

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Comportamiento Poblacional de Cuatro Genotipos Extrafirmes de Tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) de Hábito Indeterminado Bajo Invernadero
en Hidroponía.**

Por:

Yaney Rodríguez Estrada

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
Ingeniero Agrónomo Horticultura**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Comportamiento Poblacional de Cuatro Genotipos Extrafirmes de Tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) de Habito Indeterminado Bajo Invernadero
en Hidroponía.**

TESIS

Presentada Por:

Yaney Rodríguez Estrada

**Que somete a Consideración del H. Jurado Examinador,
como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
Ingeniero Agrónomo Horticultura**

**M.C Alfredo Sánchez López
Presidente**

**M.C. Emilio Padrón Corral
Sinodal**

**D.R. Alfonso Reyes López
Sinodal**

**M.C Alfonso Rojas Duarte
Suplente**

**M.C Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Febrero de 2003.**

DEDICATORIA

A DIOS: Por fortalecer mi espíritu dándome la fe para continuar.

A MIS PADRES: Sr. Israel Rodríguez Cruz.
Sra. Isabel Estrada Mendoza.

Por darme lo mas valioso de este mundo, que es la vida. A ustedes que con sacrificios, desvelos y consejos supieron guiarme asta esta faceta importante de mi vida. Que con su gran amor, cariño apoyo, comprensión y confianza, me dieron lo mas valioso y mejor de las herencias, una profesión. ¡Gracias!.

A MIS HERMANOS: Marilin.
Carmela.
Israel.
Brenda Asunción.
Amparo.

A todos ellos que incondicionalmente y en todo momento me han apoyado. Que con su cariño y amor siempre han alentado mis anhelos de superación; por esos inolvidables momentos que hemos compartido juntos, y por ese especial amor de hermanos que nos hace ser una gran familia ¡Gracias!

A MI ESPOSO: J. Alberto Pliego Cacique, Por su cariño, comprensión y apoyo brindada en todo momento durante mis estudios profesionales, ¡Gracias!.

A MIS SOBRINOS: Alonso E., Didiana B., C. Mailin, Axcel, e Itzel con mucho cariño.

A MIS TÍOS: Con mucho cariño, por todo el apoyo y confianza que me han dado
¡Muchas gracias!

A MIS CUÑADOS: Por el apoyo, cariño y confianza, ¡Gracias!

A MIS PADRINOS: Por sus consejos y cariño brindado en todo momento.
¡Muchas Gracias!.

A MIS SUEGROS: Por sus consejos y apoyo incondicional en todo momento,
¡Gracias!

AGRADECIMIENTOS

AL MC. ALFREDO SÁNCHEZ LÓPEZ. Por darme la oportunidad de realizar este trabajo en la línea de investigación que el dirige bajo su conducción así como su apoyo incondicional el cual fue fundamental para la elaboración de este trabajo del mismo y por su amistad brindada en todo momento durante mis estudios profesionales.

AL M.C EMILIO PADRÓN CORRAL. Por su importante colaboración en la depuración de este trabajo. Contribuyendo con sus conocimientos estadísticos que fueron de gran utilidad para la conclusión de este trabajo de tesis.

AL DR. ALFONSO REYES LÓPEZ Y AL M.C. ALFONSO ROJAS DUARTE Ya que sin su valiosa colaboración y sus acertadas aportaciones a este trabajo no se hubiese podido concluir este trabajo de tesis.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES. Por brindar de manera incondicional sus instalaciones para el desarrollo del presente trabajo.

AL ING. MARIO A. LÓPEZ. Profesor Investigador de la Universidad de Aguascaliente Por el apoyo otorgado para la realización de la presente investigador.

A todas aquellas personas que de una u otra forma participaron y que involuntariamente he omitido. A todas ellas muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Ventajas y Desventajas de la Hidroponía.	5
Ventajas	5
Desventajas	6
Técnicas de Producción en Hidroponía en función del Medio de Crecimiento en que se Desarrolla el Sistema Radicular.	8
Sistemas Hidropónicos.	11
Fertirriego	13
Requerimientos Nutrimientales	14
Compatibilidad entre Mezclas de Fertilizantes.	15
Conductividad Eléctrica	16
Sistemas de Producción	17
Rendimiento	18
Sustratos	19
Propiedades Físicas.....	19
Propiedades Químicas.....	20
Cultivares	20
Practica de Poda en Planta de Tomate de Habito Indeterminado.	21
Híbridos de Larga Vida en Anaquel	22
Densidades de población	24
Interacción Genotipo - Ambiente	24
MATERIALES Y MÉTODOS	26
Localización del Área de Estudio	26
Clima	26
Agricultura	28

Establecimiento del Experimento	28
Material Genético	29
Análisis Estadístico	29
Diseño experimental.	29
Modelo estadístico.	30
Registro de Temperaturas °C Mensuales en la Modalidad de Bolsa.	31
Muestreos de Potencial Hidrogeno (pH) en Bolsa.	34
Muestreos de Conductividad Eléctrica (CE) en la Modalidad Bolsa.	37
Registro de Temperaturas °C Mensuales en la Modalidad Maceta.	39
Muestreos de Conductividad Eléctrica (CE) en la Modalidad Maceta.	44
Muestreos de Potencial Hidrogeno (pH) en la Modalidad Maceta.	47
Cosecha.	50
VARIABLES EVALUADAS	51
Variable de Producción Comercial.	51
Variable de Producción Total	51
RESULTADOS Y DISCUSIONES	52
Resultados de Producción para el primer Ambiente (A1)	52
Exportación A1.....	52
Nacional A1.....	53
Rezaga A1.	57
Resultados de Producción para el Ambiente (A2)	60
Exportación A2.....	60
Producción de Exportación Total de los Ambientes (A1 y A2)	64
Producción Comercial.	68
Producción Total de los Ambientes (A1 y A2).	72
CONCLUSIONES	76
RESUMEN	77
LITERATURA CITADA	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comportamiento de Temperatura Media Anual en los diferentes regiones del Estado de Aguascalientes en (°C).....	27
Cuadro 2. Comportamiento de la Precipitación Promedio Anual (Milímetros) en los Municipios del Estado de Aguascalientes.	27
Cuadro 3. Descripción de los Tratamientos de Estudio en Cuatro Genotipos de Habito Indeterminado.....	29
Cuadro 4. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta de Producción Exportación A1.....	52
Cuadro 5. Comparación entre medias de genotipos en la variable de respuesta Producción de Exportación.....	53
Cuadro 6. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Producción Nacional A1.....	54
Cuadro 7. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Nacional A1.	54
Cuadro 8. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Nacional A1.	55
Cuadro 9 Comparación entre media de densidades en la variable de respuesta Producción Nacional en el genotipo Gabriela.	56
Cuadro 10. Comparación entre media de densidades en la variable de respuesta Producción Nacional en el genotipo Flame.	57
Cuadro 11. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Producción Rezaga A1.....	57
Cuadro 12. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Rezaga A1.....	58
Cuadro 13. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Rezaga A1.....	59

Cuadro 14. Comparación entre media de densidades en la variable de respuesta Producción Rezaga en el genotipo Hazera 14-20.	60
Cuadro 15. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Producción Exportación A2, datos transformados $\sqrt{(x + 1)}$	61
Cuadro 16. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Exportación A2.	61
Cuadro 17. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Exportación A2.	62
Cuadro 18. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta producción Exportación A2.....	63
Cuadro 19. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Exportación Total = Exportación A1 + Exportación A2.....	65
Cuadro 20. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Exportación Total.....	65
Cuadro 21. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta producción Exportación Total.	66
Cuadro 22. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Exportación Total en los genotipos Hazera 14-20, Gabriela, Flame y Narro-1.	67
Cuadro 23. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional.	69
Cuadro 24. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional.....	69
Cuadro 25. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional.....	70
Cuadro 26. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Comercial en los genotipos Hazera, Gabriela y Narro 1.....	71
Cuadro 27. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga.	73
Cuadro 28. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga.	73

Cuadro 29. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Total.....	74
Cuadro 30. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga en los genotipos Gabriela y Narro-1.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Colindancias de Jesús Maria, Aguascalientes.	26
Figura 2. Medias de genotipos en la variable de respuesta Producción de Exportación A1.	53
Figura 3. Medias de los genotipos en Bolsa para la variable de respuesta Producción Nacional A1.	55
Figura 4. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Nacional.	56
Figura 5. Medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Rezaga A1.	58
Figura 6. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Rezaga A1.	59
Figura 7. Medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Exportación 2.	62
Figura 8. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Exportación A2.	63
Figura 9. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Exportación A2 en los genotipos Hazera 14-20, Gabriela, Flame y Narro-1.	64
Figura 10. Medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Exportación Total.	66
Figura 11. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Exportación Total.	67
Figura 12. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Exportación Total en los genotipos Hazera, Gabriela, Flame y Narro-1.	68
Figura 13. Medias de los genotipos en la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional en Bolsa.	70

Figura 14. Medias de los genotipos en la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional en Maceta.....	71
Figura 15. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Comercial.	72
Figura 16. Medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga.	74
Figura 17. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Total.	75

INTRODUCCIÓN

La industria de invernaderos para el sector productivo de hortalizas en México a mostrado un incremento muy dinámico en los últimos diez años, considerando que en 1991 se registraron 50 has., manejadas bajo este sistema, sin embargo en un periodo de diez años este sector ha sido fuertemente explorado, presentado un incremento considerable de 1260 has., aproximadamente reportado por Sánchez L. A. 2003, en este sector a sido manejado con diferentes sistemas tecnológicas dependiendo del sustento técnico o bien del productor dentro y dependiendo del cultivo a desarrollar, manejándolo en diferentes modalidades de los cuales se maneja hidroponía en flotación y la aeroponía, cultivos en arena, agrava (rocas potrosas de origen volcánico como tezontle, perlita y zeolita), lona roca, turba, espumas sintéticas, suelos con tratamiento especial, entre otros.

En 1992, el Lic. Carlos De Saracho en el Valle de Culiacán, Sin., establece una empresa denominada De Saracho Hidropónicos, S. A., reportándose como el pionero del cultivo hidropónico de tomates y chiles Bell-peper del país, posteriormente en 1994 el Ing. Demetrio Crisantes Enciso del grupo Santa fe, perfecciono e incremento esta actividad dándole presencia en el mercado Internacional utilizando el sistema de hidroponía de tecnología Holandesa en la región de Imuris Sonora y Sinaloa.

Considerando que la superficie cultivada bajo invernaderos de diferentes tipos de tecnología se encuentra en alto incremento, ya que el numero de

proyectos de invernadero en construcción aumento en mas del 90% en los últimos años. En este proceso los estados con mayor participación son: Baja California, Baja California Sur, Sonora, Jalisco, Sinaloa, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, Estado de México, Michoacán, Coahuila, Zacatecas entre otros. En relación con los cultivos establecidos bajo esta modalidad, figuran principalmente el tomate en las categorías de bola, racimo y chery donde ocupa mas del 60% de la superficie establecida, mientras que el pepino tipo europeo, los chiles Bell-peper en sus diferentes tipos participan con un 19 y 16% respectivamente. Otros cultivos como berenjena que comienzan a resultar con potencial, así como lechuga, melones y hiervas de olor entre otros.

Los efectos que han contribuido mayormente al desarrollo y construcción de invernadero en nuestro país son de acuerdo a las condiciones ambientales en nichos específicos muy localizados del país, el acceso a diferentes tipos de tecnología, las ventanas de mercado y oportunidades de negocios derivadas del tratado de libre comercio de América del Norte (TLCAN).

Por otra parte, también se reclama la demanda de mejores productos por los consumidores, quienes requieren cada día productos mas seguros y de mejor calidad. Otro factor que a forzado al desarrollo de la industria de invernaderos es sin duda la problemática del campo debido a las limitaciones de mano de obra calificada y a la necesidad de una mayor productividad.

En un análisis realizado el nivel de adopción de tecnologías, se estima que en la actualidad se registra un 65% aproximadamente de automatización en el total de la superficie construida y que el plastico que es usado en mas del 90% de los casos como cubierta del invernadero. En hidroponía se estima un porcentaje del 16% con invernaderos diseñados por empresas de Canadá, Holanda, Israel y Francia principalmente y también se observa una gran participación de empresas Españolas y de México quienes presentan proyectos con tecnología de menor costo por unidad de superficie.

La industria y establecimiento de invernaderos en el país representa un aspecto muy importante en el empleo directo para más de 16,000 mil empleos directo e indirecto en zonas marginadas, así como beneficiando directamente los estados donde se establecen este tipo de proyectos. Es de esperarse que durante esta nueva década la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas deberá ser bajo condiciones más factibles que aseguren la competitividad y la excelencia del producto y que de esta forma presente un mayor impulso tanto de los inversionistas como de las instituciones de apoyo a este proceso, ya que como se observa existen grandes necesidades combinados con un enorme potencial productivo en los diferentes sectores del país. Los niveles productivos se ven incrementados por el tipo de variedades y/o híbridos que se pueden utilizar en invernadero. Este potencial de productividad, será proporcional al nivel de control, manejo y a las condiciones climáticas que tengamos. Es decir, la capacidad productiva de una misma variedad y/o híbrido puede comportarse en forma irregular en condiciones de manejo diferentes.

El nivel de control va a estar proporcionado por el sistema o paquete tecnológico que se elija para llevar a cabo la producción. Es importante seleccionar, el producto según las necesidades de mercado, condiciones climáticas y del propio cultivo, los equipos adecuados para maximizar el potencial genético de las variedades establecidas.

Objetivos

Evaluar el Comportamiento Poblacional de Cuatro Genotipos Extrafirmes de Tomate de Habito Indeterminado en dos Densidades de Población, en Sistema de Hidroponía Bajo Invernadero

Determinar la Influencia de la Modalidad Maceta-Bolsa en sistema Hidropico para Altas Densidades de Población en la Región de Aguascalientes.

Estimar su Comportamiento y Versatilidad en Relación al Rendimiento y Calidad Bajo la Influencia de Densidades de Población.

Estimar los Efectos del Medio Ambiente como Respuesta a la Estabilidad Expresada en Rendimiento y Calidad de los Genotipos.

Hipótesis

Los diferentes híbridos en estudio superaran al genotipo narro 1, con respecto a su rendimiento y calidad en altas densidades bajo dos medios ambientes de acuerdo a las condiciones predominantes bajo invernadero en la región de Aguascalientes, Aguascalientes.

REVISIÓN DE LITERATURA

CIHNM (1997), La hidroponía es una técnica que permite cultivar y producir plantas sin emplear suelo o tierra . Con la técnica de cultivo sin suelo se obtienen hortalizas de excelente calidad y sanidad, y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada productividad por planta.

CIHNM (1997), Hidroponía en la mayoría de los diccionarios se define, como el crecimiento de plantas en agua, conteniendo nutrientes en solución en lugar de tierra, y la palabra parte de las raíces griegas: Hidros=agua, Ponos=labor o sea, trabajo en agua. En la moderna hidroponía, se utilizan materiales inertes del tipo; vermiculita, grava, perlita expandida, arena y otros cuya función, es la sostener las raíces de las plantas en dicho medio inerte, circular agua preparada con los nutrientes a un pH determinado. Bombeada o aplicada en intervalos regulares. Explica algunas ventajas y desventajas.

Ventajas y Desventajas de la Hidroponía.

Ventajas

Permite aprovechar suelos o terrenos no adecuados para la agricultura tradicional.

Los rendimientos obtenidos con hidroponía superan tremendamente a la producción en suelo.

Menor consumo de agua y fertilizantes. La técnica es muy apropiada en zonas donde hay escasez de agua.

No contamina el medio ambiente.

Crecimiento más rápido y vigoroso de las plantas debido a que en un sistema hidropónico el agua y los nutrientes están más disponibles.

La producción es intensiva, lo que permite tener mayor número de cosechas por año.

El uso de agua potable o de pozo, garantiza que el cultivo hidropónico sea un producto libre de contaminación y de enfermedades.

Se obtiene un cultivo más sano e higiénico y, por lo tanto, son buenos para la salud.

En la agricultura tradicional tanto la siembra como la cosecha se realizan en una misma fecha; en hidroponía estas labores se realizan en forma escalonada, lo cual permite llevar una programación de la producción.

En la agricultura tradicional es necesario hacer una rotación de cultivos para evitar una infestación de nematodos en las raíces. En un cultivo sin suelo no se presenta este problema y se puede trabajar continuamente como monocultivo.

Desventajas

Antes de iniciar un proyecto hidropónico, es importante conocer el manejo agronómico del cultivo porque, muchos proyectos, sobre todo aquellos con "llave en mano", han fracasado debido a las falsas expectativas de altos retornos que ofrecían las empresas proveedoras, sin tener en cuenta el conocimiento de las

plantas, plagas y enfermedades. Según el Dr. Merle Jensen "la hidroponía es una tecnología atractiva, frecuentemente sobre simplificada, la cual es más fácil de promover que de sostener. Desafortunadamente, los fracasos que han ocurrido en EEUU exceden grandemente a los éxitos, debido a la inexperiencia o a la falta de apoyo técnico y científico". Entre las desventajas están:

La dependencia de adquirir un proyecto con paquete "llave en mano" puede desalentar su continuidad, por los elevados costos de producción. Es mejor hacer pequeños ensayos y, con la experiencia adquirida, ir montando su propio proyecto.

El desconocimiento del sistema hidropónico apropiado para producir un determinado cultivo. Es muy importante tener o recibir una previa capacitación.

El desconocimiento del manejo agronómico puede reducir significativamente los rendimientos. El éxito de la producción hidropónica depende más del conocimiento del manejo agronómico (clima apropiado para el cultivo, siembra, riegos, control de plagas y enfermedades, etc.) que del conocimiento de la técnica en sí.

ISOSC (2001), los últimos diez años, el área mundial destinada a la producción hidropónica se ha incrementado de cuatro a cinco veces. En 1996 el área mundial era de 12,000 hectáreas (ISOSC; Sociedad Internacional de Cultivo Sin Suelo) y, según las últimas estadísticas (2001), habrían unas 25,000 hectáreas, de las cuales el 81% (20,200 hectáreas) son cultivadas sólo por 10 países. Holanda es el primer país hidropónico (aquel país con más de 30 hectáreas destinadas a la producción hidropónica). Los sistemas mayormente utilizados son el sistema de riego por goteo con lana de roca y el sistema NFT. Los cultivos hidropónicos más rentables son tomate, pepinillo, pimiento, lechuga y flores cortadas. México aparece en el puesto 17 con 120 hectáreas bajo este sistema.

Técnicas de Producción en Hidroponía en función del Medio de Crecimiento en que se Desarrolla el Sistema Radicular.

Steiner (1966), Jensen y Collins (1985) y Resh (1991), proponen que se pueden clasificar en: técnicas en medio líquido (no agregado), dentro de éstas se ubican a las técnicas en película nutritiva (NFT), hidroponía en flotación y la aeroponía; en el grupo agregado se encuentran los cultivos en arena, grava (rocas porosas de origen volcánico como tezontle, perlita y zeolita), otros sustratos como la lana de roca, aserrín, turba y espumas sintéticas como el poliestireno.

Graves (1983), describe la técnica de NFT, es relativamente reciente, consiste en mantener en circulación una fina capa de solución nutritiva en las raíces de las plantas para proveer agua y nutrimentos, entre ellos el oxígeno. Las plantas crecen en canales formados por una película de polietileno, dentro de los cuales se depositan las raíces, se cubre de la luz y se hace fluir la solución nutritiva. El plástico es completamente opaco en su interior, para evitar el desarrollo de algas, mientras que en su exterior es de color blanco para evitar el calentamiento de la solución nutritiva y las raíces.

Jenner (1980), sugiere que el flujo de la solución nutritiva debe ser entre 60 y 120 L h⁻¹. Las plántulas se desarrollan en cubos de lana de roca, al trasplantarlas se colocan en el canal con todo y cubo.

Graves (1983), se han efectuado adaptaciones a la NFT, pero en esencia el principio se mantiene; la diferencia fundamental consiste en la sustitución del polietileno por otros materiales como, por ejemplo: concreto recubierto con resinas para aislar a la solución nutritiva del concreto, tubos de cloruro de polivinilo (PVC) con un orificio en cada punto donde se inserta la planta; sin embargo, esta modificación se ha adaptado a especies de menor altura, como por ejemplo lechuga y fresa.

Steiner (1968), menciona que la solución nutritiva consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la solución nutritiva. Para que la solución nutritiva tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos.

Steiner (1961), determino que la pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones.

Adams (1994), en hidroponía, las necesidades nutrimentales que tienen las plantas son satisfechas con los nutrimentos que se suministran en la solución nutritiva. La cantidad de nutrimentos que requieren las plantas depende de la especie, la variedad, la etapa fenológica y las condiciones ambientales, cada especie vegetal que se cultiva en hidroponía requiere de una solución nutritiva con características específicas.

Graves (1983), y Steiner (1984), las principales características que influyen en el desarrollo de los cultivos y sus productos de importancia económica son: la relación mutua entre los aniones, la relación mutua entre los cationes, la concentración de nutrimentos (representada por la CE), el pH, la relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ y la temperatura de la solución nutritiva.

Cornillon (1988), la temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de agua y nutrimentos. La temperatura óptima para la mayoría de las variedades de tomate es de aproximadamente 22 °C, en la medida que la temperatura disminuye también disminuye la absorción y asimilación de los nutrimentos.

Adams (1994), sin embargo reportó que la temperatura de la solución nutritiva tiene aún mayor efecto en la absorción de P que de N y agua. Con temperaturas menores que 15 °C.

