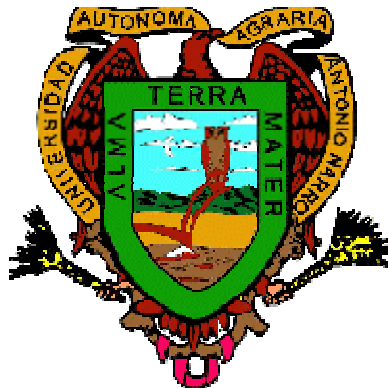


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLA DE TOMATE
CHERRY (*Solanum lycopersicon* var *Cerasiforme*)
OBTENIDA EN MACROTUNELES CON MALLAS
FOTOSELECTIVAS

POR:

ARMANDO HERNÁNDEZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Producción y Calidad de Semilla de Tomate Cherry (*Solanum lycopersicon var Cerasiforme*) Obtenida en Macrotúneles con Mallas Fotoselectivas

Por:

Armando Hernández Pérez

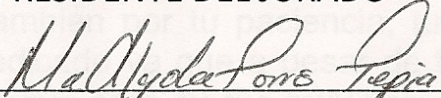
Tesis

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Comité particular:

PRESIDENTE DEL JURADO


MP. María Alejandra Torres Tapia

SINODAL


Dr. Valentín Robledo Torres

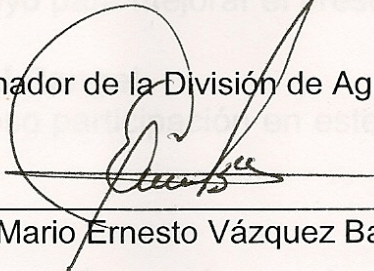
SINODAL

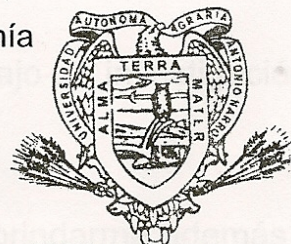

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

SUPLENTE


MC. Alberto Sandoval Rangel

Coordinador de la División de Agronomía


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio 2009

Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Señor te doy gracias por haberme regalado la dicha de existir, por la familia tan maravillosa, Señor gracias por haberme proporcionado las armas suficientes para llegar hasta este momento, gracias por permitirme llegar satisfactoriamente a una meta más en mi vida, Dios gracias por lo momentos de mi vida que me sentí débil, y sin ganas de seguir adelante, sin embargo tu iluminabas mi camino, para seguir hacia adelante con fe, esperanza y humildad, pero sobre todo porque en cada paso que di tu estas a mi lado, guiando mi vida, gracias Señor, Señor gracias por todo.

A la UAAAN por darme la oportunidad de seguir aprendiendo a ser mejor persona, porque en tu interior logre formarme profesionalmente y a creer que los sueños no son imposibles, por todo eso, estaré agradecido.

A M.P. María Alejandra Torres Tapia

Por tu gran paciencia y tolerancia, porque no fue nada fácil y tú me guiaste y enseñaste con mucho esmero, gracias por tu valioso apoyo y por brindarme un poco de tus infinitos conocimientos y aportaciones para la realización del presente trabajo, gracias por tus consejos y tu amistad.

Al Dr. Valentín Robledo Torres

También por tu paciencia, tus aportaciones, sugerencias y por su tiempo dedicado ya que a pesar de todas sus ocupaciones me brindo un espacio, porque para mí fue muy valioso todo eso, gracias por la amistad y por todo su apoyo.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Por su consideración, apoyo y elemental contribución pero sobre todo gracias por su valioso apoyo para mejorar el presente trabajo.

Al M.C. Alberto Sandoval Rangel

Le agradezco por su valioso participación en este trabajo de investigación y por su gran confianza.

A todos mis Maestros

Por ser parte primordial en mi formación, gracias por brindarme además de sus valiosos conocimientos, por su paciencia y hermosa labor.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Sebastián Hernández López

Andrea Pérez Hernández

Les dedico este trabajo con todo mi cariño, porque son las personas que más admiro en este mundo, que luchan día a día y que nunca se dejan vencer, a quienes debo todo lo que soy, primero por darme la vida y después por formarme como una persona de bien; como una forma de recordarles cuanto los amo y respeto. Realmente no tengo forma ni palabras para agradecer todo lo que me han dado; por su guía y ejemplo, por su cariño, lealtad, confianza y por todo lo que han hecho por mi, espero no defraudarlos, gracias.

A mis Hermanos

Porque ustedes siempre están conmigo, escuchándome, ayudándome y brindarme su mejor aliento, gracias por todos los momentos que hacen que mi vida sea feliz y sin complicaciones pero sobre todo gracias por creer en mí, por eso les dedico este triunfo y espero que les sirva como un ejemplo, los adoro con todo mi corazón.

A mis Abuelos

Quienes de una forma u otra me motivaron a seguir adelante en mis estudios, dándome ánimos y brindándome apoyo, gracias por todo.

A mis Tíos

A todos por su consejo y motivaciones a seguir adelante, aunque al principio pocos creían en mí, sé que en estos momentos tengo su confianza y sincero cariño, gracias.

A todos mis Amigos y Compañeros

Gracias a mis compañeros y compañeras de la generación por formar una bonita amistad que pido a Dios que sea duradera, especialmente a todos mis amigos: **Gabriel Aragón Vergara, Vicente Torres Olivar, Juan Marcos Hau Ramírez, René Castillo Gusman, Jorge Cristino Lopez Ruiz, Carlos Pérez Díaz, y Juan Leví Hernández Hernández,** por

compartir momentos inolvidables y por el gran apoyo que siempre me han brindado especialmente a ti **Aragón** gracias por todo, los recordaré con profundo afecto.

A ti gran amigo José Agustín Antonio Medina y gran amiga Josefa Vásquez Arevalo.

Porque ustedes me apoyaron de mil formas y la verdad no sé como agradecerles, gracias por todo, siempre los recordare y le ruego a Dios que no termine esta linda y hermosa amistad.

A mi novia Virginia Adriana Vásquez Arevalo.

A ti mi amor, te dedico este trabajo de lo más profundo de mi corazón, porque con tu amor me has ayudado a seguir a delante, no dejaré de agradecerle a Dios por haberte puesto en mi camino te amo con toda mi alma y ser.

Y a todos aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en mi formación personal y profesional y que involuntariamente han quedado omitidos pero jamás olvidados, Gracias!!!

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	VI
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	4
Objetivo Específico.....	4
Hipótesis.....	4
REVISION DE LITERATURA	5
Origen.....	5
Características Morfológicas y Taxonómicas.....	6
Requerimientos del Cultivo.....	9
Densidad de Siembra y Población.....	11
Labores Culturales.....	12
Plagas y Enfermedades.....	14
Cosecha.....	16
Producción de Semilla.....	17
Extracción de Semilla.....	18
Secado de Semilla.....	19
Calidad de semilla.....	20
Macrotúneles y Mallas Fotoselectivas en la Agricultura.....	27
Uso de Mallas Fotoselectivas.....	31
Efecto de la Luz en las Plantas.....	32
MATERIALES Y METODOS	34
Localización Geográfica del Trabajo de Investigación.....	34
Material Genético.....	34
Tratamientos.....	34

Preparación del Terreno.....	36
Instalación de Cintilla.....	36
Siembra.....	36
Manejo de Plagas y Enfermedades.....	36
Cosecha.....	36
Extracción y Secado de Semilla.....	37
Variables de Campo.....	37
Numero de Frutos por Racimo.....	37
Peso del Fruto.....	37
Diámetro Polar del Fruto.....	38
Diámetro Ecuatorial del Fruto.....	38
Peso de Semillas.....	38
Numero de Semillas.....	38
Peso total de Fruto.....	38
Variables de Laboratorio.....	38
Calidad Física.....	38
Calidad Fisiológica.....	39
Análisis Estadístico Campo.....	41
Análisis Estadístico Laboratorio.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
Campo.....	43
Laboratorio.....	47
CONCLUSIÓN.....	52
LITERATURA CITADA.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
2.1	Clasificación de grados de madurez del tomate.....	17
3.1	Descripción de los tratamientos estudiados en la producción de semilla de tomate tipo cherry (<i>Solanum lycopersicon</i> L.) variedad Cerasiforme.....	36
4.1	Análisis de varianza realizado a variables de fruto de tomate tipo cherry (<i>Solanum lycopersicon</i> L.) variedad Cerasiforme obtenidas bajo diferentes colores de cubierta de macrotúnel.....	45
4.2	Resultados en la pruebas de comparación de medias de las características de fruto en campo de tomate tipo cherry (<i>Solanum lycopersicon</i> L.) variedad Cerasiforme en relación a los colores de las mallas fotoselectivas.....	45
4.3	Cuadrados medios de los análisis de varianza las variables evaluadas en laboratorio en calidad física y fisiológica de las semillas de tomate tipo cherry (<i>Solanum lycopersicon</i> L.) variedad Cerasiforme.....	50
4.4	Resultados de la comparación de media de los variables obtenidas en laboratorio de calidad física y fisiológica de la semilla de tomate tipo cherry (<i>Solanum lycopersicon</i> L.) variedad Cerasiforme.....	51

INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más popular, difundida mundialmente y de mayor valor económico; su demanda aumenta continuamente en todo el mundo y por consecuencia su cultivo, producción y comercio. Junto con el incremento de la población mundial también el consumo de vegetales como parte de la dieta humana total.

En los últimos años, el incremento anual de producción, se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción en aumento de la superficie cultivada, donde su consumo es principalmente en fresco en ensaladas, cocidos o frito y en menor escala se utiliza como encurtido (Jones, 1999).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el tomate es el segundo vegetal mas cultivado en el mundo, después de la papa, alcanzándose en el años 2006 valores de producción de aproximadamente 125.5 millones de toneladas de tomate fresco en todo el mundo, en un área de cultivo de 4.6 millones de hectáreas. Entre los cinco países mas productores del mundo encontramos a China, EEUU, Turquía, India y Egipto (FAOSTAT, 2006).

En la actualidad el tomate es un producto básico en la horticultura española y tiene gran importancia a escala mundial. En 2005 se cultivaron 4,550 miles de hectáreas en todo el mundo, con una producción total de 125,015 miles de toneladas (FAO, 2006).

