

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNANA-LEON
FACULTAS SE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA TROPICAL
CARRERA DE INGENIERIA EN AGROECOLOGIA TROPICAL**



**TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE
Ingeniería en Agroecología Tropical**

**TEMA: CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE TOMATE
Lycopersicon sculentum VARIEDAD (Gem pride), CON DIFERENTES
TÉCNICAS DE ACOLCHADOS EN EL CNRA, CAMPUS AGROPECUARIO
UNAN-LEÓN 2006**

**AUTORA
Bra. ÁNGELA MARITZA ARBIZÚ PINEDA**

**TUTORA: MSc. CARMEN MARINA RIZO Z.
ASESOR: Ing. JORGE LUIS ROSTRAN.**

LEON, FEBRERO 2009

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al ser máspreciado de mi vida *Sarita*, mi hija, por ser ella quien me da fuerzas para concluir lo iniciado, quien me inspira a luchar por hacer de cada día algo maravilloso.

A mi madre por ser el principal apoyo en todo el círculo de mi vida, a mis hermanos por estar conmigo siempre dándome lo necesario para mi formación.

Ángela Maritza Arbizú Pineda

AGRADECIMIENTO

A ti creador del cielo, la tierra y todo lo que en ello habita, Dios del principio y el fin, padre del unigénito que fue crucificado por nuestros pecados y para salvación de las almas, a ti Dios de amor, doy las gracias por estar aquí, por ser quien soy, por estar confiada en tu misericordia, por estar segura de que existes y que sin tu voluntad no sería nada en esta vida.

A mis padres y hermanos quienes han estado conmigo en mis momentos más difíciles y hermosos de mi vida por ser mi refugio y contar con ellos cuando les he necesitado.

A mis amigos Ing. Sandra Guido e Ing. Jorge Luís Rostrán por haberlos encontrado en mi camino y caminar conmigo, y haberme ayudado cuando yo no he podido, a todos y cada una de las personas que de alguna manera, en un momento y por algún motivo estuvieron conmigo y fueron capaces de contribuir para culminar este trabajo, por considerar útil su contribución doy mis más sinceros agradecimientos.

Al equipo de trabajo del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura, CNRA, Director Ing. José Ernesto Escobar, Responsable de Investigación del Centro PhD. Xiomara Castillo, Ing. Jorge Luís Rostrán, Ing. Miguel Barcenás, por su apoyo técnico y financiero.

A los técnicos de campo Sr. Manrique Mora, Sr. Alfonso Ruiz por brindarme su apoyo en la realización de mi trabajo.

Ángela Maritza Arbizú Pineda

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
4.1 Importancia socioeconómica del tomate.....	4
4.2 Origen del tomate.....	5
4.3 Requerimientos edafológicos y climáticos.....	6
4.4 Manejo agronómico del cultivo.....	6
4.5 Manejo sanitario del tomate.....	8
4.6 Taxonomía y morfología del tomate.....	8
4.7 Etapas fenológicas del cultivo de tomate.....	10
4.8 Técnicas de Acolchado.....	11
4.9 Características de los materiales usados como acolchado.....	12
V. MATERIALES Y MÉTODOS	16
5.1. Ubicación del estudio.....	16
5.2. Caracterización del medio.....	16
5.3 Establecimiento del experimento	16
5.4 Manejo fitosanitario.....	17
5.5 Variables a evaluar.....	18
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
6.1 Caracterización del crecimiento y desarrollo fenológico del Cultivo de tomate en diferentes tipos de acolchado plástico.....	19
6.2. Biomasa de las plantas en cada tratamiento de acolchado usado en el cultivo de tomate.....	29

6.3. Efecto de las diferentes técnicas de acolchado en la calidad del fruto de tomate.....	33
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	37
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	38
X. ANEXOS	41

RESUMEN

La variedad de tomate (Gem Pride) puede ser una alternativa para los agricultores principalmente en el occidente del país. Con este estudio se pretende implementar nuevas técnicas de acolchados que sirvan como referencia para la obtención de tomates de mayor calidad que los existentes en el mercado y así poder demostrar la importancia de las técnicas que conllevan al éxito de la producción para satisfacer la demanda del mercado. El objetivo de este estudio fue conocer el efecto de las técnicas de acolchado en el crecimiento y desarrollo fenológico y determinar la biomasa en cada etapa fenológica del cultivo. Las variables a medir fueron: altura, diámetro del tallo, número de ramas, hojas, flores, frutos y biomasa expresada como peso fresco y seco de las plantas. El estudio se realizó en el Campus Agropecuario. El diseño del experimento fue completamente aleatorio con tres tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos o técnicas de acolchados usados fueron: plástico bicapa gris humo, cascarilla de arroz y roca volcánica. El manejo del cultivo se hizo orgánicamente incluyendo fertilización, riego y control de plagas. Los resultados obtenidos en el estudio demuestran que el crecimiento y desarrollo de las plantas en los tratamientos cascarilla de arroz y roca volcánica fueron iguales estadísticamente y en el tratamiento con acolchado plástico, mostró una reducción de 42 cm de altura, 3.8 mm de diámetro del tallo, así como 4 hojas y 3.3 ramas por planta menos que en los tratamientos cascarilla de arroz y roca volcánica; en el tratamiento cascarilla de arroz las plantas produjeron más flores por planta desde los 56 a los 85 ddt y los frutos más grandes con 42.75 y 44.2 mm de longitud y diámetro, respectivamente con una coloración roja en un 66 % de los frutos. El peso fresco y seco de raíces, tallos, ramas y hojas fue mayor en el tratamiento cascarilla de arroz. Con respecto a la duración de las etapas fenológicas, las plantas del tratamiento acolchado plástico prolongaron en 7 días la etapa vegetativa.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate, es uno de los vegetales u hortalizas más importantes del mundo y su popularidad aumenta constantemente. Tiene su origen en Perú, Bolivia y Ecuador, en el ámbito mundial se clasifica como el segundo vegetal más importante, en el trópico es el número uno; en Nicaragua ha ocupado uno de los primeros lugares, tanto para el consumo como en la producción y comercialización. Los rendimientos promedios varían de 12 a 18 tm /ha. En el país anualmente se cultivan de 2000 a 2500 ha.

En el país existen diversas variedades de tomate (chiro, gem pride, butter, comanche, hazera 30 57, polina, etc.), con excelentes rendimientos y buena calidad de productos (forma, tamaño, color) entre estas esta la variedad del tomate Gem Pride, la cual se adapta a las diferentes zonas agro ecológicas del país principalmente en occidente.

Actualmente, una de las tecnologías que se están popularizando en la producción de tomate en diferentes países, es el uso del acolchado o arropado. Esta es una técnica que consiste en cubrir el suelo con diversos materiales, que pueden ser orgánicos e inorgánicos, a fin de reducir la evaporación del agua presente en el suelo, protegerlo del impacto de la lluvia o viento, controlar la presencia de malas hierbas, evitar que el fruto permanezca en contacto con el suelo y su humedad y en otros casos, proteger a los cultivos de las heladas. Es necesario, sin embargo, conocer los efectos de estos diferentes tipos de acolchados en el crecimiento y desarrollo del cultivo y en particular sobre el rendimiento y sus componentes, bajo las condiciones del occidente de Nicaragua que permita realizar una adecuada recomendación a los productores para optimizar la producción de tomates de calidad.(IICA, 2004)

Con el presente trabajo se pretende por lo tanto, evaluar el comportamiento del tomate usando tres tipos de acolchados, plástico, mineral y vegetal, que sirvan como referencia para la obtención de mejores rendimientos con un fruto de mayor calidad, en condiciones de producción propias del occidente del país.

II. OBJETIVOS

General:

- Determinar el efecto de las técnicas de acolchado en el crecimiento, desarrollo y biomasa del cultivo de tomate, variedad Gem pride, en el Campus Agropecuario, CNRA, en el periodo de julio a noviembre del 2006.

Específico:

- Caracterizar las etapas fenológicas del cultivo de tomate sometido a diferentes técnicas de acolchado.
- Medir la biomasa del cultivo de tomate sembrado con diferentes técnicas de acolchado.
- Determinar el efecto de las diferentes técnicas de acolchado en los componentes del rendimiento (tamaño y calidad) del fruto en el cultivo de tomate variedad Gem pride.

III. HIPÓTESIS

Ho: Todas las técnicas de acolchado tienen el mismo efecto en el crecimiento, desarrollo y calidad del fruto en el cultivo de tomate.

Ha: El cultivo del tomate alcanza un óptimo crecimiento, desarrollo y calidad de frutos, al menos en una de las técnicas de acolchados.

IV. MARCO TEORICO

4. 1 Importancia socioeconómica del tomate

El tomate es la hortaliza más extensamente cultivada en el mundo, comercialmente se producen 45 millones de toneladas métricas por año, en 2.2 millones de hectáreas, pero solamente el 15 % de la producción corresponde al trópico.

En Centro América la superficie dedicada a la siembra es de 21,000-25,000 hectáreas por año y el valor de la producción alcanza más de U\$ 50 millones. Los rendimientos oscilan de 15 a 20 tn/ha. El cultivo genera una alta entrada de divisas, especialmente en Guatemala y Panamá (López, 2004).

La producción hortícola particularmente el tomate, como todo sistema intensivo, se caracteriza por el elevado requerimiento de mano de obra, especialmente en los cultivos protegidos. Se estima que por cada hectárea se requieren 1,350 jornales/año. El tomate como producto fresco de consumo diario, va asociado a un movimiento económico muy grande considerando la totalidad de la cadena: producción, proveedores de insumos, asesores, empaque, transformación, transporte, comercialización, mayorista, minorista, consumidor, este da un aumento en las utilidades netas del productor. A igual que la mayoría de las hortalizas, los tomates pueden proporcionar al agricultor grandes ingresos especialmente si las cosechas se comercializan eficientemente (Román, 2002).

Aunque en los trópicos el potencial del tomate descansa principalmente en el aumento del ingreso y de empleo, el tomate puede contribuir a una mejor nutrición ya que posee una gran cantidad de calorías y proteínas. El tomate es una fuente muy importante de vitaminas y minerales si se consume en gran cantidad. Mayor consumo de tomate crea más demanda estimulando por lo tanto el consumo local.

La utilización del tomate es versátil ya que pocos productos agrícolas se prestan para tantos usos, se sirve crudo, asado al horno, relleno, frito, como salsa, o en combinación

con otros alimentos, se le puede usar como ingrediente en la cocina y en la industria manufacturera y puede elaborarse entero o como pasta, salsa, jugo o polvo.

Al igual que muchas otras hortalizas, el tomate puede cultivarse eficientemente tanto en escala comercial como en huertos caseros. Los agricultores hogareños no tienen problemas de mercadeo, aspecto de mayor frustración del cultivo comercial, el dueño de los huertos no tiene por que preocuparse por la descomposición de los frutos, ya que los tomates se cosechan y se consumen conforme van madurando. En 1973, se iniciaron a nivel mundial programas orientados a la producción de alimentos en el tercer mundo, en los cuales se incluyeron hortalizas como el tomate (Villareal, 1982).