Moorby y Graves (1980), se encontraron deficiencias de Ca²⁺, P y Fe²⁺. A bajas temperaturas la suberización de la endodermis se extiende al ápice de la raíz e influye en la absorción de los nutrimentos. La deficiencia de Ca²⁺ debida a la baja temperatura ocasiona mayor incidencia en la pudrición apical del fruto. En el agua, además de disolver las sales que corresponden a los nutrimentos, en forma natural se disuelve el oxígeno que requieren las raíces de las plantas. La temperatura de la solución nutritiva tiene relación directa con la cantidad de oxígeno consumido por la planta e inversa con el oxígeno disuelto en la solución nutritiva. A temperatura menor que 22 °C el oxígeno disuelto en la solución nutritiva es suficiente para abastecer la demanda de este nutrimento; sin embargo, el requerimiento es pequeño debido a que se reduce la velocidad de un buen número de procesos fisiológicos, entre ellos la respiración y, por lo tanto, también se reduce el crecimiento de la planta. A temperaturas mayores que 22 °C las condiciones son contrarias, la gran demanda de oxígeno no es satisfecha por la solución nutritiva debido a que a mayor temperatura aumenta la difusión de este gas. Con altas temperaturas de la solución nutritiva también se incrementa el crecimiento vegetativo en una magnitud mayor que la deseable y disminuye la fructificación

Graves (1983), el control de la temperatura de la solución nutritiva es un factor que adquiere importancia secundaria en los lugares de clima templado. En las zonas o temporadas frías, es conveniente tener un sistema de calefacción para la solución nutritiva. Es necesario evitar temperaturas menores que 15 °C para prevenir la reducción de la absorción de nutrimentos (Moorby y Graves, 1980). Lo ideal es mantenerla lo más cercana posible a 22 °C.

Zaidan y Avidan (1997), El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6-6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es más alcalino que 8.5, esto indica que el pH en la zona radicular alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micro nutrientes. El ajuste es por medio de la relación NH_4/NO_3 de la solución de riego: si el pH se hace demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de NH_4 con respecto al NO_3 en la solución nutritiva y viceversa. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado.

Sistemas Hidropónicos.

Marulanda (1995), menciona que existen diferentes tipos de sistemas hidropónicos, desde los más simples, con funcionamiento manual o semiautomático, hasta los más sofisticados y completamente automatizados. No todo sistema es efectivo para todos los cultivos. Los sistemas hidropónicos se pueden dividir en dos: a) sistemas hidropónicos en agua y, b) sistemas hidropónicos con agregados o sustratos. Los sistemas hidropónicos en agua son sistemas hidropónicos por excelencia; las raíces de las plantas están en contacto directo con la solución nutritiva. En los sistemas con agregados, las raíces de las plantas crecen y desarrollan en sustratos inertes; la solución nutritiva fluye entre las partículas del sustrato humedeciendo las raíces. Entre los sistemas más conocidos están:

Bunt (1988), menciona que cultivo de hortalizas y flores en invernaderos sobre dunas de arena y/o en sustratos inertes requiere un especial y preciso control de el fertirriego. Esto se debe a que por un lado, se trata de cultivos delicados, con corto e intenso período de crecimiento, muy sensibles al manejo nutricional y con un sistema radicular poco desarrollado. Por otro lado, la CIC de estos medios de cultivo es muy baja y no contribuyen nutrientes, siendo la única fuente de nutrientes a través del sistema de fertirriego. Esta situación se potencia

aún más cuando se cultiva en contenedores o macetas donde las raíces están confinadas en un volumen muy limitado.

Asaf (1990), cita que la baja capacidad de retención de agua y la pequeña reserva de nutrientes existente en estos sistemas, hacen que éstos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error o desajuste en el fertirriego. Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de nutrientes debe ser completo (N, P, K, Ca, Mg. y micro nutrientes) y el pH debe ser mantenido constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo.

Feigin et al, (1980), nombra la disponibilidad óptima de todos los nutrientes es en el rango de pH 6-6.5. El pH de la rizosfera determina la disponibilidad de fósforo ya que afecta los procesos de precipitación / solubilización y de adsorción / desorción de los fosfatos. El pH también influye sobre la disponibilidad de micro nutrientes (Fe, Zn, Mn) y la toxicidad de algunos de ellos (Al, Mn). El principal factor que afecta el pH en la rizosfera es la relación NH_4/NO_3 en el agua de riego, especialmente en hidroponía, substratos inertes y en medios con bajo poder buffer, como suelos muy arenosos.

Barber (1984), la forma de nitrógeno (NH_4^+ y NO_3^-) absorbida por la planta determina el balance cationes-aniones en la planta.

Marschner (1995), La nutrición amoniacal produce un patrón de absorción catiónica basado principalmente en NH_4^+ , disminuyendo así la absorción de otros cationes como Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ .

Ganmore – Neumann y Kafkafi (1980;1983), La disminución de pH en la rizosfera puede causar toxicidad de Al y Mn, y tiene en general un efecto adverso sobre el crecimiento radicular y sobre el desarrollo vegetal.

Marschner (1995), Cuando el nitrógeno es proporcionado bajo la forma de nitratos, el anión NO_3^- es absorbido, y la planta absorbe más aniones que cationes. Para mantener el balance cationes-aniones, las raíces excretan OH^- al medio, aumentando así el pH de la rizosfera.

Ganmore – Neumann y Kafkafi (1997), Las plantas bajo nutrición con NO_3 presentan un mejor crecimiento y mayores rendimientos.

Marschner (1995), Sin embargo, una nutrición con 100% del N como nitratos puede aumentar el pH de la rizosfera a valores de más de 8 . A esos valores de pH, el fósforo y micro elementos precipitan, disminuyendo la disponibilidad de estos nutrientes.

Fertirriego

Rodríguez (2001, con el fertirriego, los nutrientes son aplicados en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. El control preciso de la tasa de aplicación de los nutrientes optimiza la fertilización, reduciendo el potencial de contaminación del agua subterránea causado por el lixiviado de fertilizantes.

Castellano, J. Z (1997), el fertirriego permite adecuar la cantidad y concentración de los nutrientes de acuerdo a la demanda de nutrientes durante el ciclo de crecimiento del cultivo. El abastecimiento de nutrientes a los cultivos de acuerdo a la etapa fisiológica, considerando las características climáticas y del suelo, resulta en altos rendimientos y excelente calidad de los cultivos.

Cedeño (2002), la aplicación de fertilizantes para el desarrollo de los cultivos han cambiado, para una mejor precisión en las cantidades que se aplican y la posibilidad de poner el fertilizante mas cerca de la zona radicular donde la plantas puedan aprovecharlo.

Requerimientos Nutrimientales

Caraveo, (1994), En sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micro nutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como por ejemplo; sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego.

Los agricultores pueden preparar sus soluciones madre nutritivas disolviendo y mezclando dichos fertilizantes simples, obteniendo así formulaciones "a medida" con distintas concentraciones y relaciones N:P:K, de acuerdo a las necesidades nutricionales de cada cultivo y de cada etapa filológica.

Lupin et al., (1996), Soluciones NK, PK y NPK cristalinas con contenido de por lo menos 9-10% de nutrientes (N, P₂O₅, K₂O) en base a urea, ácido fosfórico y KCl pueden ser preparadas fácilmente por el agricultor en el campo. Así por ejemplo; la aplicación de 2 litros de una solución madre 1-1-1 (3.6-3.6-3.6) en 1m³ de agua de riego, dará una concentración final en el gotero de 72 ppm de N, P₂O₅ y K₂O .

Wolf et al, (1985), La solubilidad de los fertilizantes aumenta con la temperatura. Por ejemplo; a 10°C, las solubilidades de KCl, KNO₃ y K₂SO₄ y son 31, 21 y 9 g/100 g H₂O respectivamente, mientras que a 20°C las solubilidades aumentan a 34, 31 y 11 g/100 g H₂O respectivamente.

Elam et al, (1995), Teniendo en cuenta el contenido de K en cada fertilizante, se concluye que a 10°C el porcentaje de K₂O en las soluciones saturadas de KCl, KNO₃ y K₂SO₄ será 14.9, 8.1 y 4.6 % respectivamente.

Lupin et al, (1996), La mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fosfórico en

cambio produce una reacción exotérmica. Por esto conviene agregar primero ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la disolución de los fertilizantes agregados a continuación.

Las soluciones fertilizantes preparadas en el verano y almacenadas durante el otoño forman precipitados debido a la reducción de la solubilidad con la disminución de la temperatura. Por eso se recomienda diluir las soluciones almacenadas a fines del verano.

Hagin y Lowengart-Aycicegi (1999), No existe evidencia científica alguna para preferir fertilizantes líquidos o sólidos en fertirriego, los factores a tener en cuenta son el costo, la comodidad y la disponibilidad de transporte, almacenamiento y fertilizantes en el mercado.

Compatibilidad entre Mezclas de Fertilizantes.

Sneh, (1995), Se recomienda el uso de fertilizantes de reacción ácida y/o la inyección periódica de ácido en el sistema de fertirriego para disolver los precipitados y destapar los goteros. La inyección de ácido en el sistema de riego remueve también bacterias y algas. Luego de inyectar ácido, el sistema de riego y de inyección deberá ser cuidadosamente lavado.

La producción total más elevada se obtuvo con la fibra de coco (alrededor de 15 kg/m² en la campaña 1998/99) siendo de un 30 a un 40%, de la misma, considerada destrío debido al tamaño de los frutos que resultó significativamente menor. En lana de roca y perlita se obtuvieron producciones semejantes con una media de 10 kg/m² de producción comercial y frutos de calidad y tamaño similar, con un peso medio de 160 g por fruto. Valorando en términos de eficiencia (relación entre la producción comercial y el consumo total de agua), los sustratos de lana de roca y perlita presentan eficiencias en torno a los 16 kg/m³ y la fibra de coco de 12 kg/m³.

Conductividad Eléctrica

Rhoades y Loveday (1990), menciona que un valor de CE y/o de cloro más alto en la solución lixiviada que en la solución aplicada indica una acumulación de sales en la zona radicular. La presencia de sales en el bulbo de suelo humedecido por el gotero es contraproducente para las raíces, por eso se aplica siempre un exceso de agua para drenar el cloro y las sales. Este exceso varía de 10-50% según la conductividad hidráulica del sustrato la cual determina el potencial de drenaje del mismo.

Avidan (1998), recomienda recolectar y analizar la solución lixiviada y la solución que sale por los goteros y compararlas diariamente. Los kits portátiles permiten un diagnóstico in situ del pH, CE y del contenido aproximado de nitratos en las soluciones. En la actualidad existen sistemas automáticos que miden el pH y la CE de ambas soluciones y corrigen automática y continuamente la solución de acuerdo a los valores óptimos que se entran a la computadora de antemano.

Avidan (1998), el régimen de fertirriego (lámina de agua e intervalo de riego) deberá ajustarse de acuerdo al gradiente de CE y cloro entre la solución de riego y la de drenaje, para mantener así las sales por debajo de la zona radicular activa. Si la diferencia entre la CE de la solución lixiviada y de la solución entrante es más de 0.4-0.5 ds/m, y/o si la concentración de cloro en la solución lixiviada es más alta que la solución entrante y supera los 50 mg/L, se recomienda aplicar un riego sin fertilizantes para lixiviar las sales.

Lara (1990), indica los aspectos mas importantes de la solución nutritiva entre ellos son: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrimentos expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ y la temperatura. La relación mutua entre los aniones y entre los cationes debe corresponder a la que demandan las plantas, estas relaciones deben ser modificadas en las etapas fenológicas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Las relaciones $\text{NO}_3^- : \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{SO}_4^{2-}$

y K^+ : K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+} disminuyen al pasar de la etapa vegetativa a la reproductiva y de ésta a la de desarrollo del fruto. La CE influye en la nutrición de las plantas, a CE mayores que 6 dS m⁻¹ se induce diferente absorción entre los nutrimentos y, por lo tanto, desbalance entre éstos; pero una CE menor que 2 dS m⁻¹, es deficiente, sobre todo en los lugares o temporadas frías. El pH de la solución nutritiva determina la solubilidad de algunos nutrimentos, principalmente de P y Ca^{2+} , para evitar su precipitación, el pH debe ser mantenido entre 5.5 y 6.0. La relación NO_3^- : NH_4^+ afecta la calidad y la producción de frutos, la asimilación del NH_4^+ depende de la luminosidad; el N- NH_4^+ debe ser menor que 20 % respecto al N total. La temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de nutrimentos y en el contenido de oxígeno disuelto, la temperatura óptima es de 22 °C.

Sistemas de Producción

Bently (1974), describe un sistema de producción continua (6 cosechas por año) para lechugas y hortalizas similares, con base en un sistema hidropónico con macetas de polietileno, un sustrato a base de turba de pantano peat moss, vermiculita, y un sistema de riego por goteo. También esboza un sistema similar de producción continua con obtención de tres cosechas por año de jitomate.

Sánchez (1978), como resultado de una investigación bibliográfica, señala la posibilidad de la producción continuas y de varias cosechas al año de hortalizas y flores con el cultivo hidropónico, sin demérito de la fertilidad y con la obtención de rendimientos muy altos para las hortalizas de fruto, así mismo menciona la facilidad de producir en fechas de mercado favorable gracias al uso de invernaderos.

Sánchez (1981), presenta un esquema para producción continua de jitomate, pepino, melón, y frijol jotero en hidroponía, basado en su propia experiencia a escala comercial. El sistema es a cielo abierto y se muestra

adecuado para climas tropicales secos. Fue establecido con éxito y rentabilidad en Alpuyecá, Morelos, y está basado en sistema de bolsa de polietileno, utilizando como sustrato arena de río y un sistema sencillo y relativamente barato de riego localizado.

Romero y Díaz (1982), como resultado de experiencias en jitomate bajo invernaderos con condiciones controladas, proponen un sistema de producción hidropónico de tres cosechas al año utilizando tinas de polietileno encontraron como mejor sustrato arena de río y como mejor sistema de riego al goteo por micro tubo. Los rendimientos obtenidos por cosecha superan las 100 toneladas por hectáreas y como resultado de un análisis beneficio-costo el sistema se muestra rentable en la región Lagunera.

Espinoza y Sánchez (1985), trabajando un proyecto de huertos familiares en hidroponía, establecieron un sistema de producción continua para varias hortalizas. El sistema involucra asociaciones, imbricaciones, tutores y manejos de podas. Utilizaron como sustrato agrolita o arena.

Rendimiento

Acosta (2001), menciona que en la región de Delicias Chih. La superficie establecida de tomate en los tres años (1999-2001), es de 550 a 800 hectáreas, con un rendimiento medio de 26 ton/ha.

SIAP y SAGARPA (2003), las estimaciones de la producción de tomate del año agrícola 2002 fue de 1,373,356 ton., obteniendo una producción de 924,562 ton.

Sholto (1975), mediante una revisión bibliográfica de trabajos, comprueba los altos rendimientos con jitomate en hidroponía bajo invernadero (7 a 14 Kg/planta).

Barrera et al, (2001), en México, el tomate es la hortaliza Mas importante económicamente. Menciona que en la zona del Bajío trae un rendimiento medio oscila entre 100 y 200 ton/ha.

Sustratos

Olimpia (1991), define sustrato como material sólido que puede ser usado como reemplazo del suelo, y sirve como medio de crecimiento de las plantas. La función principal del sustrato es permitir el anclaje de las raíces y el soporte mecánico de la planta. El crecimiento de la raíz en sustrato es más rápido y vigoroso que en suelo.

Pérez (1996), menciona que en principio no existe un sustrato ideal o único, porque se puede utilizar una gran diversidad de sustratos ya sea puros o en mezclas como: arena fina, media o gruesa, de cuarzo, de río, de construcción, etc.; gravilla, grava, piedra pómez o pumecita, tezontle, cascarilla de arroz, fibra de coco, aserrín, etc. Un sustrato adecuado debe ser químicamente inerte, fácil de conseguir y de bajo costo, retentivo y que no se descomponga o degrade con facilidad.

Cruz (1996), menciona sus características del sustrato y propiedades intrínsecas que debe conocer y estudiar para diseñar el contenedor más apropiado, de forma que el módulo de cultivo resultante, sometido a un correcto manejo, proporcione a la raíz el medio favorable que veíamos con anterioridad. Dentro de estas propiedades tenemos tanto físicas (porosidad, retención de agua, densidad, estructura, granulometría), como químicas (capacidad de intercambio catiónico, poder tampón, solubilidad) y biológicas.

Propiedades Físicas.

Las propiedades físicas necesaria en los medios de cultivo son: elevada capacidad de retención de agua fácilmente utilizable, suficiente suministro de aire,

baja densidad aparente, elevada porosidad y por último que el material tenga una estructura suficientemente estable que impida la contracción del medio. Existen otras propiedades que resultan complementarias o respaldan a las anteriores como son la granulometría y la tensión a la cual coexiste el aire y agua en igual proporción.

Propiedades Químicas.

Propiedades químicas en primer lugar se plantea emplear materiales con pH adecuado para las especies a cultivar. Esta característica puede lograrse, en ocasiones, empleando productos de pH diferente que por mezcla consiguen el pH correcto para el cultivo . Como segundo parámetro químico a considerar es la baja salinidad del producto. Existen plantas que toleran mejor la salinidad pero por lo general debemos recurrir a sustratos con bajas conductividades eléctricas. En ocasiones, si las sales responsables de la salinidad son suficientemente solubles, es posible reducirlas con la aplicación de lavados igualando la conductividad del sustrato a la conductividad del agua de riego.

Cultivares

Sánchez et al., (1999) menciona que en el mercado se encuentra hoy en día, una gran cantidad de cultivares que varían en tamaño, forma y color. De acuerdo al habito de crecimiento y vigor de las plantas, los tomate se dividen en dos tipos; determinados e indeterminados.

Sánchez (2003), clasifica a los tomates bajo los siguientes habito de crecimiento: Indeterminado, Semi indeterminado, Determinados y Determinado compacto.

León et al., (1980), menciona que el crecimiento de habito indeterminado, presenta una yema lateral que esta siempre disponible a continuar el desarrollo

vegetativo, así que esta clase de planta en condiciones favorables crecerían de manera indefinida, manifestándose como plantas perennes.

Practica de Poda en Planta de Tomate de Habito Indeterminado.

Anderlini (1989), define poda como la practica cultural que consiste en eliminar los pequeños brotes axilares llamados vástagos, que desarrollándose dan origen a los brotes laterales además de algunas parte de la planta.

Sánchez (2003), menciona que la poda a un tallo, se inicia a partir de que la planta tenga bien diferenciada la horqueta ó bifurcación de la planta se inicia la poda y eliminación de brotes, chupones, mamones y foliolos. Permite el desarrollo del tallo o principal y dejar su libre crecimiento durante todo su ciclo vegetativo, se obtienen frutos de mayor tamaño, pero en algunos cultivares y / o híbridos se observa un defecto en el fruto rajada (radial y concéntrico), esto por un exceso de poda. Permite el desarrollo del tallo o principal y dejar su libre crecimiento durante todo su ciclo vegetativo.

González (1967), describe a la poda a un tallo, que consiste en dejar crecer el tallo principal cortando todos los brotes originados de yemas axilares cuando alcanzan 10 cm de altura.

Messiaen (1979), hace una descripción de poda a un tallo, con eliminar los brotes axilares después de la bifurcación y los que se forman en extremo de la inflorescencia.

Tiscornia (1989), menciona que el tomate requiere ser podado, con la finalidad de incrementar el rendimiento y calidad, por lo tanto al efectuarse apropiadamente la poda la planta recibe suficiente sol y aire.

Serrano (1984), en tomate bajo cultivo intensivo se eliminan los brotes laterales y se permite que el tallo principal alcance la altura deseada,

posteriormente se despunta (Serrano, Z. 1984) o bien se sujeta con una cuerda o rafia al alambrado del techo y se va bajando a lo largo del ciclo de cultivo, para que el ápice quede siempre a la altura deseada, eliminando las hojas viejas cercanas al suelo. También se puede permitir el crecimiento del primer brote lateral de planta de tomate, lo que se conoce como hijo, para tratar de aumentar la cantidad de fruto en el curso de los dos meses siguientes.

Verdugo et al., (1997), en otro estudio a pesar de haber obtenido frutos de mayor tamaño fueron conducidos a un tallo, al mismo tiempo encontró mayor cantidad de frutos rajados y asoleados.

Sánchez et al., (1999), en un trabajo realizado sobre cultivares de habito indeterminado y bajo condiciones hidropónicas en tomates normales, evaluó el efecto de la poda en líneas de larga vida en anaquel habito semi-indeterminado e indeterminado sobre floración, precocidad, tamaño de fruto, rendimiento y calidad en Villa de Arista, S.L.P. cuyo resultado fue, las líneas de habito indeterminado fueron mejores indicando el mayor rendimiento de exportación, nacional. Las podas a un tallo y a tres tallo fueron mejores indicando el mayor rendimiento comercial, pero sin efecto en floración y cosecha precoz. Las podas a dos y tres tallos aumentan el rendimiento nacional, diámetro del fruto y la primera obtuvo la mejor calidad.

Híbridos de Larga Vida en Anaquel

Nuez (1999), dice que los tomates de larga vida tiene una mayor productividad y resistencia a enfermedades, los frutos se observan por mayor tiempo y tienen la capacidad de soportar el transporte a lugares distantes, pero suelen tener defectos de calidad en cuanto a coloración y sabor.

