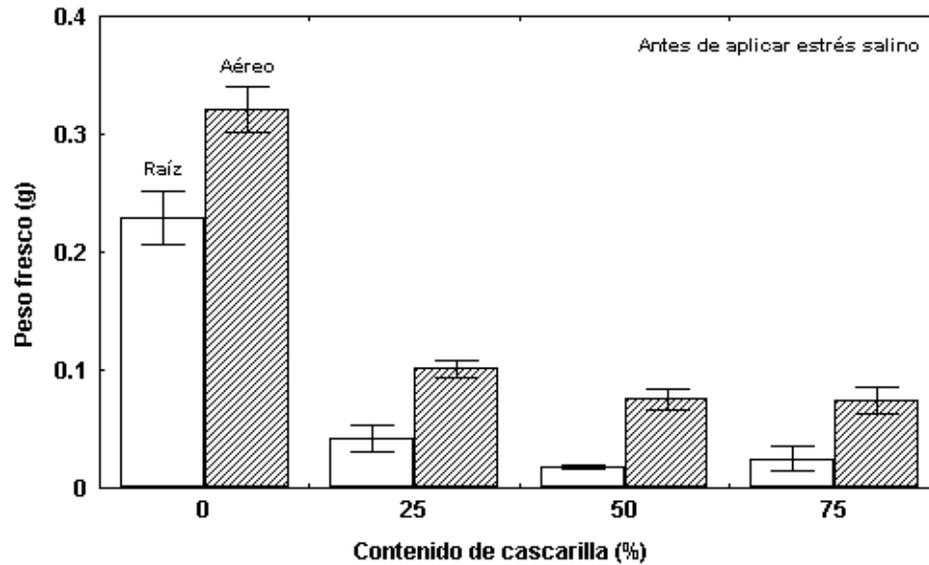


Fig. 14, peso seco raíz y aéreo antes de estrés.

El cuadro 16 muestra los resultados del segundo y tercer muestro de biomasa fresca y seca después de la aplicación de estrés salino (150 Mm de NaCl).

Cuadro 13. Segundo y tercer muestro de biomasa fresca y seca después de la aplicación de estrés salino.

Muestreo	Trat	Sal	PFA	PFR	PSA	PSR
Después del estrés salino	1	0	0.6768792 a	0.4138167 a	0.0717667 a	0.0346167 a
	2	1	0.4036917 b	0.2600750 b	0.0528083 b	0.0265750 b
	3	0	0.1493583 c	0.0330167 c	0.0176667 c	0.0061333 c
	4	1	0.1136833 c	0.0163917 c	0.0138583 c	0.0054083 c
	5	0	0.1364917 c	0.0393583 c	0.0185000 c	0.0062250 c
	6	1	0.0614250 c	0.0101000 c	0.0081000 c	0.0022750 c
	7	0	0.0555750 c	0.0090417 c	0.0088417 c	0.0034583 c
	8	1	0.1078500 c	0.0199583 c	0.0131583 c	0.0039417 c

PFA = Peso fresco aéreo, **PFR** = Peso fresco raíz, **PSA** = Peso seco aéreo, **PSR** = Peso seco raíz. Tratamientos: **T1:** 100 % Peat moss , **T2:** 100 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T3:** 25 % Cascarilla de café + 75 % Peat moss, **T4:** 25 % Cascarilla de café + 75 % Peat moss + 150

mM NaCl, **T5**: 50 % Cascarilla de café + 50 % Peat moss, **T6**: 50 % Cascarilla de café + 50 % Peat moss + 150 mM NaCl, **T7**: 75 % Cascarilla de café + 25 % Peat moss, **T8**: 75 % Cascarilla de café + 25 % Peat moss + 150 mM NaCl.

Se observa en todos los casos que el tratamiento T1 (100 % Peat moss) es el mejor estadísticamente, le sigue el T2 (100 % Peat moss + 150 mM NaCl). Esto significa que el estrés salino ocasionó un efecto negativo en las plantas. Los demás tratamientos son iguales estadísticamente. Por lo que la cascarilla no ocasiono efecto alguno sobre el desarrollo de las plantas a su vez, la cascarilla no influyo en el desarrollo en las plantas que fueron sometidas a estrés y las que no, ya que todas son estadísticamente iguales.