El mercado europeo de productos frescos incrementa constantemente sus demandas de productos fácilmente distinguibles por criterios que reflejen calidad. Entre las múltiples variedades y cultivares de tomate que se comercializan, los tomates tipo cereza (o tipo *cherry*) son claramente diferenciados por su tamaño de otros tipos de tomate y los consumidores han asociado esta característica con su excelente textura, apariencia y características organolépticas (Berenguer *et al.*, 2002).

En México el jitomate o tomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada y como la primera por su valor de producción. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año, y se le consume tanto fresco como procesado (puré), siendo una fuente rica en vitaminas.

La variedad más importante de tomate que se produce en México, es el tomate rojo saladette de Sinaloa, con un 40% de la producción total del país, seguido por Baja California Norte, San Luis Potosí y Michoacán. Es importante señalar que a la capital del Estado Sinaloa, Culiacán, orgullosamente se le identifica como "tomateros" por excelencia.

El cultivo protegido es un sistema agrícola especializado en el cual se lleva a cabo un cierto control del medio edafoclimático alterando sus condiciones (suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica). Mediante estas técnicas de protección se cultivan plantas modificando su entorno natural para prolongar el periodo de recolección, alterar los ciclos convencionales, aumentar los rendimientos y mejorar su calidad, estabilizar las producciones y disponer del cultivo, mientras que la producción al aire libre se encuentra limitada por las condiciones netamente edafoclimáticas. El factor determinante más relevante de la actividad productiva hortícola es el clima, destacando como principales limitaciones la falta o exceso de radiación solar o humedad, las temperaturas extremas, la deficiencia de nutrientes, la presencia de malas hierbas, el exceso de viento y el inadecuado contenido de CO₂ del aire (Castilla, 2004).

Las plantas dependen de la luz como su fuente fundamental de energía, donde el proceso de la fotosíntesis, transforma la energía luminosa en la energía química necesaria para el crecimiento y desarrollo de la planta. No debe sorprender, pues, que las plantas sean extraordinariamente sensibles a la calidad y cantidad de luz. La manipulación de la luz para fines agrícolas y hortícolas tiene una larga historia.

Algunos de los esfuerzos iniciales se dirigieron directamente a controlar la cantidad de luz, para optimizarla de acuerdo con las necesidades específicas de cada cultivo. Sin embargo, las plantas también responden a la calidad (distribución espectral) de la luz incidente. Se han utilizado en los últimos años, técnicas basadas en mallas plásticas de sombreo (tejidos de sombra) con propiedades ópticas especiales, desarrollando una gama de mallas coloreadas de sombreo, cada una modifica específicamente: (i) el espectro de la luz (en las regiones del ultravioleta, el visible o el Infrarrojo); (ii) y/o incrementa el contenido de luz difusa; (iii) y/o afecta sus propiedades térmicas (región Infrarroja). En función de los aditivos cromáticos del plástico y del diseño de tejido, las mallas proporcionan diferentes combinaciones de luz natural y luz difusa con el espectro modificado.

El término Mallas de Sombra Coloreadas se utiliza aquí en su sentido amplio para incluir tanto las mallas que parecen coloreadas a ojos de las personas (por ejemplo azul, amarillo, rojo) como las mallas que no son coloreadas en apariencia aunque modifican el espectro no visible y/o incrementan la proporción de luz difusa (por ejemplo gris, aluminet, perla). Esta nueva tecnología induce distintos grados de estimulación de respuestas fisiológicas deseadas, las cuales son reguladas por la luz, en adición al efecto de protección física proporcionada por las mallas (Shahak, 2004).

Palabras claves: Tomate Cherry (*Solanum lycopersicon* var *Cerasiforme*), Calidad de Semilla, Macrotúnel, Mallas Fotoselectivas de Colores, y Rendimiento del Fruto.

Por lo anterior en el presente trabajo se planteó el siguiente objetivo general y objetivos específicos:

Objetivo General

Estudiar el rendimiento y la calidad de semilla de tomate cherry obtenida de plantas desarrolladas de diferentes colores de mallas fotoselectivas.

Objetivos Específicos

- Estimar los rendimientos de tomate cherry producida bajo diferentes colores de mallas fotoselectivas.
- Evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla de tomate cherry producida en diferentes colores de mallas fotoselectivas.

Hipótesis

- El uso de mallas fotoselectivas influye sobre el rendimiento y la calidad de semilla de tomate tipo cherry.
- Por lo menos un color de malla fotoselectiva tendrá una respuesta diferente en la calidad física y fisiológica de semilla de tomate tipo cherry.

REVISION DE LITERATURA

Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero entonces ya habían sido llevados a España y servían como alimento en España e Italia (Infoagro, 2006).

El origen del tomate se localiza en la región andina que se extiende desde el Sur de Colombia al Norte de Chile y desde la costa del Pacífico (incluidas las islas Galápagos) a las estribaciones orientales de los Andes, comprendiendo los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995). Sin embargo, parece que fue en México donde se originó el cultivo del tomate, muy probablemente a partir de *L. esculentum* var. *Cerasiforme*, único *Lycopersicon* silvestre que crece como mala hierba y que se encuentra fuera del área de distribución del género.

Recientemente, se ha propuesto un cambio en la nomenclatura del género *Lycopersicon* por la cual *Lycopersicon esculentum* Mill. pasa a denominarse *Solanum lycopersicum* L., (Peralta et al., 2005).

Nuez (2001), menciona que todas las especies tienen áreas de distribución bien definidas, excepto *L. esculentum* var *Cerasiforme*, el único *lycopersicon* silvestre en forma de mala hierba que se encuentra fuera del área de distribución del género.

Características Morfológicas y Taxonómicas

Familia

Solanaceae.

Nombre científico

Solanum lycopersicum L.

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 a 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza, 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 o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

Flor

Las flores son hermafroditas, perfectas, hipóginas y regulares. Los pedicelos poseen articulación funcional que actúa como zona de abscisión. El cáliz tiene cinco ó más sépalos lanceolados y fusionados en la base. La corola está formada por cinco o más pétalos de color amarillo, lanceolado y fusionado en la base. Los sépalos son más pequeños que los pétalos aunque, al ser el cáliz acrescente, alcanzan un mayor tamaño con el desarrollo del fruto. Los estambres, cinco o rara vez seis, están fusionados a la corola por sus filamentos. Poseen anteras largas de color amarillo, conniventes, que forman un tubo en forma de botella en cuyo interior queda encerrado el estilo. Cada antera posee una extensión apical generalmente también fusionadas entre ellas. El pistilo está formado por un ovario compuesto. El fruto es una baya, generalmente de color rojo, bi- o multilobulada, con una gruesa placenta en la que se encuentran numerosas semillas recubiertas de una sustancia mucilaginosa. Están descritas una gran diversidad de formas y tamaños de frutos (Domínguez, 2000).

Fruto

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, 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 (infoagro, 2002).

Apertura del Fruto

Nuez (2001), menciona que el fruto del tomate está constituido, básicamente, por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El pericarpio lo componen la pared externa, las paredes radiales o septos que separan los lóculos y la pared interna. Se origina de la pared del ovario y consta de un exocarpo o piel, un mesocarpo parenquimáticos con haces vasculares y el endocarpo constituido por una capa unicelular que rodea los lóculos.

Los lóculos contienen las semillas rodeadas por una masa gelatinosa de células de paredes delgadas de tipo parenquimático que llenan las cavidades locales cuando el fruto está maduro (Nuez, 2001).

Semilla

La semilla de tomate tiene una forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo, la testa y cubierta seminal. El embrión cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido, a su vez por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable (Nuez, 2001).

Requerimientos del Cultivo

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

Temperatura

Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 12 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30 a 35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos, sistema radicular en particular al desarrollo general de la planta. Temperaturas inferiores a 12 a 15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedad relativa muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante, tras un período de estrés hídrico.

También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (CIDH, 2004).

Suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

Fertirrigación

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego (CIDH, 2004).

En cultivo en suelo y en enarenado el volumen de riego al momento del establecimiento vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 Centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

Densidad de Siembra y Población

Nuez (2001), la densidad de población será, junto con otras técnicas de cultivo (poda, y en tutorado), determinante en la intercepción de radiación solar por el cultivo, a fin de convertir la energía solar en biomasa. Optimizar la intercepción de la radiación permite una adecuada producción de biomasa, que es clave para maximizar la producción cosechable.

La densidad de población dependerá del desarrollo vegetativo, el cual estará influido principalmente por el cultivar elegido, sus características de crecimiento (determinado o indeterminado), poda y en tutorado, tipo y fertilidad de suelo, disposición y tipo de riego, así como por la climatología del ciclo elegido (Nuez, 2001).

La densidad de siembra será, junto con otras técnicas de cultivo, determinante de la intercepción de radiación solar por el cultivo, a fin de convertir la energía solar en biomasa (Castilla, 2001).

Labores Culturales

Poda de Formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las cultivadas mayoritariamente en la provincia de Almería. Se realiza a los 15 a 20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos.

Aporcado y Rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas.

Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillos) y del otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8 a 3,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillos, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

Destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10 a 15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

Deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo.

Despunte de Inflorescencias y Aclareo de Frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad (CIDH, 2004).

Plagas y Enfermedades

Uno de los problemas en la producción de hortalizas, son los factores fitosanitarios, por lo que hay que tener cuidado porque existen varios tipos de plagas y enfermedades; algunos de los principales plagas son: mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Pulgón (*Aphis gossypii*), minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), y Paratrioza (*Bactericera cockerelli*); estos son responsables en la mayoría de los casos de los problemas de virosis; pero, un adecuado calendario de aplicaciones de insecticidas sistémicos podría ayudar a disminuir el problema, y es recomendable utilizar cultivares tolerantes a virus.

Las enfermedades son producidas por hongos y bacterias; Mildiu (*Phytophthora infestans*), ataca a la parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo, en hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio, que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo. Alrededor de la zona afectada se observa un pequeño margen que en presencia de humedad, en el envés aparece un fieltro blancuzco poco patente, Alternariosis (*Alternaria solani*), en plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo.