Rick, (1978), describe a los híbridos de larga vida, este es un tipo de tomate reciente que se distingue por haber sido mejorado específicamente para una más

prolongada conservación en postcosecha, o larga vida en postcosecha. Estos tomates han sido obtenidos a través de cruzamientos con mutantes de maduración lenta (principalmente rin), o por medios de ingeniería genética que introducen al germoplasma genes antisense que causan una maduración lenta (PGA antisense) o regulada (ACC transwitch). Los cultivares mejorados con mutantes ya se usan en Chile, por ej. FA-144 y Madrila, y los mejorados por biotecnología todavía no han sido introducidos comercialmente en el país, por ejemplo. Flavr Savr o sus derivados Mcgregor y otros. Estos cultivares se usan en cultivos para fresco, al aire libre o en invernaderos, y sus frutos son similares a otros, excepto en su larga vida útil en postcosecha y en su gran dureza.

COEXPHAL (1996), este tipo de fruto añaden a la alta productividad y resistencia a enfermedades extrafirmes, la característica de la larga vida de anaquel o de conservación de sus frutos, adquiriendo las ventajas de un mayor periodo de vida comercial y la capacidad para soportar transportes a largas distancias; introducidos recientemente y extendiéndose por todo el sector agrícola; sin embargo, presenta ciertas desventajas o defectos de calidad en cuanto a coloración y sabor principalmente.

Verdugo et al., (1997), estableció un ensayo para determinar el efecto de la densidad de población, arreglo topológico y poda sobre el rendimiento y calidad de tomate, manejando la poda a un tallo, dos tallos y tres tallos, y clasificando la producción de exportación en tamaño grande (4x4 y 4x5), mediano (5x5 y 5x6) y chico (6x6 y 6x7), se encontró que cuando se poda a uno y dos tallos se obtienen frutos de mayor tamaño; sin embargo, en estos dos sistemas hay diferencias en la calidad de tamaño, encontrando que la poda a un tallo incremento la mayor cantidad de bultos / ha de fruto de mayor tamaño con relación a la poda a dos tallos, mientras que la poda a tres tallos incremento el mayor numero de bultos / ha de tamaño mediano y chico.

Densidades de población

Álvarez (1993) menciona algunas densidades, en invierno puede utilizarse un marco de 1,5m x 0,25m, y en verano uno de 1m x 0,25m. Otra posibilidad (entre muchas) puede ser poner líneas pareadas separadas 0,25m, con una separación entre cada dos líneas de 1,5m y una separación entre plantas de una misma fila de 0,25m. Con densidades altas de plantación se consigue aumentar la producción precoz, agrupar la recolección en un periodo corto y disminuir la duración del cultivo, mientras que se corre el riesgo de obtener frutos de tamaño más reducido y que las enfermedades criptogámicas se desarrollen con mayor facilidad.

Casseres (1980), la densidad de plantación también dependerá del tipo de poda que se haya realizado, de forma que con plantas podadas a un tallo la densidad de plantación será mayor que con plantas podadas a dos tallos. En cultivo hidropónico, el marco irá en función del tipo de tabla. Se colocan dos plantas por taco y la distancia entre tablas será de unos dos metros.

Martínez et al., (1999), evaluó dos sustratos locales (zeolita y arena de río) y tres densidades de población, en el rendimiento de tomate en hidroponía. Llegando a la conclusión de que el mejor sustrato fue la arena de río, ya que proporciono el mejor rendimiento y calidad de fruto la incidencia de enfermedades fue menor. El mejor tratamiento para rendimiento así como para tamaño y calidad de fruto, fue la densidad de 12 plantas/m² utilizando el sustrato arena de río. La relación entre densidad de población numero y peso de frutos fue positiva. El mayor peso se obtuvo con la densidad mas baja 16 plantas/m² y el menor peso con la densidad mas alta 20 plantas/m² en los dos sustratos.

Interacción Genotipo - Ambiente

Allard y Bradshaw (1964), clasifica a las variaciones del ambiente en dos clase: Predecibles e impredecibles, la primera involucra todas las interacciones

permanentes del ambiente, tales como; el clima, tipo de suelo, la longitud del día y aspectos del ambiente que son determinados por el hombre a través de la fecha de siembra , densidad de población, métodos de cosecha y otras practicas agronómicas. La segunda incluye fluctuación del tiempo, tales como; la cantidad y distribución de la lluvias, temperaturas, humedad relativa, enfermedades entre otros. Mencionaron que generalmente el previo cultivo es mejor indicador de la variación ambiental predecible.

Comstock y Moll (1963), citado por Gómez, 1984. Mencionan que hay dos factores que influyen en el desarrollo del genotipo, siendo estas causas genéticas y no genético, y que estos dos factores actúan conjuntamente; por lo tanto, a esta acción entre el efecto genotipo y el no genético se le conoce como interacción genotipo – ambiente.

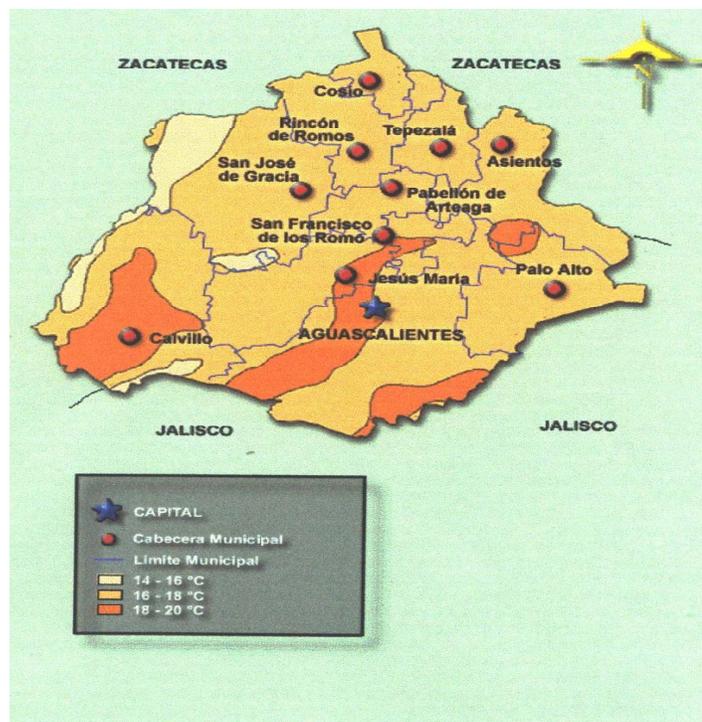
Carballo (1970), indica que el comportamiento de una variedad en diferentes medios ambientes si ha tratado de expresar en función del termino estabilidad, siendo una variedad estable, aquello que interacciona menos con el ambiente. Esta condición a un rendimiento promedio elevado, son deseables en cualquier variedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en el Campo Agrícola de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, ubicada en Jesús María, Aguascalientes, localizado en las coordenadas geográficas: Al Norte $22^{\circ} 27'$, al Sur $21^{\circ} 38'$ de latitud norte; al Este $101^{\circ} 53'$, de longitud oeste. Colinda al norte, noreste y oeste con Zacatecas, al sureste y sur con Jalisco. Los municipios con que cuenta son: Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San José de García, Tepezala, Llano y San Francisco.

Figura 1. Colindancias de Jesús María, Aguascalientes.



Clima .

El clima en el estado de Aguascalientes es semiseco con una temperatura anual de 18.2°C, el periodo de lluvias corresponde al verano, con una precipitación media de 526 mm. En la entidad se distingue en tres tipos de clima: Semiseco templado, el mas predominante en 70.43% del territorio. Semicalido 15.87% y Templado- Subhúmedo con lluvias en verano, con 13.70%.

Cuadro 1. Comportamiento de Temperatura Media Anual en los diferentes regiones del Estado de Aguascalientes en (°C).

Estación	Periodo	T° Promedio	T° del Año Mas Frió		T° del Año Mas Caluroso	
			Año	T°C	Año	T°C
Aguascalientes	1949-1999	18.2	1976	16.6	1998	20.3
Calvillo	1960-1999	19.3	1995	18.3	1982	20.2
La Tinaja	1963-1999	14.4	1992	13.3	1999	16.7
Presa Calles	1943-1999	17.3	1959	16.4	1998	18.5
Presa Jocoque	1943-1999	17.3	1944	15.9	1948	20.5

Cuadro 2. Comportamiento de la Precipitación Promedio Anual (Milímetros) en los Municipios del Estado de Aguascalientes.

Estación	Periodo	Precipitación Promedio	Del Año mas Seco		Del Año mas Lluvioso	
			Año	Precipitación	Año	Precipitación
Aguascalientes	1949-99	509.4	1976	300.1	1998	938.1
Calvillo	1960-99	607.6	1995	353.3	1982	856.4
La Tinaja	1963-99	670.7	1992	365.0	1999	1004.9
Presa Calles	1943-99	459.9	1959	222.0	1998	815.4
Presa Jocoque	1943-99	471.1	1944	233.5	1948	802.5

Agricultura.

En Jesús María entre sus principales cultivos destaca el maíz elotero ajo, brócoli, repollo, chile, lechuga, tomate, zanahoria, cilantro y otros.

Establecimiento del Experimento

El presente trabajo se estableció en invernadero tipo NORDIQUE-MIX de alta tecnología en sistema de hidroponía con dimensiones de 36 mts de largo x 28 mts de ancho llevándose acabo en las Instalaciones del Campo Experimental de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, iniciando la siembra el 3 de Marzo del 2003 en charolas de polietileno de 200 cavidades, de cada uno de los genotipos extrafirmes de habito Indeterminado.

El transplante se realizo el 4 mayo del mismo en dos modalidades Bolsa y Maceta, colocando 2 plantas por bolsa a una distancia de 0.50 cm * 0.20 cm, en una mezcla de 24 litros, con una densidad poblacional de 33200 planta/ha. Y cuatro plantas por maceta a 0.40 * 0.30 con 26 litros de mezcla con 41500 plantas/ha. La poda se inicio el 16 de Mayo con poda a un tallo que consistió en la eliminación de brotes y a partir de esta etapa se fueron eliminando el resto de brotes y hojas, así como la primera lecturas de floración.

El programa de nutrición para los diferentes genotipos fue iniciado con la siguiente solución: *N 113 ppm, P 60ppm, K 200ppm, Mg 50ppm, Ca 120ppm, Fe 2.5ppm, Cu 0.05 ppm, Bo 0.4ppm*. Todas las fuentes de fertilización eran líquidos de la línea "Flussing". Con una aplicación de 0.5ppm por cada gotero, repartidas en 4 riegos por día, hasta que se estabilizo y comenzó a drenar un 20% de la solución. A partir de ahí se aumento los riegos cuidando siempre drenar el 20% se llevo a un pico de 2.2 litros de solución por planta por día en los meses donde se estandarizo la producción, repartiéndose en 16 riegos por día. El pH de la solución se ajusto a 6.0 – 6.5 y la CE 1.8 – 2 del inicio hasta el primer corte.

En una segunda etapa productiva de la planta se modifico la nutrición por la siguiente N 140ppm, P60 ppm, K 200ppm, CA 165ppm y el resto de los elementos se mantuvo igual. Utilizando fertilizantes solubles de SQM, Champion Viking.

Material Genético

El material utilizado en el trabajo fueron genotipos de tomate tipo bola, de habito indeterminado ver cuadro 1.

Cuadro 3. Descripción de los Tratamientos de Estudio en Cuatro Genotipos de Habito Indeterminado.

Factores de Estudio	
Tratamiento	Genotipo
T1	Hazera 14-20
T2	Gabriela
T3	Flame
T4	Narro 1

Análisis Estadístico

Diseño experimental.

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar con Arreglo en Parcelas Divididas 2 X 4, donde densidades fúe la parcela grande y genotipos la parcela chica, con 4 repeticiones dando un total de 32 unidades experimentales.

Modelo estadístico.

$$Y_{iJK} = \mu + D_i + E_{iJ} + G_j + (D * G)_{ij} + E_{iJK}$$

Con;

$i = 1,2$ Densidades

$J = 1,2,3,4$ Genotipos

$K = 1,2,3,4$ Repeticiones

Donde;

Y_{iJK} = Variable aleatoria observable correspondiente a la i -ésima densidad, el J -ésimo genotipo y la K -ésima repetición

μ = Componente que representa población promedio

D_i = Efecto de la i -ésima densidad

E_{iJ} = Error de la parcela grande

G_j = Efecto del J -ésimo genotipo

$(D * G)_{ij}$ = Efecto de conjunto que representa la interacción, densidad-genotipo

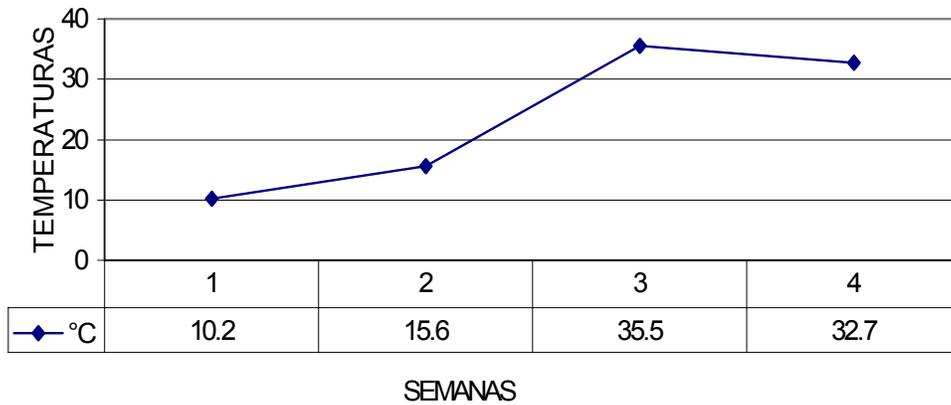
E_{iJK} = Error de parcela chica

Además se utilizó una prueba de comparación múltiple de media por el método de Tukey.

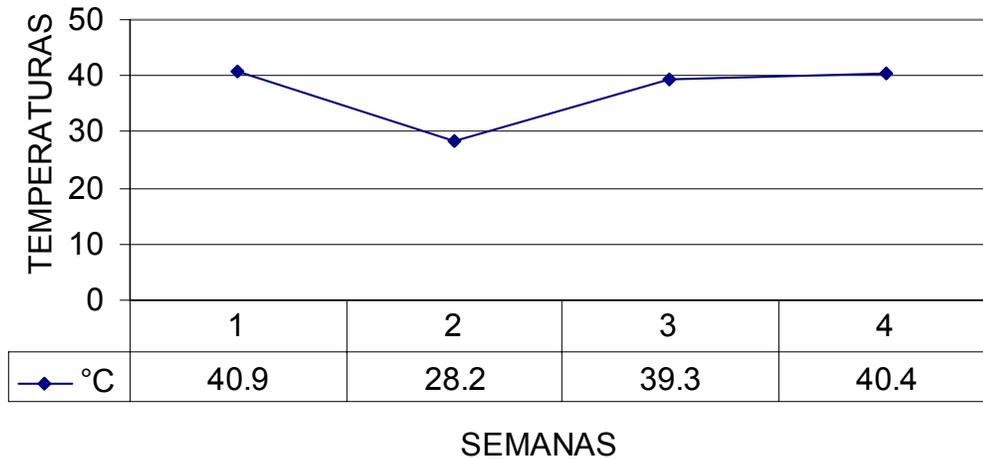
Registro de Temperaturas °C Mensuales en la Modalidad de Bolsa.

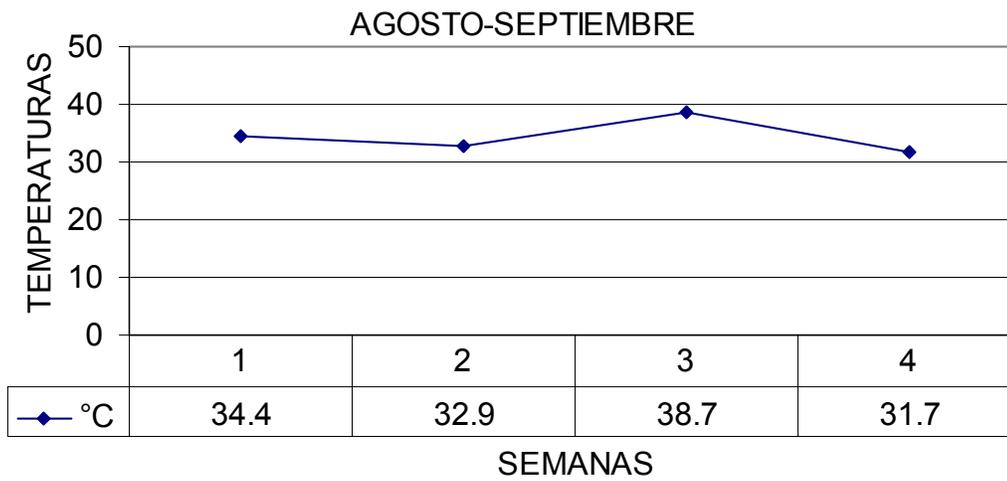
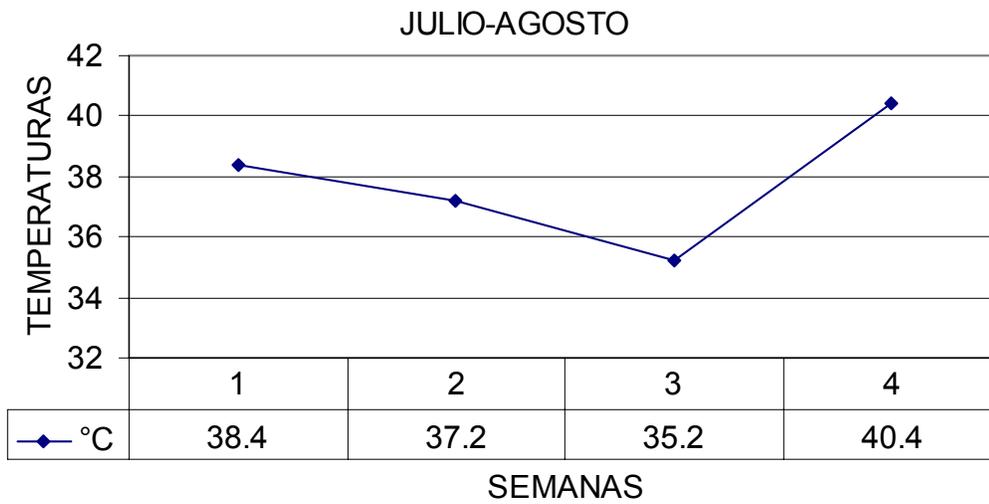
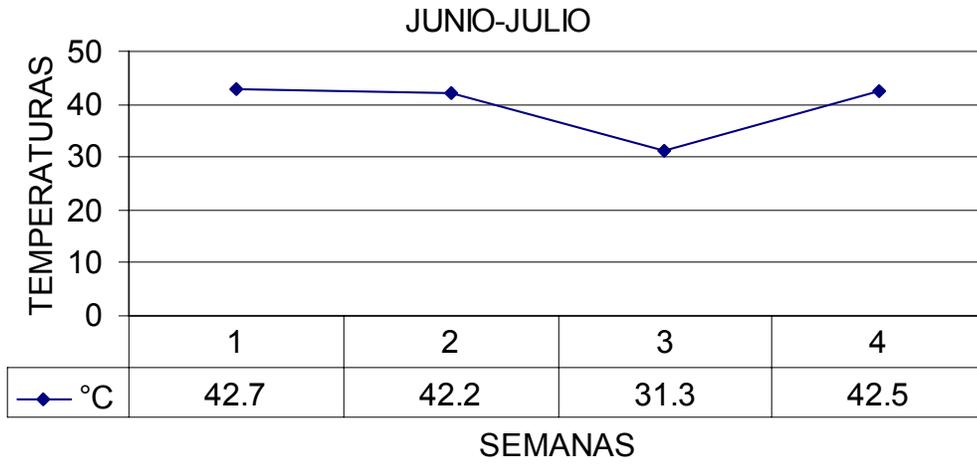
El registro se realizo a partir del mes del Mayo a Diciembre del 2003 de acuerdo a las graficas.

