

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Estimación del Rendimiento y Variables Agronómicas en Tomate Heirloom con
Acolchado Plástico de Colores en Invernadero

Por

ROSARIO CELERINO VÁZQUEZ BENÍTEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Estimación del Rendimiento y Variables Agronómicas en Tomate Heirloom con
Acolchado Plástico de Colores en Invernadero

Por:

ROSARIO CELERINO VÁZQUEZ BENÍTEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

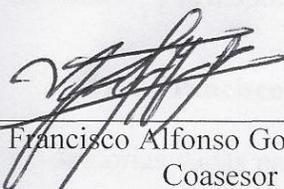
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:

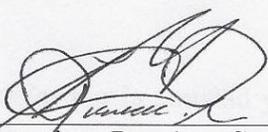


Dr. Valentín Robledo Torres

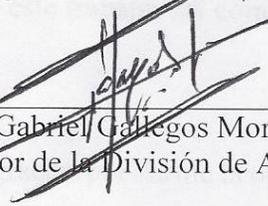
Asesor Principal



MC. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza
Coasesor

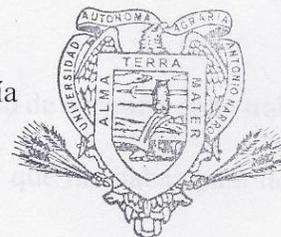


Dra. Francisca Ramírez Godina
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Mayo, 2016



Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Toda la gloria y honra a mi señor Jesucristo, gracias señor por darme la sabiduría he inteligencia necesaria para concluir una de las metas en mi vida, te agradezco señor porque nunca me abandonaste en todo momento y siempre estuviste para escucharme.

UAAAN

A mi “ALMA TERRA MATER” Universidad que me formo profesionalmente y me abrió sus puertas para ampliar mis conocimientos.

A MIS ASESORES

Con gran respeto y admiración al:

Dr. Valentín Robledo Torres, por la confianza que me brindo para realizar este trabajo, el tiempo disponible para ayudarme en las correcciones de este trabajo de tesis y todo el apoyo que me brindo.

Dra. Francisca Ramírez Godina, por la confianza y por no negarse al ser miembro del jurado, y la disponibilidad que me brindo.

MC. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza, gracias por la amistad y confianza, y las asesorías dadas para realizar este trabajo, así como la disponibilidad que siempre me brindaste.

MC. Álvaro García león, gracias por darme la oportunidad de apoyarte en tu trabajo de investigación para el Doctorado, y la confianza y asesorías que me dabas para llevar un buen manejo del cultivo del tomate.

A mis amigos de la generación CXX de la carrera Ingeniero Agrónomo en Producción. Que compartimos muchos momentos en la universidad, Jesús Pérez Valadez (Changoleón), Luz Elena Hernández González, Juan Hernández Montaña(el puerco), Ángel Reyes Macín (Don Ramón), Mauricio Vásquez Aguilar (Puerco Mayor), José Luis López López, Gilberto Abdón, Elmer Del Carmen (El sapo), Bonifacio Quintero Tovar (el Doc.), Iván Bonilla Ortiz, Alfonso Hermilo, Lizbeth Cano Martagón, Diana Marisol Vargas Pérez, Edilvar Giovanni, los gemelos Marco Antonio y Marco Alejandro Guzmán Vásquez y muchos más que me faltaron.

DEDICATORIA

A DIOS

Al todo poderoso por ser mi fuente de sabiduría y ayudarme en todo momento, a ti Señor gracias porque tú has sido siempre mi socorro en momentos de angustia, ya que sin ti nunca hubiera podido lograr una de las metas de mi vida, gracias Señor.

A MIS PADRES

Pedro Benjamín Vázquez Sánchez y Lucila Juana Benítez Tapia, por darme la vida y cuidarme, así como su motivación, les agradezco por haberme apoyado en todo momento ya que sin su apoyo hubiera sido muy difícil terminar con esta meta.

A MI ABUELITA

Carmen Asunción Sánchez Santiago, por haberme cuidado por varios años a mí y a mis hermanos, durante la ausencia de mis Padres, me siento profundamente agradecido por su esfuerzo y trabajo, ya que nunca nos dejó solos, en buenos y malos ratos siempre estuvo al pendiente de nosotros, a ti abuelita gracias.

A MIS HERMANOS

Oscar Omar Vázquez Benítez, Hugo Enoc Vázquez Benítez, Isaac Benjamín Vázquez Benítez (por haber aguantado y acompañado 3 años de carrera), **Marbella Carmen Vázquez Benítez**, por haber estado conmigo en todo momento.

A MIS COMPAÑEROS DE CUARTO

Mario Agustín Benítez Reyes (huela), Antonio Bibiano Santiago Avendaño (la vaca), Isaac benjamín Vázquez Benítez, Cesar Antonio Avendaño Sánchez (el grillo), Jesús José Hernández Velasco, Faustino Tapia Tapia (el chuky) y a todas esas personas que en algún momento compartimos el mismo techo, gracias por los momentos vividos durante los 5 años de carrera.

AL GRUPO “VIDA ESTUDIANTIL UAAAN”

A todos mis hermanos en Cristo, les doy las gracias porque a través de ellos me acerque más a DIOS, en especial a Eliazar Carrera y su esposa Vanessa Velázquez, por estar al frente de este gran equipo, a los hermanos Cosme Andrés Francisco, Urbano Miguel Domínguez, Fernando Ríos Domínguez, Álvaro Cruz, Dr. Paco Gordillo e Ismael Gómez y muchos más. Y a todos los que forman parte de este gran grupo, gracias por seguir compartiendo el mensaje de DIOS.

A mi amigo el Ing. José Luís Costilla Loera y familia, por el gran apoyo que me brindo y las palabras de motivación y aliento para ser una mejor persona en la vida y profesionalmente, por ser una persona ejemplar.

A todos los que de alguna u otra forma participaron gracias.

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADRO.....	III
ÍNDICE DE FIGURA.....	IV
I. RESUMEN	V
II. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Antecedentes del Tomate Heirloom.....	4
Importancia Económica	8
Ventajas de las Variedades Heirloom	9
Desventajas de las Variedades Heirloom.....	11
Generalidades de los Acolchados.....	12
Origen de los Acolchados	12
Importancia de los Acolchados	13
Principales Efectos de los Acolchados.....	15
Colores del Acolchado (Negro, Blanco y Negro).....	16
Ventajas de Acolchados Dentro de Invernadero.....	18
Desventajas del Acolchado Dentro de Invernadero	19
Agricultura Protegida e Invernaderos	20
Concepto y Definición de Invernadero	21
Tipología en Invernadero	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
Localización del Área de Estudio	27
Material Genético Utilizado.....	27
Establecimiento del Cultivo	30
Preparación de Charolas.....	30
Preparación del Suelo.....	30
Colores de Acolchados.....	31
Trasplante.....	31
Riego y Fertilización.....	31

Manejo Agronómico	31
Polinización.....	31
Control de Plagas y Enfermedades	32
Material y Equipo Utilizado.....	32
Variables Agronómicas Estimadas	33
Diseño Experimental.....	34
Modelo Estadístico.....	35
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
VI CONCLUSIONES	43
VII. LITERATURA CITADA.....	44

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro		Página
1	Clasificación de invernaderos por niveles tecnológicos.....	23
2	Tipos de invernaderos utilizados en México.....	24
3	Cuadrados medios del análisis de varianza de las variedades heirloom con diferentes acolchado plástico	37
4	Valores promedio para acolchados y tomates heirloom bajo condiciones de invernadero	38

ÍNDICE DE FIGURA

Figura		Página
1	Origen del Tomate en EE. UU.....	7
2	Principales tipos de invernaderos en México.....	25
3	Regiones eólicas en la república mexicana.....	26
4	Número de frutos de los heirloom, en la interacción de variedades y acolchados	40
5	Peso promedio de fruto de la variedad heirloom en la interacción variedades y acolchado	41
6	Rendimiento por m2 de los heirloom en la interacción variedades y acolchados	42

I. RESUMEN

El tomate *Solanum Lycopersicon L.*, es originario de los Andes de Perú, y es de las hortalizas más importantes en el mundo, su preferencia radica en su alto valor nutricional y económico. Se presume que México es el lugar de domesticación y Perú como centro de biodiversidad, en 1693 se conocían cuatro tipos de tomates (rojos, amarillos, naranja y dorados). En México la superficie de invernaderos ha venido creciendo significativamente, en la actualidad se menciona que se tienen más de 23500 has y el principal cultivo en invernadero es el tomate lo cual hace que en ocasiones los precios sean bajos, sin embargo los tomates tipo heirloom poseen características de mayor calidad que los hacen mantener altos precios en el mercado. Los heirloom son simplemente aquellos que han sobrevivido al paso del tiempo, siendo populares por su sabor y forma, por lo que los consumidores tienden a buscar alimentos de especialidad guiándose por la producción orgánica ecológica. Dado lo anterior el objetivo de éste trabajo fue estudiar el rendimiento de cuatro variedades heirloom producidos con tres colores de acolchado plástico, tratando de hacer un uso eficiente del agua, ya que en muchas regiones de México el agua es una fuerte limitante de la producción, de cultivos.

Este trabajo se realizó en el 2014 en invernadero, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila, ubicada a 25°21'24.79" latitud N y 101° 2'5.12" longitud Oeste, y una altitud de 1762 msnm.

La variedad Brandywine y Striped German fueron las que presentaron los mayores rendimientos de fruto por metro cuadrado y fueron estadísticamente superiores a las

variedades Valencia y Pruden's Purple, además el tratamiento con acolchado blanco supero estadísticamente en rendimiento por metro cuadrado al resto de los tratamientos, fue 34.35 % superior al segundo mejor tratamiento y en 56.25%, al tratamiento sin acolchar. Por lo tanto es recomendable la producción de las mejores variedades con el uso del acolchado blanco para lograr los mayores rendimientos de fruto.

Palabra clave: número de frutos, peso promedio de fruto, rendimiento promedio por corte, rendimiento promedio por m², altura de planta y diámetro de tallo.

Correo electrónico; Rosario Celerino Vazquez Benítez, rocevabe91@hotmail.com

II. INTRODUCCIÓN

El tomate es una planta de la familia de las Solanáceas, cuya especie básica es *Lycopersicon esculentum* Mill., es originario de la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú), donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Ortega, 2010). El nombre botánico del tomate es *Solanum lycopersicon* L. Es una planta diploide con $2n=24$ cromosomas (Bhatia et al., 2004).

Por su alto valor nutritivo y económico, es una hortaliza de importancia mundial, sus frutos se consume en fresco, en ensaladas, cocido o fritos en muchos platillos. El incremento anual de la producción en algunas regiones del mundo, se relaciona con generación de nuevas variedades, técnicas de cultivo más eficientes, uso de plásticos a campo abierto, producción en invernaderos, uso de la hidroponía y lógicamente, al aumento de la superficie cultivada.