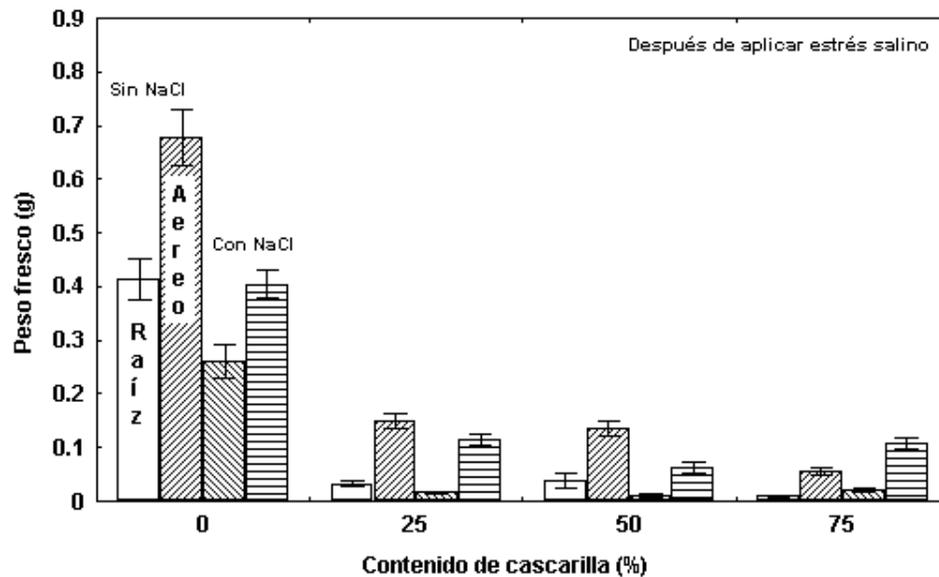


Fig. 15, peso fresco raíz y aéreo después de estrés.

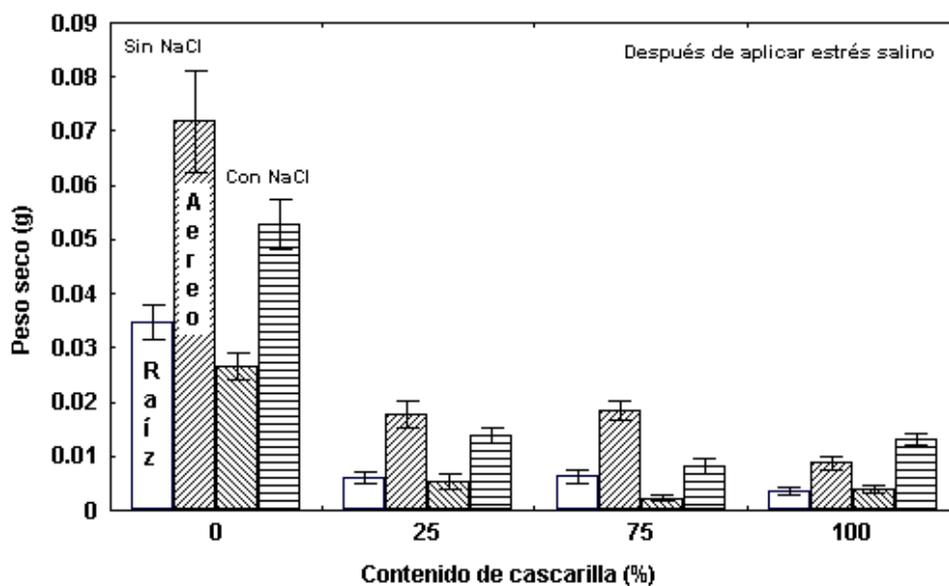


Fig. 16, peso seco raíz y aéreo después de estrés.

Cuadro 14. Análisis bromatológico de la cascarilla de café.

	MST %	H %	C %	PC %	FC %	EE %	ELN %
C.C	88.43	11.57	2.36	5.28	67.70	1.46	23.20

Valores ajustados al % de materia seca total.