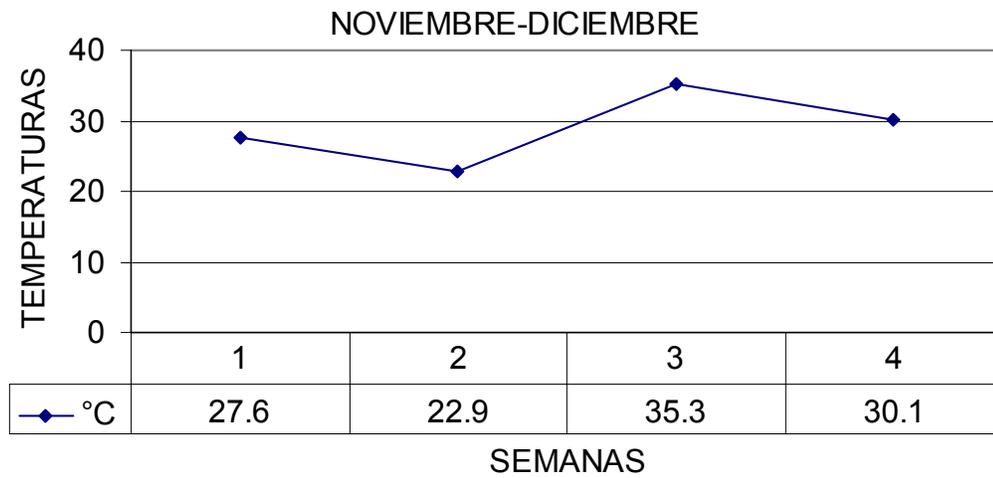
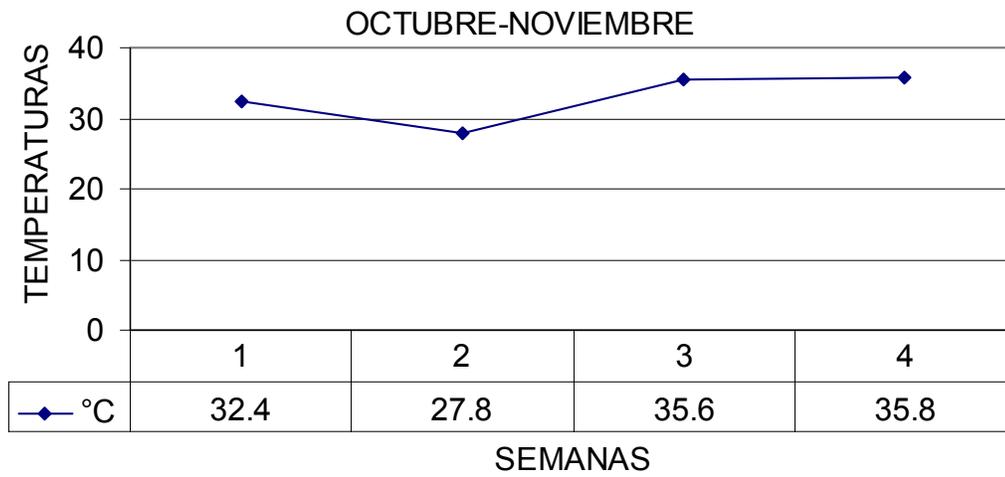
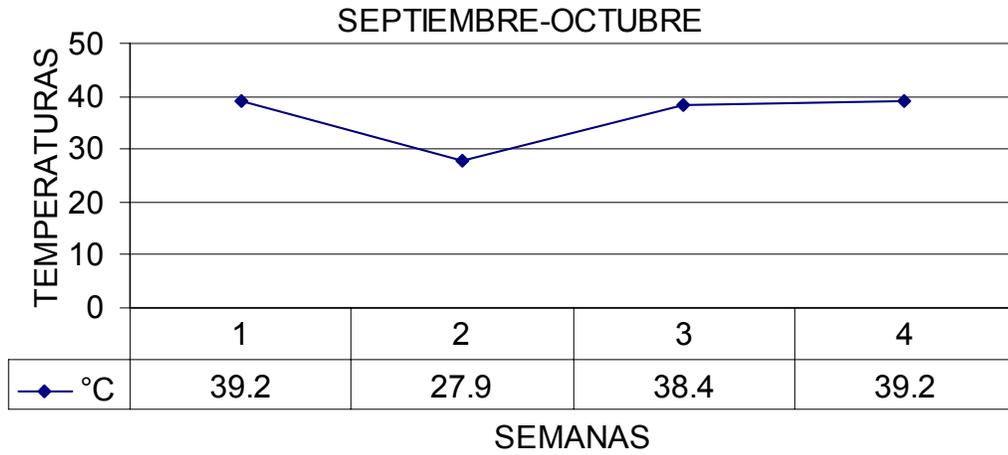
MAYO

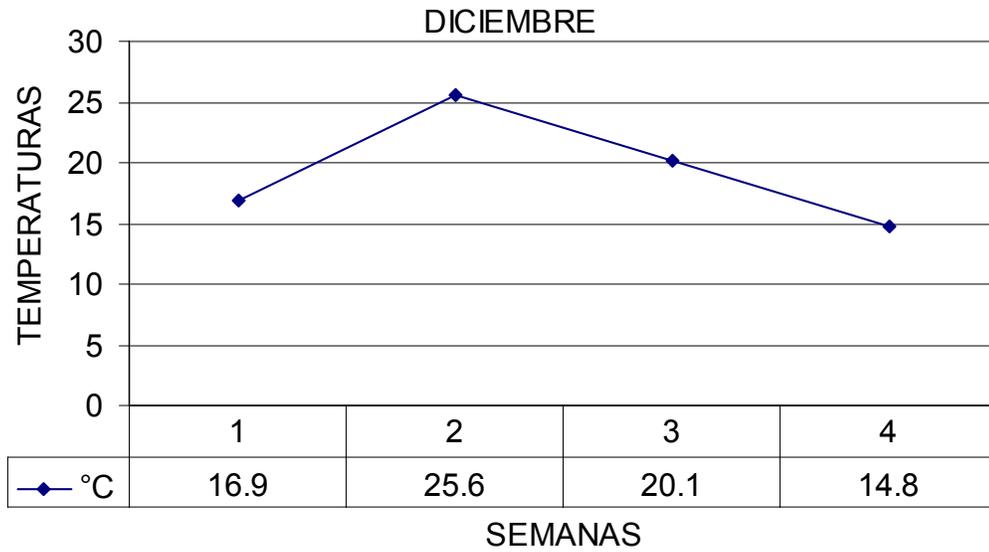


JUNIO



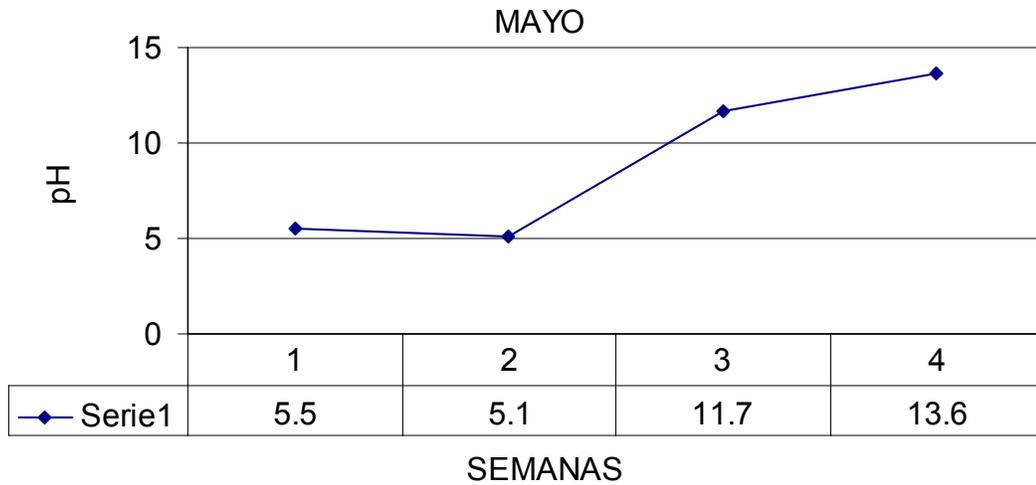


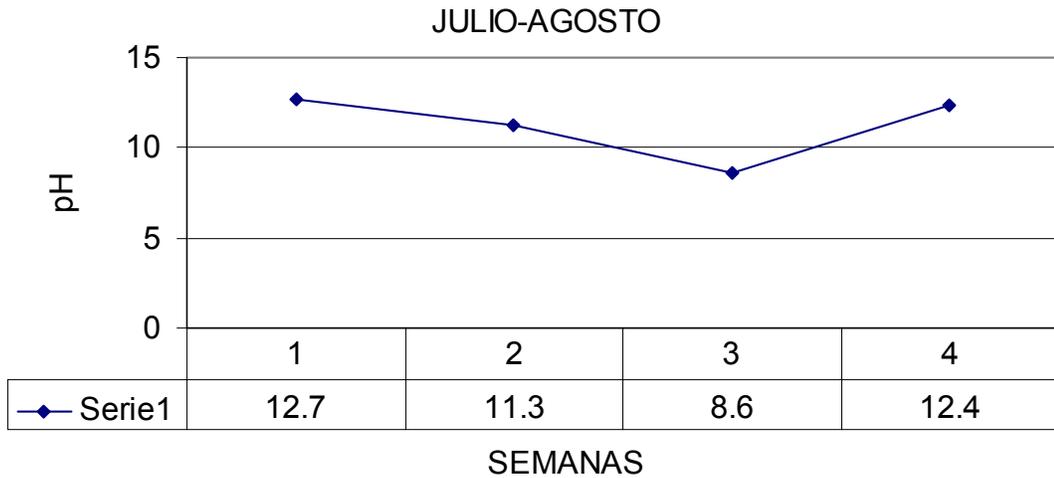
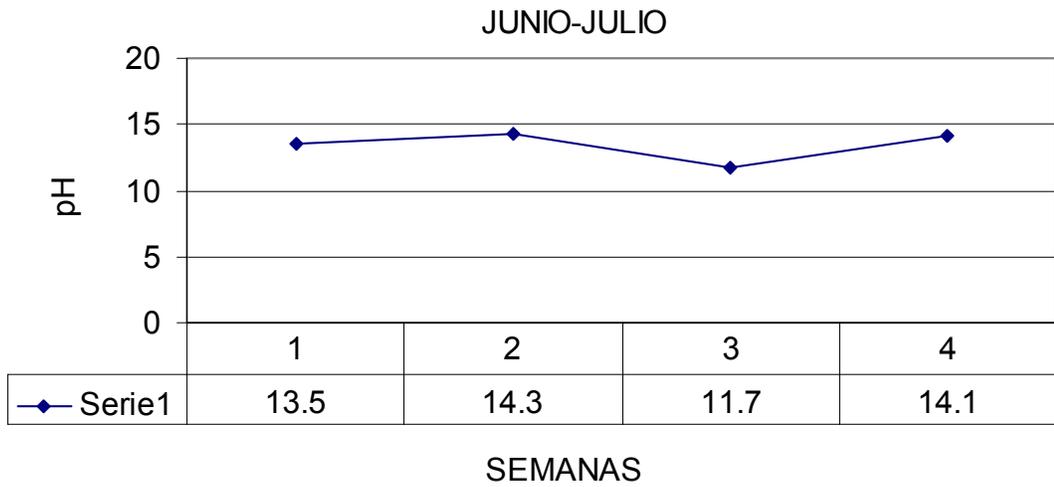
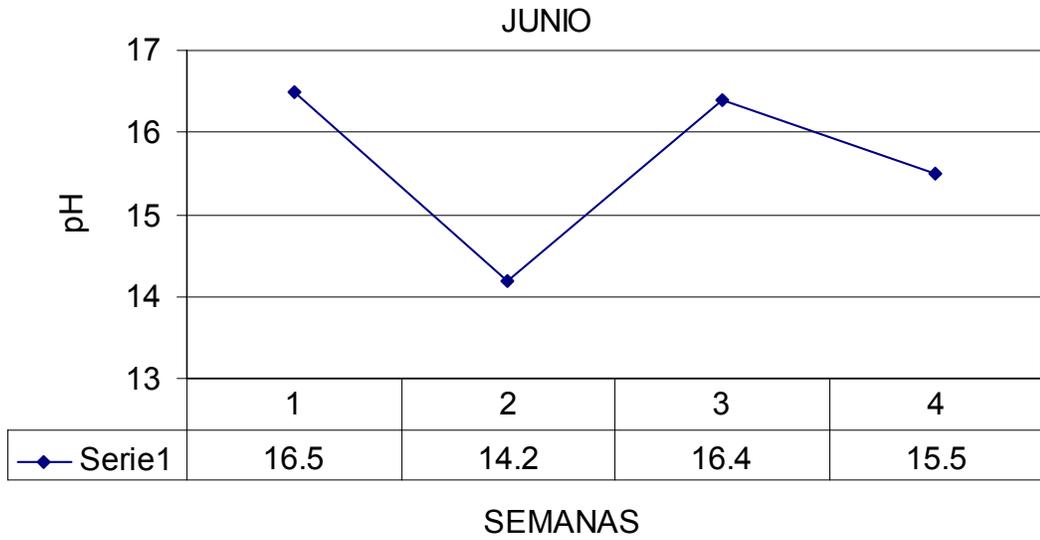


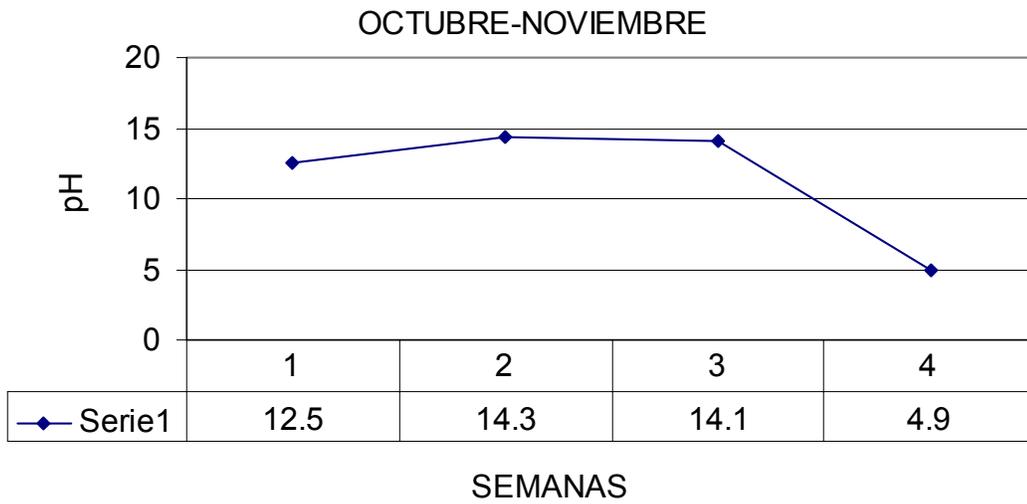
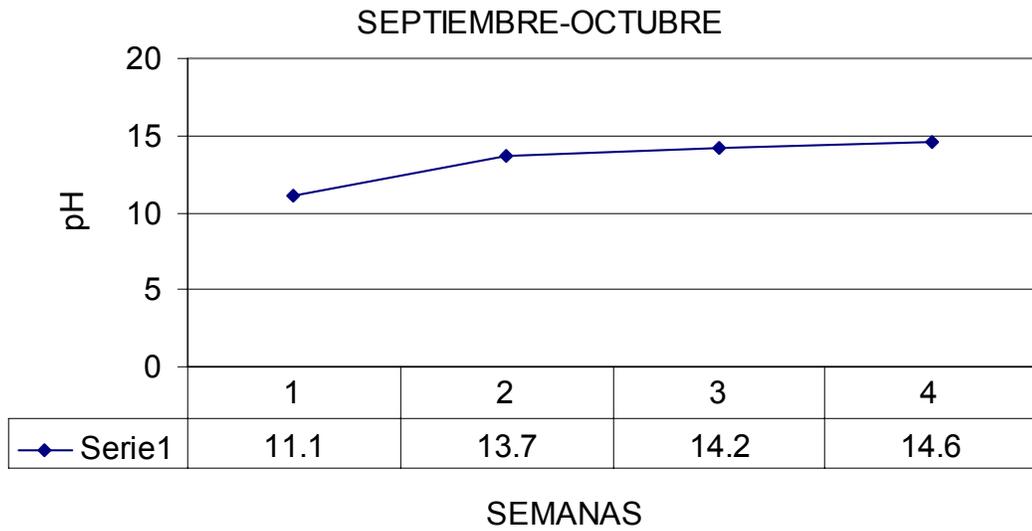
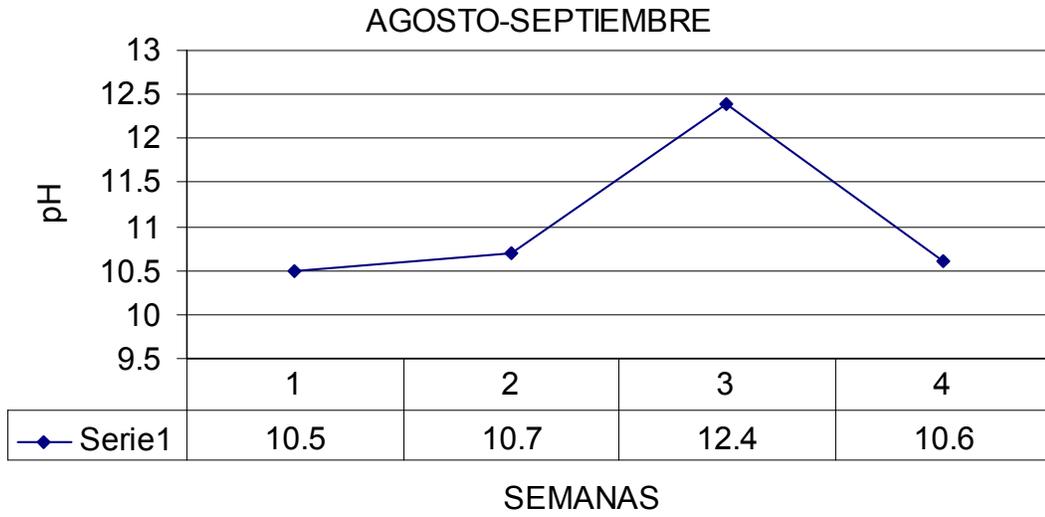


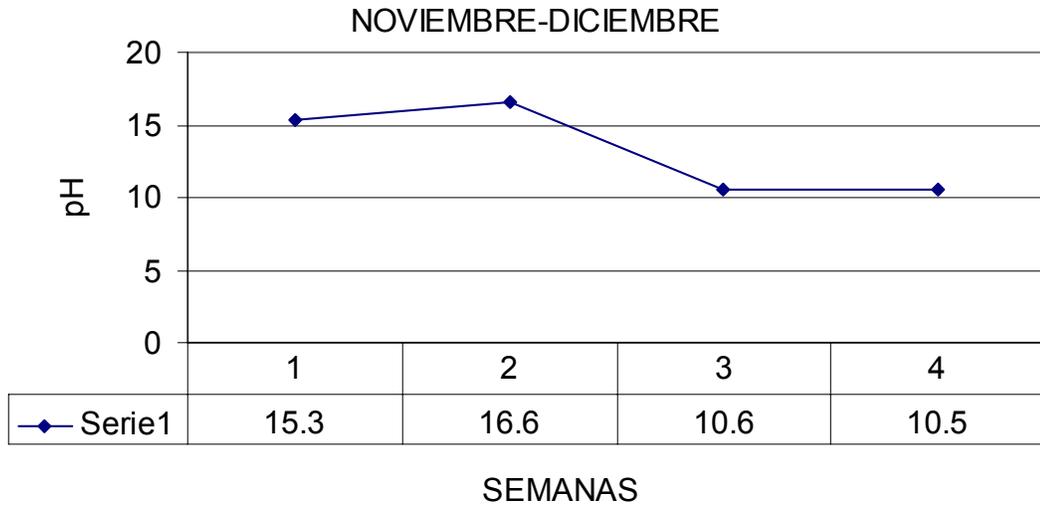
Muestras de Potencial Hidrogeno (pH) en Bolsa.

El muestreo se realizó a partir del mes de Mayo a Diciembre del 2003. de acuerdo a las graficas.