En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y peciolo. En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En tallo y peciolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Enfermedades vasculares (*Fusarium oxysporum* f.sp.), comienza con la caída de peciolo de hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y terminan por morir. Puede manifestarse una marchitez en verde de la parte aérea, reversible en los primeros estadios. Después se hace permanente y la planta muere.

Mancha negra del tomate (*Pseudomonas syringae* pv.), afecta a todo el órgano aéreo de la planta. En hoja, se forman manchas negras de pequeño tamaño (1 a 2 mm de diámetro). En tallos, peciolo y bordes de los sépalos, también aparecen manchas negras de borde y contorno irregular. Las inflorescencias afectadas se caen.

Virus. TSWV (Virus del Bronceado del Tomate), en hojas, bronceado, puntos o manchas, necróticas que a veces afectan a los peciolo y tallos, reducción del crecimiento. En fruto, manchas irregulares, necrosis, maduración irregular.

TYLCV (Virus del Rizado Amarillo del Tomate), en hojas, parada de crecimiento, folíolos de tamaño reducido, a veces con amarillamiento, hojas curvadas hacia arriba, en fruto reducción del tamaño.

ToMV (Virus del Mosaico del Tomate) , en hojas, mosaico verde, claro-verde oscuro, deformaciones sin mosaico, reducción del crecimiento, en fruto manchas pardo oscuras externas en internas en frutos maduros, manchas blancas anubarradas en frutos verdes, necrosis.

En cuanto a estos tipos de enfermedades se recomienda utilizar fungicidas preventivos y utilizar variedades resistentes a estos tipos de virosis (Guía, Productores de hortalizas, 2006).

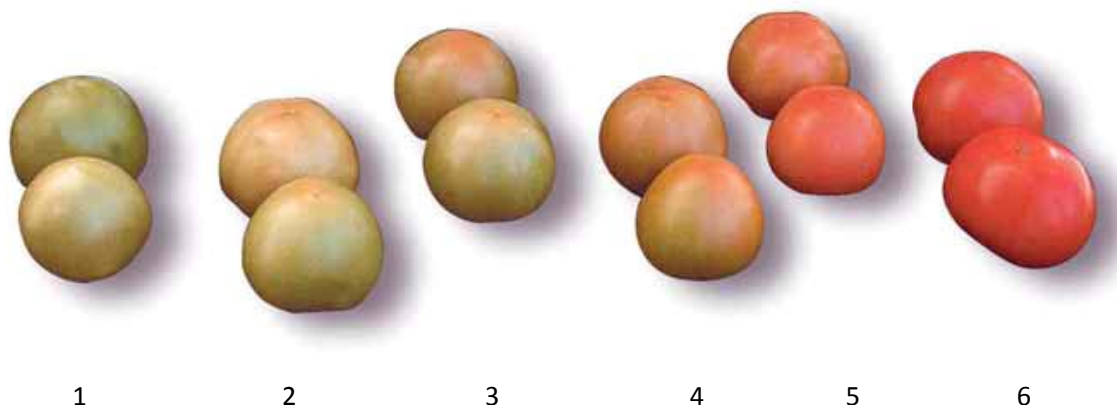
Cosecha

La cosecha es la separación de la planta madre de la porción vegetal de interés comercial, la cosecha es el fin de la etapa del cultivo y el inicio de la preparación o acondicionamiento para el mercado (Lopez, 2003).

Madurez o momento de cosecha son usados en muchos casos como sinónimos y en cierta manera lo son. Sin embargo, para ser más precisos en términos idiomáticos, es más correcto hablar de madurez como el caso tomate. El grado de madurez es el índice más usado para la cosecha de frutos pero debe diferenciarse la madurez fisiológica de la madurez comercial. La primera, es aquella que se alcanza luego que se ha completado el desarrollo, mientras que la segunda se refiere al demanda de mano de obra producida por picos de maduración vinculados al clima, puede ser satisfecha mediante la contratación adicional de personal (Lopez, 2003).

Cada fruto presenta uno o más síntomas inequívocos cuando ha alcanzado la madurez fisiológica. En tomate, por ejemplo, es cuando ha desarrollado la masa gelatinosa que llena el interior de los lóculos y las semillas no son cortadas cuando el fruto es seccionado con un cuchillo filoso.

Los frutos climatéricos, como el tomate, son capaces de generar etileno, la hormona necesaria para que el proceso de maduración continúe, aún separado de la planta, los frutos alcanzan el color rojo intenso, cosechado aún cuando el color verde es predominante como se clasifica en la cuadro 2.1 (Lopez, 2003).



Cuadro 2.1. Clasificación de grados de madurez del tomate (de izquierda a derecha): 1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo. Por ser climatérico, el tomate alcanza el grado 6 aún cuando sea cosechado en el grado 1.

Producción de Semilla

Para producir semillas, es necesario partir de una semilla de calidad y también asegurar el aislamiento del cultivo. Este debe estar separado de otro especie, como mínimo de 500 a 1000 metros para evitar la polinización cruzada ya que las abejas pueden recorrer estas distancias y aun mas.

Los movimientos de aire alrededor de la flor pueden intensificar el nivel de autofecundación. Sin embargo parece que éstos ejercen muy poca influencia en el ámbito de las polinizaciones cruzadas.

En zonas poco sensibles, es decir, la mayor parte de las zonas templadas, podemos tener entre el 2 y el 5% de hibridaciones naturales. Por el contrario, en las zonas sensibles, como por ejemplo las regiones tropicales, este porcentaje es

considerablemente más alto. En función de los diversos parámetros previamente evocados, éste varía entre el 12% y 47%(Fundación de semillas Kokopelli, 2006).

Extracción de Semilla

Para llevar a cabo la extracción de semilla a partir de frutos que tienen las semillas en una pulpa húmeda, para el caso del tomate se procede a realizar lo siguiente:

1. Partir los frutos si son grandes, o se maceran si son pequeños, exprimiendo las semillas.
2. Como en la mayoría de los casos las semillas tienen mayor peso que la pulpa, se facilita su separación por decantación (las semillas pesan más y van al fondo).
3. Utilizando coladores o mallas se retiran los restos de pulpa que quedan, utilizando agua corriente.
4. Las semillas bien etiquetadas se ponen a secar extendiéndolas (o bien al sol o secándolas con secadores).

El procedimiento que tradicionalmente se hace en tomate es el siguiente: los frutos maduros se cortan por la mitad y se exprimen, vertiendo la pulpa con las semillas en un recipiente. Se retiran las paredes del fruto, las pieles y demás restos que hubiese. Para separar las semillas del resto de tejidos que las rodea se deja fermentar la mezcla, es conveniente usar recipientes con poca superficie (por ejemplo, es preferible usar un vaso a un plato), para evitar la excesiva evaporación que podría secar la mezcla.

La duración de la fermentación varía según las condiciones climáticas en las que nos encontremos; se aconseja que se deje de 24 a 96 horas (de uno a cuatro días). No se debe prolongar demasiado este periodo ya que la calidad de la semilla (% de germinación, % de emergencia y vigor) disminuye. Diariamente se tiene que batir la mezcla para mantener la fermentación homogénea. Al cabo de este tiempo, se quita la capa que se forma en la superficie del líquido y se enjuagan las semillas hasta que queden limpias. En una malla de plástico se dejan secar a la sombra de 4-5 días, posteriormente se pasan al sol unos 10 días. Diariamente las mallas se deben frotar con los dedos para evitar que las semillas se queden pegadas (Figuerola, 2003)

Secado de la Semilla

Morant et al, (2004).mencionan que el exceso de humedad luego de realizada la cosecha es una de las causas principales de pérdidas importantes en la producción de los semilleros. De ahí que el objetivo inmediato a la cosecha, será lograr el contenido adecuado de humedad de las semillas.

El secado de las semillas puede efectuarse mediante sistemas que utilicen aire a temperatura ambiente o aire caliente y la elección del mismo depende básicamente del volumen de producción de semillas y de las condiciones ambientales de la zona (Morant et al., 2004).

Es muy importante que las semillas que se estén secando lo hagan en lugares donde circule bien el aire, ya que corremos el riesgo de que la elevada humedad provoque que la semilla germine. Para esto, podemos colocar las semillas en mallas que se cuelgan, colocarlas en recipientes con orificios, o extenderlas al sol (Figuerola, 2003).

Calidad de Semilla

Hampton (2001), menciona que la calidad de semilla puede ser vista como un patrón de excelencia que va a determinar el desempeño de la semilla en la siembra o en el almacén; y que es utilizada para reflejar el valor de la semilla para propósitos específicos, como es la distribución y comercialización.

Hampton (2001), señala que la calidad de semilla es un concepto que comprende diversos componentes, a pesar que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseadas. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitadas son de pureza y germinación. Sin embargo, existen otros componentes de calidad que pueden ser agrupados en tres categorías:

1. Descripción: especie y pureza varietal, pureza analítica, uniformidad, peso de semillas.
2. Higiene: contaminación con invasora, nocivas, sanidad de las semillas, contaminación con insectos y ácaros.
3. Potencial de desempeño: germinación, vigor, emergencia y uniformidad en campo.

Componentes de la Calidad de Semilla

La Nueva Ley de producción, Certificación y Comercio de Semillas dada en el 2007 menciona que dentro del procedimiento de seguimiento y comprobación del conjunto de actividades que garantizan una buena calidad de semilla de un cultivo para una posible comercialización, debe obtenerse mediante métodos y procesos

de producción, procesamiento y manejo de postcosecha asegurando su calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria.

Componente Genético. Se entiende como calidad genética o calidad varietal; el cúmulo de información determinada por el genotipo de una variedad que, define entre múltiples características: la resistencia o tolerancia a plagas, adaptación a ambientes específicos, potencial de rendimiento, hábito de crecimiento, ciclo vegetativo, calidad industrial, entre otras. Mientras tanto, el concepto de calidad varietal se aplica al “porcentaje de pureza varietal” o sea el porcentaje de semilla que corresponde a la variedad en particular (Quirós y Carrillo, 2005).