4.2 Origen del tomate

El cultivo de tomate tuvo su origen en los Andes Suramericanos, siendo Perú, Bolivia y Ecuador su centro de origen, demostrado por la gran variedad de especies encontradas en los diferentes valles andinos. Las especies cultivadas fueron distribuidas por los nativos de la región de la época pre-incaica, el centro y norte de América. Dado que solo unas especies primitivas fueron encontradas en Centroamérica y México, hace pensar que la migración de las especies ocurrió hace 2000 años. En 1554 el tomate fue conocido por todo el mundo. Los italianos fueron los primeros europeos en cultivarlo y consumirlo, 25 años después se cultivó en Inglaterra y España. Durante 1781 arribó a Estados Unidos y fueron los españoles quienes lo introdujeron en Asia. En la actualidad, el tomate es una de las hortalizas de mayor popularidad en el mundo, existiendo gran demanda, tanto, fresco como procesado (Villarreal 1982).

4.3 Taxonomía y morfología del tomate

4.3.1 Taxonomía

Familia: Solanáceae

Genero: Lycopersicon

Especie: sculentum

4.3.2 Morfología

Planta: perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas)

Sistema radicular: raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, (donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

Tallo principal: eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpodial) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

Hoja: compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior

empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés y constan de un nervio principal.

Flor: es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

Fruto: baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

4.4 Requerimientos edafológicos y climáticos

4.4.1 Suelo: El tomate puede ser cultivado en un alto rango de suelos, desde un franco – arenoso a un areno arcilloso, siempre que exista un buen drenaje. Suelos profundos, francos, fértiles, con buen contenido orgánico bien drenados y con pH de 5.0 – 6.0, son los mejores para el cultivo.

4.4.2 Clima: Se adapta a un amplio rango de climas, la planta de tomate es sensible a temperaturas de menos de 10⁰C y superiores a 30⁰C. En el trópico se puede sembrar desde el nivel del mar, teniendo en cuenta el régimen de lluvia. La mejor época de siembra se inicia en octubre, en este tiempo se facilita la labranza, así como el ataque de plagas y enfermedades resulta más benigno. Por lo general el tomate se adapta a climas cálidos y secos, pudiéndose sembrar con buenos resultados hasta una latitud de 2500 m. s. n. m. la temperatura óptima está entre 18 – 20⁰C con temperaturas críticas nocturnas de 12 – 23⁰C, temperaturas promedio sobre 27⁰C no son deseables (Calderón, F. 2002).

4.5 Manejo agronómico del cultivo

4.5.1 Preparación del suelo: El terreno seleccionado no debe haber tenido cultivo de solanácea por lo menos durante dos años. Se debe muestrear el campo para un análisis completo y así determinar su fertilidad, la labranza debe ser profunda y debe dejarse el terreno bien mullido y las camas levantadas, el terreno debe quedar bien nivelado para facilitar el riego (Ashburner y Sims, 2001).

4.5.2 Fertilización : Se ha calculado que aproximadamente se requieren 260 kg N, 370 kg P₂O₅ y 250 kg K₂O, para producir 75000 kg de tomate por Ha. En la fertilización de tomate se recomienda poner todo el fósforo y el potasio a la siembra con 1/3 de dosis de N a la siembra, los 2/3 restantes aplicarlos en 2–3 veces, el primer abonamiento debe hacerse al momento de la siembra o durante la preparación del terreno, es una práctica acostumbrada poner conjuntamente con el fertilizante algún insecticida-nematicida como Carbofuran o Fenamifos. Generalmente una porción de los nutrimentos requeridos, es suministrada por el suelo y los residuos de cultivos anteriores, el resto será suministrado por el fertilizante y su cantidad será determinada por el análisis de suelo.

4.5.3 Siembra: EL tomate se puede propagar por siembra directa o por trasplante. Siembra directa no es aconsejable en el trópico por el exceso de calor y la competencia de malezas, es preferible el transplante, en este caso el gasto de semilla varía entre

150 – 250 g/Ha, el almácigo generalmente se hace en camas, siembra en bandejas, al aire libre o bajo protección, ahí permanecerán 20 – 25 días, después de los 25 días se hace el trasplante. Si se hace siembra directa se requiere 0.750 – 1.00 kg/Ha de semilla, la densidad de siembra debe de estar de acuerdo con el sistema de cultivo empleado, el cultivo de tomate se puede llevar postrado el suelo o con soporte o tutores.

4.5.4 Malezas: Las malezas compiten con la planta por agua, luz y nutrientes, además son hospederos de plagas y patógenos que posiblemente afectan el cultivo, por ello es necesario eliminar oportunamente la maleza del cultivo, este debe anticiparse y estudiar las medidas de control que involucran un manejo integrado donde se combinan las estrategias para un control efectivo (Arguello, H. *et al*, 2001)

4.5.5 Riego: El agua juega un papel importante para las plantas por sus efectos sobre fenómenos físicos diversos, como el transporte de nutrientes, la transpiración y la reducción de la temperatura de las hojas, el transporte de metabolitos, la fotosíntesis y la respiración. En efecto es un hecho conocido que cuando las estomas se cierran por un déficit hídrico, los intercambios gaseosos entre la hoja y el aire disminuyen. Se observa asimismo una estrecha relación entre la absorción de agua por la planta y el desarrollo de su biomasa. Por lo tanto, como conclusión práctica, se puede afirmar que la forma más sencilla de mejorar la productividad es proporcionar un aporte de agua en proporciones correctas.

Es precisamente en los cultivos protegidos donde se puede percibir mejor la importancia del aporte de agua por medio del riego. Asimismo, al ser el invernadero un espacio cerrado, el propio sistema de riego tiene gran influencia sobre su clima, de tal modo que puede constituir uno de los métodos de regulación de la humedad del aire y de la temperatura del suelo. Por todo ello merecen una especial atención tanto la elección, como el manejo del sistema de riego (López, 2004).

4.6 Manejo sanitario del tomate

4.6.1 Es importante controlar el ataque de los siguientes insectos: semillero: virus transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*), con nivel crítico económico de un adulto en 4 plantas. Áfidos (*Myzus persicae*), conocidos como áfidos pican y chupan savia, transmiten virus y se controlan con insecticidas químicos, nivel crítico económico 5 larvas por planta. Cortadores (*Agrotis* sp), conocido comúnmente como gusano de tierra, esta corta planta y se controla con la buena labranza y cebos envenenados, nivel crítico económico 3 larvas.

Transplante al inicio de floración: Tortuguilla (*Diabrotica balteata*). Pulga saltona (*Expitrix* sp) nivel crítico económico de 1 adulto por planta. Chinche negro (*Halticus bracteus*) nivel crítico económico de 4-6 por planta. Minadores (*Lyriomiza sativae*) conocido como minador, secan las hojas viejas y se controlan con reducción de productos químicos a otros insectos, nivel crítico económico 5 larvas por planta.

Floración a cosecha: Gusano del fruto (*Helicoverpa zea*), perforador del fruto y se controla con liberaciones de *Trichogramma* cuando aparecen los primeros huevecillos nivel crítico económico 0.25 larvas/planta o siete huevos en 50 plantas. Gusano soldado (*Spodóptera frugiperda*), y (*Spodóptera sunia*) nivel crítico económico 6 larvas o 1 masa de huevos. Chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*) nivel crítico económico 0.5 por planta.

4.7 Etapas fenológicas del cultivo de tomate

Se llama etapa fenológica o de desarrollo al período comprendido entre los diferentes estadios del cultivo, en el cultivo de tomate se conocen 4 etapas fenológicas características.

4.7.1 Etapa de plántula (de la germinación a los 21). En esta etapa se da la germinación donde aparecen los cotiledones. En esta etapa cualquier daño de follaje o a las raicillas puede ser crítico para su supervivencia. Por lo tanto se debe estar

pendiente de la presencia de malezas, plagas invertebradas (cortadores, áfidos, ácaros, mosca blanca) y patógenos (*Phythium* sp, *Rhizoctonia* sp, *Fusarium* sp) (Azkue 2000)

4.7.2 Durante el desarrollo vegetativo (7 a 45 días). La mayor parte de la energía de la planta se dirige al follaje; en este período el daño causado por otra plaga al área foliar no es tan crítico, por lo que la planta tiene tolerancia a la pérdida de follaje y gran capacidad de recuperación para generar el tejido fotosintético perdido. Los nematodos comienzan a invadir el sistema radicular, según las condiciones ambientales enfermedades como la virosis, marchites y tizones estarán presente y sus afectaciones son variadas, por tal razón se debe estar preparado con los fungicidas orgánicos y biológicos.

4.7.3 Etapa reproductiva (de los 45 a 75 días). Esta etapa trae consigo otras enfermedades primarias, la incidencia de virosis y los nematodos en la etapa vegetativa se reflejan durante la etapa reproductiva en la que puede causar pérdidas significativas en la producción. Las variedades de tomate de hábito determinado, al concentrar la maduración de los frutos en un período muy corto favorecen el desarrollo de ciertos patógenos que crecen preferiblemente sobre los frutos maduros en el campo.

4.7.4. Etapa de madurez fisiológica (corresponde a un periodo de 4-6 semanas). Esta en dependencia de los condiciones de la región, la cosecha se puede hacer a medida que los frutos van madurando (Robleto, 2005).

4.8 Técnicas de Acolchado

4.8.1 El acolchado del suelo: Es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, capotilla de arroz, plástico o papel, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y evitar el contacto del producto con el suelo.

Es recomendable cubrir el suelo, para evitar la proliferación de malezas y la pérdida de humedad, usando plástico, el más recomendable es el gris o el blanco no transparente,

también con zacate, hojas verdes o casulla de arroz. Usar el plástico negro con una banda en el centro, esta banda tiene como fin reducir la temperatura al pie de la planta.

4.8.2 Efecto del acolchado de polietileno en el ambiente físico

El efecto que garantiza estas técnicas son: modificaciones favorables del régimen térmico y del balance de energía a nivel de suelo, control de malezas y aislamiento de los frutos de algunas especies para que no queden en contacto con el suelo (CIDAPA, 2004).

El uso de acolchado de polietileno en los cultivos genera importantes modificaciones en el ambiente físico donde se cultivan las plantas, cuya intensidad depende del tipo de polietileno que se utilice. Los factores que se alteran con el uso de acolchado son: humedad, temperatura, estructura y fertilidad del suelo, como también la vegetación espontánea bajo el filme.

A- Humedad : Usando acolchado de polietileno, se logran efectos importantes en la economía de agua, ya que por su impermeabilidad a ésta, impide la evaporación desde la superficie del suelo cubierta con el filme, quedando esa agua a disposición del cultivo, beneficiándose con una alimentación constante y regular.

B- Fertilidad del suelo: El aumento de la temperatura y humedad del suelo provocado por el uso de algunos tipos de acolchado, favorece la mineralización del suelo, lo que lleva a una mayor disponibilidad de nitrógeno para las plantas, por otro lado, al reducir la lixiviación, evita las pérdidas de este elemento (Alvarado, P. y Castillo H., 1999).