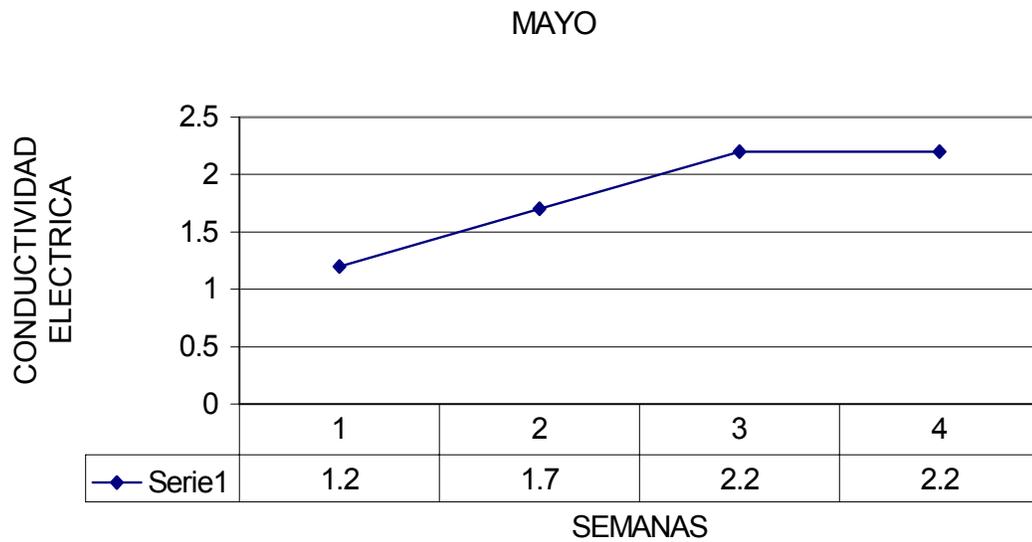


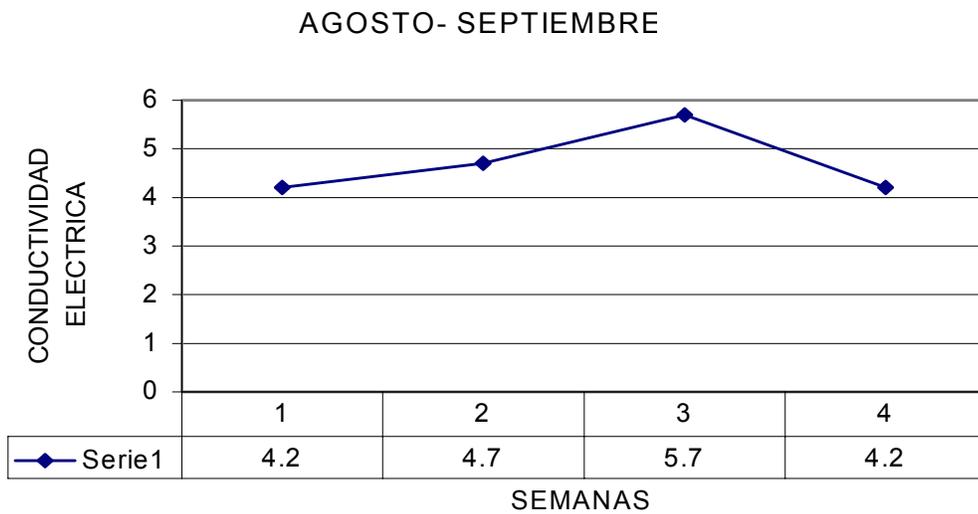
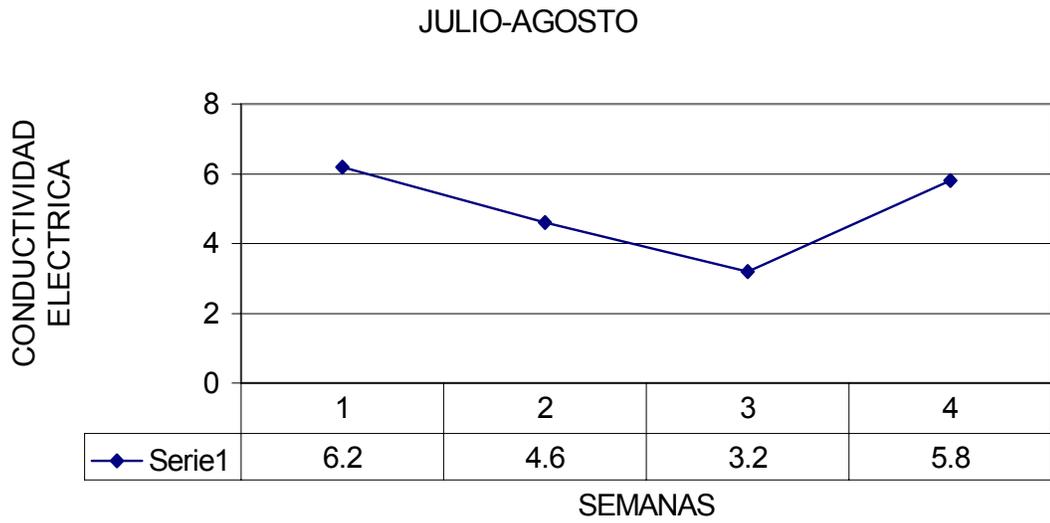
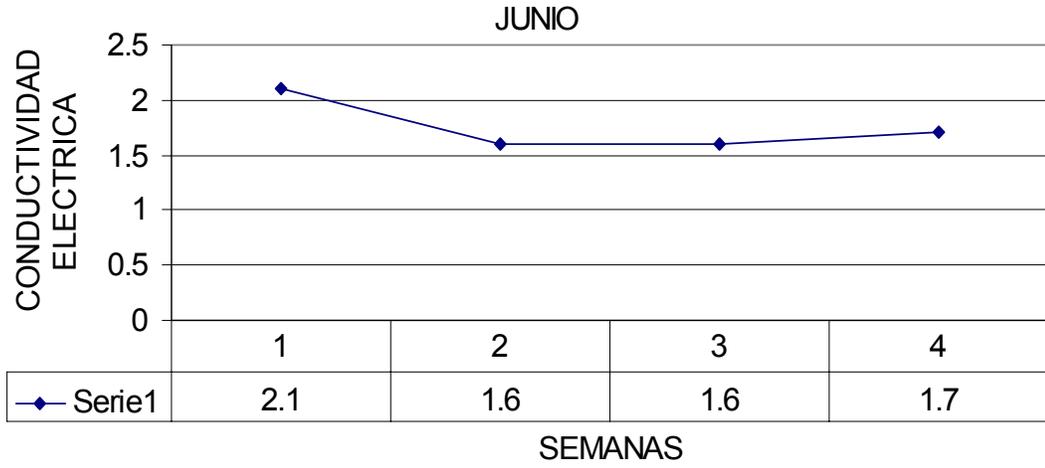




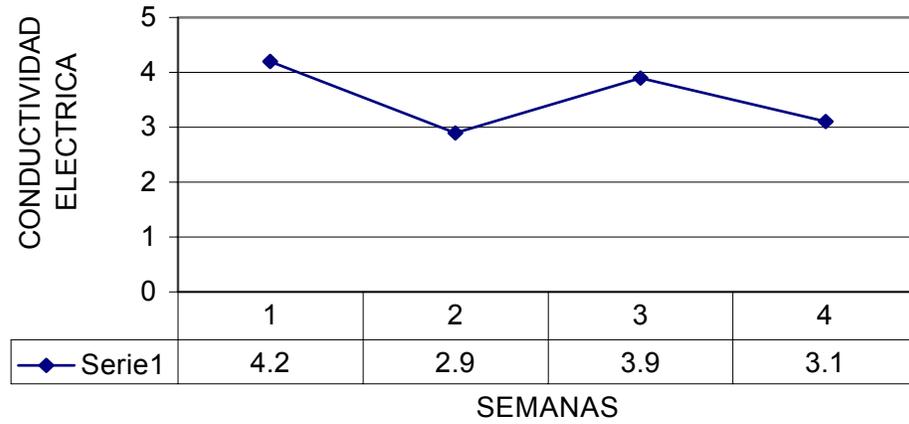
Muestras de Conductividad Eléctrica (CE) en la Modalidad Bolsa.

El muestreo se realizó a partir del mes del Mayo a Diciembre del 2003. de acuerdo a las graficas.

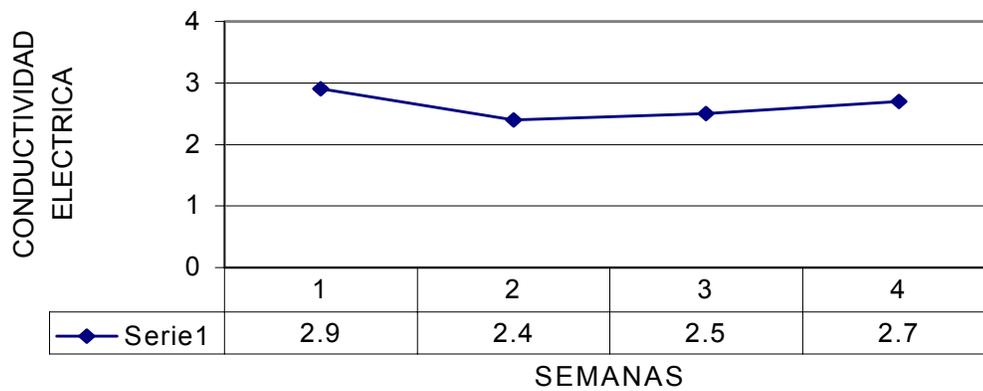




SEPTIEMBRE-OCTUBRE

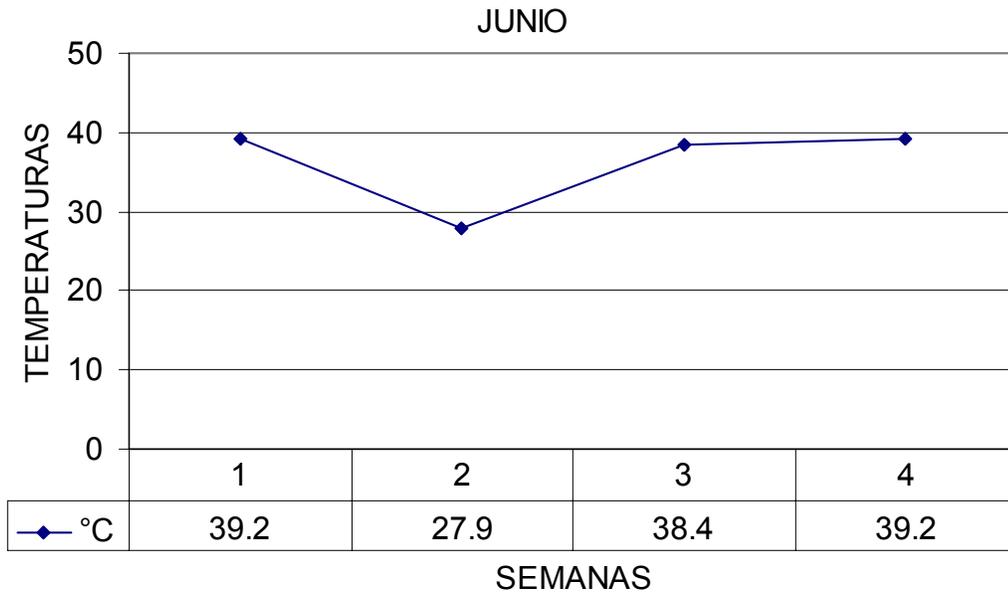
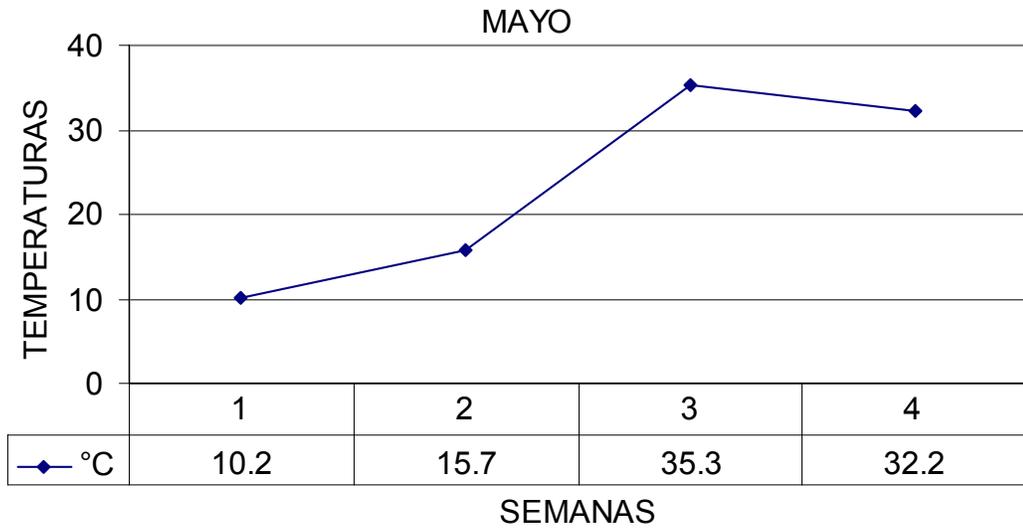


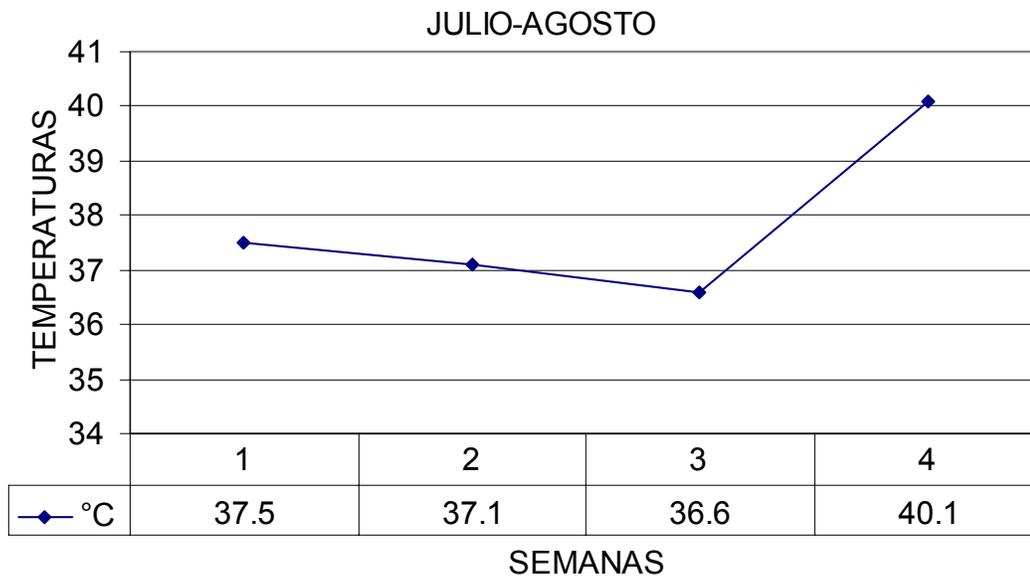
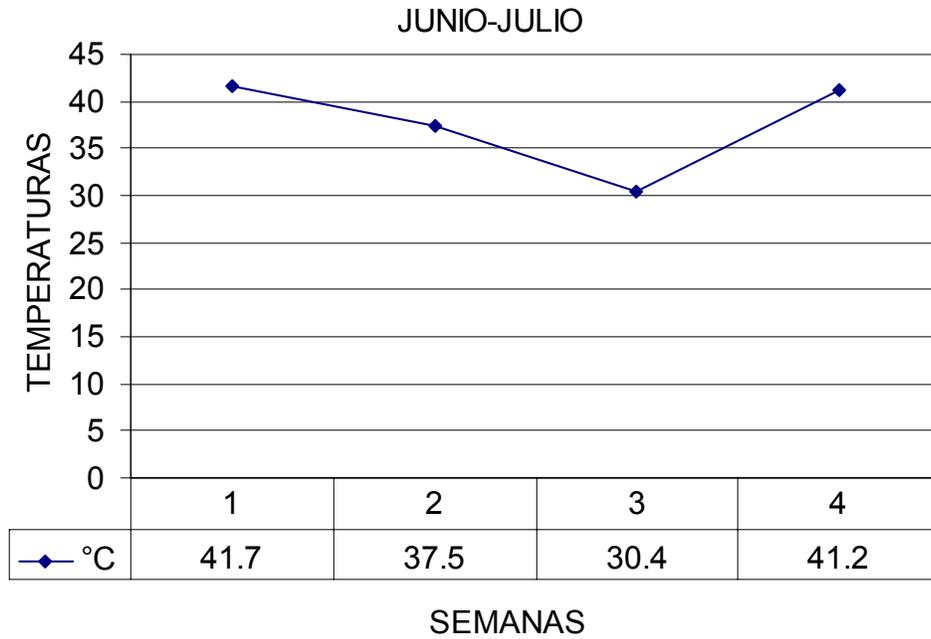
OCTUBRE-NOVIEMBRE



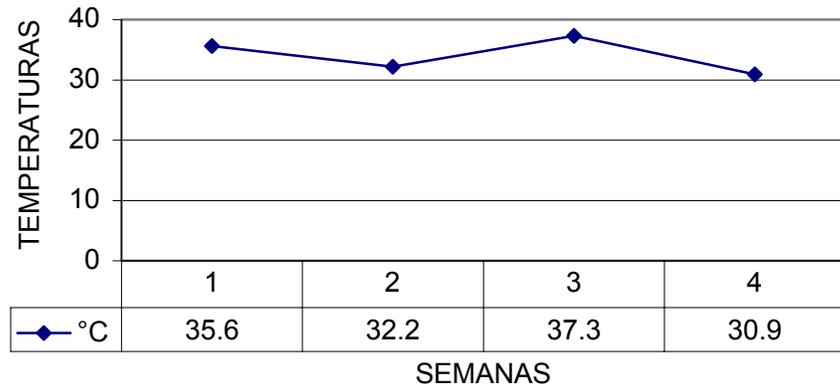
Registro de Temperaturas °C Mensuales en la Modalidad Maceta.

El registro se realizo a partir del mes del Mayo a Diciembre del 2003. de acuerdo a las graficas.