Terenti, (2004) menciona que la calidad genética se produce en la etapa del mejoramiento genético. Los trabajos de cruzamiento, selección y las redes de verificación que han desarrollado los centros especializados en mejoramiento genético (públicos y privados), están orientados a obtener variedades e híbridos de mayor productividad, precocidad, adaptabilidad, calidad del grano, mayor eficiencia en el uso del agua y nutrientes. Obtenida una nueva variedad o híbrido comienza la etapa de multiplicación bajo normas estrictas de aislamiento, eliminación de plantas fuera de tipo y verificación permanente que permitan asegurar la identidad y pureza genética evitando la degeneración o dilución del genotipo. En este momento se le asigna un nombre y es liberada para su aprovechamiento por parte del productor.

Características Físicas. Una semilla de calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura, y el mínimo contenido de semilla de malezas, de otros cultivos y materia inerte (Quirós y Carrillo, 2005).

Las semillas cosechadas generalmente vienen con algunos contaminantes como pueden ser: residuos de las plantas, semilla de malezas, semillas dañadas por plagas, porciones de suelo etc., así como con altos contenidos de humedad, de ahí que, requieren del acondicionamiento, labor que se realiza en las plantas

de beneficio de semillas equipadas para el secado, la limpieza, clasificación, enfarde y almacenamiento de semillas. De esta manera, se adecua la semilla para su comercialización.

También Terenti (2004) menciona que la calidad física se la asocia con el color, brillo, daños mecánicos (fracturas, cuarteos), la presencia o ausencia de cualquier contaminante distinto de la semilla deseable. Estos contaminantes pueden ser: materiales inertes, semillas de malezas comunes y nocivas, formas reproductivas de plagas y enfermedades. Siendo exigente en la calidad física podemos evitar la diseminación de enfermedades, insectos y malezas.

Componente Sanitario. Una de las estrategias más efectivas para el combate de enfermedades en los cultivos es a través del mejoramiento genético, sin embargo, no siempre es factible desarrollar variedades resistentes a determinados patógenos.

Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de inóculo de patógenos de origen viral, bacteriano o fungoso e inclusive de nematodos, que afectan la germinación y consecuentemente la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones donde estaban ausentes.

En algunos cultivos la calidad sanitaria de las semillas es esencial, como en papa y frijol, para mencionar dos ejemplos, representando uno de los factores de mayor relevancia en la producción de este tipo de semillas (Quirós y Carrillo, 2005).

Terenti, (2004) menciona que las actividades de investigación y desarrollo de variedades o híbridos son capaces de incorporar características de resistencia y tolerancia a enfermedades. Estas actividades se deberán complementar en la

etapa de producción de semilla utilizando semilla original sana, sanidad de los lotes de producción, rotación de cultivos, aislamiento, tratamiento de la semilla, acondicionamiento y almacenamiento adecuados.

Componente Fisiológico. La viabilidad, capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. La viabilidad de la semilla es la capacidad que tiene de germinar y dar lugar a una nueva planta. Las semillas pueden mantenerse viables un número muy variable de años, desde uno hasta 10 o más años. Un lote de semillas no pierde su viabilidad de forma repentina. La proporción de semillas capaces de germinar disminuye progresivamente a lo largo de los años (Horturbá, 2007).

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento (UPV, 2003).

Germinación. Hartmann y Kester (1999), indican que la germinación es un proceso de activación de la maquinaria metabólica de la semilla y la emergencia de la radícula (raíz) y de la plúmula (tallo), que conducen a la producción de una plántula. También Flores (2004), lo define como la serie secuenciada de eventos morfogénicos que resultan en la transformación de un embrión a una plántula. Dicho proceso involucra la división y expansión celular y la formación de órganos de la planta, como hojas, tallos y raíces.

El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma muy general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas

estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. Para clarificar mejor la calidad fisiológica y concretamente el vigor y su influencia en el desempeño de las semillas, a continuación se citan algunas cualidades directamente relacionadas con este atributo biológico de calidad (Quirós y Carrillo, 2005).

1. Velocidad de germinación.
2. Uniformidad de germinación, emergencia y desarrollo de la planta bajo diferentes condiciones.
3. Habilidad para emerger en suelos con problemas de preparación, con altos contenidos de humedad y con patógenos.
4. Desarrollo morfológico normal de plántulas.
5. Potencial de rendimientos de los cultivos.
6. Capacidad de almacenamiento de la semilla bajo condiciones óptimas y adversas.

Terenti (2004) menciona que la calidad fisiológica es la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que la semilla madura llega a la máxima vitalidad; a partir de ese momento comienza a envejecer o perder vigor, porque la misma sigue respirando y gastando energía para mantener sus funciones vitales. Por ello el ambiente en que se almacene debe ser seco y fresco. El nivel extremo de envejecimiento es la muerte o pérdida de la capacidad para dar una planta normal y vigorosa.

El proceso de germinación puede subdividirse en la siguiente serie de eventos:

a) Imbibición de agua. El agua es absorbida a través de los poros naturales de la cubierta de la semilla y difundida al tejido de la misma causando que las células se vuelvan túrgidas, y haya un mayor crecimiento en volumen y que la cubierta de la semilla se vuelva más permeable al oxígeno y CO₂. Cuando la expansión ocurre, la cubierta de la semilla a menudo se rompe facilitando la entrada de agua y gases, y da origen a la emergencia de los puntos de crecimiento radícula y plúmula.

b) Activación enzimática. El agua absorbida en los tejidos de la semilla activa por hidrólisis los sistemas enzimáticos que sirven para: romper el tejido de almacenamiento, intervenir en el transporte de nutrientes de las áreas de almacenamiento en el cotiledón o endospermo de los puntos de crecimiento, e iniciar las reacciones químicas, las cuales descomponen productos complejos para la síntesis del nuevo material.

Cuando la germinación ocurre, los tejidos de almacenamiento que contienen carbohidratos, grasas y proteínas son hidrolizados y degradados en formas químicas simples y móviles, las cuales son traslocadas hacia los puntos de crecimiento del embrión y sintetizadas dentro de los nuevos tejidos.

c) Iniciación del crecimiento del embrión. El nuevo material que es sintetizado, producto de la activación enzimática. Empieza a reflejarse en un incremento del eje raíz-tallo. Dependiendo de la especie, el crecimiento inicial puede ser por división o por elongación.

Factores fisiológicos de la germinación. Flores (2004), menciona que los componentes químicos y físicos anteriormente citados tienen implicación directa en cuatro factores o eventos fisiológicos claramente distinguibles durante la germinación de la semilla:

Digestión. Una vez que la semilla imbibida agua, se activan diferentes procesos en forma casi simultánea. Por ejemplo en la movilización de almidón en cereales las giberelinas del embrión emigran hacia la capa de la aleurona o escutelo y activa la α a amilasa y otras enzimas, que son secretadas en el endospermo. El almidón es convertido en maltosa por acción de la α a amilasa, y la maltosa convertida a glucosa por la maltasa.

La glucosa es absorbida por el escutelo y sintetizada en sucrosa, la que es transportada a los sitios de metabolismo activo en el eje embrionario donde es convertido en glucosa, forma en la cual es metabolizada en ácido pirúvico por medio de la glucólisis y luego entra al ciclo de Krebs.

Respiración. La tasa de respiración imperceptible en la semilla se vuelve de repente muy intensa en la germinación. La plántula absorbe más O_2 que el que puede rechazar en forma de CO_2 , es decir, se oxida, y por consiguiente hay desprendimiento de calor; este fenómeno se puede medir colocando un termómetro en dos tipos de grupos de semillas: semillas sin germinar y semillas germinadas.

Transpiración. La necesidad de un suministro de agua, que interviene en la serie de reacciones de síntesis de degradación que ocurre en los sitios de crecimiento activo y en sustancias de reserva, obliga al rápido desarrollo del sistema de absorción a través de los pelos radicales, así como a la regulación del movimiento estomático en las hojas recién formadas.

El desprendimiento de vapor de agua es muy activo y va acompañado de una pérdida de peso de la plántula. Para poder distinguir este fenómeno se recomienda pesar 30 semillas y secar a la estufa para obtener peso seco. Otras 30 semillas de la misma especie se pesan y se ponen a geminar, en estado de plántula se pesan y se colocan en la estufa para obtener peso seco. El resultado indicara que hay menor peso seco en plántulas que en semillas.

Vigor. El vigor de las semillas ha sido definido como la sumatoria total de aquellas propiedades de las semillas que determinan el nivel de actividad y el comportamiento de las semillas o de un lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas. Las semillas que muestran un buen comportamiento son consideradas de alto vigor, y aquellas que presentan un pobre comportamiento son llamadas semillas de bajo vigor (International Seed Testing Association, 1995); citado por (Salidas et al., 2001)

El vigor de semillas: Es un término que está siendo muy utilizado en los últimos años, principalmente para especies de gran importancia económica como la soja, maíz y hortalizas. No existe una definición exacta y consensuada sobre el vigor, mas hace referencia a la energía de germinación o capacidad de una buena, rápida y uniforme germinación de un lote de semillas, principalmente en condiciones adversas de campo. Esto surgió por la necesidad de identificar correctamente el potencial del lote de semillas, porque el tradicional análisis de germinación es realizado en un laboratorio y en condiciones óptimas de luz, agua y temperatura (Ayala, 2008).

Moreno (1996), menciona que el vigor de la semilla es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semilla durante su germinación y emergencia de la plántula. Lasque se comportan bien se llama semillas de alto vigor y las que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor.

Macrotúneles y Mallas Fotoselectivas en la Agricultura

Los macrotúneles permiten aprovechar todo el potencial genético del híbrido o variedad así como asegurar toda nuestra inversión contra eventos como granizadas y algunas plagas del follaje.

Adicional al eficiente trabajo que el macrotúnel realiza contra los virus nos protege de las heladas hasta de 3 grados centígrados bajo cero y del daño del granizo.

Los macrotúneles son una inversión que se recupera en el mismo ciclo de cultivo y dejan utilidades en la zona de Centroamérica debido a que sustituyen al control que realizan los agricultores al aire libre y que obtenemos altos rendimientos, algunas veces mas del doble y de mejor calidad.

En la agricultura moderna, la sombra es imprescindible para el éxito de los cultivos desde el punto de vista agrotécnico, así como para el éxito económico del agricultor.