4.8.3 Efecto del acolchado de polietileno sobre las malezas.

El crecimiento de malezas bajo el acolchado depende del color del plástico, es decir, de su transmisividad a la luz solar. El polietileno transparente posee una alta transmisión de radiación solar fotosintéticamente activa, lo que favorece el crecimiento de malezas que compiten por agua y nutrientes con el cultivo y además le provocan daño mecánico por levantamiento del acolchado plástico. Sin embargo, se puede evitar totalmente el

crecimiento de malezas utilizando un filme que impida el paso de luz, como es el de color negro, el aluminizado o algún coextruido bicolor en que una de sus caras sea de color negro. Aquellos filmes de colores, con valores intermedios de transmisividad, permitirán el desarrollo proporcional de malezas bajo el filme, a mayor paso de luz mayor cantidad de malezas (Barqueros, G., 2003).

4.9 Características de los materiales usados como acolchado

4.9.1 Características de un buen sustrato

Un sustrato apto para el cultivo debe cumplir las siguientes condiciones: acumular y suministrar grandes cantidades de agua, para permitir intervalos amplios entre riegos; tener estructura estable a lo largo del período de empleo y una textura conocida que haga posible mantener un gran volumen de aire para la aireación del sistema radicular; absorber y retener los nutrientes en forma asimilable para las plantas y tener una buena capacidad amortiguadora para compensar cualquier exceso o déficit de nutrientes; ser química y biológicamente inerte.

Las características de un sustrato son el resultado de sus propiedades físicas. Estas dependen de la estructura de los componentes y vienen definidas por la proporción entre partículas de tamaño grande y pequeño, el conjunto de poros y los volúmenes relativos de agua y de aire que ocupan los poros.

4.9.2 Productos orgánicos que pueden ser usados como acolchado

Turba: Puede considerarse tres tipos diferentes: Turba rubia, es la forma menos descompuesta. Proporciona excelentes propiedades de aireación y agua al sustrato, tiene bajo pH y poco nitrógeno; turba cañota, es muy variable en su estado de descomposición y de acidez; turba negra, es un material muy descompuesto, negro o castaño oscuro, con baja capacidad de retención del agua y contenido de nitrógeno de medio a alto.

4.9.3 Productos inorgánicos

Arcilla: Es un material que proporciona reserva de agua y de nutrientes al sustrato, al mismo tiempo que suministra micro nutriente y mejora la capacidad amortiguadora y la

porosidad de la mezcla. La CIC de un suelo con un 30% de arcilla es de 200 a 300 meq/l.

Arena: Reduce la porosidad del medio de cultivo. La porosidad de la arena es alrededor del 40% del volumen aparente. Las partículas deben ser de 0,5 a 2 mm de diámetro. No contiene nutrientes y no tiene capacidad amortiguadora. La CIC es de 5 a 10 meq/l. Se emplea en mezcla con materiales orgánicos.

Vermiculita: Tiene una estructura apta para acumular y liberar grandes cantidades de agua, por lo que refuerza estas propiedades en la turba cuando se mezclan. Su reacción es neutra y tiene una CIC de 80 a 120 meq/l que disminuye las pérdidas de nutrientes por arrastre. El inconveniente principal de este material es su elevado costo y también su frágil estructura, que al destruirse pierde las cualidades físicas.

Perlita: Se emplea como mejorante de la estructura del sustrato. A diferencia de la vermiculita es totalmente inerte, tiene bajos CIC y poder amortiguador, así como escasa retención de agua. Proporciona aireación al medio de cultivo y mantiene su estructura inalterable. El pH es neutro, la densidad aparente es pequeña y es un buen estabilizador de la temperatura. Algunas posibles desventajas son el riesgo de toxicidad por Al en plántulas cuando el pH es bajo y la escasa capacidad de suministro de agua en condiciones de gran transpiración, lo que hace necesario el riego más frecuente (Rubio, 2004).

4.9.4 Características de otros materiales usados como acolchado.

Roca: Es un agregado de minerales, se presenta generalmente en forma de manto o coladas, recubriendo en grandes extensiones de la superficie terrestre. La roca volcánica es un fertilizante natural que presenta una adecuada relación de precios por unidad de nutrientes pero de mayor concentración y más lenta solubilidad que los fertilizantes industriales. Este material es útil para aumentar la aireación del sustrato, su densidad es inferior que la de la arena, posee una cantidad apreciable de nutrientes (P, K, Ca S, Fe,) disponibles para los cultivos. La aplicación de roca disminuye la evaporación, evita el desarrollo de malas hierbas, mejora la aireación de la zona

radicular y aumenta la temperatura del sustrato. La técnica del uso de roca como acolchado es un medio simple de conseguir una producción intensiva de cultivos sensibles a condiciones diversas (Horowitz, 1998).

Cascarilla de arroz: se emplea directamente, lo cual se considera una base fundamental de amortiguamiento al sistema radicular para el desarrollo de microorganismos benéficos, evita la erosión y compactación del suelo, retarda el crecimiento de malezas y evita el contacto de los frutos con el suelo, este ingrediente mejora las características físicas del suelo, facilitando la aireación, la absorción de humedad y el filtrado de nutrientes. También beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Es además, una fuente rica en sílice, lo que beneficia a los vegetales, pues lo hace más resistente a los ataques insectos y microorganismos a largo plazo se convierte en una fuente de humus. En la forma de cascarilla carbonizada, aporta principalmente fósforo, potasio y ayuda a corregir la acidez de los suelos (Restrepo, 1998).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del estudio: El estudio se realizó en el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura, del Campus Agropecuario de la UNAN – LEON, ubicado a 1.5 Km carretera a La Ceiba.

5.2 Caracterización del medio

El Ph del suelo es de 7 considerado, según la tabla de interpretación del laboratorio de la UNAN – LEON y LAQUISA 2006, como suelos neutros. El contenido de materia orgánica es de 2.3% encontrándose dentro de los rangos de los suelos tropicales. El suelo es franco arenoso donde predomina más el contenido de arena seguido del limo y por último la arcilla, la profundidad de la capa arable es de 20 cm; su densidad aparente es 1.27gm/cm^3 , con estructura buena y estable, sin excesiva tendencia a la compactación y con 1.5% de pendiente. La temperatura promedio es de 27°C , la precipitación promedio anual es de 1256.4mm/año y el porcentaje promedio de humedad relativa es de 75%.

5.3 Diseño del experimento

El ensayo se estableció en un diseño completamente aleatorio, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. El área de cada parcela (unidad experimental) fue de 3 camellones de 20 m de largo por 1.2 m de ancho, para un área de 74.4m^2 ; el área del tratamiento fue de 297.6 m^2 y el área de la repetición fue de 223.2m^2 para un área total de 892.8m^2 . Cada unidad experimental estaba separada por 1.24 m, el área útil de cada parcela fue de 63.9m^2 . Los tratamientos evaluados consistieron en: 1. Cascarilla de arroz, con un espesor de 10 cm; 2. Roca volcánica, con un espesor de 6 cm; y 3. Plástico gris –humo.

5.4 Establecimiento del ensayo

5.4.1 Semillero Se sembró tomate variedad Gem pride, la siembra se realizó 29 de julio del 2006, semillero, se hizo en bandejas de polietileno, se usaron 28 bandeja 105 celdas. Se sembró 1 semilla por celda para un total de 2,940 plantas, se uso peamos,

cascarilla de arroz carbonizada en una proporción 1:1. Tres días después de la siembra se trasladaron las bandejas al invernadero. Se aplicó fertilizante N – P – K, fórmula 20:20:20 a los 8, 15 y 23 días después de la siembra se aplicó funguicida propamocar (previcur) con dosis de 16cc en 8 litro de agua en una bomba de presión con el fin de disminuir el ataque del mal del talluelo. Las plántulas fueron regadas tres veces al día.

5.4.2 Trasplante Se preparó el suelo para el trasplante con un pase de arado y dos de grada. Se hicieron camellones de 20m de largo y 0.7 m de ancho y 0.3m de alto las cuales se realizaron con un mureador. Los diferentes tipos de acolchado se colocaron de la siguiente manera. –Cascarilla de arroz y roca volcánica; colocando un marco de madera con dimensiones de 4 metros de largo, 1.2 metros de ancho y 01 metros de alto en la superficie del camellón, saturando el volumen del marco de madera con los sustratos respectivos de estos tratamientos, garantizando una superficie uniforme. Este proceso se repitió hasta completar la longitud de los camellones o camas altas. Acolchado plástico; el plástico de los camellones se utiliza un rollo de 1000 metros lineales y 1.2 metros de ancho se introdujo un tubo de acero en la bobina de plástico para ser extendido en cada uno de los camellones, el plástico se afianza al inicio de los camellones colocándoles tierra posteriormente se coloca el plástico cubriendo el camellón donde cada 10 a 15 metros se tensa el plástico para colocarle tierra en las orillas quedando completamente forrado la cama (camellones) esta labor se realiza con azadones y de forma manual.

La fertilización se realizó incorporando al suelo 500 Kg./Ha de lombriabono, 500 Kg./Ha de Bocaschi y 1.344 litros/Ha de estiércol fresco diluido en agua en una proporción de 1:1 antes de colocar el acolchado en cada camellón. El trasplante se realizó a los 30 días después de la siembra. Se aplicó mezclando funguicida sulfato de cobre (Phyton) a razón de 16 cc/8 litros de agua y fertilizante foliar enraizador y protector sistémico anhídrido fosfórico a razón de 170 cc en 8 litros de agua, asperjándolos con una bomba de presión al momento de la siembra. Se fertilizó con nitrato de amonio 34:0:0, nitrato fosfoamónico 12:60:10 y nitrato de potasio 13:0:46 diario con el riego. La distancia de siembra fue de 35 cm. Entre planta y 1.24 cm. Entre camellones.

5.4 Manejo fitosanitario

Todas las parcelas recibieron el mismo tratamiento, el cual se realizó de acuerdo surgían las diferentes plagas y enfermedades en el cultivo y se aplicó *Trichoderma*, ácido piroleñoso 112L/ha, sulfacalcio; 448L/ha; caldo bórdeles 112 lt, oxiclورو de cobre 448 gr/ha; ditiocarbamato 672 gr/ha, cymoxanil 672gr/ha, sulfato de cobre 448L/ha, para la regulación de enfermedades también se aplicó nim, chile, madero negro 1lb, cloronicotinilo inidadospid 13 gr, tiametoxam 13 gr, VPN a razón de 353 LE/ha, thiadoprid y betacybluctrina .0336L/ha, para el control de mosca blanca, aphidos y Spodopteras. Todas las aplicaciones se realizaron a razón de 20 litros de agua por dosis y se aplicó con una bomba de presión.