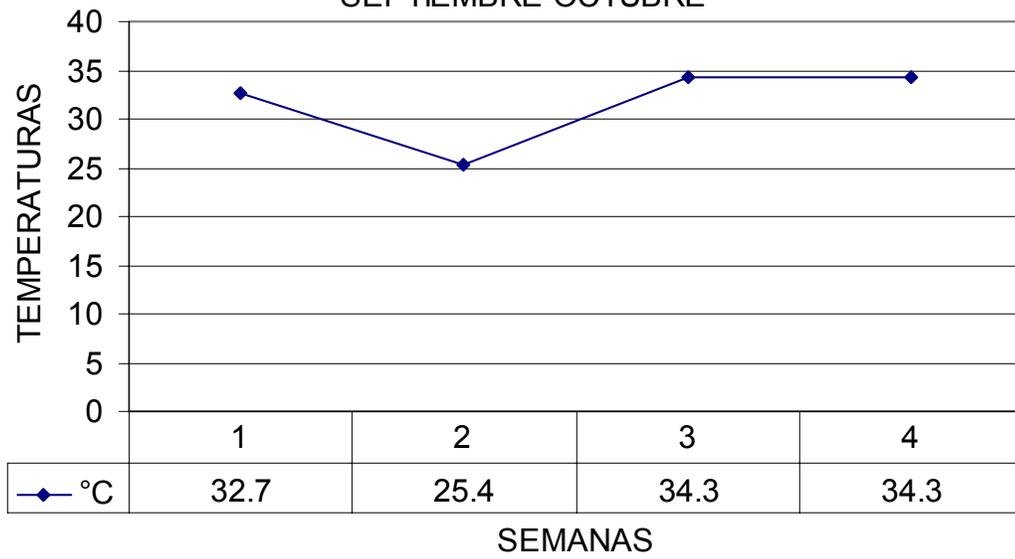




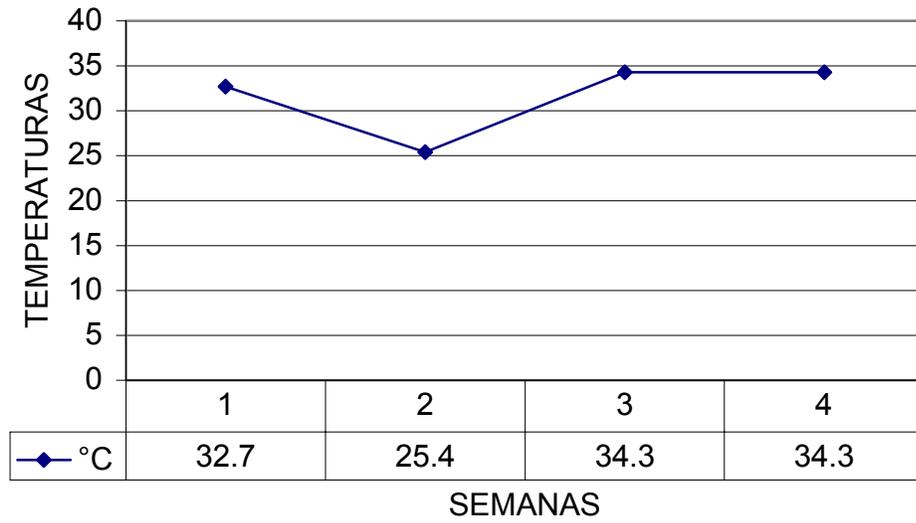
AGOSTO-SEPTIEMBRE



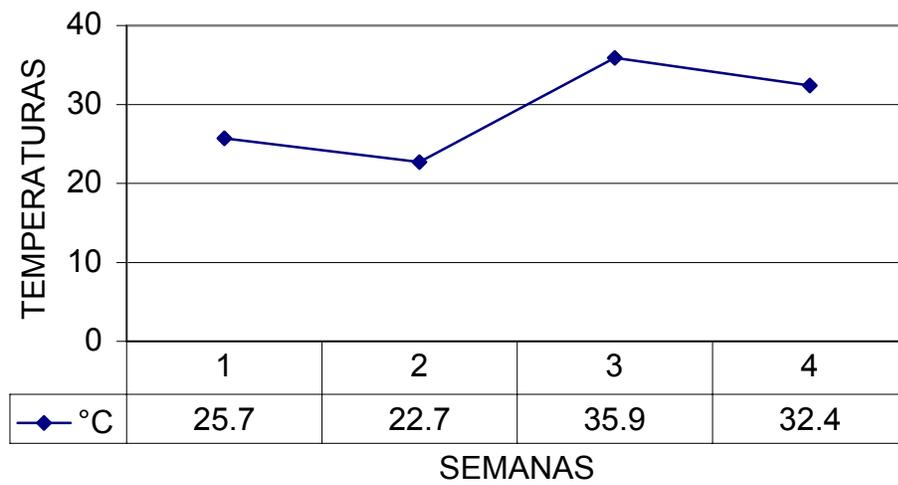
SEPTIEMBRE-OCTUBRE



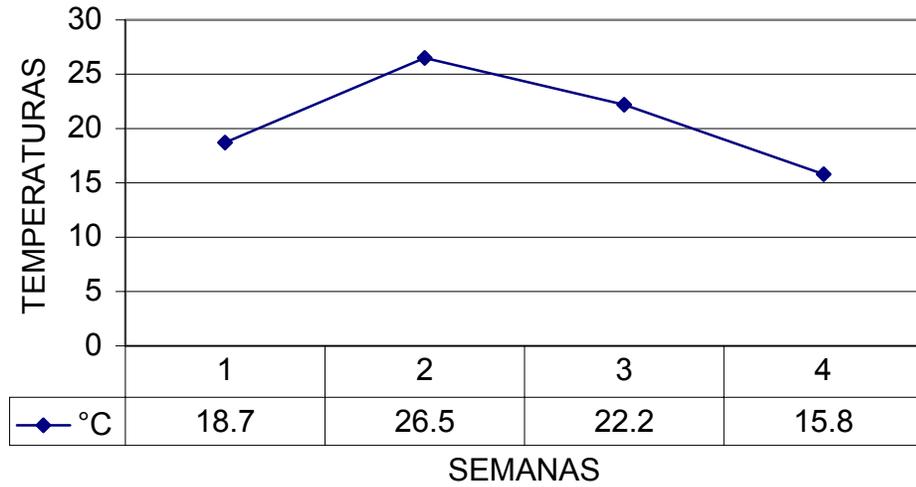
OCTUBRE-NOVIEMBRE



NOVIEMBRE-DICIEMBRE



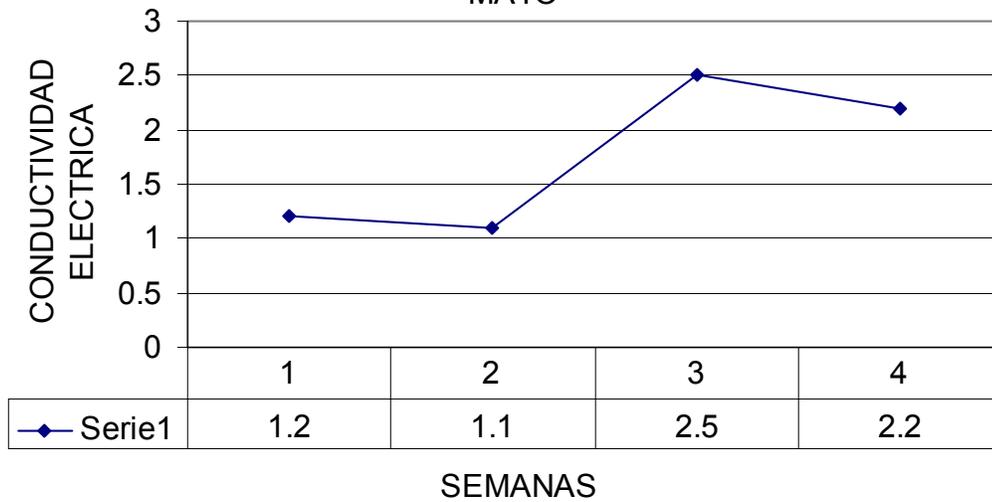
DICIEMBRE

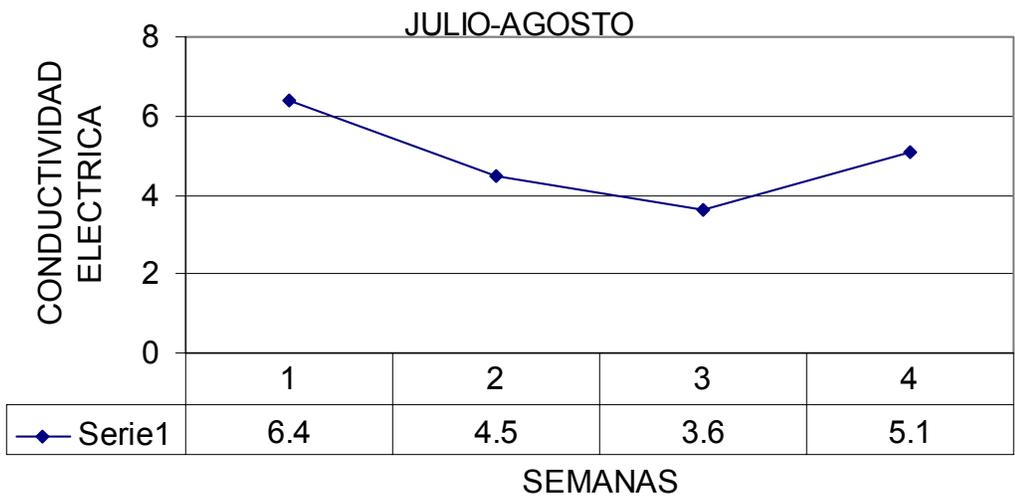
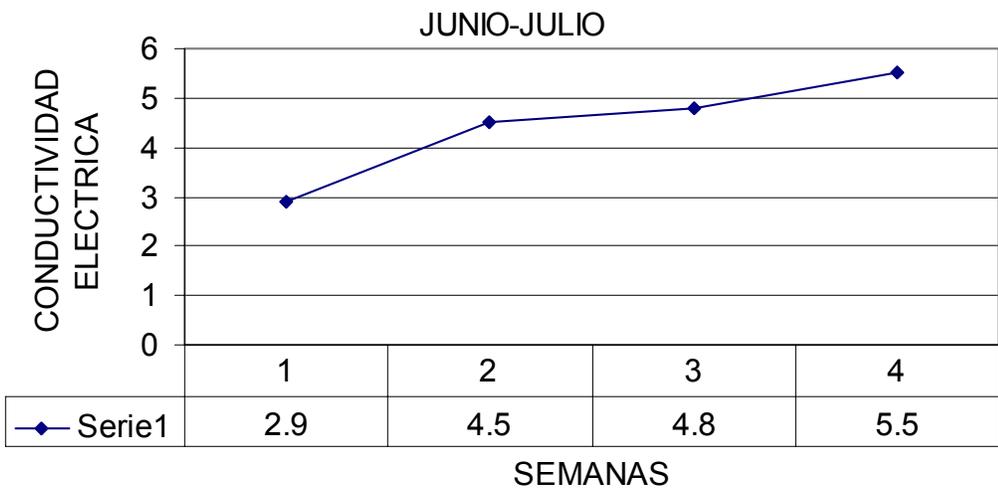
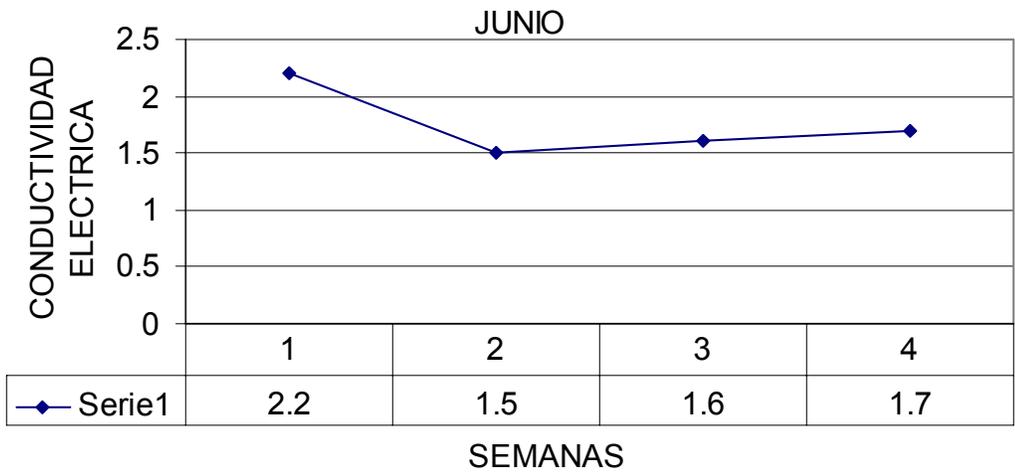


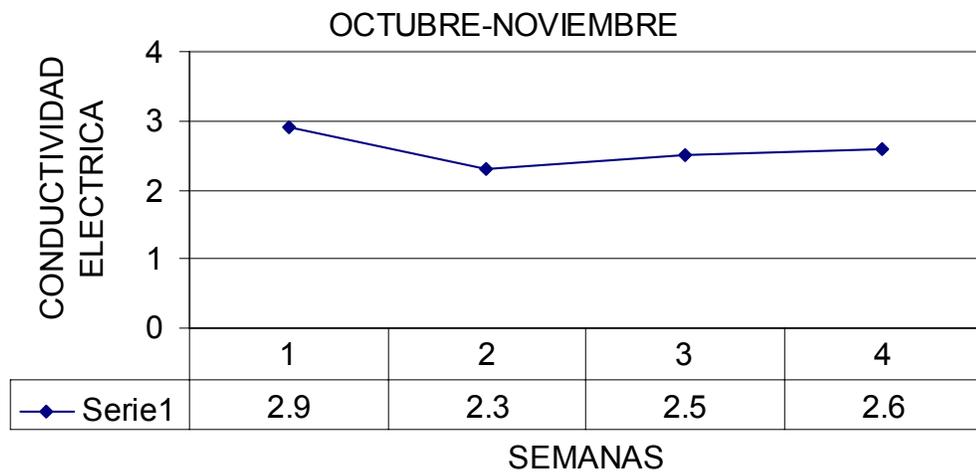
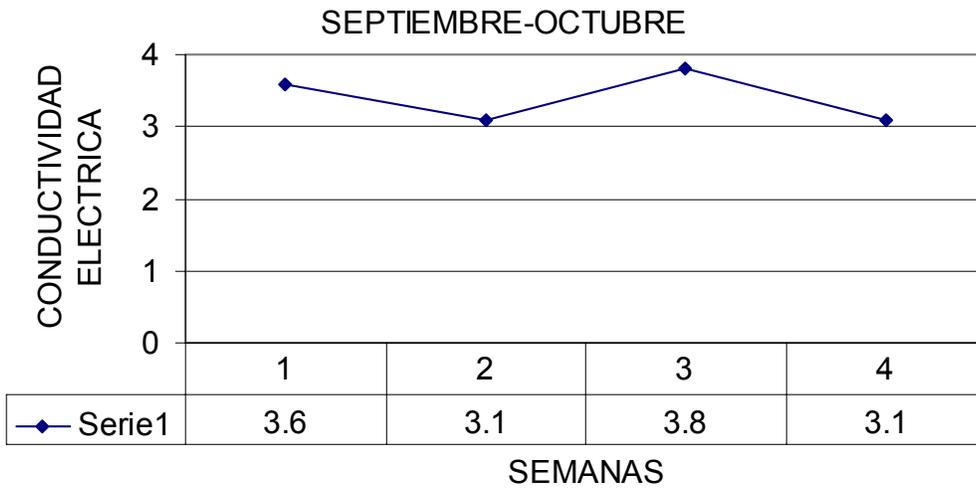
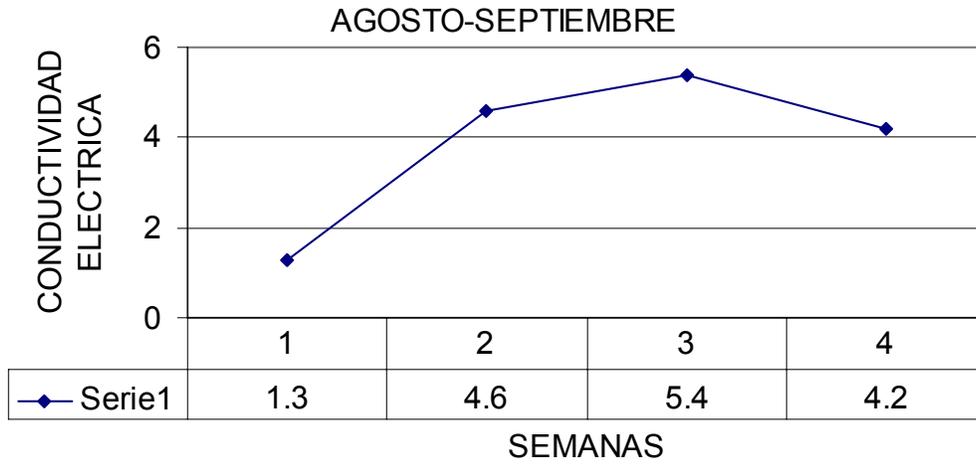
Muestreos de Conductividad Eléctrica (CE) en la Modalidad Maceta.

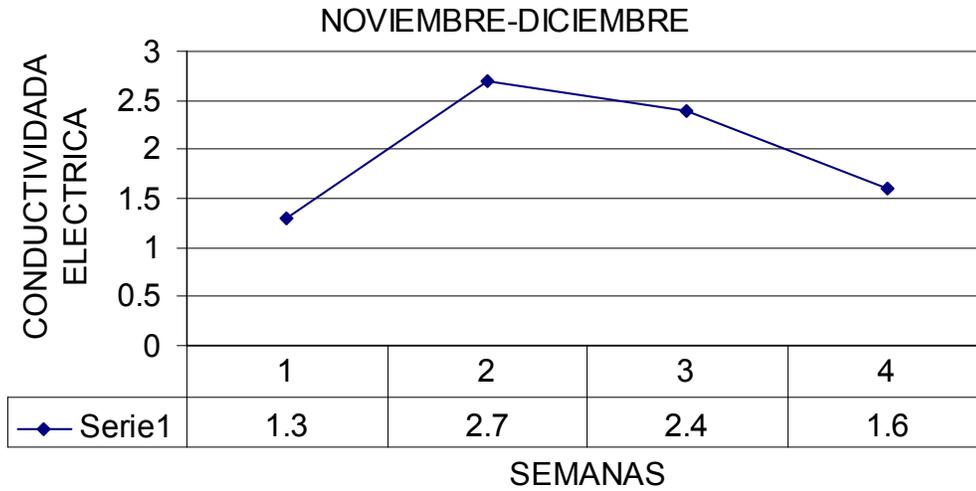
El muestreos se realizo a partir del mes del Mayo a Diciembre del 2003. de acuerdo a las graficas.

MAYO



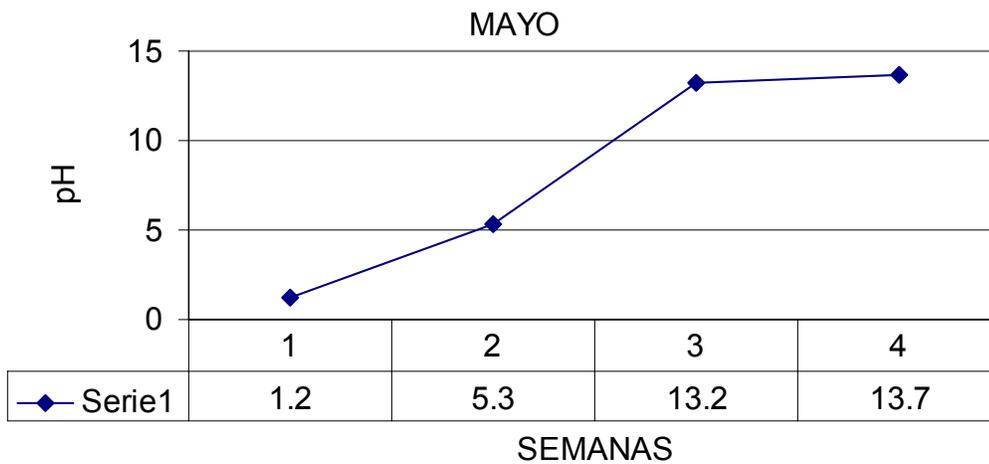


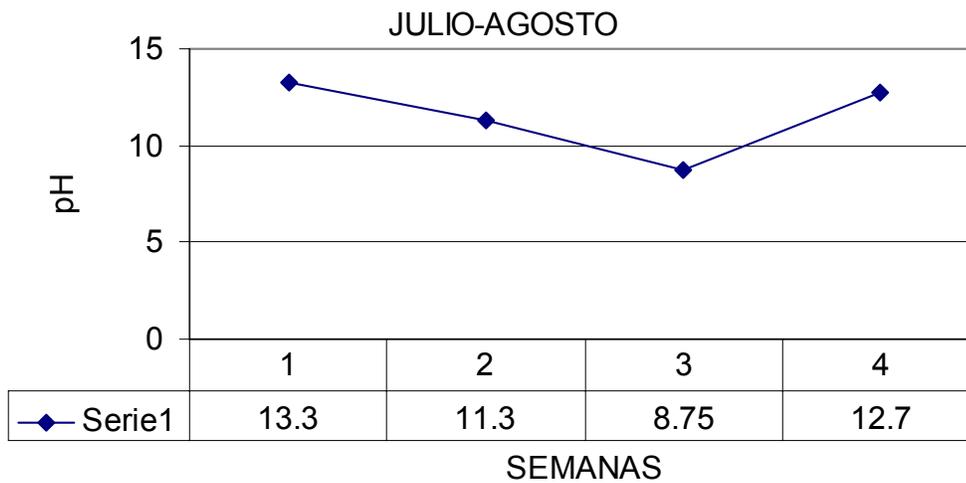
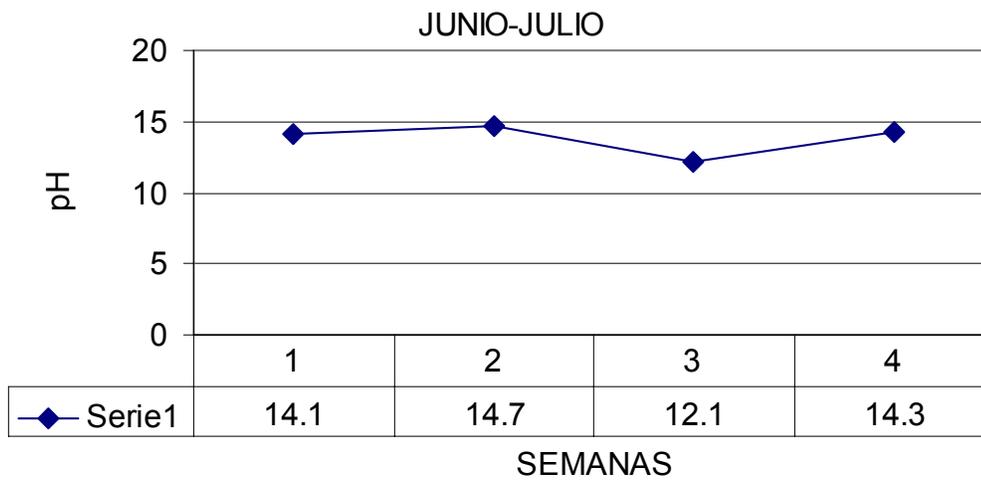
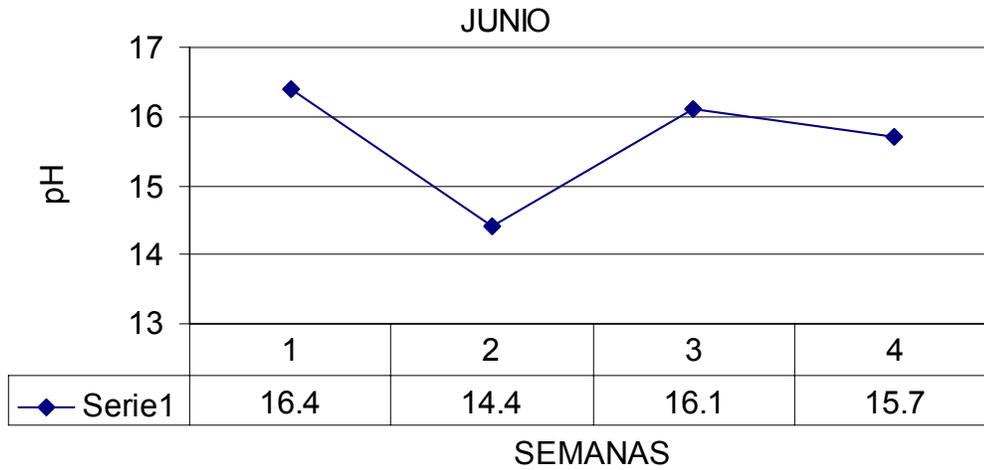




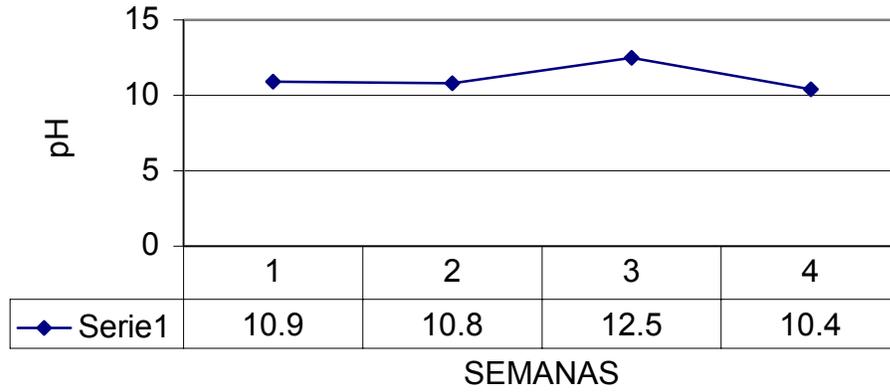
Muestreos de Potencial Hidrogeno (pH) en la Modalidad Maceta.

El muestreo se realizó a partir del mes de Mayo a Diciembre del 2003, como se observan las gráficas.