En México la producción hortícola bajo condiciones protegidas, ha presentado un crecimiento considerable, en el 2003 se estimaba que México solo se cultivaban 950 ha sin embargo para el 2014 fue de 50,962.65 ha (SIAP-SAGARPA, 2015), de éstas el 70% producen tomate generando oferta del producto durante todo el año. Sin embargo la mayoría de la producción bajo invernadero se exporta a Estados Unidos, Canadá y algunos países europeos, con base en los altos estándares de calidad e inocuidad que han alcanzado los productores mexicanos (Avendaño-Ruiz y Várela-Llamas, 2010).

Los Tomates "heirloom", han visto un renacimiento en popularidad debido a la creciente demanda de tomates frescos, totalmente maduros y sabrosos. Las variedades antiguas no son híbridos y se han conservado de generación en generación como semillas (Coolong, 2009), dichos tomates de especialidad tiende a mantener su precio en el mercado durante todo el año, porque los consumidores han empezado a exigir tomates de tipo heirloom y pagarían su costo superior por encima del costo normal de un tomate convencional, esto se debe en parte al sabor exquisito, atractivo único y contenido nutricional (Jordan, 2007; Klee, 2010), los frutos heirloom son coloridos de textura irregular y deforme, igualmente puedes apreciar su piel estriada, esto se debe a su gran diversidad genética y gracias a estos atributos su sabor es más dulce que otras variedades de tomates, son conocidos por su singular sabor, forma y color, que incluyen púrpura, naranja y amarillo, además de los tomates rojos comunes.

En la actualidad los tomates heirloom se cultivan en pequeñas superficies (Grassbaugh *et al.* 2004). Por lo que una buena alternativa, sería la producción de este tipo de tomates en invernadero, en México. Sin embargo, Debido a que el comportamiento de este genotipo en ambientes protegidos presenta una variación debido a diferencias en altitud, ubicación, grado de tecnificación, condiciones ambientales, entre otros (Monge-Pérez, 2015), debido a lo anterior existe poca información del manejo de este tipo de tomates en invernadero, razón por la cual en esta investigación se planteó el siguiente:

Objetivo General

Estudiar los componentes de rendimiento de cuatro variedades de tomate Heirloom en invernadero.

Objetivos Específicos

Estimar el rendimiento con el uso de acolchado de colores

Hipótesis

Al menos una variedad tendrá un rendimiento superior a las a las tres restantes usadas en ésta investigación.

El uso del acolchado plástico no mejora los rendimientos de tomate heirloom producido en invernadero.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes del Tomate Heirloom

El nombre actual del tomate es derivado de “Tomatl”, la palabra para esta planta en el idioma nativo de los aztecas. Sin embargo, no existen registros o escrituras de las tribus peruanas antiguas que hayan mencionado al tomate como un fruto importante en su dieta; inclusive no existe una palabra que signifique tomate (Labate *et al.* 2007).

Los tomates fueron domesticados en América, el sitio original de domesticación y los eventos tempranos de su domesticación son pocos claros. Las principales hipótesis del origen del tomate cultivado señalan a México y Perú, como probables centros de origen y domesticación, respectivamente. Aunque la prueba definitiva por el tiempo y el lugar de domesticación aún falta, se presume que México es la región más probable de domesticación y Perú como el centro de diversidad para especies silvestres (Jenkins, J. A. 1948; Bail y Lindhuot 2007).

Tienen características únicas las poblaciones seleccionadas por los agricultores y las variedades comerciales de tomate (generadas en el mejoramiento formal), se han generado y sigue generando una alta variabilidad genética de la especie en las regiones de origen y de distribución en América tropical y subtropical. Para 1623 se

conocían cuatro tipos de tomates: rojo, amarillo, naranja y dorado (Labate *et al.*, 2007).

A pesar de su uso como fuente de alimento en Europa del sur, especialmente en Italia, en los países europeos del norte, el tomate fue hecho a un lado por un siglo por miedo a la toxicidad y fue vista como una planta más de jardín, se basaron en los glicoalcaloides venenosos en el follaje y en el fruto de otros miembros de la familia de las solanáceas tales como; el beleño, la mandrágora y la belladona, de la cual tiene parecido morfológico; tradicionalmente, tanto los jitomates cultivados así como los silvestres se han considerado dentro del género *Solanum lycopersicon L.*, en la familia de las solanáceas (Labate *et al.*, 2007).

Desde la década de 1970, un movimiento base de jardineros, conservacionistas y de pequeñas empresas de semillas regionales de todo el mundo, ha comenzado a traer de vuelta las frutas y verduras heirloom de las generaciones pasadas. Una guía de Taylor de los heirloom define a las verduras como una herencia;

- 1) al menos 50 años de edad
- 2) ser de polinización-abierta
- 3) que tiene una historia propia (Watson, 1996).

Hay varias versiones de esta clasificación de los heirloom. Todos los aficionados a los heirloom deben de estar de acuerdo en que es una planta de polinización abierta, son polinizadas naturalmente por el viento, los pájaros y los

insectos y producen semillas verdaderas al tipo que reproducen la planta madre (Elliot, 2000; Demuth, 1999).

Estas variedades no híbridas son genéticamente estables y se reproducen fieles a su tipo (Demuth, 1999).

Si bien algunos podrían argumentar con el número arbitrario de 50 años de edad, están los que creen que debe haber más en esta clasificación que un simple número (Demuth, 1999; Elliot, 2000; James, 2005; Hombre, 1999; Watson, 1996).

Algunos productores creen que las semillas nunca han estado disponibles comercialmente y sólo los que pasaron a través de una familia o comunidad debe ganar el título de heirloom (Elliot, 2000; Hombre, 1999).

La variedad de tomate más antiguo 'Moneymaker,' una variedad Inglesa de entre 250 y 300 años de edad que fue la primera variedad Inglesa para la venta en el mercado (James, 2005).

Hay más de 8.000 variedades de tomates heirloom disponibles a partir de una de las mayores organizaciones de preservación de semillas del mundo, Seed Savers Exchange (James, 2005; Watson, 1996).

Los heirloom son simplemente aquellos que han sobrevivido al paso del tiempo. Y no importa cuál sea la tendencia del medio ambiente o la política, la fuerza impulsora detrás de la popularidad de los heirloom es el sabor (Elliot, 2000).

Históricamente, Florida y Sinaloa participan en el mercado de EE.UU. en invierno y principios de primavera. Las exportaciones de México tienen su nivel máximo en invierno, mientras que la producción de Florida domina el mercado durante la primavera. Cabe señalar que la producción de tomate en México sigue una ruta de oportunidades, ya que la competencia entre Sinaloa y Florida o Baja California y California, se trata de una relación de complementariedad. Las empresas que producen o comercializan esta hortaliza se asocian con agricultores mexicanos para producir en determinadas épocas, lo que convierte a nuestro país en clave en el ámbito agrícola (CAADES & AMS, USDA 2010).

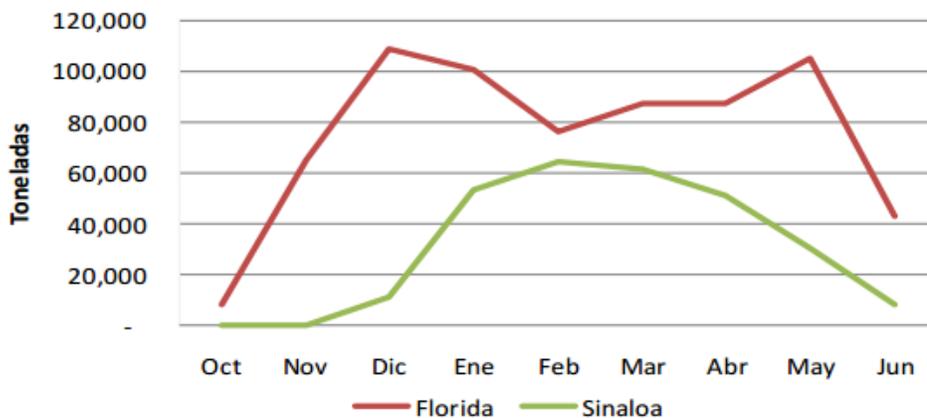


Figura 1. Origen del Tomate en EE. UU. Agrícola 2008/2009
Fuente: CAADES & AMS, USDA.

Importancia Económica

En México, el tomate es la segunda hortaliza más importante después del chile (*Capsicum annuum L.*). Sinaloa, es el estado que se ha consolidado como el primer productor de tomate en México, cultivándose principalmente en los valles de Ahome, Culiacán y Guasave. En el estado se siembran aproximadamente 18,623.05 ha, con una producción de 1, 039, 367.64 ton, con un valor de poco más de 3 billones de pesos, significando una muy importante fuente de empleos y divisas para esta zona (SIAP, 2013).

Desde el punto de vista económico, el tomate es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera; además, es el principal producto hortícola de exportación (Ortega, 2010).

El mercado de tomate fresco, ha aumentado la demanda de los consumidores de las variedades heirloom y las de cultivo ecológico (Calvin y Cook, 2005; Lucier, 2009; Lyson *et al.*, 1995; Stevens-Garmon *et al.*, 2007).

En la actualidad, son producidos en mayores cantidades en los países desarrollados que en los países en desarrollo y por tanto puede ser denominado como un cultivo de lujo (Bhatia *et al.*, 2004).

Durante 2014 la producción anual de tomate fue de alrededor de 2.8 millones de toneladas, en tanto que datos del Sistema Producto indican que las exportaciones ascendieron a 20 mil mdp (SIAP, 2015).

Hoy en día, el tomate no sólo se comercializa en fresco, sino también procesa como pasta, sopa, jugo, salsa, en polvo, concentrado o en su totalidad. El tomate es una de las verduras más consumidas en el mundo, después de las patatas y las cebollas (FAOSTAT, <http://faostat3.fao.org/home/index.html>).

La biodiversidad, tanto silvestre como cultivada, es una fuente de alelos para mejorar la productividad, la adaptación, la calidad y el valor nutritivo de los cultivos (Ferne *et al.*, 2006).

Los tomates heirloom son un alimento tendencia o parte de un paquete buscado por los consumidores que frecuentan los mercados de agricultores, gozan del cultivo de vegetales, se adhieren a la producción ecológica, exploran los alimentos de especialidad (Jordan, 2007).

Desde el punto de vista del consumidor, aspectos como el color, la acidez y los sólidos solubles son componentes importantes y la calidad de los tomates (Baldwin *et al.*, 2000).