5.5 Variables a evaluar

Para determinar la fenología del cultivo se revisaron 5 plantas fijas (marcadas y previamente seleccionadas al azar) cada 8 días. Las variables a medir fueron altura de la planta, número de hojas, ramas, diámetro del tallo. Se realizaron además muestreos destructivos cada 12 días y consistieron en arrancar 4 plantas por parcela para un total de 12 plantas por tratamiento y las variables evaluadas fueron peso fresco de raíces, hojas, ramas, tallos y flores la cual se realizó en una balanza analítica, luego se procedió a introducir las muestras al horno por un periodo de 12 horas a 80°C y se evaluó el peso seco de cada muestra.

Se determinaron las fases fenológicas y la duración de cada fase. Se midió el número de frutos por planta, longitud y diámetro del fruto y se evaluó el color del fruto..

Los datos se copiaron en una hoja de EXEL y fueron analizados en el paquete estadístico SPSS, versión 11. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias cuando los valores fueron significativos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Caracterización del crecimiento y desarrollo fenológico del cultivo de tomate en diferentes tipos de acolchado plástico.

Se observa en la Gráfica 1, que la altura de la planta en los primeros 15 días después del trasplante es similar en todos los tratamientos, pero a partir de los 21 DDS se observa una diferencia de 4 a 5 cm, siendo el tratamiento roca volcánica el que alcanza la mayor altura con 29 cm. Esta diferencia se continúa marcando hasta el final del ciclo del cultivo.

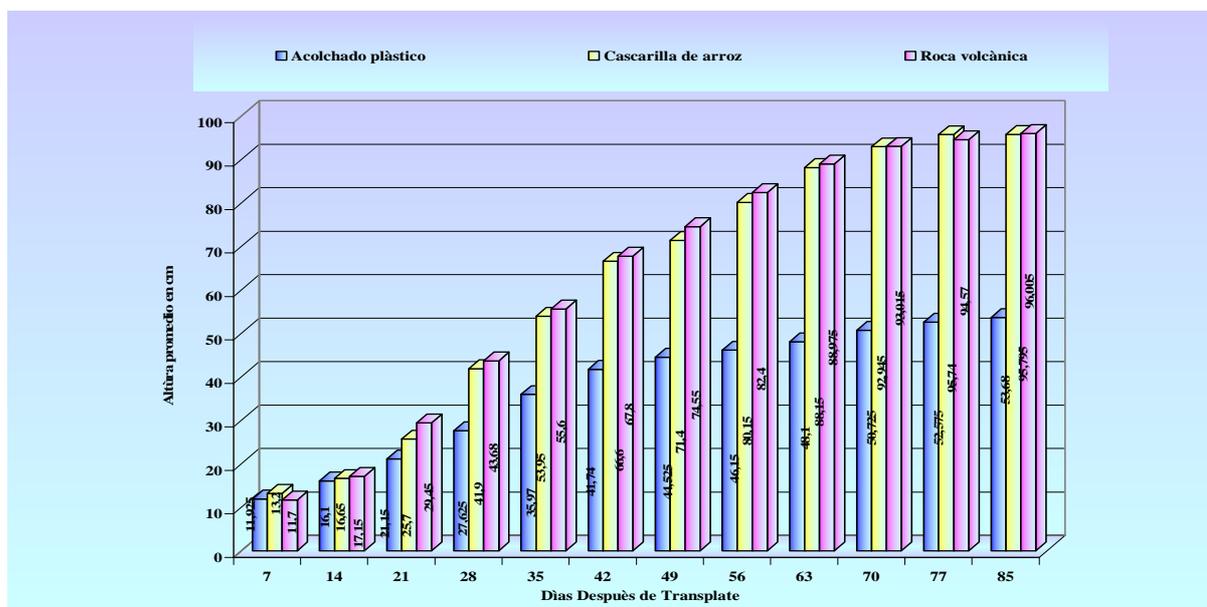


Gráfico1. Altura promedio de las plantas en el cultivo de tomate, variedad Gem Pride con diferentes tipos de acolchado, sembrado en el CNRA, durante el año 2006.

El tratamiento con acolchado plástico obtuvo una altura de 52 cm, cascarilla de arroz 93cm y roca volcánica fue de 94cm, lo que representa una diferencia de 42cm, diferencia estadísticamente significativa (95%), al realizar la prueba de Tukey se observa una diferencia estadística significativa ($p= 0.00$) entre los tratamientos acolchado plástico comparado con la roca volcánica y la cascarilla de arroz, mientras que, entre la cascarilla de arroz y roca volcánica no hay diferencia

significativa($p=0.962$). Moncada, 2001 reporta una altura de 1.6 m para variedades de tomate con crecimiento semi-indeterminado. Esto nos indica que esta variedad Gem Pride en los tres tratamientos evaluados, está por debajo de su potencial de crecimiento (Moncada 2001). Por otro lado, según Rodríguez 2002, el rango de temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate, usando acolchado plástico están entre 18.5° y 26°C, y en este estudio se registró una temperatura promedio de 26° a 29°C. También se reporta un efecto en el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate por factores como luz y temperatura (Páez, *et al.* 2000).

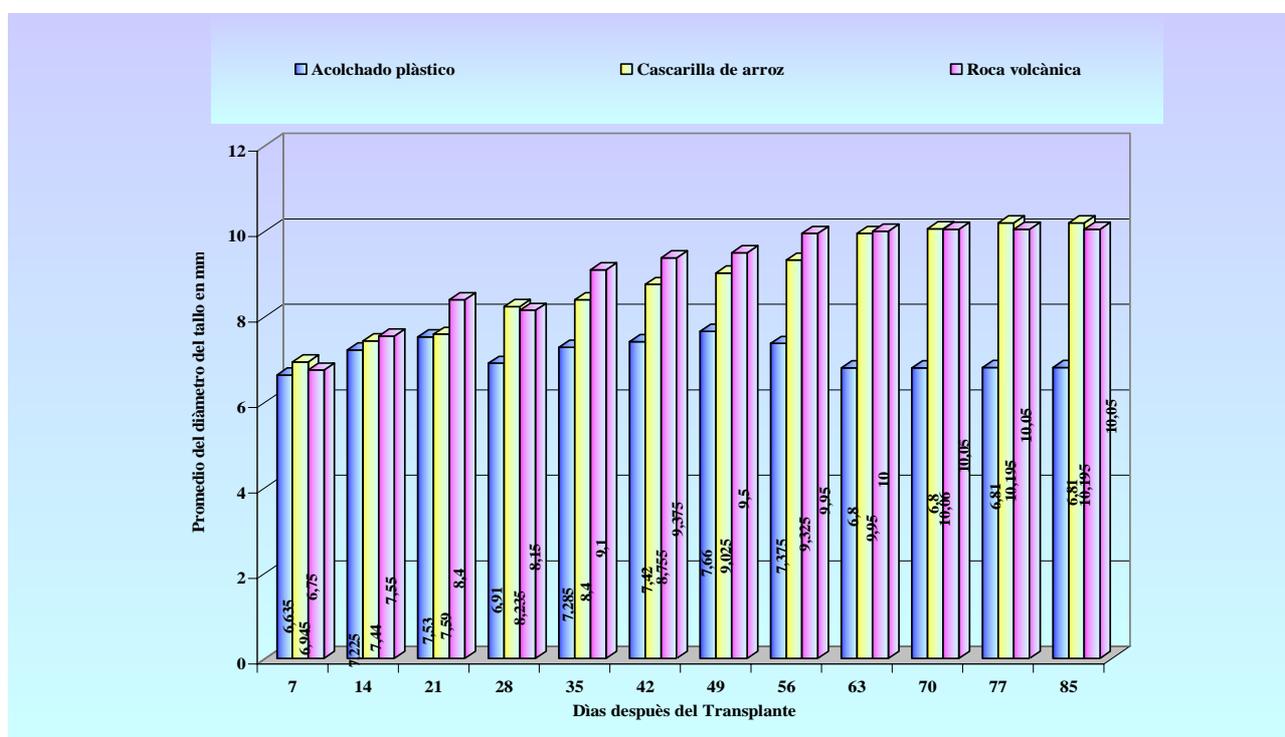


Gráfico 2. Promedio del diámetro del tallo (mm) del cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado, variedad Gem Pride, sembrado en el CNRA, durante el año 2006.

Además se presentó un estrés hídrico en las plantas, lo que provocó una pobre absorción de nutrientes debido a una mayor temperatura alrededor del sistema radicular de la planta (36°C). Las plantas de los tratamientos cascarilla de arroz y roca volcánica presentaron una buena capacidad de absorción de agua en relación con el plástico gris – humo, por tanto el diferencial hídrico entre los diferentes acolchados facilitó que el

suelo se saturara de agua llenando los espacios de vacíos por lo que hubo escasez de oxígeno, lo que le impidió a las plantas realizar su transporte de nutrientes necesarios para el crecimiento (Rodríguez 2002). Por ello las diferencias de altura en las plantas con acolchado plástico y roca volcánica y cascarilla de arroz.

Con respecto al diámetro del tallo se observa, en la Gráfica 2, que las plantas del tratamiento acolchado plástico mostraron un menor diámetro, a partir de los 28 DDT con 7mm; mientras que, las plantas de los tratamientos cascarilla de arroz y roca volcánica, alcanzaron un diámetro mayor con 8 mm, con algunas pequeñas diferencias entre las plantas de estos tratamientos de 1mm. Se observa que al final del ciclo el diámetro de las plantas de ambos tratamientos fueron iguales con 10.1 y 9.9mm, respectivamente, no así el tratamiento con acolchado plástico que alcanzó un diámetro de 6.2 mm, mostrando una diferencia de 3.8 mm en el diámetro de las plantas.

Las plantas lograron tener mayor grosor en el tratamiento roca volcánica, debido a que las características físicas de la roca, según Haizzu 2001, no es compacta, ni pesada, lo que permite que el suelo sea suelto y por lo tanto hay mejores posibilidades para el desarrollo del vástago del tallo para la planta, así como una mayor aireación, lo que facilita el transporte de nutrientes para su desarrollo. Cabe señalar que en el tratamiento con acolchado plástico, se produjo un 15% de mortalidad de las plantas, murieron las plantas que se estaban evaluando, por lo que la disminución del diámetro del tallo que se observa a lo 63 días se debe a un cambio en la planta evaluada.

Al realizar el análisis de la varianza entre las medias de los tratamientos, nos muestran diferencias entre los tratamientos ($p= 0.00$) para la variable diámetro del tallo, al hacer la prueba de medias de Tukey demostró que existen diferencia significativa al comparar todos los tratamientos a un 95%, de confianza $p=0.00$ (ver anexo Tabla 4).