Las mallas sombreadoras deben ser utilizadas de manera sensata y cuidadosa, adecuando a cada planta un tipo de sombra adecuado.

Para ello existe en el mercado una gran variedad de mallas sombreadoras, que son definidas sobre la base del porcentaje de sombra que proporcionan a las plantas que crecen bajo ellas (Polysack, 2008).

La aplicación de las mallas en la agricultura tiene dos vertientes bien definidas que son la producción, y las de postproducción o envasado. Los materiales con los que se fabrican mallas y tutores son fundamentalmente, polietileno de alta densidad y polipropileno; estas pueden ser tejidas o extruidas. En España o Italia, por ejemplo, se emplea más la malla tejida que la extruida; sin embargo en Estados Unidos la tendencia es a la inversa. También hay una cierta cantidad de malla destinada al envasado (SAGARPA, 2007).

Uso de Macrotúneles

El Macrotúnel es un sistema de producción que trae beneficios económicos al agricultor debido a que minimiza el control de plagas, bajando los costos de establecimiento del cultivo. Además, no es necesario cultivar grandes áreas para obtener producciones de 2,000 a 3,000 cajas, favoreciendo grandemente al agricultor al incrementar la productividad (Duarte, 2007).

El macrotúnel utiliza una estructura de tubos de hierro de 3/4" (pulgada), y 6 metros de largo doblados en forma de arcos, separados a una distancia de 7 metros entre uno y otro, colocándose la tela de polipropileno por encima de ellos, dentro del túnel se pueden sembrar tres hileras de tomate a un distanciamiento de 1.2 metros entre surcos y 0.40 a 0.50 entre planta (Duarte, 2007).

Por otro lado, otros autores definen a los túneles como invernaderos sencillos. Estos túneles son la forma más simple de invernaderos, no poseen ventiladores, calefactores, o electricidad, comenta Rick Snyder, especialista en extensión vegetal de la Universidad de Mississippi, citado por Greenleaf (1999).

Ventajas del Macrotúnel

Entre las ventajas que ofrece uso de macro túnel podemos mencionar las siguientes:

- Obtenemos un mayor establecimiento de plántulas debido a que tenemos menos calor.
- Facilita las prácticas de control de malezas, tutorio, etc.
- Los cultivos están libres de virus durante todo el ciclo
- Nos proporciona mayor calidad de fruta durante toda la cosecha, mejor color, fruto más limpio.
- Deja pasar la luz, el agua y aire.
- El uso de insecticidas se reduce puesto que no hay invasiones plagas (Duarte, 2007).

Estas estructuras crean ventajas como la producción temprana en el verano y permiten la producción en tiempo de invierno.

Las ventajas que nos proveen estas estructuras son las siguientes: cultivar fuera de época, aumentar la producción, obtener mejor calidad, conseguir mayor precocidad, controlar mejor las plagas y enfermedades, ahorrar agua de riego, sufrir menos riesgos catastróficos, trabajar con mayor seguridad y comodidad (Cermeño 1979).

Desventajas

- Relativamente pequeño, volumen de aire retenido (escasa inercia térmica) pudiendo ocurrir el fenómeno de inversión térmica.
- Solamente recomendado en cultivos de bajo a mediano porte (lechuga, flores, tomate, chile, pepino, etc.).

También presenta algunas características a tener en cuenta.

- La inversión es mayor ya que desde el punto de vista financiero se debe disponer de un capital inicial importante aunque económicamente se lo amortice en los años de vida útil de cada uno de los materiales.
- El capital arriesgado también es mayor.
- El costo de producción es más alto, exige mayor incorporación de tecnología.
- El productor y los operarios deben tener conocimientos específicos de la actividad (asesoramiento, capacitación).

Otras desventajas que pueden presentarse en el interior de las estructuras están:

El cultivo bajo cubierta puede traer problemas específicos que tal vez no se den al descubierto. La luz que penetra al interior puede ser filtrada por el polietileno o el vidrio resultando benéfico para algunos insectos y microbios.

Insectos chupadores como los áfidos, mosca blanca y arañuelas rojas pueden causar mayores problemas dentro del invernadero ya que a la intemperie tienen varios factores que intervienen en su infestación como el efecto combinado del viento, el golpe de las gotas de lluvia, el escurrimiento y salpicaduras desde el suelo (Mabbett 1997).

Uso de Mallas Fotoselectivas (colores)

Existe un gran número de tipos y variedades de plantas que crecen en la naturaleza bajo diversas condiciones climáticas, y que han sido actualmente transferidas por la agricultura moderna desde sus condiciones naturales a situaciones de cultivo controlado. Por lo tanto, deben crearse condiciones similares a las originales para cada tipo y variedad de planta.

Las mallas sombreadoras cumplen la función de proporcionar a las plantas condiciones micro climáticas apropiadas.

Las mallas manipulan el espectro de la luz solar. La calidad de la luz que llega al cultivo es más alta, ya que las mallas quiebran la luz directa convirtiéndola en luz difusa. La luz difusa cubre partes más amplias de las plantas y estimula la fotosíntesis. A través de la manipulación del espectro solar se puede influir sobre la calidad de crecimiento del cultivo.

El agricultor puede aprovechar estas características para desarrollar un cultivo acorde a los requisitos del mercado (Polysack, 2008).

Tipos y Colores de Mallas

- ❖ Protección de las plantas: redes contra penetración de mariposas y diversos insectos.

- ❖ Protección contra inclemencias de la naturaleza: cortavientos, pájaros, granizo y heladas.
- ❖ Mallas sombreadoras para reducción de la radiación solar, para evitar daños a animales y plantas.
- ❖ Redes termorefectantes para la creación de un microclima adecuado en invernaderos.

Colores de mallas: Malla negra, malla blanca, malla azul, malla roja, malla amarilla, maya verde, y malla gris (Polysak, 2008).

Efecto de la Luz en las Plantas

La alta radiación provoca la activación de procesos de meristemo en la planta del tomate y el crecimiento acelerado de las hojas. La disminución de la radiación, mejora la superficie del follaje y la producción general (Polysack, 2008).

El tomate es un cultivo insensible a la duración de la luz del día, sin embargo requiere una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los rayos solares, especialmente en épocas de lluvias cuando la radiación es más limitada (Castilla, 2004).

De acuerdo con Horward (1995) una iluminación limitada puede influir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo.

La producción y viabilidad del polen puede disminuir considerablemente por deficiencias en la nutrición y por temperaturas extremas, fuera del intervalo de 10 a 35°C. El número potencial de granos de polen está determinado genéticamente.

La germinación del polen depende de la temperatura, a 25°C la germinación se produce en una hora mientras que a 5°C necesita 20 hs. El porcentaje de granos que germinan se reduce considerablemente a temperaturas fuera del intervalo de 5-37°C.

La velocidad de crecimiento del tubo polínico aumenta con la temperatura en el intervalo de 5°C a 35°C pero disminuye a temperaturas superiores. Cuando el grano de polen alcanza el estigma, el tubo polínico empieza a crecer durante la primera hora y a 25°C puede alcanzar el micrópilo del óvulo en 18 hs y antes de las 30 hrs fecundarse la mayoría de los óvulos (Polysack, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del Trabajo de Investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en dos etapas. Una de ellas fue en los terrenos (Macrotúneles) del Departamento de Horticultura y la otra etapa en el Laboratorio de tecnología producción de semillas perteneciente al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semilla del Departamento de Fitomejoramiento, ubicados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se localiza en Buenavista al sur de Saltillo, Coahuila, México, cuyas coordenadas geográficas son: 25° 22" latitud norte y 101° 00" longitud oeste con una altitud de 1742 msnm.

Material Genético

Se utilizó tomate tipo cherry (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Cerasiforme, que es una planta de hábito de crecimiento indeterminado, generalmente vigorosa. El número de frutos por racimo es de 15 o más, con inflorescencias muy largas, con frutos esféricos de tamaño muy pequeño de 1 a 3 cm de diámetro, frutos color rojo intenso a la madurez.

Tratamientos

Se utilizaron cinco colores de mallas fotoselectivas más un testigo, los cuales se describen en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Descripción de los tratamientos estudiados en la producción de semilla de tomate tipo cherry.

Tratamiento	Tipo y Color	Descripción
1	Azul	La mall a de color azul fotoselectiva causa un efecto enanizante que puede llegar a ser interesante en plantas de interior que llegando a un excesivo desarrollo, plantean la problemática de sus elevadas dimensiones para la exportación.
2	Polietileno	Acelera la emergencia de las plántulas, y su desarrollo posterior; dando como resultado producciones más tempranas.
3	Roja	La mall a roja fotoselectiva estimula la elongación y permite la obtención de un mayor desarrollo vegetativo y generativo de la planta, para conseguir un mayor potencial productivo y un ciclo evolutivo de la producción uniforme.
4	Negro	El crecimiento de las plantas disminuye por los bajos niveles de luz en el exterior.
5	Blanco	Favorece el crecimiento de las plantas a causa del incremento de la temperatura ambiental y la reducción de la diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas.
Testigo		Campo abierto (sin malla)

La presente trabajo de investigación se llevo a cabo mediante dos etapas las cuales se presentan a continuación:

Etapa 1. Campo

Preparación del Terreno

Se preparó el suelo manualmente, dejando el mismo en condiciones óptimas, y previo a la instalación de la cintilla.

Instalación de Cintilla

La instalación del sistema de riego se inicio con la colocación de la cintilla de riego con una distancia entre goteros de 30 cm y un gasto de 1L por hora.

Siembra

La siembra se realizo el 15 de abril de 2008, depositándose una plántula por perforación, con una distancia entre perforaciones de 60 cm y de 1.20 metros entre surcos. Cada tratamiento estuvo constituido por un surcos de 4.5 m de longitud, y cada surco fue una repetición y la unidad experimental fue de 10 plantas con una competencia completa, en total por los 6 tratamientos fueron 18 surcos.

Manejo de Plagas y Enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo hubo presencia de Paratrioza (*Paratrioza cockerelli*), y mosca blanca (*Bemisia tabaci*), para el control se realizo una eliminación de malas hierbas y la aplicación de algunas insecticidas.