Ventajas de las Variedades Heirloom

En un sistema protegido, el agrietamiento puede ser reducido mediante riego por goteo programado, en lugar de luchar con eventos naturales como la lluvia en el campo abierto. La exposición directa al sol también puede causar grietas (Emmons y Scott, 1997).

El aumento de las temperaturas del suelo y del aire y los niveles de CO₂ aceleran el crecimiento vegetal y la maduración, especialmente en las plantas con un hábito de crecimiento indeterminado y afectan la calidad de rendimiento (Morrison y Lawlor, 1999).

Los tomates orgánicos a menudo cosechan un sobreprecio de 15% a 20% sobre los cultivos producidos convencionalmente (Fernandez-Cornejo *et al.*, 1994; Stevens-Garmon *et al.*, 2007).

Los Heirloom se venden hasta por \$ 15.4 / kg en los mercados especializados (Jordan, 2007). A pesar de los desafíos en la producción de tomate heirloom, el cliente lo demanda, estas variedades ha aumentado en las últimas dos décadas, en paralelo con un aumento del soporte para los productos orgánicos y los mercados agrícolas (Jordan, 2007).

Los heirloom son valorados por su coloración prolífica y un sabor excepcional. Los mercados de Estados Unidos para estas variedades son impulsados por los consumidores y los ingresos generados a partir de la producción de los heirloom es

normalmente mayor que la de los mercados de productos frescos cultivado en el campo (Grassbaugh *et al.*, 1999).

Desventajas de las Variedades Heirloom

Los heirloom son un reto para producirlos, ya que tienden a ser físicamente irregulares en el crecimiento y en la forma y propenso a los golpes, a la división y al agrietamiento; por lo tanto, su distribución es a menudo limitada a los mercados locales y frescos (Vavrina *et al.*, 1997).

Con respecto a las causas de rotura de fruta o formación de grietas, un contribuyente común es la rápida absorción de agua que resulta en un aumento de la presión de turgencia dentro de la fruta, provocando grietas o fracturas (Dorais *et al.*, 2004).

Los heirloom típicamente carecen de uniformidad de forma y tener más delgadas pieles en comparación con las variedades más modernas, haciendo que sea difícil de llevar y transportar sobre largas distancias. Puede ser un reto producirlos, como resultado de falta de resistencia a las enfermedades y de los rendimientos en comparación con muchas variedades modernas (Rivard y Louws, 2008).

La producción de tomate heirloom rentable es un reto importante en el sureste, como resultado de la estructura del suelo degradado, estrés abiótico, y enfermedades causadas por patógenos y transmitidas a aéreas foliares y en suelo. Las enfermedades

causadas por patógenos tales como *Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici, *Meloidogyne* spp., *Ralstonia solanacearum* (Anteriormente *Pseudomonas solanacearum*), y *Verticillium dahliae* pueden conducir a una disminución significativa en el rendimiento y son difíciles de manejar, especialmente en la producción orgánica intensiva. Estos patógenos son particularmente un reto para los productores de tipo orgánico, como consecuencia de la falta de genes de resistencia dentro de estos cultivares y largos intervalos de rotación requerida para reducir las poblaciones de patógenos en la tierra. La marchitez bacteriana (MB), causada por *R. solanacearum*, puede ser muy problemático para todos los productores de tomate como resultado de la falta de genes de resistencia disponibles dentro del tomate cultivado (Opena *et al.*, 1990; Walter, 1967; Wang *et al.*, 1998).

Generalidades de los Acolchados

Origen de los Acolchados

En sus inicios, consistió en la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición (pajas, hojas secas, cañas, hierba, etc.) disponibles en el campo. En la actualidad estos materiales se han vuelto costosos, además de que, por su volumen ocasionan que se invierta mucho tiempo y dinero en su transporte y colocación. Actualmente, los materiales antes mencionados están siendo substituidos por películas delgadas flexibles de material plástico como son polietileno (PE) y el polivinilcloruro (PVC) (Cepla, 2006).

Importancia de los Acolchados

La plásticultura es un método de cultivo que provee de beneficios significativos derivados del uso de polímeros plásticos (Mendoza, 2005). El descubrimiento y desarrollo de los polímeros de polietileno a finales de la década de los años 30`s, y su subsiguiente introducción a inicios de los 50`s como películas plásticas y acolchados así como el desarrollo de tubos de goteo y cintas de goteo, revolucionó la producción comercial de varios tipos de vegetales y dio un impulso a la plásticultura. Con el descubrimiento de otros polímeros, como el cloruro de polivinilo, polipropileno y el poliéster y su uso en elaboración de mangueras, equipos de fertirrigación, filtros, goteros y conectores, se amplió el uso de componentes plásticos en la elaboración de sistemas o equipos de uso agrícola. (Lamont, 1991).

El acolchado es una práctica en la que se cubre el suelo con materiales inertes tanto de origen orgánico como sintético, con el propósito principal de protegerlos de la pérdida de agua por evapotranspiración, obteniendo a la par un control de malas hierbas (Contreras *et al.*, 2004). Dependiendo del material utilizado como cobertura se puede incrementar la temperatura del suelo, favoreciendo así un mejor desarrollo del sistema radical y la nitrificación con una consecuente mejoría en la absorción del suelo (Canovas, 1993; Zavala, 2005; Baeza y Lissarrague, 2008).

La protección de los cultivos se ha convertido en una necesidad para la horticultura y fruticultura moderna y competitiva. La producción anticipada, fuera de estación, la alta calidad de los productos y alta productividad, implican el uso de una

serie de tecnologías que se enmarcan dentro del concepto de “Cultivo protegido”. La tecnología de cultivos protegidos consiste en cultivar plantas protegiéndolas de los factores externos como condiciones climáticas, plagas, enfermedades e igualmente son fertilizadas de acuerdo a los requerimientos diarios de las plantas, por lo cual el rendimiento y calidad obtenidos, son superiores a los alcanzados en campo abierto (Cardona 2010).

Según Robledo y Vicente (1981), el acolchado plástico del suelo influye favorablemente en el microclima del suelo, al aumentar la temperatura y la humedad, en comparación con el suelo desnudo; los autores sugieren el uso de polietileno negro para obtener mayor rendimiento.

El impacto generado por los constantes cambios climatológicos a través del tiempo, está impulsando cada día más el desarrollo de una agricultura protegida (Gómez, 2008). La implementación de las técnicas de plasticultura, entre las que se encuentran el acolchado plástico de suelos, el cual consiste en cubrir las camas o surcos de cultivo con películas plásticas, responden a la necesidad de incrementar el rendimiento de los cultivos así como hacer más eficiente el uso de los recursos naturales (agua y suelo) y mejorar la calidad de los productos (Kasperbauer, 2000).

El acolchado plástico impacta directamente en el microclima que rodea a la planta, debido a que modifica el balance de radiación absorbida y reflejada por la superficie acolchada, además de reducir las pérdidas de la humedad de suelo por efecto de evaporación, el color del plástico determina en gran medida su

comportamiento de energía radiante y su influencia en el microclima, afectando la temperatura del aire y del suelo (Lamont, 2005).

Los cultivos que mayor demanda tienen de tecnología en agroplasticultura son aquellos de alta rentabilidad destinados tanto para consumo en fresco como a la industria que buscan colocarse en los mercados de exportación y su implementación se logra en cultivos determinados respondiendo a necesidades de abastecimiento básico (Papaseit *et al.*, 2001).

Los cultivos manejados de forma intensiva (acolchado plástico, riego por goteo, fertirrigación, invernaderos, etc.) tienen una capacidad de síntesis de biomasa muy importante: en plena producción, estas plantas pueden fabricar el equivalente de su peso fresco cada dos días (la composición de la hoja varía muy lentamente en relación con la velocidad de crecimiento) (Burgueño *et al.* 1994).

Principales Efectos de los Acolchados

La impermeabilidad a la luz solar de algunos polietilenos detiene el crecimiento de malezas. El plástico de color negro presenta buenas características, en cuanto a que es totalmente impermeable a las radiaciones visibles, este tipo de películas para acolchado nos beneficia totalmente ya que posee un efecto herbicida y las malas hierbas que se encuentran debajo del plástico, pueden germinar pero posteriormente mueren ya que no pueden llevar a cabo el proceso fotosintético por la ausencia de luz. Es considerado eficiente para el control de malezas, sin embargo, existen otras

malezas difíciles de controlar como “el coquillo” (*Cyperus rotundis*). Esta práctica evita el uso frecuente de aplicación de agroquímicos (Agroguías, 1998).

Los plásticos que se deben usar para controlar malezas, son los opacos, negros o aluminizados y los bicolors que no permiten el paso de luz y detienen la fotosíntesis, reducen costo por mano de obra y el uso de herbicidas e insecticidas. Los beneficios proporcionados por acolchados que bloquean el desarrollo de malezas son tan grandes que en la mayoría de los casos, solo este factor justifica económicamente su inversión; adicionalmente al no tener que aplicar productos químicos para malezas, permiten obtener frutos de mejor calidad (García, 1996).

Colores del Acolchado (Negro, Blanco y Negro)

Para elegir un color del plástico de polietileno es fundamental considerar la época del año en que se usará, ya que su efecto sobre las plantas será positivo o negativo según las condiciones ambientales.

Negro.- Uno de los efectos importantes de este material es que impide el desarrollo de las malas hierbas, debido a que absorbe la mayor parte de la radiación, trayendo como consecuencia el mejor aprovechamiento de nutrientes y humedad del suelo por el cultivo, con lo que se tiene un mayor aumento en la producción, ya que no transmite la radiación visible comprendida entre 0.3 y 0.8 micras de longitud de onda, por lo que no se realiza la fotosíntesis con la consecuente ausencia de malezas. Además la temperatura del suelo durante el día es menor que la causada con el

plástico transparente, se restringe a un efecto mínimo el movimiento ascendente de sales. El inconveniente es que el suelo se calienta en las partes de la planta que están en contacto con el acolchado. Absorbe gran cantidad de calor y lo transmite por radiación hacia el suelo y la atmósfera, debido a este fenómeno, el suelo se calienta poco, en cambio la superficie de la película se calienta demasiado, pudiendo provocar quemaduras en la parte aérea de las plantas jóvenes en meses calientes. Su uso se recomienda ampliamente para el control de malezas y para tener mayor rendimiento y precocidad en los cultivos (Itesm, 2002).

Blanco.- Estas películas transmiten al suelo del 40% al 70% de la luz recibida, por lo tanto, tienen la propiedad de calentar el suelo más que el negro y menos que el transparente. Se recomienda su uso para meses templados (Itesm, 2002).