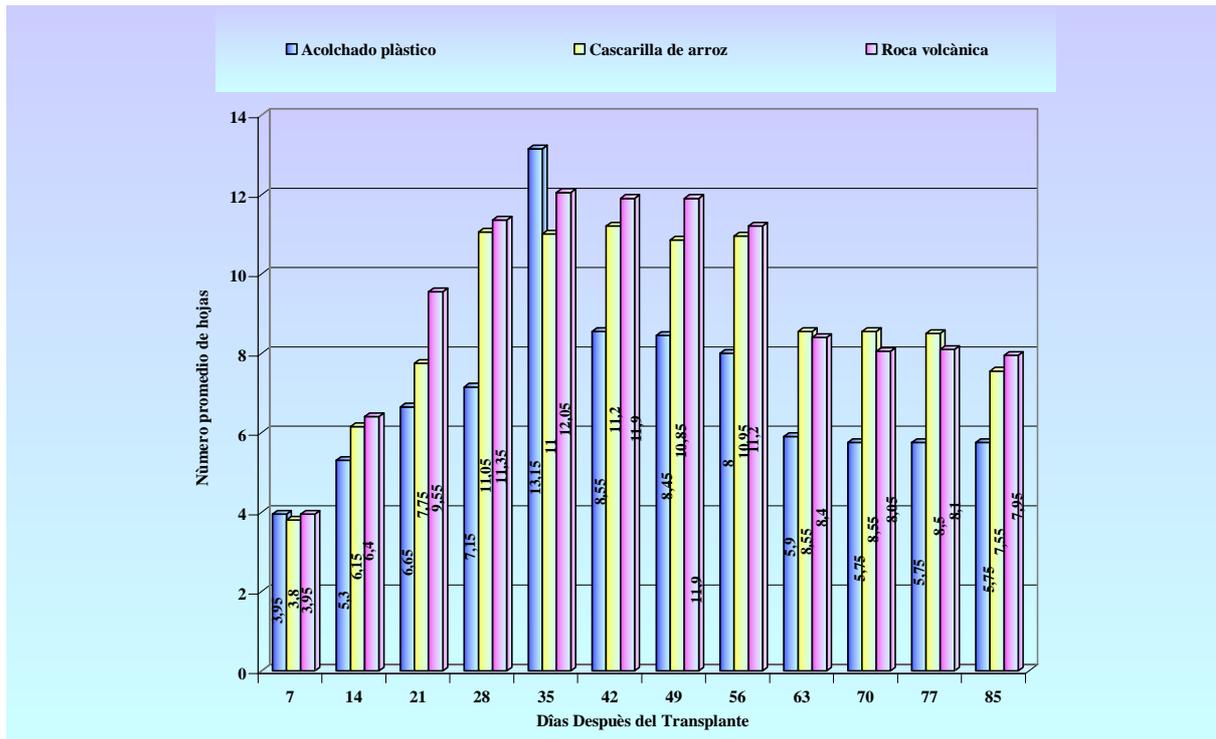


Gráfico 3. Promedio del número de hojas en el cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado, variedad Gem Pride, sembrado en el CNRA, durante el año 2006.

Las respuestas de las plantas en cuanto al número de hojas, en los tres tipos de acolchados fueron diferentes, como se muestra en la Gráfica 3, se muestra que el tratamiento acolchado plástico presentó la menor producción de hojas. Sin embargo, se observa que en los primeros 35 DDT las plantas en todos los tratamientos incrementaron la producción de hojas, de 4 hojas a 11hojas en los tratamientos cascarilla y roca y a 7 hojas en el tratamiento plástico. Este período corresponde a la etapa fenológica vegetativa. La mayor producción de hojas se da entre los 28 y 56 ddt durante la etapa de floración con un promedio entre 8 a 11 hojas por planta. Según Rodríguez 2002, la actividad fotosintética y el crecimiento están estrechamente

relacionados, por lo que a mayor número de hojas, mayor tasa de fotosíntesis, por otro lado, la tasa de fotosíntesis está determinada, entre otras factores, por las necesidades de las plantas, por lo que el número de hojas aumentó en todos los tratamientos en la

etapa de floración y luego disminuye en la etapa de fructificación, a 8-9 hojas por planta en los tratamientos cascarilla de arroz y roca volcánica, mientras que 5 hojas por planta en el tratamiento con acolchado plástico. Esta disminución se explica debido a que la planta ya no requiere más hojas pues las demandas de la planta disminuyen, ya que tienen almacenados los Carbohidratos, producto de la fotosíntesis, en los frutos recién formados (Nuez 1999) y por otro lado, cabe destacar que en este período, se observó la presencia de la enfermedad tizón tardío, producida por el hongo *Phytophthora infestis* y el tizón temprano cuyo agente etiológico es *Alternaria solanis*, lo que también contribuyó a la pérdida de hojas en las plantas.

Al realizar el análisis estadístico se muestran diferencias significativas al comparar el tratamiento plástico con la roca volcánica ($p= 0.033$) y no existen diferencias significativas al comparar la cascarilla de arroz con la roca volcánica ($p=0.708$) y $p=0.189$ al comparar la cascarilla con el plástico.

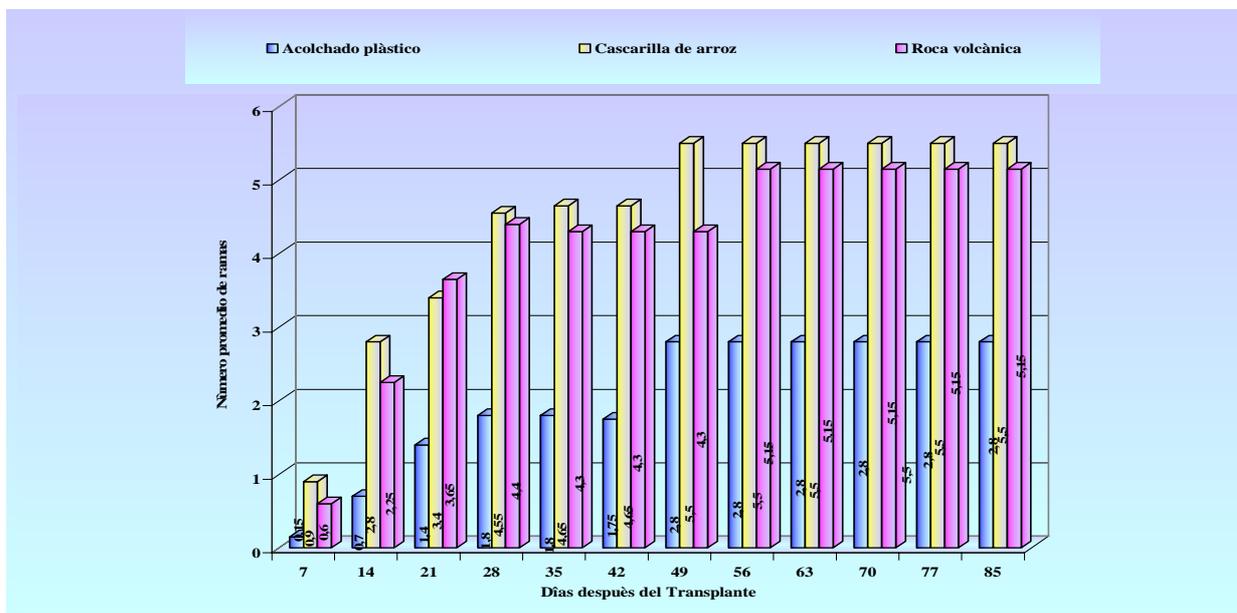


Gráfico 4. Promedio del número de ramas en el cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado, variedad Gem Pride, sembrado en el CNRA, durante el año 2006.

La respuesta en las plantas en los tratamientos con respecto al número de ramas fueron diferentes, como se muestra en la Gráfica 4, el tratamiento cascarilla de arroz

presentó desde el inicio 0.9 ramas por planta a los 7 ddt aumentando rápidamente en la etapa vegetativa a 4.5 ramas por planta y de 5.5 ramas por planta en las etapa de fructificación. Por otro lado, estas plantas presentaron mayor número de ramas, pero como se observa en la Gráfica 3 tuvieron menos (7.55) hojas por planta que los otros tratamientos. Las plantas del tratamiento roca volcánica obtuvieron menos ramas (5.15), pero más hojas por planta (7.95) que el tratamiento anterior. Además, en las plantas con el tratamiento acolchado plástico se obtiene el menor número de ramas con 2.8 ramas por planta y 5.75 hojas por planta.

Al realizar el análisis estadístico se muestran diferencias significativas al nivel del 95% y la prueba de comparación múltiple de Tukey demuestra que hay diferencia significativa entre el plástico y la cáscarilla con $p=0.002$ y entre el plástico con la roca volcánica con un valor de $p= .004$, los tratamiento cascarilla y roca volcánica son iguales entres sí, por lo que no hay diferencias estadísticas entre ellos ($p=.994$).

Según Ruiz 2002, menciona que en variedades de tipo semi-indeterminado, como la variedad en estudio, los promedios del número de ramas están en dependencia del tamaño alcanzado y la cantidad de energía asimilada por la planta para la producción vegetal. Esto coincide con lo encontrado en esta investigación, donde las plantas con el tratamiento acolchado plástico presentaron la menor altura. Por otro lado, el crecimiento de una planta tiene relación con el desarrollo del sistema radicular y con la adquisición de nutrientes presentes en el suelo. Con respecto a este último en el tratamiento con acolchado plástico fue notoria la ausencia de malezas, que compiten por estos nutrientes, por lo que la disminución de las variables altura, número de hojas y ramas no puede ser explicada por efecto de la competencia, sino a consecuencia de las condiciones generadas por el plástico

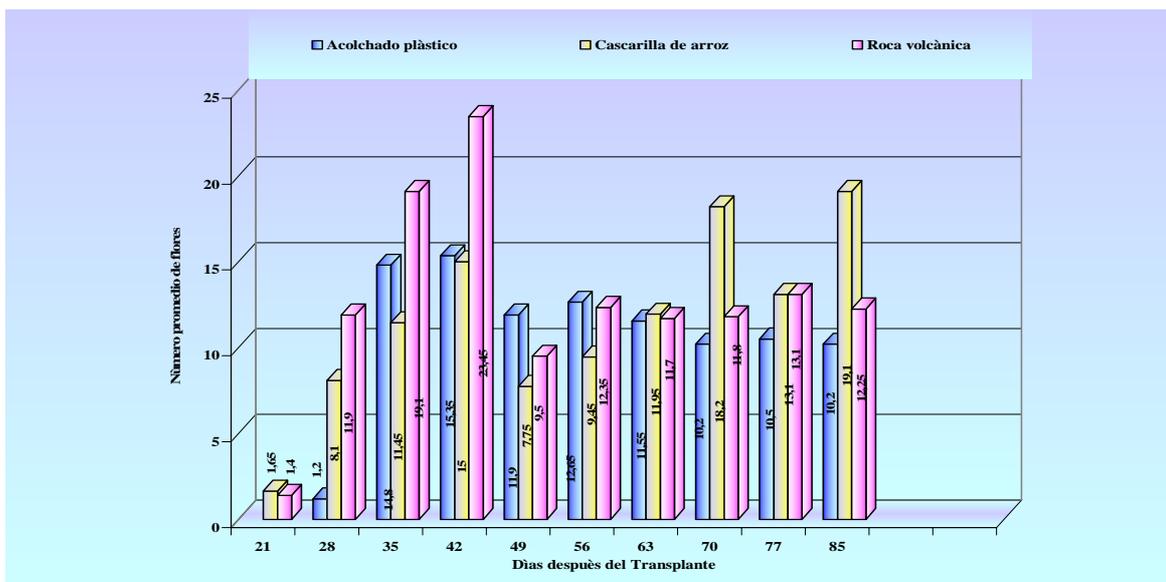


Gráfico 5. Promedio de flores en el cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado Variedad Gem Pride, sembrado en el CNRA, durante el año 2006.