Cosecha

La cosecha se inicia con un primer corte de racimo cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica, (se caracteriza por un color verde maduro), en este caso se utilizo un color rojo intenso como índice de cosecha para la posterior extracción de semilla, aproximadamente fue a los 79 días después del trasplante, aunque varió con el color en algunos tratamientos, el total de cortes realizados en

el cultivo fue de 9 a 12 cortes dependiendo nuevamente de los colores de las mallas fotoselectivas estudiadas.

Etapa 2. Laboratorio

Extracción y Secado de Semilla

Después de que se cosecho los frutos, posteriormente se procedió a macerar los frutos y exprimir las semillas, por ser los frutos pequeños se lavaron las semillas, extendiéndolas para su secado a temperatura ambiente en el laboratorio por 5 días, una vez secas se guardaron en bolsas de papel estraza.

VARIABLES A EVALUADAS

Campo

Al tiempo de cosecha para cada tratamiento de las 10 plantas por surco (repetición) se tomaron tres frutos de cinco plantas seleccionadas, considerando únicamente la cosecha del primer racimo (primer corte) evaluando las siguientes variables:

Número de Frutos por Racimo. Se realizó en conteo de los frutos por racimo, considerados con un color rojo intenso y normalmente los frutos por racimo son de 10 a 15 frutos.

Peso del Fruto. Se tomó el peso de 15 frutos en una balanza granataria de 0.01 g de precisión determinando el peso en gramos.

Diámetro Polar del Fruto. Se midió el diámetro polar de cada fruto con un vernier en milímetros (mm).

Diámetro Ecuatorial del Fruto. Se midió el diámetro ecuatorial de cada fruto con un vernier en milímetros (mm).

Peso de Semillas. Se extrajeron las semillas de cada fruto, se pesaron en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión dando el resultado en gramos.

Número de Semillas. Una vez seca las semillas se contaron el número el total de semillas en los 15 frutos.

Peso Total de Frutos. Se consideró el peso total de los 15 frutos, pesados en una balanza granataria de 0.01 g de precisión, dando el resultado en gramos.

Laboratorio

Una vez seca la semilla de los 6 tratamientos en la etapa 1, se evaluó su calidad física y fisiológica en condiciones de laboratorio en tres repeticiones por cada tratamiento considerando las siguientes variables:

Calidad Física

Peso volumétrico. Se realizó conforme a las reglas internacionales (ISTA, 2004), utilizando un recipiente de volumen conocido dado en Mililitros, dejando caer la semilla desde una altura de 10 cm y eliminando el exceso de semilla con un regla con un

movimiento de zig-zag, posteriormente pesando el volumen de semilla contenida en el recipiente en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión se reportó el resultado en (Kg/Hl).

Peso de mil semillas. Se contaron manualmente ocho repeticiones de 100 semillas al azar. Cada repetición se pesó en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión, obteniendo el promedio se multiplico por 10 para calcular el peso de mil semillas (Moreno, 1996).

Calidad fisiológica

Se determinó la calidad fisiológica de cada tratamiento en tres repeticiones de 50 semillas mediante la prueba capacidad de germinación y vigor (longitud media de hipocótilo y radícula) según las reglas de la ISTA (2004).

Capacidad de Germinación. Para obtener la información de la capacidad de germinación para producir plántulas normales en los tratamientos aplicados se realizó conforme a las reglas internacionales (ISTA, 2004), sembrando en forma equidistante tres repeticiones de 50 semillas por tratamiento en cajas petri de 10 cm de diámetro x 1.5 cm de alto con papel filtro Watman No.1 humedecido con agua corriente, llevadas a una cámara germinadora marca Seedburo a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad. El conteo de plántulas normales (PN), anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG), se realizó los 10 días después de la siembra, evaluando conforme al manual de la Association of Oficial Seed Análisis (AOSA, 1992). Se consideraron como plántulas normales aquellas con los siguientes atributos:

- Raíz, a) Raíz primaria fuerte y vigorosa, con o sin raíces secundarios; b) Raíz primaria gruesa y corta, por lo menos dos raíces secundarios fuertes y vigorosas, siempre y cuando el hipocótilo este bien desarrollado.
- Hipocótilo, bien desarrollada y vigorosa.

- Cotiledones, dos cotiledones intactos, o con lesiones o daños leves.
- Epicótilo, Presente (puede ausentarse que está presente si los cotiledones están intactos).

Plántulas anormales a:

- Raíz, a) Ninguna, o raíz corta o gruesa; b) Raíz primaria corta y gruesa con raíces secundarios débiles, o solamente una raíz secundaria (hipocótilo generalmente corto).
- Hipocótilo, Malformado (muy corto y engrosado).
- Cotiledones, Uno o ambas ausentes o deterioradas.
- Epicótilo, Ausente.

Semillas sin germinar a: Son aquellas que no germinen y que no se les clasifique como latentes o duras.

Pruebas de Vigor

Longitud Media del hipocótilo. En este parámetro se consideraron diez plántulas normales resultantes tomadas al azar de la prueba de capacidad de germinación (por repetición por tratamiento) y con la ayuda de una regla graduada se midió la longitud del hipocótilo, dando como resultado el promedio de las plántulas de cada repetición por tratamiento en centímetros.

Longitud Media de la Radícula. Considerando las mismas 10 plántulas normales del parámetro anterior, se midió la raíz principal o las secundarias con una regla graduada, obteniendo el promedio en centímetros.

Peso Seco de la Plántula. Determinado por las diez plántulas normales consideradas en los parámetros anteriores, se colocaron en bolsas de papel estraza perforada y

llevadas a una estufa de secado marcada Precisión a una temperatura de $65\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

Después de haber transcurrido el tiempo mencionado, se retiraron las bolsas conteniendo las plántulas normales secas y se colocaron en un desecador de vidrio con silica gel para ser enfriadas y después ser pesadas en la balanza analítica de precisión de 0.0001 g, donde el resultado fue expresado en mg por plántula.

Análisis Estadístico

Campo

Para las variables evaluadas en la parte de campo se estableció un diseño experimental en bloques completos al azar (BCA), donde los bloques se consideraron a las tres repeticiones.

El modelo lineal utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + \xi_{ij}$$

Donde:

μ = media general.

Y_{ij} = variable observable del j-ésimo tratamiento en el i-ésimo bloque.

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos).

$j = 1, 2, \dots, r$ (bloques).

B_i = efecto del bloque i-ésimo.

T_j = efecto del j-ésimo tratamiento

ξ_{ij} = error experimental.

Para el análisis estadístico se aplicaron las variables de campo consideradas en al presente investigación, se utilizo el paquete de la U de Nuevo León (UANL). También se realizaron las pruebas de comparación de media por DMS (Diferencia Mínima Significativa) al 0.05 en aquellas variables donde se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos (Zar, 1999).

Laboratorio

Para las pruebas de laboratorio se estableció un diseño bloques completamente al azar (BCA), con 3 repeticiones.

El modelo lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + \xi_{ij}$$

Donde:

μ = media general.

Y_{ij} = variable observable del i-ésimo tratamiento en le j-ésimo bloque.

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos).

$j = 1, 2, \dots, r$ (bloques).

B_i = efecto del bloque i-ésimo.

T_j = efecto del j-ésimo tratamiento

ξ_{ij} = error experimental.

Para el análisis estadístico se aplicaron las variables de laboratorio consideradas en al presente investigación, se utilizo el paquete de la U de Nuevo León (UANL). También se realizaron las pruebas de comparación de media por Tukey al 0.05 en aquellas variables donde se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En campo

En seguida se presentan los resultados obtenidos por etapa y variable estudiada.

Frutos por Racimo

En esta variable los diferentes colores de mallas fotoselectivas no influyeron significativamente al número de frutos por racimo (F/R), entre repeticiones tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas (cuadro 4.1), lo cual indica que el bloque realizado no era necesario, dada la casualidad del terreno.

En la comparación de medias se observó que numéricamente el tratamiento uno correspondiente a la malla fotoselectiva azul (1) que tuvo 15 frutos por racimo, seguido de el tratamiento con polietileno, mientras que el testigo solo se obtuvieron 11 al igual que en la malla fotoselectiva de color rojo (3); aunque estadísticamente son iguales se muestra que si existe un incremento de la producción de fruto al utilizar mallas de color (Cuadro 4.2).

Peso Promedio de Frutos

En el Cuadro 4.1 se muestra que en el análisis de varianza presentó diferencias significativas en el peso promedio del fruto (PPF) en los tratamientos estudiados con un CV de 7.06%; mientras que en la pruebas de comparación de medias mostradas en el Cuadro 4.2, indicó que el tratamiento utilizando la malla

fotoselectiva de color blanco (5) obtuvo el mayor peso promedio de fruto de 18.01g seguido del testigo (6) con 17.625 g así mismo la malla fotoselectiva de color rojo (3) con 16.26 g, siendo estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento con polietileno obtuvo el menor peso del fruto con 14.572 g. Lo anterior muestra que algunos colores de malla tienen un efecto positivo en el peso de fruto coincidiendo con lo reportado por Ganelevin (2008), que en el caso de pimiento al utilizar una malla de color rojo tuvo una influencia en el aumento de peso de la cosecha hasta de 1.31 Kg de fruto por metro cuadrado en relación al testigo, equivalente a un 21,79% más de producción.

Diámetro Polar de Fruto

Como ya se menciona anteriormente en el análisis de varianza para la variable de diámetro polar de fruto (DPF) no existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, arrojando un CV de 2.07%. Por lo tanto lo anterior nos indica que los diferentes colores de mallas fotoselectivas no influyen en el diámetro polar del fruto, aunque Numéricamente se observa diferencias; en el Cuadro 4.2, donde el tratamiento con malla fotoselectiva de color blanco (5) presentó un mayor diámetro polar en los frutos evaluados con 28.964 mm, seguido por el testigo (6) con 28.637 mm; mientras que el tratamiento con polietileno (2) tuvo menor diámetro con 26.818 mm.