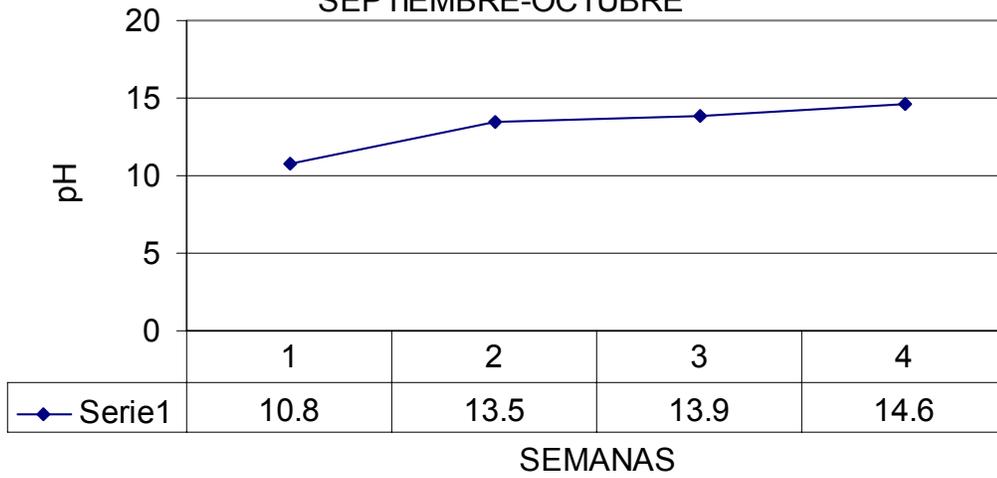


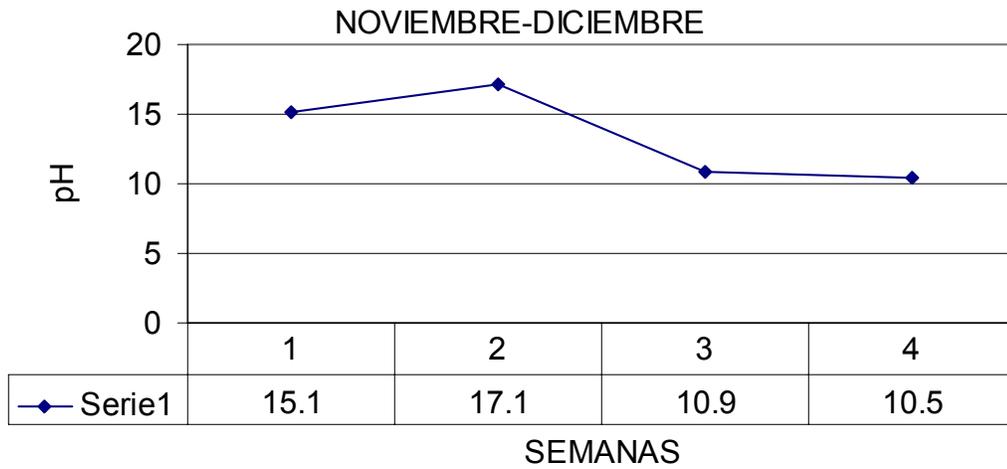
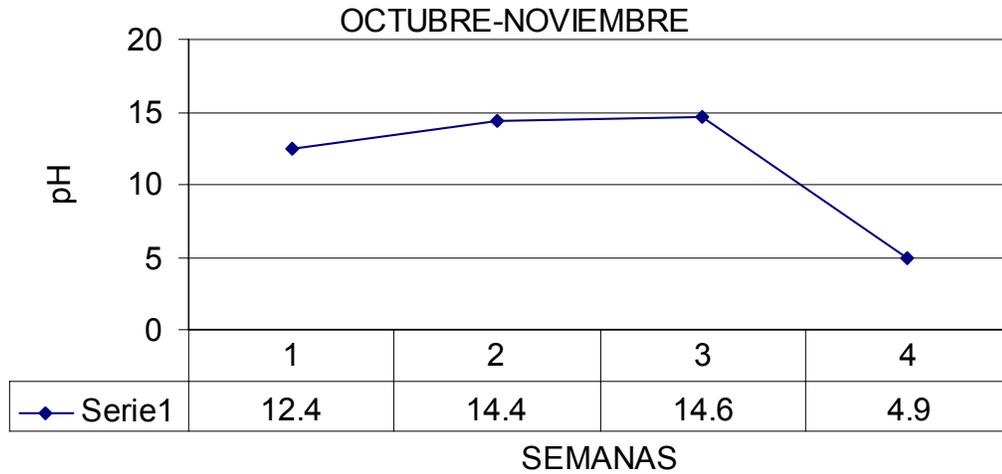


AGOSTO-SEPTIEMBRE



SEPTIEMBRE-OCTUBRE





Cosecha.

La cosecha se inicio el 18 de julio del 2003 concluyendo el 10 de diciembre del mismo año, el cual se dividió en dos ambientes A1 de los cortes 1 al 12 y A2 de los cortes 13 al 25,

Variables Evaluadas

Para las variable de rendimiento de Exportación el cual se dividió en exportación ambiente A1, y ambiente A2, así como también el Rendimiento de Nacional, rendimiento Rezaga.

Variable de Producción Comercial.

En esta variable esta compuesta por la suma de Exportación Ambiente A1 y A2 + Nacional.

Variable de Producción Total .

Esta variable esta compuesta por la suma del rendimiento Exportación de los Ambientes A1 y A2 + Nacional + Rezaga.

Todas las variable se transformaron en Ton / Ha. Para cada uno de los ambientes (A1 y A2),en cada genotipos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resultados de Producción para el primer Ambiente (A1)

Exportación A1.

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta Producción de Exportación A1, no se encontró significancia en el factor densidad, encontrando alta significancia en el factor genotipo ($P < 0.01$), y no se encontró significancia en la interacción densidad-genotipo. Ver cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta de Producción Exportación A1.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Repeticiones	3	15.199829	5.066610	0.8949	0.535	
Densidad	1	0.399048	0.399048	0.0705	0.801	N S
Error Densidad	3	16.984253	5.661417			
Genotipo	3	744.212891	248.070969	61.7614	0.000	* *
Densidad X Genotipo	3	19.945557	6.648519	1.6553	0.211	N S
Error Genotipo	18	72.298828	4.016602			
TOTAL	31	869.040405				
C . V (Error Genotipo) = 33.50%						

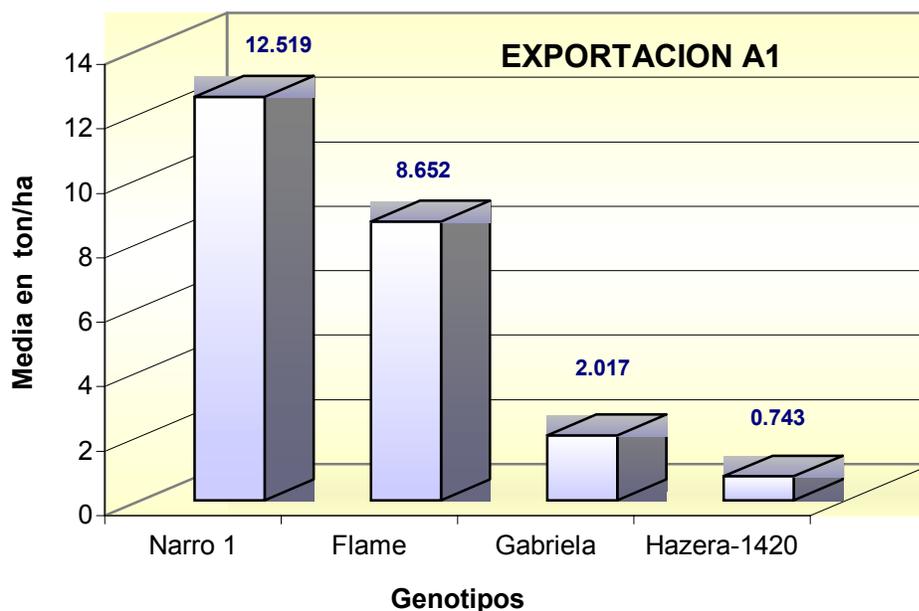
* = Significancia (0.05) ** = Alta Significancia (0.01) N. S = No Significancia

Al comparar las medias de los genotipos se encontró que el genotipo Narro -1, superó a Flame y ambos superaron a Gabriela y Hazera-1420, con un 99% de confianza. Ver cuadro 5 y figura 2.

Cuadro 5. Comparación entre medias de genotipos en la variable de respuesta Producción de Exportación.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro-1	12.5192	a
Flame	8.6516	b
Gabriela	2.0174	c
Hazera-1420	0.7431	c

Figura 2. Medias de genotipos en la variable de respuesta Producción de Exportación A1.



Nacional A1.

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta Producción Nacional, no se encontró significancia en el factor densidad, encontrando alta significancia en el factor genotipo ($P < 0.01$), y alta significancia en la interacción densidad-genotipo. Ver cuadro 6.

**Cuadro 6. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta
Producción Nacional A1.**

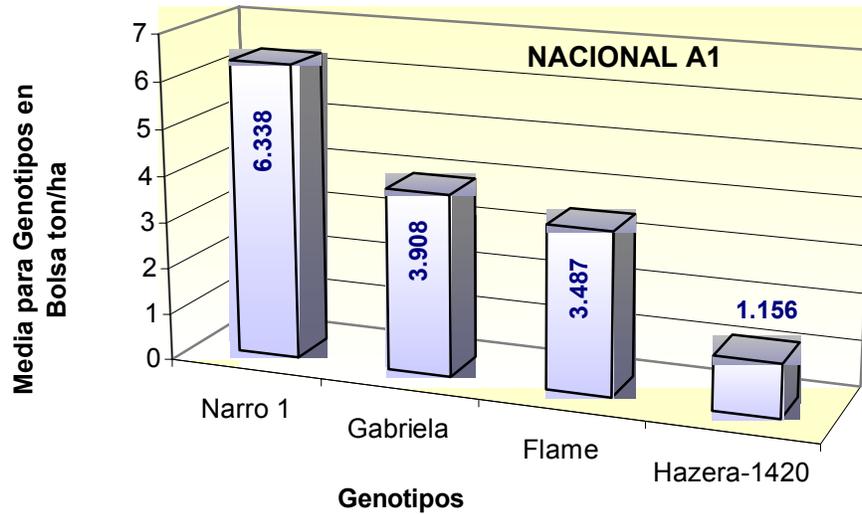
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Repeticiones	3	3.434937	1.144979	5.2858	0.103	
Densidad	1	0.080505	0.080505	0.3717	0.587	N S
Error Densidad	3	0.649841	0.216614			
Genotipo	3	106.736145	35.578716	20.7401	0.000	* *
Densidad X Genotipo	3	46.464722	15.488240	9.0287	0.001	**
Error Genotipo	18	30.878174	1.715454			
TOTAL	31	188.244324				
C . V (Error Genotipo) = 35.67%						

Al comparar las medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta de Producción Nacional, se encontró que el genotipo Narro 1 supero a Gabriela y Flame y todos estos a Hazera con un 99% de confianza. Ver cuadro 7 y figura 3.

Cuadro 7. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Nacional A1.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro-1	6.3381	a
Gabriela	3.9083	a b
Flame	3.4865	b c
Hazera 14-20	1.1558	c

Figura 3. Medias de los genotipos en Bolsa para la variable de respuesta Producción Nacional A1.

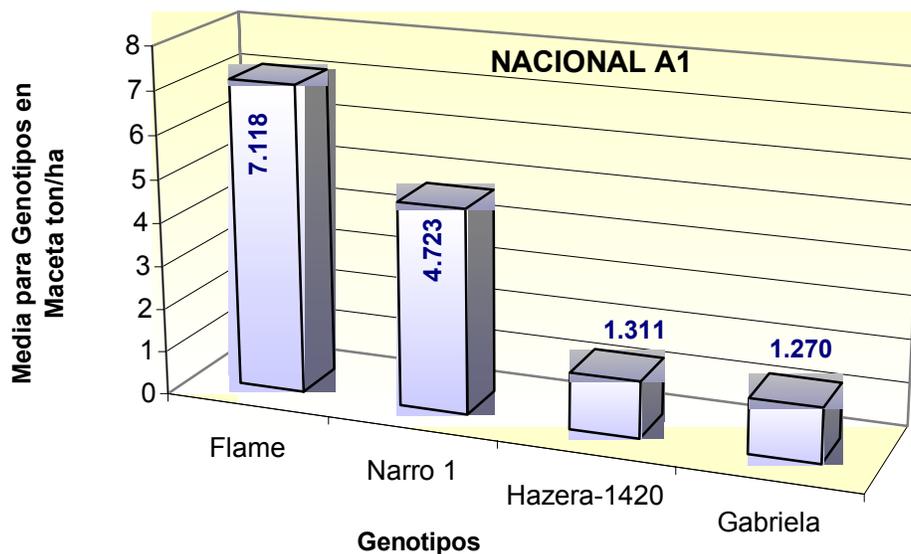


Al comparar las medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Nacional, se encontró que los genotipos Flame y Narro 1, son estadísticamente iguales y ambos superaron a Hazera 14-20 y Gabriela con un 99% de confianza. Ver cuadro 8 y figura 4.

Cuadro 8. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Nacional A1.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Flame	7.11847	a
Narro- 1	4.7226	a
Hazera 14-20	1.3105	b
Gabriela	1.2696	b

Figura 4. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Nacional.



Al comparar las medias de densidades Bolsa-Maceta en el genotipo Gabriela, Bolsa supera a Maceta con un 99% de confianza. Ver cuadro 9.

Cuadro 9 Comparación entre media de densidades en la variable de respuesta Producción Nacional en el genotipo Gabriela.

DENSIDADES	MEDIA	RAZÓN
Bolsa	3.9083	a
Maceta	1.2696	b

Al comparar las medias de densidades en el genotipo Flame, Maceta supera a Bolsa con un 99% de confianza. Ver cuadro 10.

Cuadro 10. Comparación entre media de densidades en la variable de respuesta Producción Nacional en el genotipo Flame.

DENSIDADES	MEDIA	RAZÓN
Maceta	7.1847	A
Bolsa	3.4865	B

Al comparar las medias de densidades Bolsa-Maceta en los genotipos Hazera-1420, y Narro 1, no se encontraron diferencias significativas.

Rezaga A1.

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta Producción Rezaga A1, no se encontró significancia en el factor densidad, encontrando alta significancia en el factor genotipo ($P < 0.01$), y se encontró significancia en la interacción densidad-genotipo ($P < 0.05$). Ver cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta Producción Rezaga A1.

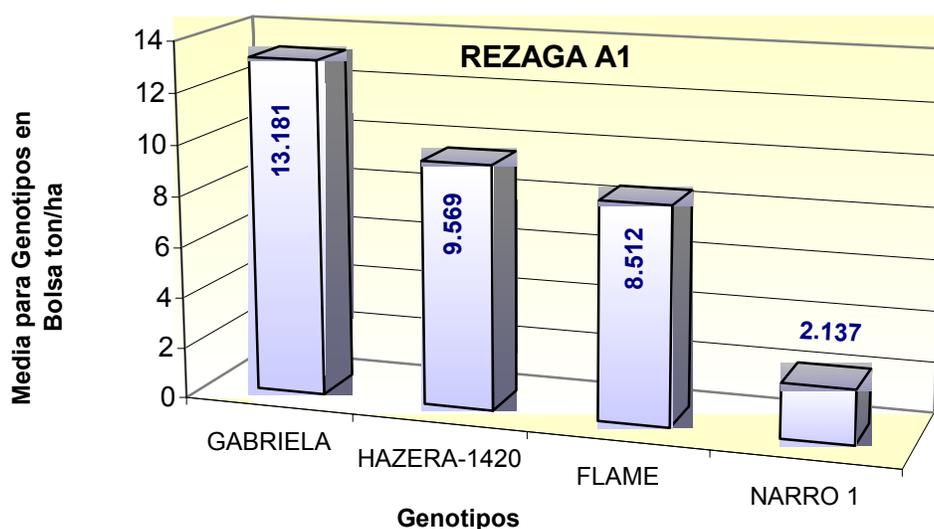
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Repeticiones	3	10.963623	3.654541	0.5559	0.680	
Densidad	1	19.886230	19.886230	3.0247	0.180	N S
Error Densidad	3	19.723877	6.574625			
Genotipo	3	502.507324	167.502441	94.2698	0.000	* *
Densidad X Genotipo	3	25.911377	8.637126	4.8609	0.012	*
Error Genotipo	18	31.983154	1.776842			
TOTAL	31	610.975586				
C . V (Error Genotipo) = 14.59%						

Al comparar las medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Rezaga A1, se encontró que el genotipo Gabriela superó a Hazera 14-20 y Flame y todos a Narro 1 con un 95% de confianza. Ver cuadro 12 y figura 5.

Cuadro 12. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Rezaga A1.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Gabriela	13.1812	a
Hazera 14-20	9.5689	b
Flame	8.5117	b
Narro-1	2.1373	c

Figura 5. Medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Rezaga A1.

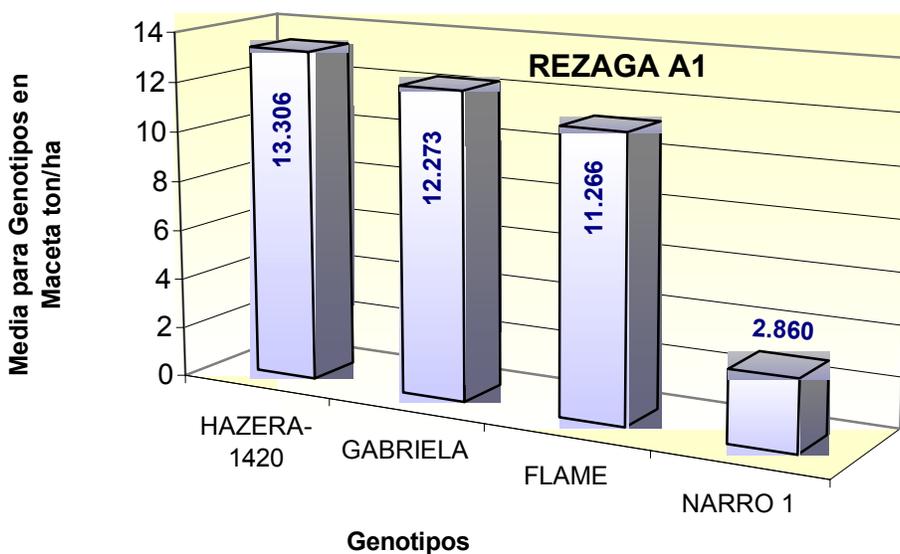


Al comparar las medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Rezaga, se encontró que el genotipo Hazera 14-20 es estadísticamente igual al genotipo Gabriela y este igual a Flame y todos superaron a Narro 1 con un 95% de confianza. Ver cuadro 13 y figura 6.

Cuadro 13. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Rezaga A1.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Hazera 14-20	13.3059	a
Gabriela	12.2733	a b
Flame	11.2660	b
Narro 1	2.8603	c

Figura 6. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Rezaga A1.



Al comparar las medias de densidades en el genotipo Hazera 14-20, Maceta supera a Bolsa con un 95% de confianza. Ver cuadro 14.

Cuadro 14. Comparación entre media de densidades en la variable de respuesta Producción Rezaga en el genotipo Hazera 14-20.

DENSIDADES	MEDIA	RAZÓN
Maceta	13.3059	a
Bolsa	9.5686	b

Al comparar las medias de densidades para los genotipos Gabriela, Flame y Narro 1, no se encontraron diferencias significativas.

Resultados de Producción para el Ambiente (A2)

Exportación A2.

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta Producción de Exportación A2, datos transformados $\sqrt{(x + 1)}$, se encontró alta significancia en el factor densidad ($P < 0.01$), y alta significancia en el factor genotipo ($P < 0.01$), y alta significancia en la interacción densidad-genotipo ($P < 0.01$). Ver cuadro 15.

**Cuadro 15. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta
Producción Exportación A2, datos transformados $\sqrt{(x + 1)}$.**

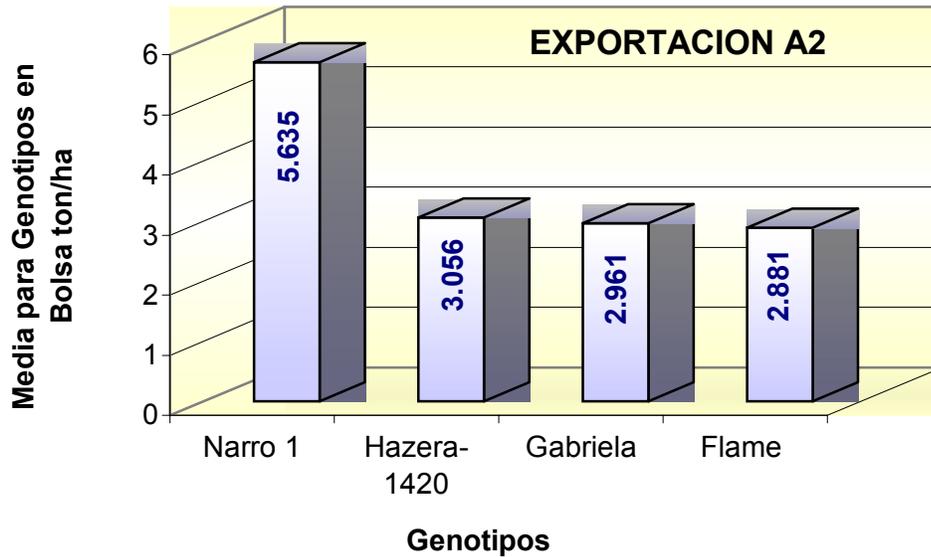
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Repeticiones	3	0.726074	0.242025	36.3514	0.007	
Densidad	1	38.336487	38.336487	5758.0288	0.000	**
Error Densidad	3	0.019974	0.006658			
Genotipo	3	18.413727	6.137909	27.0168	0.000	**
Densidad X Genotipo	3	5.185516	1.728505	7.6082	0.002	**
Error Genotipo	18	4.089401	0.227189			
TOTAL	31	66.771179				
C . V (Error Genotipo) = 18.77%						

Al comparar las medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Exportación 2, se encontró que el genotipo Narro 1 supera a Hazera 14-20, Gabriela y Flame con un 99% de confianza. Ver cuadro 16 y figura 7.

Cuadro 16. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Exportación A2.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro -1	5.6354	a
Hazera 14-20	3.0561	b
Gabriela	2.9611	b
Flame	2.8812	b

Figura 7. Medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Exportación 2.