C.C = cascarilla de café, **MST** = materia seca total, **H** = humedad, **C** = cenizas totales, **PC** = proteína cruda, **FC** = fibra cruda, **EE** = extracto etéreo, **ELN** = extracto libre de nitrógeno.

El resultado de pH de la cascarilla de café fue de 6.4 siendo los valores óptimos de 5.2 a 6.3 y la conductividad eléctrica de 2.32 mS/cm siendo las óptimas 0.75 a 3.49.

Cuadro 15. Análisis de minerales.

DETERMINACIÓN	VALOR ppm	
	C. Café	C. Cacao
Magnesio	2,200.00	725.97
Calcio	10,500.00	782.18
Potasio	7,300	1144.50
Nitrógeno	29,5 00	63.77
Fósforo	1,400	3.82
Azufre	4,100	3.71
Fierro	108	5.22
Cobre	12	1.90
Manganeso	31	20.98
Zinc	46	1.88
Boro	40.3	0.89

N.O = Niveles óptimos datos obtenidos de Ansorena, 1994. **C.Café** = cascarilla de café, **C.Cacao** = Cascarilla de cacao.

Cuadro 16. Análisis físico de la cascarilla de café.

	da (g/ml)	dr (g/ml)	Pt %	T.P mm
C.C	0.44309	0.5925	25.22	>1-0.25
N.O	<0.4	1.45-2.65	>85	0.25-2.5

C.C = cascarilla de café, **N.O** = Niveles óptimos datos obtenidos de Ansorena, 1994. **da** = densidad aparente, **dr** = densidad real, **Pt** = porosidad total, **T.P** = tamaño de partícula,.

Como se puede observar en el cuadro 11 la porosidad total en la cascarilla de café es muy baja, esto afecta directamente el desarrollo de las plántulas ya que el sustrato se compacta demasiado e impide la respiración óptima de las raíces.

La compactación puede llegar a limitar el crecimiento de las plantas ya que al presionar el medio de cultivo, disminuye el tamaño de los poros grandes, reduciéndose el volumen de aire disponible y aumentando la cantidad de agua retenida (Ansonera, 1994).

Con lo que respecta al tamaño de las partículas Ansonera 1994, menciona que la presencia partículas menores de 1mm; como es el caso de la cascarilla de café; hacen que disminuya la porosidad total y aumente la cantidad de agua retenida, ya que crece el número de microporos o huecos pequeños, que son los que retienen el agua. También se reducirá la porosidad ocupada por aire, al disminuir el volumen de los huecos entre partículas o macroporos, que son los de mayor tamaño.

V. CONCLUSIONES

1. Las propiedades químicas de la cascarilla se sitúan entre los niveles óptimos de un sustrato por lo que esto, no es lo que afectó el desarrollo de las plántulas esto se pudo comprobar durante el experimento 1 ya que al ser trasplantas, todas las plántulas se recuperaron de manera favorable.
2. Con la realización de las pruebas físicas se encontró que la porosidad total en la cascarilla de café tiene un valor de 25.22 % siendo la óptima para un sustrato >85 %. Esto afecta directamente el desarrollo de las plántulas ya que el sustrato se compacta demasiado e impide la respiración óptima de las raíces.
3. Por lo que se concluye que la cascarilla de café no puede ser ocupada como sustrato alternativo bajo las condiciones de este trabajo, se recomienda hacer nuevas investigaciones en las que se eleve la porosidad total de la cascarilla haciendo nuevas mezclas.