La floración inicia a los 21 ddt en los tratamientos roca volcánica y cascarilla de arroz y hasta los 28 ddt en el tratamiento acolchado, esto se explica debido al pobre desarrollo de la planta, puesto que los rangos de tolerancia a las condiciones ambientales y recursos disponibles son más estrechos para la reproducción que para el crecimiento y sobrevivencia de las plantas (Odum, 1975). Además una planta no florece cuando no dispone de los nutrientes necesarios para ello, puesto que en términos energéticos esta actividad demanda de mucha energía, la cual es obtenida a través de la fotosíntesis y de la adquisición de nutrientes a través del sistema radicular. Y como ya se mencionó el tratamiento acolchado plástico presentó el menor desarrollo y en particular el menor número de hojas.

Por otro lado, el resultado del número de flores en comparación con otros estudios es bajo y estos demuestran que el bajo rendimiento floral en cierto modo indica además un estrés por temperaturas que influyen negativamente en la tasa fotosintética e incrementan la foto respiración provocando un mayor gasto de energía de mantenimiento en acumulación de materia lo que debería ser utilizada en la producción floral (CIDAPA, 2004).

En relación con el número de flores se observa un pico de producción de hasta 23.45 flores por planta en el tratamiento roca volcánica a los 42 ddt, después de la cual la producción se mantiene alrededor de 12 flores por planta. En cambio en el tratamiento cascarilla de arroz se observaron dos picos de producción de flores, el primero a los 70 ddt y el segundo a los 85 días. Sin embargo, el número de flores fue de 18.2 y 19.1 flores por planta, respectivamente y el resto de los días presentó una producción de 10.56 flores por planta. Mientras que en el tratamiento acolchado plástico la mayor producción se da a los 35 días y a los 42 ddt con 14.8 y 15.35 flores con plantas, respectivamente, manteniendo un promedio de 11.16 flores por planta.

Al realizar el anova y la prueba de Tukey con el número acumulado de flores por tratamiento no existe diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3), Esto podría ser explicado por el alto porcentaje de aborto floral del 90%, lo que se explica por las condiciones y recursos disponibles para la planta en cada tratamiento, como se explicó anteriormente.

Para una plantación hortícola principalmente en tomate, según Rubio, 2004, las respuestas florales están estrechamente relacionadas con las respuestas frutales, puesto que un bajo rendimiento floral producirá un menor número de frutos. Al comparar el Gráfico 5 y 6 se demuestra el aborto floral que tuvieron las plantas, lograr convertir a frutos solo un promedio de 3.5 frutos por planta.

Fue notorio que después de 8 días del inicio de floración comenzó la fructificación, observándose que a los 28 ddt las plantas del tratamiento roca volcánica presentaron 0.55frutos/planta, y el tratamiento cascarilla 0.2 frutos/planta, y a los 42ddt la producción se había incrementado a 1.85frutos/planta en el tratamiento roca volcánica, pero en las plantas del tratamiento cascarilla no hubo ningún incremento, de igual manera se comporto el tratamiento con acolchado plástico con 0.3frutos/planta.

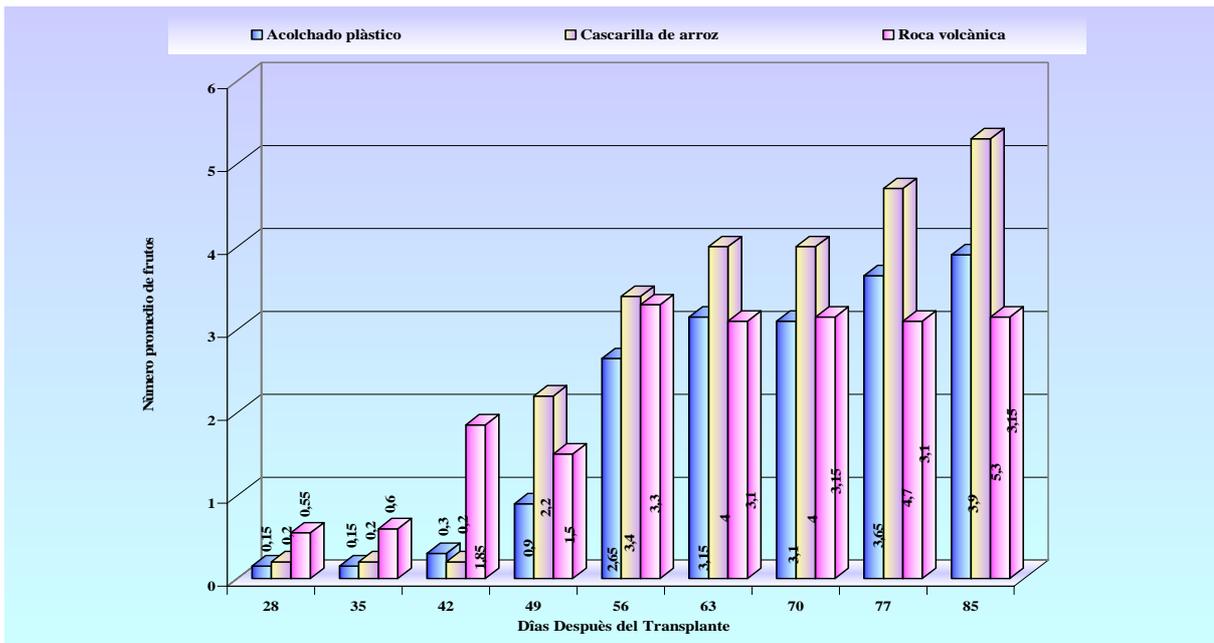


Gráfico 6. Promedio de frutos en el cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado variedad Gem Pride, sembrado en el CNRA, durante el año 2006.

A partir de los 49 ddt se observó un incremento en la producción de frutos para el tratamiento cascarilla de arroz de hasta 2.2 frutos/planta, mientras que la producción de frutos en las plantas del tratamiento roca volcánica fue de 1.5 frutos/planta, manteniendo siempre a partir de esta fecha una menor producción de frutos con respecto al tratamiento cascarilla de arroz y al final del ciclo también con el tratamiento acolchado plástico. La diferencia entre la producción de frutos a los 85 ddt fue notoria, pues el tratamiento cascarilla de arroz produjo 5.3 frutos /planta y el tratamiento roca volcánica fue de 3.15, con una diferencia entre ellos de 2.15 frutos/planta y con respecto a las plantas del tratamiento acolchado plástico que obtuvo 3.9 frutos/planta, la diferencia fue de 1.4 frutos/planta.

Al realizar el análisis estadístico mostró diferencias estadísticas significativas, por lo que se aplicó la prueba de Tukey lo que demuestra que existe diferencia significativa entre la cascarilla de arroz y la roca volcánica ($p = .001$) y al comparar el plástico con la cascarilla de arroz y la roca volcánica no existen diferencias significativas en un grado de confianza del 95%.

Tabla 1. Etapas fenológicas del cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado variedad Gem Pride, sembrado en el CNRA, durante el año 2006.

Tratamiento	Vegetativo	Plena Floración	Fructificación	Madurez fisiológica
Acolchado plástico	1-34	34-62	55-76	76-mas
Cascarilla de arroz	1-27	28-62	55-76	76-mas
Roca volcánica	1-27	28-62	55-76	76-mas

Como se muestra en la Tabla 1 las etapas de desarrollo del cultivo fueron también afectadas por los tratamientos, en particular la etapa vegetativa, la cual mostró una diferencia de 7 días entre los tratamientos acolchado plástico y cascarilla de arroz y roca volcánica; también se observó que las plantas de los tratamientos cascarilla de arroz y roca volcánica iniciaron la floración 6 días antes; sin embargo, todos los tratamientos finalizaron la producción de flores a los 62 DDT e iniciaron la fructificación a los 55 días, no mostrando diferencias entre ellos.

Alvarado y Castillo 1999, señalan que la temperatura tiene un efecto directo en el número necesario para alcanzar las diferentes etapas de desarrollo. El acolchado por otro lado, aumenta la temperatura inmediata a la planta; sin embargo, en el estudio se observó un efecto contrario, lo que nos indica que fue otro el factor responsable del alargamiento del ciclo en el tratamiento acolchado.

6.2 Biomasa de las plantas en cada tratamiento de acolchado usado en el cultivo de tomate.

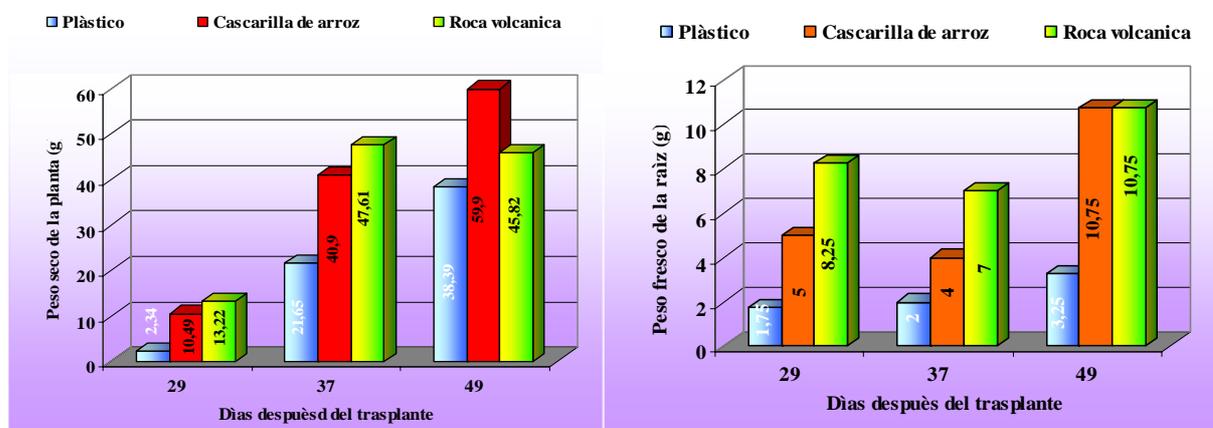


Gráfico 7. Biomasa radicular expresada como peso seco (a) y peso fresco (b) en el cultivo de tomate, variedad Gem Pride, con diferentes tipos de acolchado, sembrado en el CNRA, durante el año 2006.

La cantidad de materia seca producida por una planta es un indicador de su capacidad de utilización de los recursos disponibles para su crecimiento vegetal. Se observa en la gráfica 7 que la biomasa radicular, expresada como peso seco en gr, fue mayor en las plantas sometidas al sustrato cascarilla de arroz con 4.12 gr y le sigue roca volcánica con 3.59 gr, con un incremento de 1.92 y 1.39 gr de diferencia respectivamente, al compararlo con el peso radicular de las plantas del tratamiento cascarilla de arroz.