Eltez y Tüzel, (1994) trabajando en tomate bajo invernadero, encontraron que el acolchado de polietileno blanco produjo mayor rendimiento total y mayor precocidad que el negro en otoño, mientras que el negro produjo mayor rendimiento total y menor precocidad que el blanco en primavera. La ventaja del polietileno blanco en invierno está dada por el beneficio que trae la reflexión de la luz sobre las plantas.

Gris.- Es de efectos intermedios, entre el plástico transparente y el negro opaco. Las malas hierbas se desarrollan en baja escala, ya que tienen una transmisión del 35% de la radiación visible. Proporciona menos precocidad que el plástico transparente, las plantas reciben más calor del suelo durante la noche, que cuando se

utiliza el plástico negro opaco. Además que no existe el riesgo de quemaduras a los frutos y plantas (Itesm, 2002).

Ventajas de Acolchados Dentro de Invernadero

Serrano (1979) menciona que es conveniente cubrir los suelos del invernadero en determinadas condiciones describiendo las siguientes ventajas:

- Mayor precocidad de las cosechas, debido al aumento de temperaturas en el suelo que se obtiene con el plástico durante el día, conservándose luego el calor durante más tiempo por la noche.
- Conserva la humedad del suelo, dejando la lámina impermeable evitando la evaporación del agua contenida en el suelo.
- Mantener la estructura del suelo en excelentes condiciones, ya que agentes atmosféricos no actúan diariamente sobre el suelo y además la desecación por la pérdida de humedad es escasa.
- Disminuye la humedad de la atmosfera del invernadero, debido a que evita la evaporación del agua del suelo, por tener que dar menos riegos cuando del suelo esta acolchado.

Ibarra (1991) menciona lo siguiente:

- Producción de cosechas tempranas.

- Altos rendimientos de fruto.
- Supresión de labores culturales (aporques, deshierbes, etc.)
- Hay un mayor control de malezas.
- Conserva la humedad del suelo por más tiempo.
- Incrementa la temperatura del suelo.
- Fertilización.
- Incrementa la actividad microbiana.

Desventajas del Acolchado Dentro de Invernadero

Costes elevados de adquisición. La instalación (transporte, maquinaria especializada y/o mano de obra) y eliminación (mano de obra y transporte) de los acolchados plásticos (Zribi *et al.*, 2011).

El acolchado plástico puede inducir cambios térmicos en el suelo, negativos para las plantas. Algunos estudios muestran que, dependiendo de la especie de cultivo, región geográfica, o época del año, las coberturas de plástico crean condiciones de alta temperatura que puede ser perjudicial para el crecimiento y producción de hortalizas (Díaz y Batal 2002; Lamont, 2005). Las coberturas de plástico negro puede crear temperaturas de suelo que son demasiado elevadas y esto causa efectos nocivos en el crecimiento de la planta (Díaz *et al.*, 2000).

Problemas ambientales derivados de los restos plásticos no biodegradables.

Una limitación importante para usos comerciales de cobertura de plástico es el

aprovechamiento de la película después de su uso, lo que provoca un problema de contaminación ambiental (Kasirajan y Ngouajio 2012). La presencia de restos plásticos no solo afecta al ambiente, sino que dificulta el establecimiento de determinados cultivos, como espinacas o guisantes, que no toleran restos que se mezclan fácilmente con la cosecha depreciando su valor. Otros inconvenientes son qué; los restos de plástico pueden obturar la sembradora (Gutiérrez *et al.*, 2003).

Como principales desventajas de la producción agrícola bajo el sistema de acolchados, se tienen las siguientes (Bastida y Ramírez, 1999):

- El sistema es más caro que en los cultivos sin acolchar.
- Se requiere equipo especial y mayores conocimientos.
- Los plásticos deben retirarse cuando termina el ciclo agrícola.
- Los plásticos contribuyen en la contaminación del ambiente.

Agricultura Protegida e Invernaderos

La agricultura protegida, es un sistema de producción especializado bajo diversas estructuras, con la finalidad de proteger los cultivos, al minimizar las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos (Moreno *et al.*, 2011). Las instalaciones y equipos deben ser planeados para que en función de la aptitud climática del sitio seleccionado, se satisfagan las variables agronómicas (FIRA, 2010). La agricultura protegida se desarrolla en condiciones muy heterogéneas en México (Castellanos y Borbón, 2009).

La producción de tomate en invernadero tiene un mayor costo a diferencia de los producidos en campo abierto, puesto que están protegidos de la intemperie y otras condiciones que afectan la producción en campo abierto (Calvin *et al.*, 2005).

Para la agricultura protegida, se han desarrollado distintas estructuras con el fin de recrear las condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos, de acuerdo a las necesidades de cada especie y condiciones climáticas de cada región, tales como macro y micro túneles, bioespacios y principalmente invernaderos (Castellón, 2011).

Concepto y Definición de Invernadero

En la actualidad existen diferentes definiciones de invernaderos, de acuerdo a la norma de la Unión Europea: UNE-EN-13031-1, es una estructura usada para el cultivo y/o protección de plantas o cosechas, la cual optimiza la transmisión de radiación solar bajo condiciones controladas, para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior.

Matallana y Montero (1995) conciben al invernadero como un conjunto formado por una estructura ligera y una cubierta que permite la protección y/o crecimiento de las plantas, mediante el uso de la energía solar y la defensa contra el frío y las condiciones climáticas adversas. Mientras que Serrano (2002) lo define como una instalación cubierta y abrigada artificialmente, con materiales transparentes para defender a las plantas de la acción de los meteoros exteriores, permitiendo el

control de determinados parámetros productivos como temperaturas ambientales y del suelo, humedad relativa, concentración de anhídrido carbónico y luz, en los más cercano posible al óptimo para el desarrollo de los cultivos que se establezcan. Por su parte, Sánchez (2005) puntualiza al invernadero como una construcción agrícola, con una cubierta traslúcida que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas. El crecimiento y desarrollo de las plantas establecidas en su interior, se consigue con cierta independencia del medio exterior, para lograr el objetivo se recurre al diseño y equipamiento del mismo.

Rosete (1998) indica que un invernadero es el sistema productivo en el cual se pueden generar cosechas con una programación de carácter continua, en especial fuera de la época normal en que aparece en el mercado. Para Fernández (2012) el invernadero es el elemento cualitativamente más importante del sistema de producción en agricultura protegida, debido a que de él depende en gran medida la capacidad productiva.

Tipología en Invernadero

El invernadero, está formado por elementos verticales, horizontales y curvos, que le otorgan la forma y resistencia a la carga, los materiales más comunes que lo constituyen son: madera, fierro o acero, su función es soportar la carga y esfuerzos que ocasionan el montaje de la cubierta; además de los aparatos de climatización o de riego, las plantas y los frutos (Alpi y Tognonni, 1999). Dadas las características, se pueden clasificar los invernaderos de distintas formas, por sus elementos

constructivos (Serrano, 2002, su forma arquitectónica y geométrica de cubierta (Castilla, 2005) y su nivel tecnológico (Bastida, 2008). También por el periodo de vida útil, así como a la tolerancia a los desplazamientos de la estructura de cubierta (NMCI.2008).

Una tipificación comúnmente aceptada es la de Pieter de Rijk (2008) clasifica los invernaderos según su nivel tecnológico, donde el de nivel bajo es aquel 100% dependiente del ambiente, uso de tecnologías simples similares a utilizadas en cultivo a intemperie; nivel medio es semiclimatizado, riegos programados, suelo o hidroponía; y el nivel alto climatización automatizada (mayor independencia del clima externo), riegos, computarizados, inyecciones de CO₂, y uso de sustratos. De la misma forma, Bastida (2006), propone una clasificación de invernaderos por niveles tecnológicos (Tabla 1), basada en función del equipamiento y acondicionamiento de las estructuras, esta clasificación consiste en agrupar a los invernaderos en niveles tecnológicos básicos, medio y alto. En función de ello se han establecido cuatro niveles: 1) nivel tecnológico básico o manual, 2) nivel tecnológico medio o mecánico, 3) nivel tecnológico alto o automatizado y 4) nivel tecnológico muy alto o computarizado.

Cuadro 1. Clasificación de invernaderos por niveles tecnológicos.

Nivel Tecnológico	Tipo de Manejo	Tipo de estructuras y equipo
Básico	Manual	Rústicas, con equipamiento básico
Medio	Mecánico	Modulares, acero galvanizado, con dispositivos mecánicos y eléctricos

Alto	Automatizado	Sensores y controladores para riego, calefacción y ventilación
		Computadoras, programas
Muy alto	Computarizado	inteligentes y control a distancia

Fuente: Bastida, 2008.

Un trabajo de vinculación entre la asociación mexicana de constructores de invernaderos (AMCI) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de la dirección de vinculación y desarrollo tecnológico, definieron 5 tipos de invernaderos que son utilizados en México a los que también se les asignó un precio Cuadro 2.

Cuadro 2. Tipos de invernaderos utilizados en México.

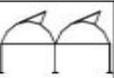
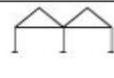
Tipo	Estructura	resistencia a vientos Km/hr	Precio m ² (Pesos)
Macro túnel	Acero, sin paredes frontales o laterales	Hasta 55	35-65
Malla Sombra	Metaliza, malla antiafidos perimetral	Hasta 120	80-110
Invernadero Tropicalizado	Acero ventilación cenital malla antiafidos perimetral, control climático	Hasta 120	210-250
Invernadero Para Clima Templado	Acero ventilación cenital, malla antiafidos perimetral, control climático.	Hasta 120	280-350
Invernadero Para Cualquier Clima	Acero ventilación cenital, malla antiafidos perimetral, automatizado.	Hasta 120	380-490

Fuente: (AMCI, 2010).

El precio se incrementa dentro de estos rangos principalmente por las variables superficie o tecnología, de la misma forma los rangos fueron obtenidos de un sondeo hacia adentro de la AMCI, por lo que en el mercado se puede encontrar precios muy diversos. Influenciados por factores como distancia entre columnas y altura de las mismas, tipo de malla a utilizar en el perímetro, tipo de polietilenos a utilizar en cubiertas, tamaño de la nave, tipo de automatización que tenga (automatismo, computadora). A pesar de las diferentes clasificaciones de los invernaderos, lo que existe es la mejor combinación tecnológica para las condiciones climáticas, sociales y económicas de un determinado lugar.

En México los tipos de invernaderos más comunes son los túneles con sus variantes (Figura 2).

Figura 2. Principales tipos de invernaderos en México.

								
UNITUNEL (túnel unitario)	MULTITUNEL EL (túnel múltiple)	UNITUNEL VENTILA CENITAL FIJA	MULTITUNEL VENTILAS CENITAL FIJA	MULTITUNEL DIENTE DE SIERRA VENTILAS FIJA	MULTITUNEL VENTILA (S) CENITAL MOVIL	UNITUNEL CAPILLA	MULTITUNEL CAPILLA	MODULAR TIPO PARRAL

Fuente: (NMCI, 2008)

Una de las variables críticas que consideran en el diseño de los invernaderos es la velocidad de los vientos, basados en la Norma Mexicana NMX-E-255-CNCP-2008 de diseño y construcción de invernaderos y datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (Figura 3).