Promedio de Diámetro Ecuatorial

El análisis realizado al diámetro ecuatorial de fruto resultaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, donde el color de las mallas fotoselectivas influyó en el diámetro ecuatorial de fruto tomate cherry, se tuvo un CV de 2.21%. En la prueba de comparación de medias que se presenta en Cuadro 4.2 se muestra que el tratamiento con mayor ancho del fruto fue con malla blanca (5) obteniendo 31.370 mm, seguido del testigo (6) 31.065 mm y la malla roja (3)

con 30.507 mm, en cambio el tratamiento que obtuvo menor respuesta fue el polietileno con 28.577 mm.

Cuadro 4.1 Análisis de varianza realizado a variables de fruto de tomate tipo cherry (*Solanum lycopersicon* L.) variedad Cerasiforme obtenidas bajo diferentes colores de cubierta de macrotúnel.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C u a d r a d o s m e d i o s						
		F / R	PPF	DPF	DEF	PS	NS	PTF
Tratamiento	5	5.57 ^{NS}	5.27*	1.90 ^{NS}	3.09**	0.41 ^{NS}	75555.39*	6098.27 ^{NS}
Repetición	2	0.50 ^{NS}	0.067 ^{NS}	0.041 ^{NS}	0.018 ^{NS}	0.024 ^{NS}	10810.5 ^{NS}	466.0 ^{NS}
Error	10	3.17	1.32	0.69	0.45	0.12	21034.5	2539.57
CV (%)		13.87	7.06	2.97	2.21	20.11	16.14	16.03

*Significativo al 0.05; ** Altamente significativo al 0.01; ^{NS} No significativo; CV= Coeficiente de Variación; F/R= Frutos por Racimo; PPF= Peso Promedio de Frutos; DPF= diámetro polar del fruto; DEF= diámetro ecuatorial del fruto; PS= Peso de semillas; NS= número de semillas; PTF= Peso Total de Frutos.

Cuadro 4.2. Valores medios de las características de fruto de tomate cherry (*Solanum lycopersicon* L.) variedad Cerasiforme desarrollado en macrotúneles con mallas fotoselectivas.

Tratamientos	F/R	PPF (g)	DPF (mm)	DEF (mm)	PS (g)	NS	PTF (g)
(1) Azul	15.00	15.48 _C	27.46	29.75 _{CD}	2.20	1080.00 _A	308.98
(2) Polietileno	13.67	14.57 _C	26.82	28.58 _D	1.67	846.67 _{AB}	310.95
(3) Rojo	11.67	16.26 _{ABC}	27.74	30.51 _{ABC}	1.85	949.33 _{AB}	315.62
(4) Negro	13.00	15.62 _{BC}	27.57	29.88 _{BC}	1.24	727.67 _B	237.39
(5) Blanco	12.33	18.01 _A	28.96	31.37 _A	1.46	722.67 _B	374.27
(6) Testigo	11.33	17.63 _{AB}	28.64	31.07 _{AB}	2.09	1064.67 _A	338.99

DMS^{0.05}

F/R= Frutos por Racimo; PPF= Peso Promedio de Frutos; DPF= diámetro polar de fruto; DEF= diámetro ecuatorial de fruto; PS= Peso de semillas; NS= número de semillas; PTF= Peso Total de Fruto.

Peso de Semilla

En esta variable peso de semilla (PS) no se presentaron diferencias estadísticas en respuesta a los tratamientos estudiados, aunque si se observan diferencias numéricas, como se aprecia en el Cuadro 4.2, donde el tratamiento de malla fotoselectiva de color azul tuvo un mayor peso de semilla con 2.20 g, seguido por del testigo (6) 2.09 g en cambio el tratamiento con malla de color negro (4) tuvo menor peso de semilla con 1.239 g. Esto nos indica que los diferentes colores de mallas no influyen estadísticamente con respecto al peso de semilla aunque numéricamente se presentaron diferencias interesantes.

Número de Semillas

En el ANVA, aplicado a la variable número de semillas (NS) mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde nuevamente nos indica que los diferentes colores de malla influyeron el peso de fruto por consecuencia también en el número de semilla. Al realizar la prueba de comparación de medias por DMS, se encontró que el tratamiento con malla azul (1) y testigo (6) tuvieron mayor número de semillas (1080.00 y 1064 semillas en los 15 frutos estudiados), respecto a la malla blanca (5) que tuvo el menor número de semilla con 723.

Peso Total de Fruto

Como ya se menciona anteriormente el análisis de varianza para la variable peso total de fruto (PTF), no mostró diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones. Esto nos indica que los diferentes colores de las mallas no causó efecto en el peso total de fruto, aunque numéricamente se observaron diferencias, como se muestra en el Cuadro 4.2, donde el tratamiento con malla blanca (5) presentó el mayor peso del fruto (374.274 g), seguido del testigo (6) con 338.996 g, mientras que el tratamiento con menor peso de fruto fue la malla negra (4) con 237.386 g.

En laboratorio

Se presentan los resultados de los variables de calidad física y fisiológica estudiada.

Calidad física

Peso de Mil Semillas

En esta variable (cuadro 4.3) se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un CV fue de 7.37%, lo anterior indica que al menos un color de las mallas influyo sobre el peso de mil semillas de tomate cherry. En los resultados de la prueba de comparación de medias mediante Tukey 0.05 (Cuadro 4.4), se muestra que el testigo (6), y la malla azul (1), presentaron los mayores valores con 1.883 y 1.692 g respectivamente dentro del primer grupo de significancia, seguidos del tratamiento con polietileno (2), quedando en último término con menor valor en PMS a el uso de mallas fotoselectivas de color rojo, negro y blanco (tratamientos 3, 4 y 5) con 1.405, 1.264 y 1.383 g respectivamente.

Peso Volumétrico

En el análisis de varianza para esta variable no existió diferencia significativa en los tratamientos, aunque en el Cuadro 4.4 se observan algunas diferencias numéricas, donde el tratamiento 1 utilizando malla fotoselectiva de color azul tuvo el mayor valor de PV (32.002 kg/HL), seguido del testigo (6) y polietileno (2) con valores de 31.428 y 29.745 kg/HL; mientras que el tratamiento con malla de color negro (4) obtuvo el menor valor con 28.594 Kg/HL.

Calidad Fisiológica

Plántulas Normales (PN)

En este parámetro se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos y repeticiones, indicando que por lo menos un color de las mallas fotoselectivas influyó de manera altamente significativa sobre la calidad fisiológica, en la variable de plántulas normales de la semilla de tomate cherry. Los resultados de la prueba de comparación medias obtenidos mediante Tukey al 0.05, se presentan en el Cuadro 4.4 donde se observa que la malla de color rojo (3), polietileno (2) y la malla de color azul (1), se presentaron en el mismo grupo estadístico con los mayores valores de plántulas normales de 95.11, 92.83, y 91.06 % respectivamente, superando al testigo (campo abierto) que obtuvo el valor menor con 82.44 %, por lo cual el tratamiento con malla de color rojo superó al testigo con un 12.67% de plántulas normales. De acuerdo con estos resultados se puede mencionar que los colores de las mallas fotoselectivas ayudan a que las semillas extraídas de frutos en plantas sometidas a estas mallas muestran germinaciones más altas, resultando una semilla sin estrés a diferencia de frutos expuestos a una intensidad de luz y posiblemente calor mayor como es en campo abierto.

Plántulas Anormales (PA)

Para la variable de plántulas anormales en el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en los tratamientos y altamente significativas en repeticiones donde el CV fue de 19.14% (Cuadro 4.3); indicando que al menos uno de los tratamientos tuvo un efecto negativo aumentando las plántulas anormales de la semillas. Para confirmar lo anterior en la prueba de comparación de medias se observó que efectivamente existieron tratamientos que estresaron la germinación provocando un incremento en las anormalidades como fueron el Testigo (6), la malla de color negro (4) y la blanca (5) dando valores de 5.11, 5.33 y 5.56 % cada uno; mientras los tratamientos que se registraron en un mismo grupo estadístico y menor porcentaje de anormales fueron las malla de color rojo

(3) con un valor de 2.22 %, de color azul (1) con 4.56% y polietileno (2) con 4.61%; sin duda las mallas de color colaboran a no estresar la semilla contenida en el fruto al disminuir en forma gradual la intensidad de luz.

Semilla Sin Germinar (SSG)

En el caso de esta variable se encontraron diferencias altamente significativas en los diferentes tratamientos aplicados al cultivo con un CV de 21.72 %, señalando nuevamente que por lo menos un color de las mallas fotoselectivas influyó en aumentar o disminuir las semillas sin germinar. Para llegar a determinar que tratamiento o tratamientos causaron estas diferencias, se realizó una prueba de comparación de medias mediante Tukey al 0.05, cuyos resultados se concentraron en el Cuadro 4.4, donde se muestra el tratamiento de malla fotoselectiva de color rojo (3) con el menor número de semillas sin germinar con 2.67 % seguido del polietileno con 2.56 % y la malla de color azul 4.39 %, quienes estadísticamente fueron del mismo grupo; en lo que respecta al Testigo (6) fue el que presentó mayor número de semillas sin germinar con 12.36 %, seguido de la malla de color rojo y el blanco (9.83 y 8.72 % respectivamente) donde estadísticamente resultaron en el mismo grupo. Reafirmando nuevamente el efecto de la intensidad de luz que emiten las mallas en el cultivo evitando las anomalías y las semillas sin germinar en comparación del cultivo a campo abierto.