Así se puede notar que la misma respuesta obtenida con la biomasa de la raíz se obtuvo con la biomasa del tallo, esto pone en evidencia que las plantas del acolchado cascarilla de arroz fueron capaces de asimilar los nutrientes disponibles en el suelo y no hubo mayor competencia por los requerimientos para el desarrollo de la biomasa vegetal. Al analizar los datos con ANOVA muestran que no hay diferencias significativa entre los tratamientos con un grado de confianza del 95% (ver anexo 4 y 5).

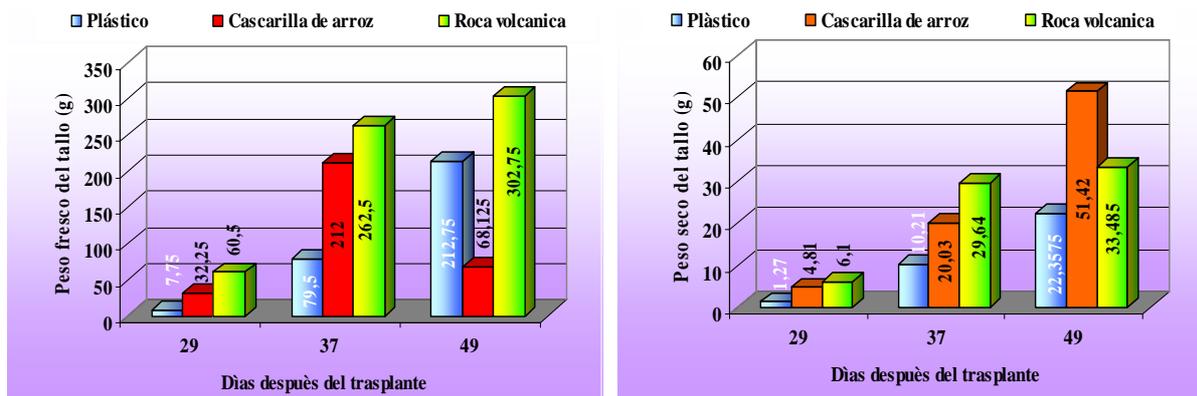


Gráfico 8. Peso seco y fresco del tallo en el cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado.

La respuesta de las plantas con respecto a la biomasa expresada como peso seco del tallo, muestra que este fue aumentando de acuerdo al desarrollo del cultivo, también se observa una relación entre el peso fresco y seco, a los 29, 37 y 49 DDT mostrada en la Gráfica 8. Se observó que las plantas en el tratamiento de acolchado plástico mostraron un menor peso tanto fresco como seco, mientras que las plantas de los tratamientos roca volcánica y cascarilla de arroz presentaron un peso fresco mayor, lo que indica un mayor contenido de agua en la planta, esto puede explicarse debido a diferencias en el contenido de agua en el suelo por efecto de los tratamientos y en consecuencia una mayor acumulación de agua en los tallos de los tratamientos roca volcánica y cascarilla de arroz, con respecto al plástico, como mencionamos anteriormente las plantas de este tratamiento presentaron estrés hídrico por efecto de las altas temperaturas del suelo (36°C) tal como lo señala (Álvarez, 2008).

Por otro lado, si las temperaturas del suelo en los otros tratamientos fue menor (32°C), podríamos inferir que hay mayor disponibilidad de agua, la cual penetró en los tallos y por ello se observa mayores pesos frescos en ambos tratamientos. Según Nuez, F, 1999 el tallo del tomate se elonga y desarrolla más tejidos parenquimatosos y de agua cuando las temperaturas son de 30°C, para confirmar este efecto es necesario continuar investigaciones del efecto de la temperatura e iluminación en el crecimiento y desarrollo del cultivo en estas condiciones.

Además, también se observó un mayor peso seco del tallo en los tratamientos roca volcánica y cascarilla de arroz lo que indica más biomasa vegetal y por tanto un mejor desarrollo de la planta en estos tratamientos.

La planta de tomate tiene la máxima producción de hojas en el período vegetativo, luego de la cual disminuye, tal como se observa en la Gráfica 3. La cantidad de hojas producida por las plantas bajo los diferentes tipos de acolchado muestra un incremento del peso fresco y seco hasta los 46 ddt, luego disminuye en la etapa de floración como era lo esperado. Sin embargo, el efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plantas sigue la misma tendencia, presentando menos hojas y por tanto menos peso fresco y seco las plantas del tratamiento acolchado plástico.

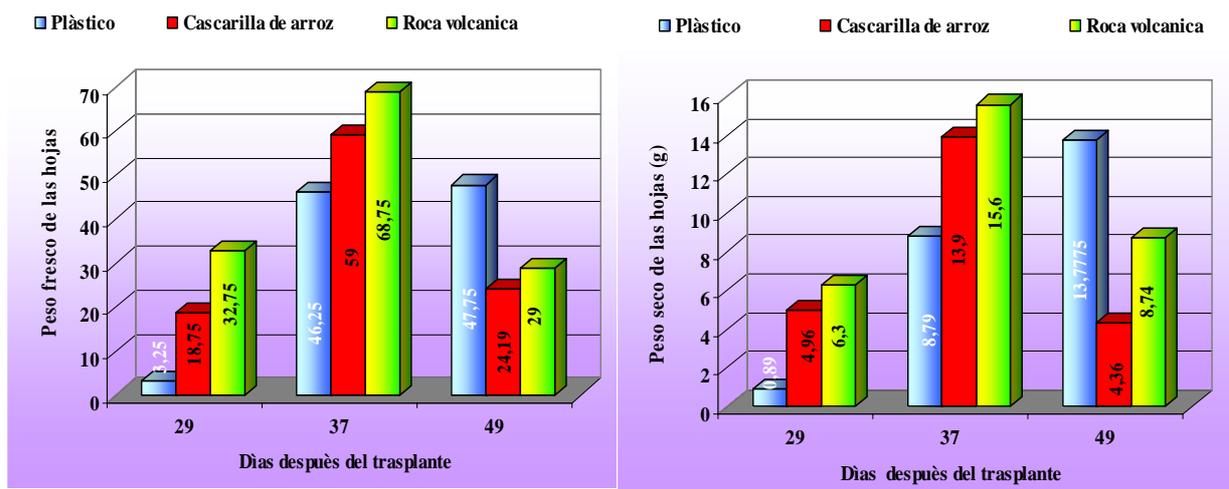


Gráfico 9. Peso seco y fresco de las hojas en el cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado.

Cabe destacar que todas las plantas de los tres tratamientos fueron atacadas por un hongo, siendo menos en el tratamiento de acolchado plástico, ya que el plástico impide que el agua de lluvia salpique las hojas de la parte inferior y disminuye la transmisión del patógeno.

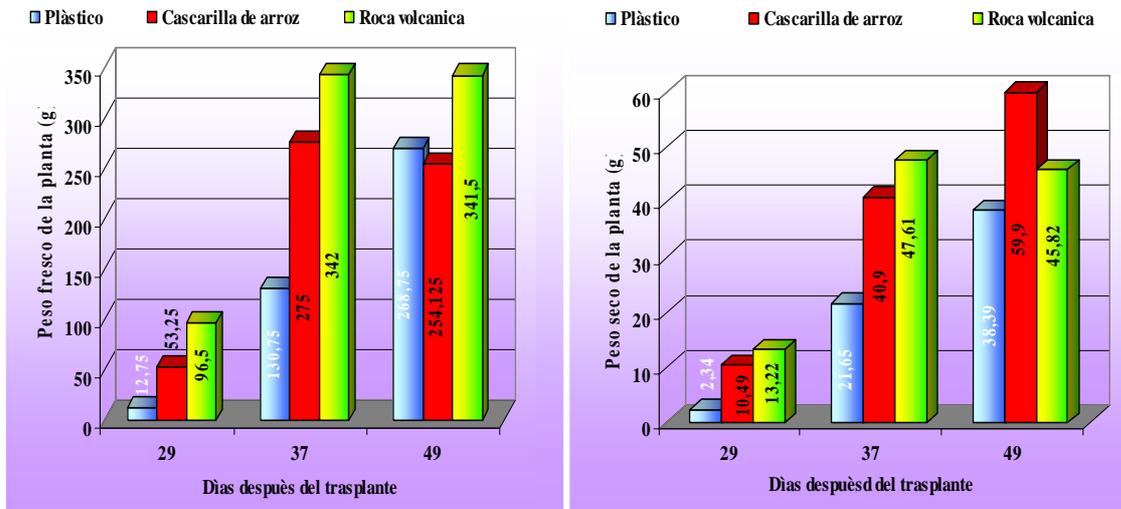


Grafico 10. Peso seco y fresco de la planta completa en el cultivo de tomate con diferentes tipos de acolchado.

También se nota una disminución del peso fresco y seco de las plantas de todos los tratamientos a los 56 DDT, pero es notorio que en esta fecha las plantas del tratamiento acolchado plástico presentaron un mayor peso, esto se explica debido al daño (necrosis) producido por el hongo en las hojas de las plantas de los otros tratamientos. El análisis de varianza muestran que no hay diferencia significativa ($p=.761$) entre las técnicas de acolchados utilizadas.

Los resultados de análisis de varianza para el peso de materia seca muestran que no existe diferencia significativa ($p=.134$) en las plantas de los tratamiento utilizados (Tabla 4 y 5). Pero se observa una diferencia numérica que determina un mayor peso fresco y seco en las plantas de cascarilla de arroz y roca volcánica, por lo tanto se manifiesta nuevamente el efecto negativo del acolchado plástico en el desarrollo de las plantas ya que tenían poco follaje y altura.

6.3. Efecto de las diferentes técnicas de acolchado en la calidad del fruto de tomate.

Como se muestra en la Tabla 2 el porcentaje de maduración del fruto fue mayor en el tratamiento de roca volcánica y cascarilla de arroz con 66.75 y 66.5% mostrando una coloración roja, mientras que los frutos del tratamiento acolchado plástico el porcentaje de color rojo fue menor en un 17%. Estas observaciones se tomaron a los 83 ddt cuando la planta estaba en la etapa de madurez fisiológica. Estos datos nos indican que los frutos no desarrollaron una coloración roja intensa, sino que presentaron un color amarillo, Fernández, 2006 señala que las temperaturas superiores a 32°C e inferiores a 15° C producen coloraciones amarillas, anaranjadas y rojo poco intenso, lo que podría ser el causante de la coloración del tomate, sin embargo, si podemos señalar que el acolchado plástico incrementa la temperatura del suelo y por ende la superficie cercana a la planta, siendo este tratamiento el que mostró los frutos más amarillos.

Tabla 2. Madurez del fruto de acuerdo a su coloración expresada en porcentaje en cada tratamiento. Campus Agropecuario. 2006.