Figura 3. Regiones eólicas en la república mexicana.

Fuente: (NMCI, 2008).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Estudio

El trabajo experimental se realizó en el 2014, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en el invernadero de hortalizas del Departamento de Horticultura, que se ubica al sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, 25°21'24.79" latitud N y 101° 2'5.12"longitud Oeste, cuenta con una altitud de 1762 msnm. La temperatura media anual es de 16.8 °C, el clima es seco, semiárido, con lluvias en verano, la precipitación total anual es de 350 a 450mm, en ciclo otoño-invierno.

Material Genético Utilizado

En esta investigación se utilizaron tomates Heirloos tipo bola de las variedades Brandywine, Striped German, Pruden's Purple y Valencia, los cuales se describen a continuación.

Brandywine:

Color: Del rosa al rojo con hombros verdes.

Forma. Achatado.

Interior. Rojo. Múltiples lóbulos. Prácticamente todo es carne

Maduración: Entre 80 y cien días. Un poco tardío.

Tipo genético. Polinización abierta. Autóctono y rústico

Tipo de hoja. Amplia, hoja de papa

Crecimiento. Indeterminado.

Rendimiento: Pocos frutos de buen tamaño. Tomates pesados.

Características organolépticas. Tomate gourmet. Elegante. Carnoso. Excelente equilibrio entre el toque dulce y ácido. Aromático.

Es un tomate Heirloom de la familia Amish que se data de 1885, de acuerdo con la Berlin Semillas Jardinería y Catálogo de Materiales. Naturaleza Hills Nursery incluso va tan lejos como para decir Brandywine se considera generalmente en el mundo del tomate, el de mejor sabor. Fue introducido en el Seed Savers Exchange colección en 1982 y, desde entonces, ha tenido pocos rivales cuando se trata de popularidad.

Llegó a través de un anciano (ya fallecido) Ohio jardinero llamado Ben Quisenberry, que recibió la variedad de una mujer llamada Doris Sudduth Colina. Ella declaró que había estado en su familia por más de 80 años. No sé de dónde vino Doris por lo tanto, donde se originó el tomate.

Striped German:

Color: amarillo

Maduración: 78 días,

Crecimiento: indeterminado

Cuenta con complejos sabores dulces y es carnosa y jugosa. Muchos de los tomates rayados son desiguales o casi acanalado. El nombre sugiere de "Pensilvania"

o, al menos, de origen menonita, posiblemente procedente del condado de Hampshire, Virginia Occidental. (<https://cedarcirclefarm.org/tips/entry/heirloom-tomatoes>)

Valencia:

Crecimiento: indeterminado anual.

Color: naranja

Peso de: 8-10 Oz.

Esta es una fruta redonda, lisa con una apariencia de color naranja brillante. Es una herencia de la familia Maine. Algunos dicen que se llama "Valencia" porque se ve como una naranja de Valencia, mientras que otros sospechan que venía de Valencia, España. Es difícil de encontrar y es una variedad amenazada. El tomate tiene un excelente sabor de tomate, con un gran equilibrio entre ácido y dulce. Es carnoso y rico, con pocas semillas. Se ha descrito como una explosión de sabores, rica y mantecosa, así como la piña, dulce y refrescante. (<https://cedarcirclefarm.org/tips/entry/heirloom-tomatoes>)

Pruden's Purple:

Maduración: 75 días.

Hábito de crecimiento: Indeterminado.

Polinización: abierta.

Uno de los mejores tomates heirloom de sabores, Pruden's purple sigue siendo conocido por su gran sabor y deliciosas frutas. Las grandes frutas estilo filete pueden crecer hasta una libra y son similares en algunos aspectos a la de Brandywine, la variedad con la que se dice Pruden's del que se derivan las frutas maduran a un color

rosa oscuro, con matices violetas y oscuras. Es una variedad hoja de papa.
(<http://www.tradewindsfruit.com/content/prudens-purple-tomato.html>)

Establecimiento del Cultivo

Preparación de Charolas

La siembra de las variedades tradicionales heirloom se realizó el 13 de julio del 2014 en charolas de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat- moss (Klasmann®), las plántulas se desarrollaron dentro del invernadero, colocando una semilla por cavidad en la charola.

Preparación del Suelo

La preparación se realizó una semana antes del trasplante, empezando con una limpieza en el suelo del invernadero, quitando malezas, restos de acolchados de cultivos anteriores entre otros desechos, quedando limpio. Se removió la tierra con la ayuda de un motocultor y posteriormente se realizaron cuatro camas de 30m de largo y se pusieron las cintillas. Se colocaron tres acolchados diferentes en cada cama, cada una de 10m.

Colores de Acolchados

Estos fueron puestos según el diseño experimental, los colores que se utilizaron fueron Negro, Blanco, Gris y el testigo fue el Sin acolchar.

Trasplante

Se realizó el 11 de Agosto el 2014 (30 días después de emergencia). Cuando las plántulas contaban con dos hojas verdaderas se trasladaron en el invernadero con el acolchado ya puesto, el cual fue esterilizado 30 días antes del trasplante con BUSAN 30WB®. El trasplante fue realizado en una densidad de población de 3.5 plantas/m².

Riego y Fertilización

Se llevaron a cabo con solución nutritiva Steiner (1961) al 50% hasta la etapa de floración y se aumentó progresivamente desde 80% hasta 100% hasta la cosecha, con una conductividad eléctrica de 2.0 dC m⁻¹ y un pH 5.8. Además, ácidos húmicos como mejoradores de suelo.

Manejo Agronómico

El manejo del cultivo para los cuatro genotipos, fue a dos tallos, conducción vertical, con podas cada semana.

Polinización

Fueron realizadas por abejorros adquiridos de Koppert, y se realizaron diez cortes durante el ciclo del cultivo.

Control de Plagas y Enfermedades

Se realizaron aplicaciones de insecticidas y fungicidas tanto a la planta como al suelo mediante vía riego, las aplicaciones manuales fueron con una mochila aspersora, de manera preventiva, además de aplicaciones cada quince días de *bacillus subtilis* Ehrenberg Cohn y *Trichoderma harzianum* Rifai.

Material y Equipo Utilizado

Tensiómetro Modelo SR: Este aparato se utiliza para proporcionar información exacta de la humedad del suelo, indica el esfuerzo requerido por sistemas de raíces para extraer agua del suelo.

Chupatubos (Irrometer para muestreo de suelos, Tubo, 24 ") : Los Tubos del Acceso de la Solución del Suelo, o Lisímetros de Succión se utilizó para extraer muestras de agua del suelo a la profundidad de la zona de la raíz de los cultivo.

Medidor de nutrientes (Kit Horiba (LAQUAtwin pH, CE, Ca, NO₃, K, NA):

Medidor de Nitrato NO₃, B-743: Es un medidor de nitratos, el amplio rango de medición que incorpora (de 62 a 6200 ppm).

Medidor de Calcio Ca, B-751: Es un medidor de calcio, el amplio rango de medición que incorpora (de 40 a 4000 ppm).

Medidor de Potasio K, B-731: Es un medidor de potasio, el amplio rango de medición que incorpora (de 29 a 3900 ppm).

Medidor de Sodio NA, B-722: Es un medidor de sodio, el amplio rango de medición que incorpora (de 23 a 2300 ppm).

Medidor de Conductividad Eléctrica (CE), B-771

Medidor de pH B-712: es un medidor de pH

Balanzas de precisión serie SV-500IX: Sirve para estimar el peso exacto de las hojas secas.

Cinta métrica: para realizar mediciones en el crecimiento de las plantas.

Vernier: se utilizó para saber el diámetro del tallo de las diferentes variedades de las plantas.

Variables Agronómicas Estimadas

Rendimiento promedio por corte: durante las 10 cosechas que se realizó, se pesaban el peso de las cuatro variedades de tomates heirloom en los diferentes bloques y se estimaba el rendimiento que se obtenía, se comparaban los pesos de los diferentes cortes y así se obtuvo el rendimiento promedio.

Rendimiento por metro cuadrado: en cada planta marcada se tomaba el peso de los frutos, en base a las diferentes muestras se sacaba cuantos kilogramos se obtiene en cada metro cuadrado.

Altura de planta: las mediciones se realizaron cada 15 días, con la ayuda de una cinta métrica, la que se tomaba del suelo hasta la punta de crecimiento y se marcaba

con un plumón la rafia en la medida que había alcanzado la punta de crecimiento, posteriormente, se medía de donde estaba marcado la rafia, hasta donde haya crecido la punta de crecimiento. Y esa medida se sumaba con la medida pasada y ya se tenía la medida actual.

Número de fruto por Planta: durante los cortes, se contaban los números de frutos de cada racimo, y se anotaban en la libreta cuantos frutos tenía cada planta marcada.

Peso Promedio de fruto: durante la cosecha, se pesaban por racimos y se dividía entre el número de frutos para saber cuánto pesaba cada tomate.

Diámetro de tallo: a los 15 días del trasplante, se tomaron las medidas del diámetro con ayuda de un vernier, y se anotaban en la libreta, esto se hacía cada 15 días.

Colores de acolchado: estos colores (Negro, Blanco, Gris y SN) fueron estudiados en base a los resultados que se obtenía en las variables de NF, PPF, RPC, RM2, AT, DT.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño con bloques al azar en parcelas divididas 4x4 con seis repeticiones, en donde la parcela grande acolchados: Blanco, Gris, Negro y Sin acolchar y la parcela chica serían las variedades: Brandywine, Striped German, Pruden's Purple y Valencia.

Modelo Estadístico

El modelo lineal para el diseño de la parcela dividida con estructura de parcelas en bloques al azar es:

$$Y_{ijk} = \mu + \underbrace{\gamma_k + \tau_i + (\gamma\tau)_{ki}}_{\text{Representa a la parcela}} + \underbrace{\beta_j + (\tau\beta)_{ij}}_{\text{Representa a la subparcela}} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Obs. de la unidad experimental. μ = Media general del ensayo.
 γ_k = Efecto de los bloques. τ_i = Efecto del tratamiento τ de la parcela.
 $(\gamma\tau)_{ki}$ = Error de la parcela [E(a)]. β_j = Efecto del tratamiento β de la subparcela.
 $(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los tratamientos de la parcela y subparcela.
 ε_{ijk} = Error de la subparcela [E(b)].