Prueba de Vigor

Longitud Media de Radícula (LMR)

En el Cuadro 4.3 se muestra que para esta variable existió una diferencia significativa en los tratamientos estudiados resultando un CV de 10.27%. Mientras que en la prueba de comparación de medias cuyos resultados se muestran en el Cuadro 4.4, se observa que efectivamente al menos un tratamiento resultó

diferente que entre ellos, como fue con la malla de color azul (1) con valor de 1.63 cm quien obtuvo la mayor longitud de radícula, seguido del resto de los tratamientos incluyendo al testigo con un segundo grupo de significancia; sin embargo numéricamente la malla de color negro resultó con la menor longitud de radícula de todos los tratamientos con 1.13 cm. Posteriormente esta característica haya sido observada y reportada indirectamente por Shahak (2004), quien menciona que la malla color azul favorece al enraizamiento de la planta.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios de los análisis de varianza de las variables sobre calidad física y fisiológica de las semillas de tomate tipo cherry (*Solanum lycopersicon* L.) variedad Cerasiforme.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C u a d r a d o s m e d i o s							
		PMS	PV	PN	PA	SSG	LMR	LMH	PSP
Tratamiento	5	0.16**	4.79 ^{NS}	73.16**	4.42*	55.03**	0.09*	0.05 ^{NS}	0.00015*
Repetición	2	0.02 ^{NS}	2.02 ^{NS}	54.98**	10.79**	31.14**	0.04 ^{NS}	0.27 ^{NS}	0.00004 ^{NS}
Error	10	0.01	2.19	4.18	0.76	2.26	0.019	0.09	0.00003
CV (%)		7.37	4.90	2.30	19.14	21.71	10.27	5.35	12.46

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01; ^{NS} No significativo; CV=Coefficiente de Variación; PMS = Peso de Mil Semillas ; PV = Peso Volumétrico; PN = Porcentaje de Plántulas Normales; PA =Porcentaje de Plántulas Anormales; SSG = Porcentaje de Semilla Sin Germinar;LMR= Longitud Media de Radícula;LMH= Longitud Media de Hipocótilo y;PSP= Peso Seco de Plántula Normal.

Longitud Media del Hipocótilo

En el caso de esta variable no hubo diferencias o respuestas estadísticamente significativas entre tratamientos bajo estudio, resultando un CV de 5.35 %; aunque en el Cuadro 4.4 de comparación de medias, se observan algunas diferencias numéricas, donde el tratamiento con malla de color azul (1) fue el de mayor longitud media de hipocótilo con 5.99 cm seguido del Testigo con 5.93 cm,

mientras que el tratamiento con menor longitud media de hipocótilo fue la malla de color negro (4) con 5.689 cm.

Peso Seco de Plántula

El análisis de varianza realizado a la variable peso seco de plántula, se encontró diferencias significativas en los tratamientos, con un CV de 12.46% (Cuadro 4.3); que al realizar la prueba de comparación de medias, se observaron dos grupos estadísticos, donde los tratamientos con mayor peso seco de plántula fueron la malla de color azul con 0.052 mg/plántula, seguido el testigo y el polietileno con 0.047 y 0.046 mg/plántula respectivamente todos ellos incluyendo la malla de color rojo se agruparon en el primer grupo estadístico; mientras que los tratamientos malla de color rojo, negro y blanco resultaron obtener el menor valor con 0.043, 0.034 y 0.035 mg/ plántula cada uno. Estos resultados confirman que la malla de color azul colabora en el vigor de la semilla de tomate cherry aportando solo la intensidad de luz necesaria en el cultivo para producir semilla de calidad.

Cuadro 4.4. Valores medios de las características de calidad física y fisiológica de la semilla fruto de tomate cherry (*Solanum lycopersicon* L.) variedad Cerasiforme desarrollado en macrotúneles con mallas fotoselectivas.

Tratamientos	PMS	PV	PN	PA	SSG	LMR	LMH	PSP
	g	g/HL	%	%	%	cm	cm	mg
(1) Azul	1.692 _{AB}	32.00	91.06 _{ABC}	4.56 _A	4.39 _{BC}	1.63 _A	5.99	0.052 _A
(2) Polietileno	1.605 _{BC}	29.75	92.83 _{AB}	4.61 _A	2.56 _C	1.33 _B	5.71	0.046 _A
(3) Rojo	1.41 _{CD}	29.70	95.11 _A	2.22 _A	2.67 _C	1.35 _B	5.89	0.043 _{AB}
(4) Negro	1.26 _D	28.59	86.50 _{BCD}	5.33 _{AB}	9.83 _A	1.13 _B	5.69	0.034 _B
(5) Blanco	1.39 _D	29.74	85.72 _{CD}	5.56 _{AB}	8.72 _{AB}	1.201 _B	5.88	0.035 _B
(6) Testigo	1.9 _A	31.43	82.44 _D	5.11 _B	12.36 _A	1.38 _B	5.93	0.047 _A

Tukey^{0.05}

PMS = Peso de Mil Semillas; PV = Peso Volumétrico; PN = Porcentaje de Plántulas Normales; PA = Porcentaje de Plántulas Anormales; SSG = Porcentaje de Semilla Sin Germinar; LMR= Longitud Media de Radícula; LMH= Longitud Media de Hipocótilo y PSP= Peso Seco de Plántula Normal.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos, se concluye que:

- ❖ El cultivo de tomate tipo cherry responde de manera diferencial al color de las mallas en características del fruto como peso, tamaño y número de semilla por fruto.
- ❖ Con el uso de mallas fotoselectivas es posible producir mayor cantidad y calidad de semilla de tomate cherry, lo cual fue demostrado con las diferentes pruebas realizadas.
- ❖ El uso de las mallas fotoselectivas de color azul, rojo y polietileno favorecieron la capacidad germinativa incrementando plántulas normales y una disminución en plántulas anormales y semillas sin germinar sobresaliendo la malla de color azul.
- ❖ Las mallas fotoselectivas roja, azul y el polietileno a diferencia de las mallas de color negro y blanco permiten producir semilla de mayor vigor con mayor longitud de radícula y peso seco de plántula; sobresaliendo la malla fotoselectiva de color azul quien resultó la mejor en todas las pruebas fisiológicas y permite obtener semillas de calidad.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA), 1992. Seedling evaluation handbook. Contribution No. 35 The Handbook of official seed. United States of America. 70-81 p.
- Association of Official Seed (AOSA), 1993. Seedling evaluation handbook. Contribution No. 32 The Handbook of official seed. United States of America. 88 p.
- Castilla, N. 2004. El Cultivo Protegido. En: Invernaderos de plástico. Manejo y Tecnología. Mundi-Prensa, España, pp 25-35.
- Castilla, P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. *In*: Nuez, F. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 189-225
- CIDH, 2004. (Centro Investigación de Defensa Hortícola) El Cultivo de tomate. Disponible en: <http://www.cidh.org.mx/monografias/tomate.html>
- Domínguez, E. 2000. Mejora genética de la fertilidad del polen de tomate a bajas temperaturas: aprovechamiento de la selección gametofítica. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. España.
- Esquinas-Alcázar J. y Nuez F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: *el cultivo del tomate*, pp 11-42. Nuez F. ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- FAO, 2004. Crop description and climate. Disponible en: [http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/tomato.stm#descrip\[24](http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/tomato.stm#descrip[24) Enero 2005].
- Figueroa, M. 2003. Extracción de Semillas: Método seco y húmedo. *CEMACAM de Torre Guil. (Sangonera La Verde, Murcia,)* pp.20-21.

- Flores, H. A. 2004. Introducción a la Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. México.
- Fundación de semillas Kokopelli. 2006. Manual de Producción de Semillas. Disponible en: http://www.kokopelli-seed-foundation.com/actu/new_aff_rub.cgi?code_rubrique=12
- Guía, Productores de Hortalizas. 2006. Plagas y Enfermedades de Tomate. Identificación y Manejo. Disponible en: http://vegetablemndonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf
- Hampton, J.G. 2001. ¿Qué Significa Calidad de Semillas?. Revista Seed News Septiembre/Octubre volumen 5 numero 5.
- Hartmann H. T. y E. kester D. 1999. Propagacion de Plantas. 2a. Edicion. Editorial CECOSA. Mexico. 138-140 pp.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2004. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 21. Supplement.
- Jones, J.B. 1999. Tomato Plant culture: In the Field, Greenhouse and Home Garden. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, EEUU.
- Lopez, C.G. 2006. "Biomecánica de la Epidermis y la Cutícula del Fruto de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Y su Relación con el Agrietado". Tesis doctoral. Facultad de ciencias. Universidad de Malaga. España.
- Lopez, C. A. 2003. Manual para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 151. ISSN 1020-4334. Balcarce, Argentina.
- Morant, A., Miranda, R. y Salomón, N. (2004). Procesamiento y Análisis de Semilla. Universidad Nacional del Sur de Argentina. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos17/produccion-semillas/produccion-semillas.shtml>

- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ra. Edición. Instituto de Biología. UNAM. México. P. 63, 113, 236.
- Nuez, V. F. 2001. El Cultivo de tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.
- Perry D.A., 1977. A vigor test for seeds of barley (*Hordeum vulgare*) based on measurement of plúmula grow. *Seed Science and Technology* 5, 709-719.
- Peralta I.E., Knapp S.K. y Spooner D.M. 2005. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru . *Systematic Botany* 30 (2): 424-434.
- Quirós, O. W., Carrillo, A. O. 2005. La importancia del Insumo Semilla de Buena Calidad. Oficina Nacional de Semillas. Brasil.
- Rosales, M. V. 2008. Producción y Calidad Nutricional en Frutos de Tomate Cherry cultivados en dos invernaderos mediterráneos experimentales: Respuestas Metabólicas y Fisiológicas. Tesis Doctoral. Editorial de la Universidad de Granada, España.
- Salinas, R. A. 2001. Prueba de Vigor y calidad fisiológica de Semilla de Soya. *Versión Print* ISSN 0100-204X. Vol. 36. No. 2. Brasilia. Santa Fe, argentina.
- Shahak, Y. 2004. Mallas de sombreo coloreadas una nueva tecnología agrícola. Investigación actual en plantas ornamentales. España.
- SNICS. 2007. Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Disponible en:
http://www.sagarpa.gob.mx/snics/Certificacion_de_semillas/Ley%20de%20semillas/Lfpccs1.htm
- Terenti, O. 2004. Calidad de semilla, lo que implica y como evaluarla. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. San Luis, Argentina.
- UPV.(Universidad Politécnica de Valencia) 2003. Germinación de Semillas. Disponible en:
http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm

Varona, F. M.1999. La Semilla del Tomate Aspectos Básicos y Tecnológicos. Reseña Bibliográfica. IIHLD.--p. 57.

ZAR, J.H. (1999). "Biostatistical Analysis". 4a edición. Ed Prentice Hall.

Citas por internet

www.polysack.com

www.infoagro.com

<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4893S/y4893s00.htm>

http://www.horturba.com/castellano/cultivar/ficha_manejo.php?ID=15

FAOSTAT,

2006.

Disponible:

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?rageID=567>

30

Octubre 2007].