LITERATURA CITADA

1. Abad, B.M. 1993. Sustratos. Características y Propiedades. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España.
2. Anónimo. 2002. Instituto nacional de recursos hidráulicos dirección provincial de acueducto y alcantarillado Guantánamo, Cuba.
http://web.mit.edu/2.009/www/schedule/events/idea_fair/Domestic_Filters_Cuba.doc.
Fecha de consulta: Marzo 2003.
3. Anónimo, 2002. <http://www.bioteconolocus.com/zeta.htm>. Fecha de consulta: Febrero 2003.
4. Anónimo, 2002. <http://club.telepolis.com/mundocafe/septimo.htm>. Fecha de consulta: Diciembre 2002.
5. Anónimo, 2002.
http://www.coffeems.com/beneficiado_ecologico/Introduccion_Beneficiado%20ecologico_de.htm. Fecha de consulta: Febrero 2003.
6. Anónimo 2000I. IMTA (Instituto mexicano de tecnología del agua).
<http://www.siicyt.com.mx/html/Memorias/Materiales/Magistrales/ImpactoDeLaInvestigacion.pdf>. Fecha de consulta: Marzo 2003.
7. Ansorena, M. J. 1994. Sustratos, Propiedades y Caracterización. Editorial Mundiprensa. Madrid, España.
8. Aranda, D. E. 1988. La utilización de lombrices de tierra en la transformación de pulpa de café en abono orgánico. INMECAFE. Xalapa, Ver. México.
9. ASERCA, Marzo, 2002. *Revista "Claridades Agropecuarias"*, producida y editada por Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria.

<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/marcos.asp?numero=103>. Fecha de consulta: Diciembre 2002.

10. Benavides M., A. 2002. Ecofisiología y Bioquímica del Estrés en Plantas. Depto. de Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

11. Bravo I., Garcés P. 2002. Biotransformación de algunos residuos agroindustriales y evaluación de su proceso de humificación. Sistema de Información de Investigaciones de la Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

[www.http://purace.ucauca.edu.co/Boletin/Boletin10/6BiotransformacionResiduosAgroindustriales.asp](http://purace.ucauca.edu.co/Boletin/Boletin10/6BiotransformacionResiduosAgroindustriales.asp). Fecha de consulta: Enero 2003.

12. Burés, S. 1997. Sustratos comerciales. Ediciones Aerotécnicas, S.L. Plaza de España, 28008 Madrid, España.

13. Cáceres, M. 2001. El poder de la Cascarilla. Editor, Eddie Serrano. Fotos, Julio César Avilés. <http://www.elsalvador.com/>. Fecha de consulta: Enero 2003.

14. Cáceres. 2002. http://www.dse.go.cr/Estadi%20Energe/encueindus/seccion4_4.htm. Fecha de Consulta: Febrero 2003.

15. Fernández, M. M.; Aguilar, M.I.; Carrique J. R.; Tortosa, J.; García, C.; López, M.; Pérez, J. M. 1998. Suelo y Medio Ambiente en Invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, España.

16. Flowers, T.J. 1985. Physiology of halophytes. Plant Soil 89:41-56.

17. García, A. B. 1996. Algunos Sustratos Orgánicos; sus Mezclas Caracterización y Procedimientos. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, México.

18. Gossett D.R., E. P. Millhollon and M. C. Lucas. 1994. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton. Crop Sci. 34:706-714

19. Guzmán, G. y M. Carrera. 1985. Planta productora de hongos comestibles sobre pulpa de café. Ciencia y desarrollo. México.

20. Ledezma, H. A. 1992. Producción acelerada de abono orgánico a partir de la broza de café- Vol. 49 No. 11-12. San José, Costa Rica.

**21. Maiti, R. K. y A. Benavides M. 2002.
Salinidad, Ecofisiología y Bioquímica del Estrés
en Plantas. UAAAN. Saltillo, México.**

22. Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundiprensa. España.

23. Obrador, J.J. 1996. Respuesta de la caña de azúcar a diferentes aplicaciones de cachaza. 1995-1996. Memorias del XVIII Congreso Nacional de la SMCS. Ciudad Obregón, Sonora, México.

24. Peralta, L.M. 2002. Estudio de la cáscara de cacao como sustrato. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, México.

25. Romero A.; F. Jiménez; R. Muschler. 1999. Producción de almácigo de café con abonos orgánicos. *Revista Agroforestería en las Américas* Vol 7 Núm 25, Editor Luis Meléndez. Turrialba, Costa Rica. <http://www.catie.ac.cr/informacion/RAFA/>. Fecha de consulta: Enero 2003.

26. Servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera. SAGARPA.
<http://www.sagarpa.gob.mx/>. Fecha de consulta: Diciembre 2002.

27. Uribe, A. 1977. Fosas para pulpa de café. Avances Técnicos. Boletín No. 68. CENICAFE, Bogotá, Colombia.