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuadrados medios del análisis de varianza de las variables, RPC y RM^2 se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.01$), mostrando que por lo menos éstas dos variables respondieron de forma diferente a los colores de acolchado plástico utilizado en la presente investigación (Cuadro 3), mientras que las variables número de frutos por planta, peso promedio de fruto, rendimiento promedio de fruto, altura de planta, diámetro de tallo, no mostraron respuestas diferentes a los colores de acolchado plástico.

El análisis de varianza también muestra que hubo diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.01$) entre genotipos en las variables NF, PPF, RPC, RM^2 , mostrando la amplia variabilidad entre los genotipos bajo estudio, respecto a las variables estudiadas. Sin embargo en la interacción A*G no se encontraron diferencias significativas en las variables bajo estudio.

La comparación de medias entre acolchados (Cuadro 4) muestra que el mayor RPC fue obtenido con el acolchado de color blanco, éste rendimiento superó estadísticamente al rendimiento obtenido en los acolchados gris o negro o tratamiento sin acolchar. El tratamiento con acolchado blanco supero en 34.35 % al segundo mejor tratamiento y en al tratamiento sin acolchar en 56.25%, mientras que el

tratamiento con acolchado blanco tuvo 35.42% más RM^2 que el segundo mejor tratamiento de acolchado (gris) y 58.54% más RM^2 que el tratamiento sin acolchar.

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variedades heirloom con diferentes acolchado plásticos.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	NF	PPF	RPC	RM^2	AP	DT
Acolchado (A)	3	0.76	3880.0	88506.0**	108.41**	0.18	0.78
Repeticiones	5	0.68	1388.0	21600.0	26.46	0.58	0.95
Error a	15	0.29	3251.0	13277.0	16.28	0.19	0.85
Variedad (V)	3	13.60**	95185.0**	65044.0**	79.67**	10.11	100.00
A*V	9	0.39	2161.0	10064.0	12.33	0.14	1.88
Error b	252	0.37	3252.0	14717.0	18.03	0.30	0.93
CV a (%)		27.33	30.59	33.15	33.16	15.63	8.38
CV b (%)		30.82	30.59	34.90	34.90	19.35	8.77

NF=Número de fruto, PPF= Peso promedio de fruto, RPC= Rendimiento promedio por corte, RM^2 = Rendimiento por metro cuadrado, DT= Diámetro de tallo, AP = Altura de planta, * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$.

El Cuadro 4 muestra que la variedad valencia fue la que presentó el mayor NF, superando en 57.23% a la variedad Pruden's Purple que fue la que presentó el menor número de frutos, en cambio en la variable PPF la variedad valencia fue la que presentó el menor valor y fue superada en 61.02% por la variedad Striped German que fue la que tuvo los frutos de mayor peso. En la variable RPC la variedad Brandywine fue la que presentó el mayor valor. Superando en 21.96% a la variedad Pruden's Purple que fue la que exhibió el menor valor. La variedad Brandywine también fue la que mostro el mayor RM^2 y fue estadísticamente superior ($p \leq 0.01$) a la variedad Valencia y Pruden's Purple, ésta última fue la que presentó el menor rendimiento de fruto y fue superada en 21.93 por la variedad Brandywine. La

variedad Striped German fue estadísticamente superior en AP a las variedades Brandywine y Valencia, sin embargo ésta última fue la que presentó el mayor diámetro de tallo, resultando estadísticamente superior ($p \leq 0.01$) a las tres variedades restantes.

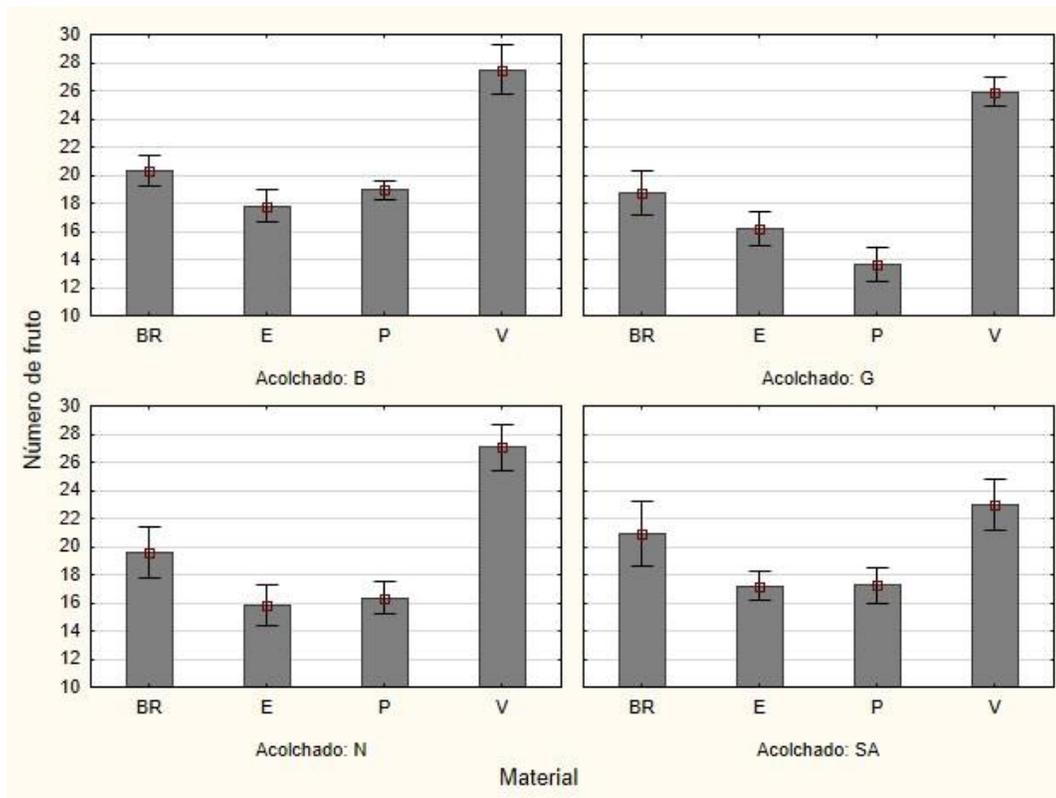
Cuadro 4. Valores promedio para acolchados y tomates heirloom bajo condiciones de invernadero.

Factores	NF	PPF	RPC	RM ²	ALTURA	DT
		G	G	kg	m	mm
Acolchado						
Blanco	21.13 ± 0.75 a	195.58 ± 8.43 a	397.11 ± 18.50 A	13.90 ± 0.65 a	2.85 ± 0.07 a	10.99 ± 0.16 a
Gris	18.64 ± 0.83 a	178.71 ± 6.36 a	314.46 ± 13.77 B	11.01 ± 0.48 b	2.85 ± 0.06 a	10.87 ± 0.17 a
Negro	19.69 ± 0.92 a	182.76 ± 6.43 a	337.77 ± 13.02 B	11.82 ± 0.46 b	2.78 ± 0.09 a	11.12 ± 0.19 a
Sin acolchar	19.51 ± 0.87 a	190.15 ± 9.05 a	341.15 ± 11.84 B	11.94 ± 0.41 b	2.76 ± 0.07 a	10.98 ± 0.14 a
Variedades						
Brandywine	19.88 ± 0.85 b	201.87 ± 4.75 a	389.27 ± 14.57 A	13.62 ± 0.51 a	2.59 ± 0.08 b	10.84 ± 0.12 b
Striped German	16.76 ± 0.61 c	214.18 ± 10.67 a	347.33 ± 18.44 ab	12.16 ± 0.65 ab	3.19 ± 0.05 a	10.36 ± 0.10 c
Pruden's Purple	16.46 ± 0.58 c	198.14 ± 5.05 a	319.18 ± 11.43 B	11.17 ± 0.40 b	3.06 ± 0.07 a	10.07 ± 0.12 c
Valencia	25.88 ± 0.81 a	133.01 ± 4.33 b	334.71 ± 13.12 B	11.71 ± 0.46 b	2.40 ± 0.06 b	12.69 ± 0.12 a

NF=Número de fruto, PPF= Peso promedio de fruto, RPC= Rendimiento promedio por corte, RM²= Rendimiento por metro cuadrado, DT= Diámetro de tallo, AP = Altura de planta, * = p< 0,05; ** = p<0,01.

Rendimiento total, en el Cuadro 4, de acuerdo a la comparación de medias Tukey ($P \leq 0,05$), el acolchado blanco muestra mejores rendimientos con 3.97 kg respecto al resto de los acolchados y sin acolchar, hay evidencia científica que el color blanco aumenta los rendimientos en tomate (Hanna et al, 1997; Tarara 2000). Brandywine mostró un rendimiento total de 3.89 kg en diez cortes.

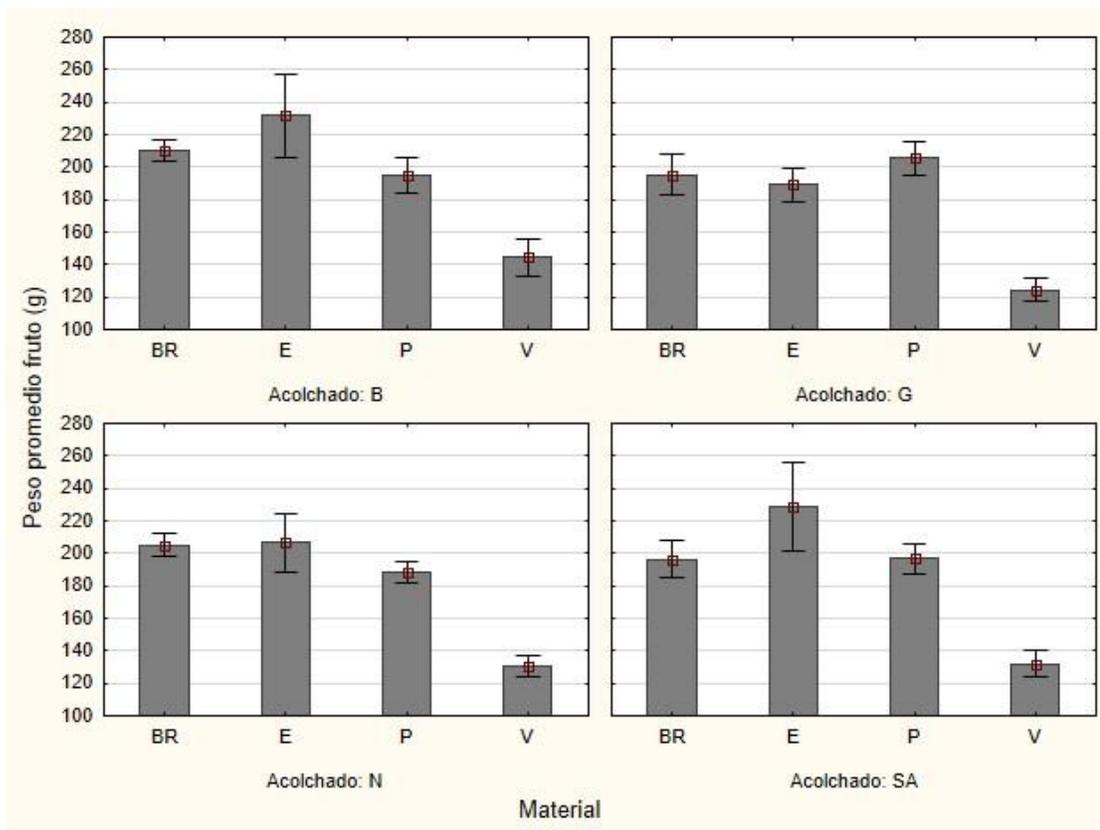
Aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la interacción de color de acolchado (B= Blanco, G=Gris, N= Negro y SA= Sin acolchado) por variedad (BR=Brandywine, E=Striped German, P=Pruden's Purple, V=Valencia) en la figura 4, se muestra el comportamiento de las cuatro variedades estudiadas en los cuatro colores de acolchado y en todos los casos la variedad valencia fue la que exhibió el mayor número de frutos y seguida de la variedad Brandywine.