Tratamientos	Nº de frutos	%Moteado amarillo	%Rojo
Acolchado plástico	20	50.25	49.75
Cascarilla de arroz	20	33.5	66.5
Roca volcánica	20	33.25	66.75

Cabe destacar, sin embargo, que para efectos de la comercialización del tomate, se deben cosechar en la etapa de madurez fisiológica, en el momento oportuno, cuando tengo una coloración entre rojiza y naranja puesto que si se cosechan antes no alcanzarán una calidad aceptable y por otro lado el tomate cortado continúa el proceso de maduración durante la etapa de comercialización hasta su destino final, el consumidor (Zambrano, et al, 1995).

Tabla 3. Longitud y diámetro del fruto de tomate en las plantas de cada tratamiento. Campus Agropecuario. 2006.

Tratamientos	N° de frutos	Longitud	Diámetro
Acolchado plástico	20	36.95	39.65
Cascarilla de arroz	20	42.75	44.2
Roca volcánica	20	37.9	39

La Tabla 3 muestra el tamaño del fruto del tomate, se observa que las plantas del tratamiento cascarilla de arroz obtuvieron una longitud de 42.75 y 44.2 mm de diámetro, siendo los frutos más grandes, que en los otros tratamientos. El tamaño del fruto tiene más que todo un valor comercial y por tanto depende del gusto del consumidor la elección del tamaño, por lo que el tamaño del fruto alcanzado en los tratamientos es relativamente pequeño pero es adecuado para el consumo nacional.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó este estudio se concluye que:

- El crecimiento y desarrollo del cultivo fue afectado en el tratamiento con acolchado plástico, mostrando una reducción de 42 cm de altura, 3.8 mm de diámetro del tallo, así como 4 hojas y 3.3 ramas por planta menos que en los tratamientos cascarilla de arroz y roca volcánica..
- Se presentaron diferencias en la duración de la etapa de desarrollo vegetativo, floración y fructificación del cultivo en el tratamiento de colchado plástico, debido a condiciones no adecuadas como la temperatura en el ambiente inmediato a la planta, con una diferencia de 7 días en ambas.
- El porcentaje de maduración del fruto con coloración roja fue mayor (66%) en los tratamientos cascarilla de arroz y roca volcánica y con las mejores dimensiones de frutos con 42.75 y 44.2 mm de longitud y diámetro..

VIII. RECOMENDACIONES

- No utilizar plástico bicapa gris humo para el cultivo de tomate en estas condiciones climáticas, ya que incrementa la temperatura y afecta el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Evaluar estos tipos de acolchado bajo condiciones secas durante el verano.
- Utilizar acolchados alternativos propios de las zonas de producción.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, P. Y CASTILLO, H. 1999. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno. (En línea).Universidad de Chile. Consultado 10 febrero de 2009. Disponible en http://www.mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/pa/ciencias_agronómicas/a2002101895807publiacolchadodesuelo.
2. ALVAREZ, E. 2008. *Monitoreo de las condiciones del suelo del CNRA bajo diferentes tipos de acolchados en dos fases. Trabajo presentado para optar al grado Ingeniero en Agroecología Tropical. León, Nicaragua, Facultad de Ciencias, UNAN-León.*
3. ARGUELLO, H., et al.2001 Guía ilustrada para la identificación de Especies de Gallina Ciega (Pillophaga spp. Y Acromyrmex spp) Promippac, Zamorano, Honduras.
4. ASHBURNER J., y SIMS B. 2001. Metodología y Efectos de Labranza. IICA San José, C R.
5. Avendaña, J.C. 2005. Cultivos hortícolas. IICA.
6. AZKUE, M. 2000. La fenología como herramienta en la agroclimatología (en línea). Venezuela. CENIAP. Consultado 18 de junio de 2006. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/monografias/fenología/fenología.htm>.
7. BARQUERO, V. G. 2003. Principios para la producción agrícola en invernaderos. Costa Rica.
8. CALDERÓN, F. 2002. La cascarilla de arroz caolinizada: Una Alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos (en línea). Colombia. Consultado en 20 de julio de 2006. Disponible en <http://www.dr.calderonlabs.com>

9. CIDAPA. *Congreso Iberoamericano para el desarrollo de plásticos en la agricultura, I congreso, 2004, Bogotá. 2004. Preferencia de producción ecológica, Acuña, J.F.*
10. HAIZZU K., 2001. Técnicas de acolchado en el cultivo de tomate, agricultura orgánica del Japón. 18 p.
11. Horowitz N. 1998 Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos. Fundación Argentina- visor distribuciones, impreso en España
12. LAQUISA, 2006. Informe de análisis de suelo del CNRA.
13. LÓPEZ, P. 2004. Guía tecnológica del cultivo de tomate, INTA, Nicaragua.
14. MONCADA L. A. 2002. La producción de tomate bajo control de diferentes condiciones climáticas. Memorias del Primer congreso impartido por FAO. Costa Rica.
15. NUEZ, F. 1999. Cultivo de Tomate: Manejo y Producción. Ed. Mundi prensa.
16. ODUM, E. 1975. Fundamentos de Ecología. Editorial Interamericana. México, DF.
17. PAEZ, A., et al. 2000. Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv Rio Grande en la época mayo-julio. Efecto del sombreado. Revista Facultad de Agronomía (LUZ) 17:173-184 (en línea). Disponible en <http://www.revfacagronluz.org.ve/pdf/marz-abril2000/ra2008pdf>. Consultado 10 febrero 2009.

18. ROBLETO, L. 2005. La agricultura Ecológica Valle 4. Edifarm Internacional Centroamericana, 2da edición. Guatemala, Guatemala.
19. RUBIO, R. 2004. Acolchados alternativos en la producción hortícola.
20. Restrepo J. 1998 La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados
21. RODRIGUEZ, 2002. Fenología de los cultivos tradicionales y hortalizas en Honduras.
22. ROMÁN L. 2002. El tomate en el trópico. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, IICA.
23. VILLARREAL, R. 1982. Tomate. Primera serie de Investigación y Desarrollo. IICA.
24. ZAMBRANO, J; J. MOYEJA Y L. PACHECO. 1995. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. Revista Agronomía Tropical 46(1):61-72 (en línea). Consultado 3 de febrero 2009. Disponible en http://www.ceniap.gov.ve/pdb/RevistasCientíficas/agronomía%20Tropical/at4601/arti/zambrano_j.htm.

X. ANEXOS

Tabla 4 Resultado del análisis de varianza en SPSS para las variables altura, diámetro del tallo y número de hojas

Comparaciones múltiples

Variable dependiente	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
altura	HSD de Tukey	Plástico	Cascarilla de Arroz	-19.20625*	2.82271	.000	-25.8363	-12.5762
			Roca Volcanica	-19.93125*	2.82271	.000	-26.5613	-13.3012
		Cascarilla de Arroz	Plástico	19.20625*	2.82271	.000	12.5762	25.8363
			Roca Volcanica	-.72500	2.72003	.962	-7.1138	5.6638
		Roca Volcanica	Plástico	19.93125*	2.82271	.000	13.3012	26.5613
			Cascarilla de Arroz	.72500	2.72003	.962	-5.6638	7.1138
Dtallo	HSD de Tukey	Plástico	Cascarilla de Arroz	-.77785*	.12485	.000	-1.0711	-.4846
			Roca Volcanica	-1.06827*	.12485	.000	-1.3615	-.7750
		Cascarilla de Arroz	Plástico	.77785*	.12485	.000	.4846	1.0711
			Roca Volcanica	-.29042*	.12030	.042	-.5730	-.0078
		Roca Volcanica	Plástico	1.06827*	.12485	.000	.7750	1.3615
			Cascarilla de Arroz	.29042*	.12030	.042	.0078	.5730
Nhoja	HSD de Tukey	Plástico	Cascarilla de Arroz	-.75192	.43084	.189	-1.7639	.2600
			Roca Volcanica	-1.08109*	.43084	.033	-2.0930	-.0691
		Cascarilla de Arroz	Plástico	.75192	.43084	.189	-.2600	1.7639
			Roca Volcanica	-.32917	.41516	.708	-1.3043	.6460
		Roca Volcanica	Plástico	1.08109*	.43084	.033	.0691	2.0930
			Cascarilla de Arroz	.32917	.41516	.708	-.6460	1.3043

*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Tabla 5 Resultado del análisis de varianza en SPSS para la variable numero de rama

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Nrama

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey plástico	cascarilla	-1,084*	,323	,002	-1,84	-,32
		roca volcanic	-1,057*	,325	,004	-1,82
cascarilla	plastico	1,084*	,323	,002	,32	1,84
		roca volcanic	,028	,277	,994	-,62
roca volcanic	plastico	1,057*	,325	,004	,29	1,82
		cascarilla	-,028	,277	,994	-,68

*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Tabla 6

Multiple Comparisons

Dependent Variab	(I) TRATA	(J) TRATA	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
NFRUTOS	Tukey HSI	1.00 2.00	-.9581	.74263	.402	-2.7105	.7943
		3.00	1.4783	.74751	.120	-.2857	3.2422
	2.00	1.00	.9581	.74263	.402	-.7943	2.7105
		3.00	2.4364*	.64413	.001	.9164	3.9564
	3.00	1.00	-1.4783	.74751	.120	-3.2422	.2857
		2.00	-2.4364*	.64413	.001	-3.9564	-.9164
NFLORES	Tukey HSI	1.00 2.00	-2.0756	1.27994	.238	-5.0896	.9383
		3.00	-.7334	1.29218	.837	-3.7761	2.3094
	2.00	1.00	2.0756	1.27994	.238	-.9383	5.0896
		3.00	1.3423	1.13157	.462	-1.3223	4.0068
	3.00	1.00	.7334	1.29218	.837	-2.3094	3.7761
		2.00	-1.3423	1.13157	.462	-4.0068	1.3223

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Peso de las plastas completas	Between Groups	112734.9	2	56367.444	1.942	.160
	Within Groups	957988.8	33	29029.962		
	Total	1070724	35			
Peso de la raiz	Between Groups	48.389	2	24.194	1.023	.371
	Within Groups	780.583	33	23.654		
	Total	828.972	35			
Peso de las hojas	Between Groups	254.389	2	127.194	.134	.875
	Within Groups	31247.500	33	946.894		
	Total	31501.889	35			
Peso de la parte aerea	Between Groups	108407.1	2	54203.528	1.953	.158
	Within Groups	915713.2	33	27748.884		
	Total	1024120	35			

Tabla 7. Resultado del análisis de varianza en SPSS para las variables peso fresco de las plantas

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Peso de las plastas completas	Between Groups	1952.222	2	976.111	2.135	.134
	Within Groups	15087.839	33	457.207		
	Total	17040.061	35			
Peso de la raiz	Between Groups	4.132	2	2.066	.936	.402
	Within Groups	72.828	33	2.207		
	Total	76.960	35			
Peso de las hojas	Between Groups	25.774	2	12.887	.276	.761
	Within Groups	1540.762	33	46.690		
	Total	1566.536	35			
Peso del tallo	Between Groups	1681.253	2	840.626	2.950	.066
	Within Groups	9403.270	33	284.948		
	Total	11084.522	35			
Peso de la parte aerea	Between Groups	1912.875	2	956.437	2.330	.113
	Within Groups	13543.811	33	410.419		
	Total	15456.686	35			