Acolchados: B=Blanco, G=Gris, N=Negro y SA= Sin Acolchar.
 Variedades: BR= Brandywine, E=Striped German, P= Pruden’s Purple, y V=Valencia.

Figura 4. Número de frutos de los heirloom, en la interacción de variedades y acolchados.

En la interacción de A x V se observó que la variable PPF no mostró diferencias significativas, lo cual se muestra en la figura 5, donde la variedad Striped German presentó los mayores rendimientos en el acolchado blanco, negro y sin acolchado. Las respuestas son muy similares en los diferentes acolchados, razón por la cual no se observó interacción entre acolchados y variedades.



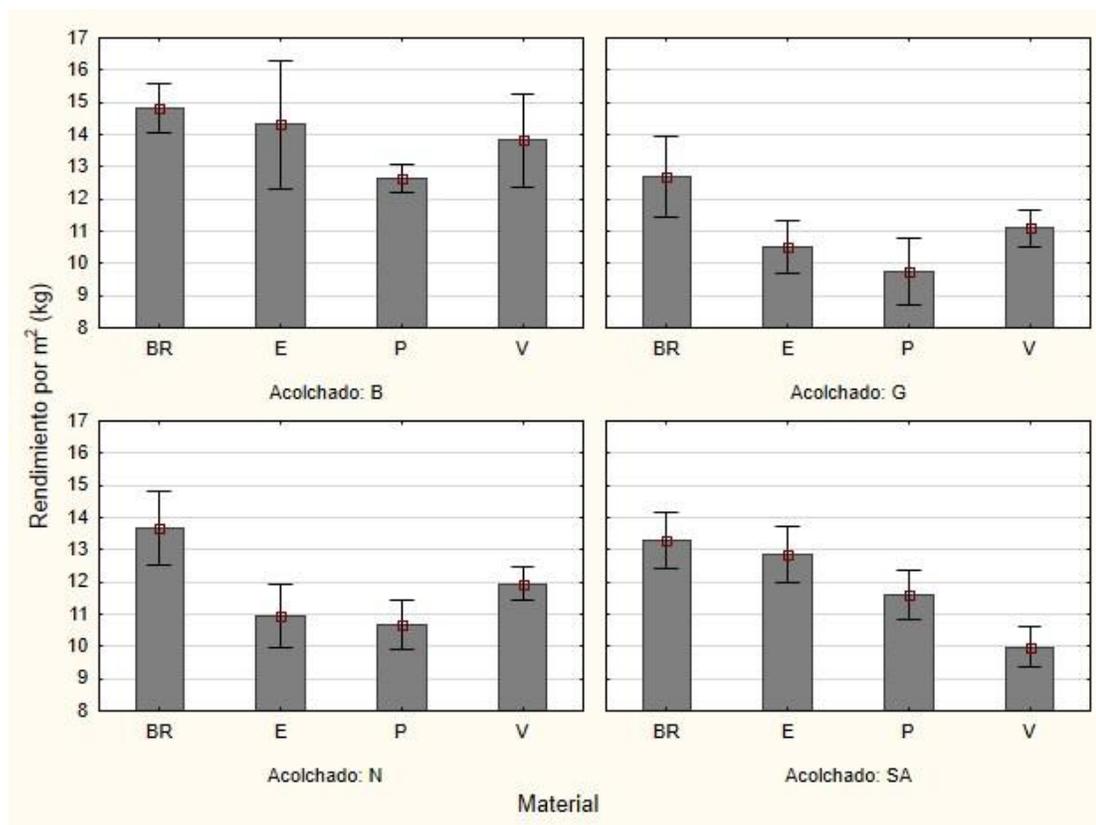
Acolchados: B=Blanco, G=Gris, N=Negro y SA= Sin Acolchar.
 Variedades: BR= Brandywine, E=Striped German, P= Pruden’s Purple, y V=Valencia.

Figura 5. Peso promedio de fruto de la variedad heirloom en la interacción variedades y acolchado.

En la variable de RM^2 , e interacción A x V, no fue posible observar diferencias estadísticas significativas (Figura 6), lo cual indica que las variedades se comportaron muy similares de un acolchado a otro, esto indica que es posible utilizar cualquier color de acolchado, ya que esta característica no afectara de forma significativa le rendimiento, aunque es posible observar algunas diferencias en la Figura 6. La variedad Brandywine fue la que presento los menores rendimientos en los tres tratamientos de acolchado y testigo. En general se puede indicar que con acolchado

blanco las cuatro variedades tuvieron mayor Rm^2 , mientras que el menor rendimiento se obtuvo en el tratamiento con el acolchado de color Gris.

Eltez y Tüzel, (1994) trabajando en tomate bajo invernadero, encontraron que el acolchado de polietileno blanco produjo mayor rendimiento total. La gran variabilidad en los rendimientos de las variedades está asociado a la gran variabilidad que existe entre variedades (Grunzke *et al*, 2006)



Acolchados: B=Blanco, G=Gris, N=Negro y SA= Sin Acolchar.
 Variedades: BR= Brandywine, E=Striped German, P= Pruden´s Purple, y V=Valencia.

Figura 6. Rendimiento por m2 de los heirloom en la interacción variedades y acolchados.

VI CONCLUSIONES

Como las variedades Brandywine y Striped German presentaron los mayores rendimientos de fruto se concluye que son la mejor opción de las cuatro variedades estudiadas, para producción en invernadero.

El acolchado blanco es la mejor opción para producción de tomate heirloom en invernadero.

La producción de tomate heirloom es una buena opción de producción en invernadero, ya que logra rendimientos satisfactorios y altos precios en el mercado.

VII. LITERATURA CITADA

- Agroguías, 1998. Guías agrícolas de Argentina. Cultivo de melón con cobertura plástica de suelo. <http://www.agroguías.com.ar>.
- Agroguías. 1998. Cultivo de melón con cobertura plástica de suelos. <http://www.Agroguías.com>.
- Alpi, A. y Tognoni, F. 1999. Cultivo en invernadero. 3a Edición. Mundi-Prensa Madrid, España. 347pp.
- Avendaño-Ruiz B., y R. Várela-Llamas. 2010. La adopción de estándares en el sector hortícola de Baja California. Estudios fronterizos. 11(21): 171-202.
- Baeza P., J.R. Lissarrague. P. Sánchez, V. Sotes, C. Ruiz. 2008b. Curso de viticultura. Tema 2: Biología de la vid. Departamento de Producción Vegetal. Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid 1-28.
- Baeza, P., J.R. Lissarrague, P. Sánchez, V. Sotes, C. Ruiz. 2008a. Curso de viticultura. Tema 1: Morfología de la vid. Departamento de Producción Vegetal. Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid 1-3.
- Baeza, P., J.R. Lissarrague, P. Sanchez, V. Sotes, C. Ruiz. 2008c. Curso de viticultura. Tema 7: Operaciones en Verde en el Viñedo. Departamento de Producción Vegetal. Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid 1-9.
- Baeza, P., y J. Lissarrague. 2008. Curso de Viticultura, Tema 5: Mantenimiento del suelo en viticultura. Departamento de Producción Vegetal. Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid: 23-25, 30-34.

- Bail Y., P. Lindhout. 2007. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*. Vol. 100. Netherlands. Oxford University Press. Pp: 1085-1094.
- Baldwin E.A., J. W. Scott, C.K. Shewmaker, W. Schuch. 2000. Flavor trivia and tomato aroma: biochemistry and possible mechanisms for control of important aroma components. *HortScience*. 35:1013-1022.
- Bastida, A. 2008. *Los invernaderos en México*. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 123 pp.
- Bastida, T. 2006. *Manejo y operación de invernaderos agrícolas*. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Bastida, T. A. y Ramírez A. J. A. 1999. *Invernaderos en México. Diseño, construcción y manejo*. Serie de publicaciones Agribot No. 5. Chapingo, México. pp. 2-4.
- Bhatia P., N. Ashwath N. 2004. Comparative performance of micropropagated and seed-grown tomato plants. *Biologia Plantarum*. 48(4): 625-628.
- Burgueño H., F. Uribe, M. Valenzuela 1994. *La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico*. 3 ed. Impre- Jal. Jalisco, México. 46 p.
- Calvin L., R Cook, and W Amber. 2005. North America greenhouse tomatoes emerge as a major maket. *USDA. Economic Research Service* 1(3):20-27.
- Calvin, L. and R. Cook. 2005. North American greenhouse tomatoes emerge as a major market force. *Amber Waves, ERR-2. USDA/ERS*. Washington, DC. 3:21–27.

- Cánovas, A. 1993. Tratado de Agricultura Ecológica. 1ª ed. Instituto de Estudios Almerienses, Departamento de Ecología y Medio Ambiente. Almería: 57-62.
- Castellanos J., Z. y C Borbón M. 2009. Panorama de la Horticultura protegida en México. In: Manual de Producción de Tomate en Invernadero. J. Z. Castellanos. INTAGRI México. pp 1-18.
- Castellon, G. J. 2011. Agricultura protegida, una alternativa de producción en el Atoyac Zahuapan 389- 413.
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. 2a edición. Madrid: Editorial Mundi-prensa, 462 pp.
- CENAMAR. 1983. Memorias. El uso de plásticos en agricultura. Gómez Palacio, Durango. México.
- Cepla, 2006. España. Plásticos en la agricultura. Aplicaciones del acolchado. <http://www.cepla.com/escaparate/verpagina.cgi?idpagina=2784&refcompr>
- Contreras, F., Garcia, J., Gonzalez-Benavente, A., Lopez, J., Varo, P. 2004, estudio económico sobre alternativas al acolchado tradicional de polietileno (PE) en el cultivo de melón en la región de Murcia. Agricola Vergel: 266: 80-87.
- Coolong, T. 2009. "Heirloom vegetables." Cooperative Extension Service, College of Agriculture, University of Kentucky. Accessed March 21, 2015. <http://www.uky.edu/Ag/NewCrops/introsheets/heirloom.pdf>.
- DC. 6 June 2010. <<http://www.ers.usda.gov/Briefing/Vegetables/tomatoes.htm>>.

- DEMUTH, A.P. 1999. Vegetables and fruits: A guide to heirloom varieties and community- based stewardship. Alternative farming systems information center, USDA.
- Diaz P.J.C, Batal K.D. (2002). Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci* 127:127-135.
- Díaz P.J.C., Batal D. Bertrand D. and Giddings D. (2000). Colored plastic mulches effect growth and yield of tomato plants via changes in soil temperature. *Proc. Natl. Agr. Plastics. Congr.* 29: 547-552.
- ELLIOT, B. 2000 Nostalgia you can eat- heirloom vegetables. *Mother Earth News*. February.
- ELTEZ, R. y TÜZEL., Y. 1994. Efecto de diferentes materiales utilizados en acolchamiento de suelo sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos de tomate bajo invernadero. *Plasticulture* N° 103; 23-25.
- Fernández, S. C. 2012. Análisis y Evaluación de Riesgos de incidencias naturales en el sistema productivo agrario intensivo de Almería. (Tesis de doctorado) Universidad de Almería. España.
- Fernandez-Cornejo, J., D. Newton, and R. Penn. 1994. Organic vegetable growers surveyed in 1994. USDA/ERS, Washington, DC. AH-705.
- Fernie, A.R., Tadmor, Y. y Zamir, D. 2006. Natural genetic variation for improving crop quality. *Curr. Opini. Plant Biol.* 9:196-202.
- Fira. 2010. Panorama Agroalimentario, Tomate rojo. pp. 13-7.

- García, A., J. 1996. Manual de Acolchados: Segunda parte. Revista Productores de Hortalizas. Mayo/1996. México. 62-69 p.
- García, G. L.; D. O. Fraire, V. A. Aguilar y Z. P. Sánchez 1999. Rendimiento y calidad de tomate bajo patrón de fertirrigación con estacado ya colchado. In: Memorias IX Congreso Nacional de Irrigación. 27- 29 Oct. Culiacán, Sin., México.
- Gómez P., G. 2008. Pros y contras de la agricultura protegida. II Symposium Internacional de Invernaderos. Asociación Mexicana de Construcción de Invernaderos (AMCI). Toluca, edo. de México.
- Grassbaugh EM, Regnier EE, Bennett MA (2004). Comparison of organic and inorganic mulches for heirloom tomato production. *Acta Hort.* 638:171–177.
- Grassbaugh, E., T. Harker, B. Bergesford, and M. Bennett. 1999. Specialty and heirloom tomato production and marketing. Dept. Health and Consumer Sci.: Ohio Agr. Res. and Dev. Ctr. Bul. 684.
- Grunzke L, Baumbauer D, y Dougher T (2006). Hybrid versus heirlooms: A comparison study in garden productivity and marketability for small-scale commercial growers. *HortScience*, 41: 967-1084.
- Gutiérrez M., Villa F., Cotrina F., Albalat A., Macua J., Romero J., Sanz J., Urbarri A., Sabana S., Aguado G. y Del Castillo J. (2003). Utilización de los plásticos en la horticultura del valle medio del Ebro. Dirección general de Tecnología Agraria. Infor. Tec. 130.
- Hanna HY, Millhollon EP, Herrick JK, y Fletcher CL (1997). Increased yield of heat-tolerant tomatoes with deep transplanting, morning irrigation, and white mulch. *HortScience*, 32(2), 224-226.

<http://harris.agrilife.org/files/2011/05/eltomate.pdf>

<http://www.eufic.org/article/es/artid/tomates/>

<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B466.aspx>

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185386652014000200003&script=sci_arttext&tlng=pt

<http://www.siap.gob.mx/tomate-rojo-jitomate/>

http://www.victoryseeds.com/tomato_german-yellow-stripe.html

<https://cedarcirclefarm.org/tips/entry/heirloom-tomatoes>

Ibarra, I. Y Rodríguez, A. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Ed. Limusa. México.

Ibarra, J. L. y P. A. Rodríguez 1997. Acolchado de Suelos con Película Plástica. Ed. Limusa Noriega Editores. México. 132 p.

Itesm, 2002. Generalidades de acolchado. <http://www.qro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/DaacolchadoGeneralidades.html>

JAMES, P. 2005. Heirloom tomatoes. From *DIY Gardening & Landscaping*. Television episode DIG-130.

- Jenkins, J. A. 1948. The origin of the cultivated tomato. *Economic Botany*. 2: 379-392.
- Jordan JA (2007). The heirloom tomato as cultural object: Investigating taste and space. *Sociol. Ruralis*, 47:20–41.
- Kasirajan S. y Ngouajio M. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: Review article. *Agron. Sustain. Dev.* 32: 501-529.
- Kasperbauer, M. J. 2000. Strawberry yield over red versus black plastic mulch. *Crop Sci.* 40: 171-174.
- Klee HJ (2010). Improving the flavor of fresh fruits: Genomics, biochemistry, and biotechnology. *New Phytol*, 187:44–56.
- Labate J., A., Grandillo S., Fulton T. 2007. Chapter 1 tomato. En Kole C. (Ed). *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*. Vol. 5. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag. Verlag. pp: 1-125.
- Lamont W.J. (2005). Plastics: modifying the microclimate for the production of vegetable crops. *Hort. Tech.* 15: 477-481.
- Lamont, Jr., W.J. 1991 Plastic mulches of production of vegetables crops *Hort Technology* 3:35-39.
- Lamont, W. J. 2005. Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. *Hort Technology* 15: 477-481.
- Lucier, G. 2009. Vegetables & melons: Tomatoes. USDA Briefing Rooms from the ERS. Washington.

- Lyson, T.A., G.W. Gillespie, Jr., and D. Hilchey. 1995. Farmers markets and the local community: Bridging the formal and informal economy. *Amer. J. Altern.* 10:108–113.
- Matallana, G; Montero, C. J. I. 1995. *Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Mendoza Moreno S.F., M.A. Inzunza I., R. Moran M., I. Sánchez C., E.A. Catalán V., M. Villa C. 2005. Respuesta de la sandía al acolchado plástico, Fertilización, siembra directa y trasplante. *Rev. Fitotec. Mex.* 28(4)351- 357.
- Mendoza, M. S.; H. G. García, S. J. Martínez, y R. H. Macías, 1999. Productividad del agua en tres sistemas de producción en sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) con riego por cintilla y acolchado plástico. In: *Memorias IX Congreso Nacional de Irrigación.* 27- 29 octubre, Cul., Sin., México.
- Monge-Pérez J (2015). Evaluación de 60 genotipos de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) Cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *InterSedes.* 16:33.
- Moreno A., R., J Aguilar D., y A Luévano G. (2011) Características de la Agricultura Protegida y su Entorno en México. *RevMex de Agronegocios.* 29:763 – 774.
- NMCI. 2008. Norma Mexicana De Construcción De Invernaderos. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5052108&fecha=08/07/2008 (Consulta Abril 2016).
- Opena, R.T., G.L. Hartman, J.T. Chen, and C.H. Yang. 1990. Breeding for bacterial wilt resistance in tropical tomato. 3rd International Conference for Plant Protection in the Tropics, Genting Highlands, Malaysia. 15–18 Mar. 1980.

- Ortega, M. L. D. 2010. Efecto de los sustratos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México. 129 p.
- Papaseit, P.; A. Vilarnau, y X. Carbonell, 2001. XII Congreso internacional de plásticos en la Agricultura. Comité Español de Plásticos en Agricultura. [En línea] http://www.horticom.com/tem_aut/plastic/congres2.html.
- Peralta, I. E.; Spooner, D. M. 2007. History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). In: Razdan, M. K.; Mattoo, A. K. (Eds). Genetic Improvement of Solanaceous Crop. Tomato. Science Publishers. Enfield, New Hampshire, USA. Vol. 2: 1-24.
- Pieter de Rijk. 2008. Evolución del sector de agricultura protegida en México. <http://www.amhpac.org/contenido/plan>, (Consulta Abril 2016).
- Rick, C. M.; Fobes, J. F. 1975. Allozyme variation in the cultivated tomato and closely related species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 102: 376-384.
- Rivard, C.L. and F.J. Louws. 2008. Grafting to manage soilborne diseases in heirloom tomato production. *HortScience* 43:2104–2111.
- Robledo P F, L M Vicente (1981) Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Ed. Mundi - Prensa. Madrid, España. 573 p.
- Rodríguez P A, J L Ibarra (1991) Acolchado de Suelos con Películas Plásticas. Ed. Limusa. México. 192 p. D.F., México. 217 p.
- Rosete, D. 1998. Invernaderos: Construcciones e instalaciones. Banco de México. FIRA. México.

- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2010. Monografía de cultivos “Jitomate”, Subsecretaría de Fomento a los agronegocios. 10 p. Disponible en línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf> (consulta abril 18, 2013)
- Sánchez de C, F. 2005. Perspectivas de la agricultura protegida. Diplomado internacional en Agricultura protegida. Instituto de horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Serrano, C. Z. 2002. Construcción de invernaderos. Segunda edición. Ediciones Mandí-Prensa. Madrid, España.
- Serrano, C. Z. 2002. Construcción de invernaderos. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Serrano, Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Primera Edición. Editorial. Aedos. Barcelona, España.
- SIAP, 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo “Modalidad riego + temporal”. SAGARPA, D.F., México. Consulta En: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 (consulta julio 07, 2013)
- Stevens-Garmon, J., C.L. Huang, and L. Biing-Hwan. 2007. Organic demand: A profile of consumers in the fresh produce market. *Choices. Amer. Agr. Econ. Assoc.* 22:109–115.

Tarara JM (2000). Microclimate modification with plastic mulch. HortScience. 35(2) 169-180.

WATSON, B. 1996. Taylor's Guide to Heirloom Vegetables. pp. 1-14. Houghton Mifflin Co., Boston, NewYork.

Zavala, I. 2005. Efecto del roleo y el acolchado sobre la calidad de manzanas "Red Delicious" y "Golden Delicious" producidas en la sierra de Querétaro. Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro. Tesis para obtener el título de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Pp. 23-26.

Zribi W., Faci J.M. y Aragües R. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. Información Técnica Económica Agraria. 107(2): 148-162.