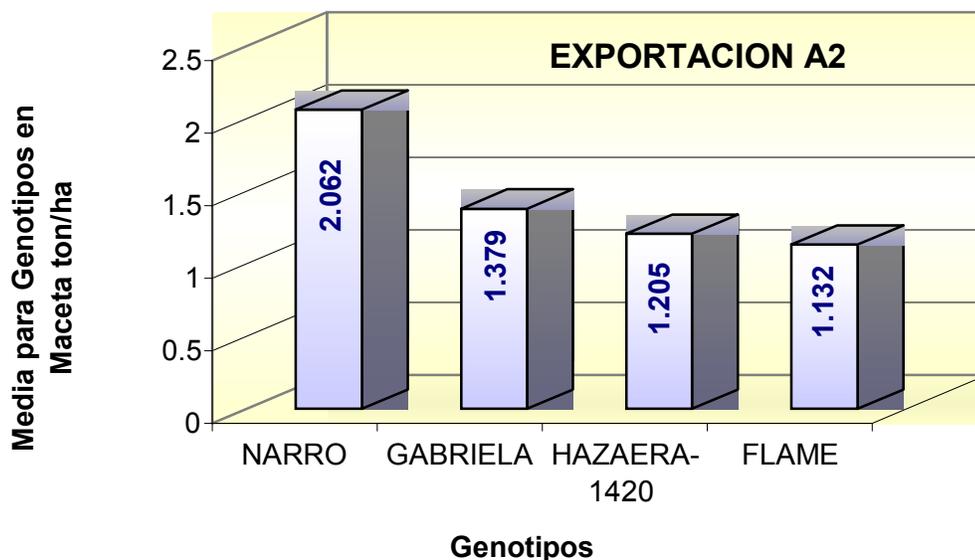


Al comparar las medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Exportación 2, se encontró que el genotipo Narro 1 supera a Gabriela y ambos a Hazera 14-20 y Flame, con un 99% de confianza. Ver cuadro 17 y figura 8.

Cuadro 17. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Exportación A2.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro- 1	2.0618	a
Gabriela	1.3790	a b
Hazera-1420	1.2050	b
Flame	1.1317	b

Figura 8. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Exportación A2.

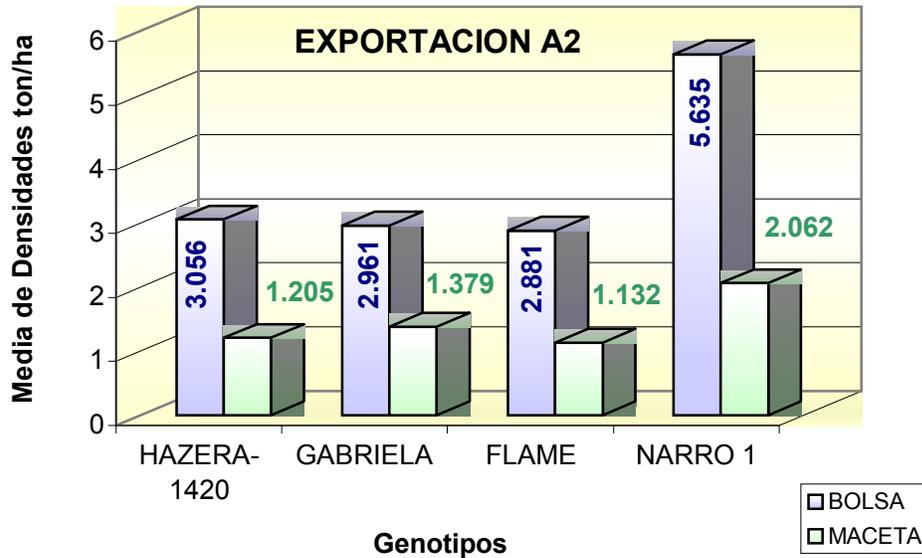


Al comparar las medias de densidades en los genotipos Hazera-1420, Gabriela, Flame y Narro-1, Bolsa supera a Maceta con un 99% de confianza. Ver cuadro 18 y figura 9.

Cuadro 18. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta producción Exportación A2.

HAZERA-1420	MEDIA	RAZÓN	GABRIELA	MEDIA	RAZÓN
Bolsa	3.0561	a	Bolsa	2.9611	a
Maceta	1.2050	b	Maceta	1.3790	b
FLAME	MEDIA	RAZÓN	NARRO- 1	MEDIA	RAZÓN
Bolsa	2.8812	a	Bolsa	5.6354	a
Maceta	1.1317	b	Maceta	2.0618	b

Figura 9. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Exportación A2 en los genotipos Hazera 14-20, Gabriela, Flame y Narro-1.



Producción de Exportación Total de los Ambientes (A1 y A2).

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta Producción Exportación Total = Exportación A1 + Exportación A2, se encontró alta significancia en el factor densidad ($P < 0.01$), y alta significancia en el factor genotipo ($P < 0.01$), y alta significancia en la interacción densidad-genotipo ($P < 0.01$). Ver cuadro 19.

**Cuadro 19. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta
Exportación Total = Exportación A1 + Exportación A2.**

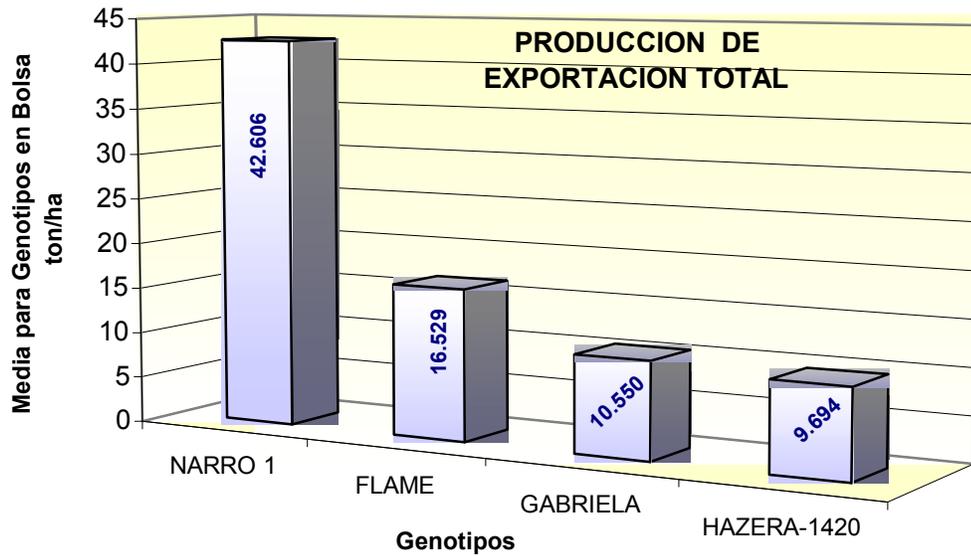
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Repeticiones	3	52.03662	17.345541	0.8503	0.551	
Densidad	1	1282.87500	1282.87500	62.8878	0.003	**
Error Densidad	3	61.198242	20.399414			
Genotipo	3	3125.92724	1041.97570	42.9362	0.000	**
Densidad X Genotipo	3	427.283203	142.427734	5.8690	0.006	**
Error Genotipo	18	436.823730	24.267984			
TOTAL	31	5386.14404				
C . V (Error Genotipo) = 36.46%						

Al comparar las medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción de Exportación Total, se encontró que el genotipo Narro-1 supera a Flame, Gabriela y Hazera-1420 con un 99% de confianza. Ver cuadro 20 y figura 10.

Cuadro 20. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Exportación Total.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro-1	42.6060	a
Flame	16.5289	b
Gabriela	10.5498	b
Hazera 14-20	9.6935	b

Figura 10. Medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Exportación Total.

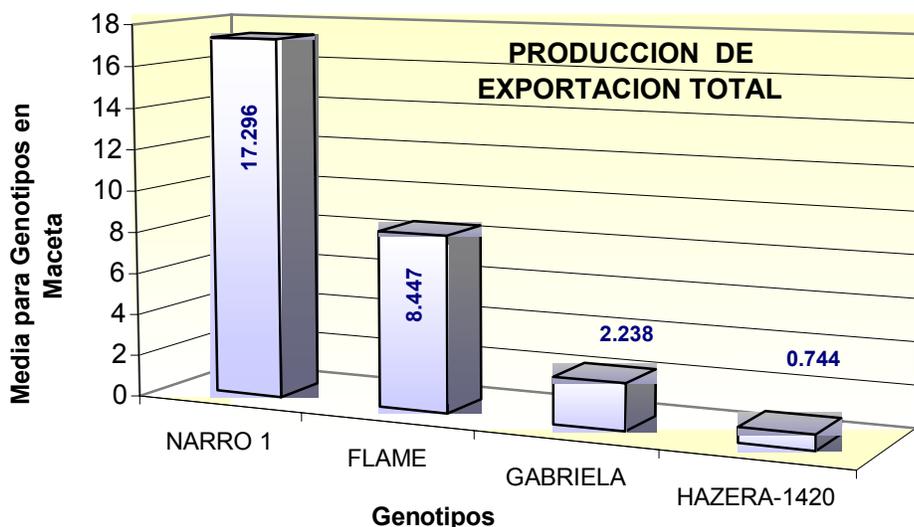


Al comparar las medias de los genotipos en Maceta en la variable Exportación Total, se encontró que el genotipo Narro 1, supero a Flame y Gabriela y todos a Hazera 14-20. Ver cuadro 20 y figura 11.

Cuadro 21. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta producción Exportación Total.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro-1	17.2964	A
Flame	8.4466	b
Gabriela	2.2383	b c
Hazera 14-20	0.7488	c

Figura 11. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Exportación Total.

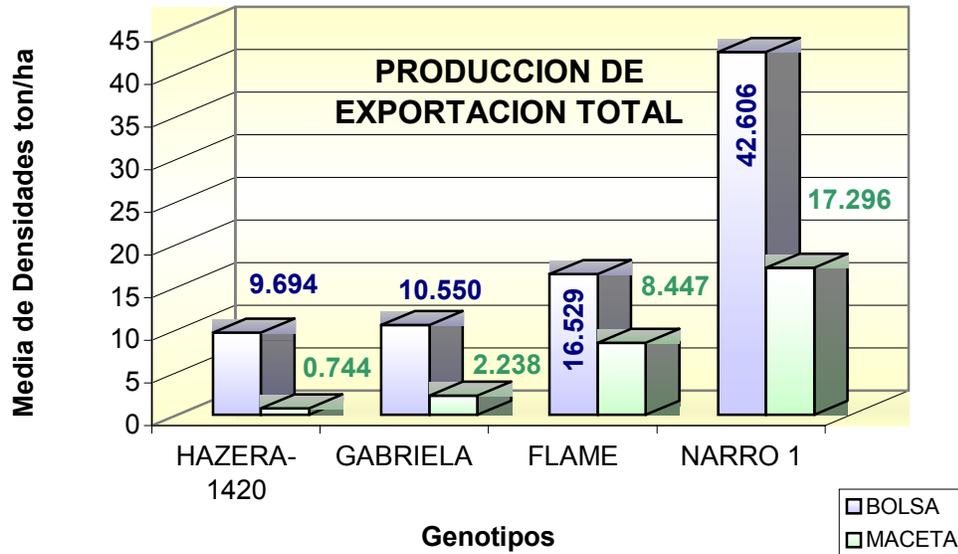


Al comparar las medias de densidades en los genotipos Hazera 14-20, Gabriela, Flame y Narro-1, Bolsa supera a Maceta con un 99% de confianza. Ver cuadro 22 y figura 12.

Cuadro 22. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Exportación Total en los genotipos Hazera 14-20, Gabriela, Flame y Narro-1.

HAZERA 14-20	MEDIA	RAZÓN	GABRIELA	MEDIA	RAZÓN
Bolsa	9.6935	a	Bolsa	10.5498	a
Maceta	0.7438	b	Maceta	2.2385	b
FLAME	MEDIA	RAZÓN	NARRO-1	MEDIA	RAZÓN
Bolsa	16.5289	a	Bolsa	42.6060	a
Maceta	8.4466	b	Maceta	17.2964	b

Figura 12. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Exportación Total en los genotipos Hazera, Gabriela, Flame y Narro-1.



Producción Comercial.

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional, se encontró alta significancia en el factor densidad ($P < 0.01$), y alta significancia en el factor genotipo ($P < 0.01$), y alta significancia en la interacción densidad-genotipo ($P < 0.01$). Ver cuadro 23.

**Cuadro 23. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta
Producción Comercial = Exportación + Nacional.**

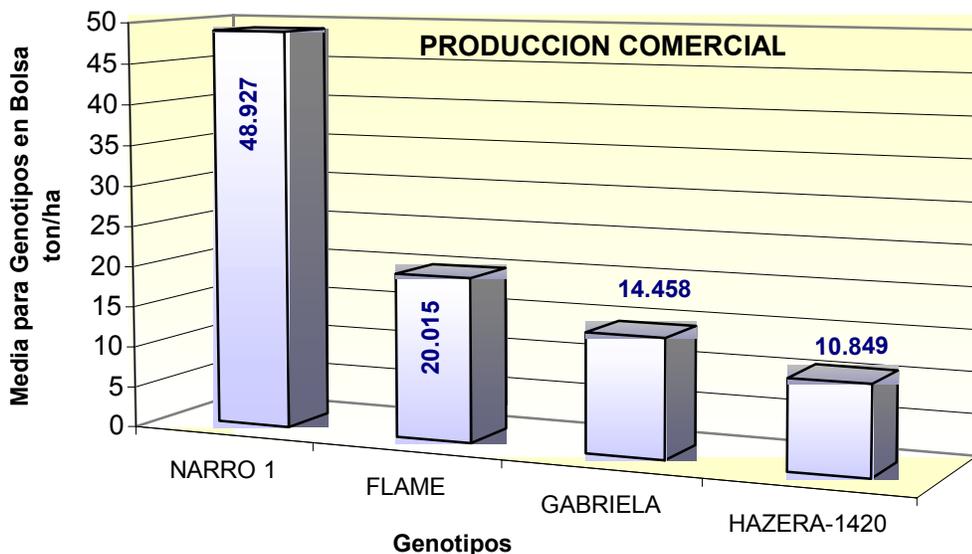
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	50.537109	16.845703	0.9500	0.516
Densidad	1	1302.386719	1302.386719	73.4480	0.003**
Error Densidad	3	53.196289	17.732096		
Genotipo	3	4138.596680	1379.532227	72.9649	0.000**
Densidad X Genotipo	3	578.611328	192.870438	10.2011	0.001**
Error Genotipo	18	340.322266	18.906792		
TOTAL	31	6463.650391			
C . V (Error Genotipo) = 25.31%					

Al comparar las medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Comercial, se encontró que el genotipo Narro-1 supera a Flame, Gabriela y todos a Hazera 14-20, con un 99% de confianza. Ver cuadro 24 y figura 13.

Cuadro 24. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro 1	48.9266	a
Flame	20.0154	b
Gabriela	14.4581	b c
Hazera 14-20	10.8493	c

Figura 13. Medias de los genotipos en la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional en Bolsa.

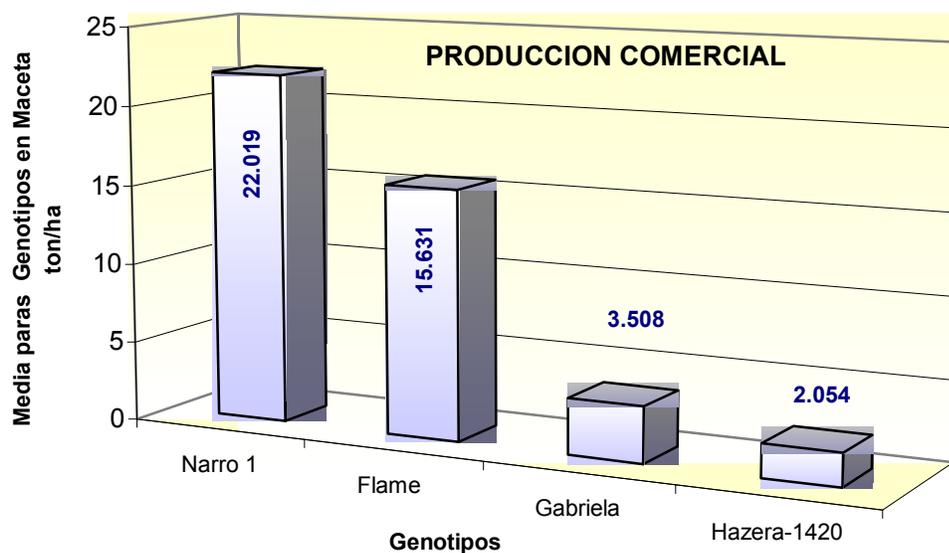


Al comparar las medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Comercial. Se encontró que Narro-1 es estadísticamente igual a Flame y ambos superaron a Gabriela y Hazera 14-20, con un 99% de confianza. Ver cuadro 25 y figura 14.

Cuadro 25. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro-1	22.0190	a
Flame	15.6312	a
Gabriela	3.5079	b
Hazera 14-20	2.0543	b

Figura 14. Medias de los genotipos en la variable de respuesta Producción Comercial = Exportación + Nacional en Maceta.



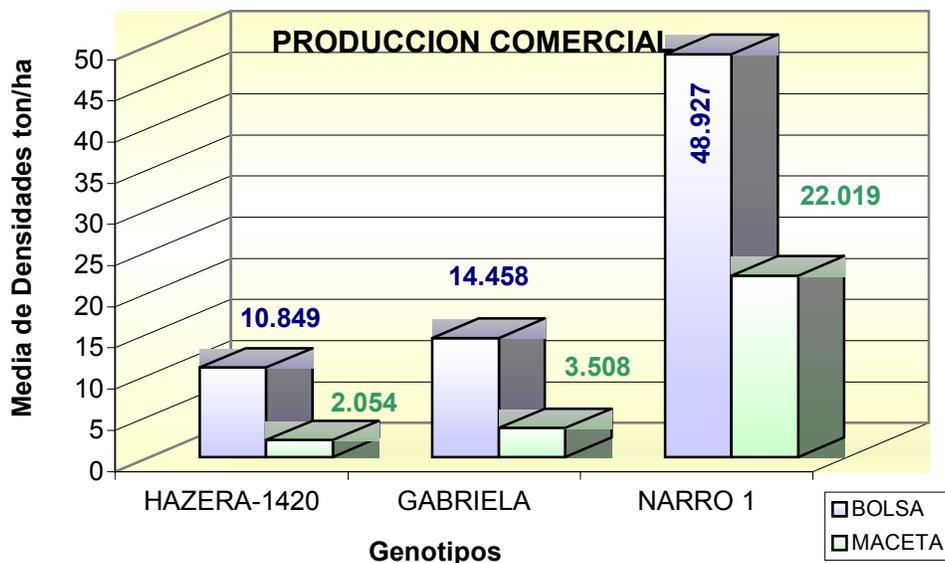
Al comparar las medias de densidades en los genotipos Hazera 14-20, Gabriela, y Narro 1, Bolsa supera a Maceta con un 99% de confianza. Ver cuadro 26 y figura 15.

Cuadro 26. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Comercial en los genotipos Hazera, Gabriela y Narro

1.

HAZERA 14-20	MEDIA	RAZÓN	GABRIELA	MEDIA	RAZÓN
Bolsa	10.8493	a	Bolsa	14.4581	a
Maceta	2.0543	b	Maceta	3.5079	b
NARRO-1	MEDIA	RAZÓN			
Bolsa	48.9266	a			
Maceta	22.0190	b			

Figura 15. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Comercial.



Al comparar las medias de densidades en el genotipo Flame, no se encontró diferencia significativa.

Producción Total de los Ambientes (A1 y A2).

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga, se encontró alta significancia en el factor densidad ($P < 0.01$), y alta significancia en el factor genotipo ($P < 0.01$), y alta significancia en la interacción densidad-genotipo ($P < 0.01$). Ver cuadro 27.

**Cuadro 27. Análisis de Varianza para la Variable de Respuesta
Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga.**

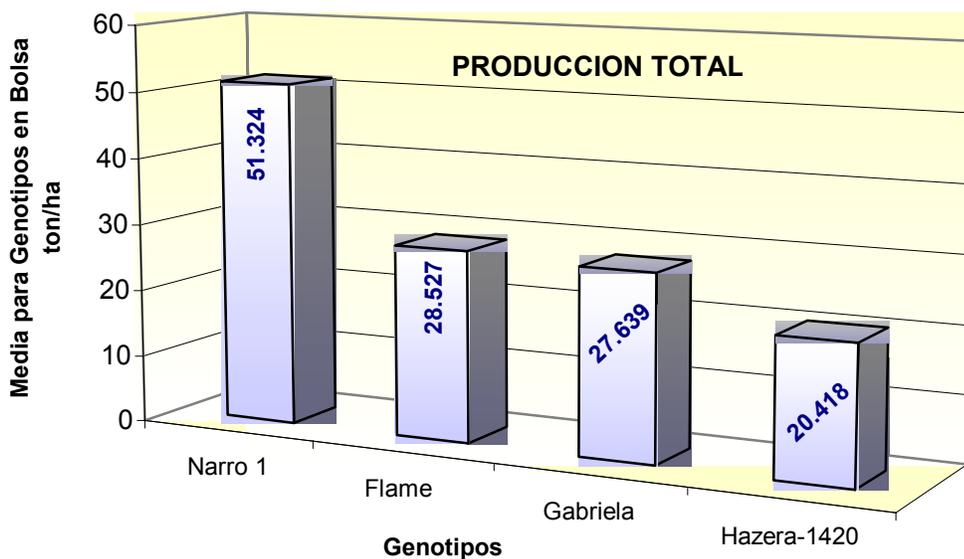
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Repeticiones	3	37.083984	12.361328	0.6035	0.657	
Densidad	1	1012.080078	1012.080078	49.4074	0.005	**
Error Densidad	3	61.453125	20.484375			
Genotipo	3	1864.535156	621.511719	27.8933	0.000	**
Densidad X Genotipo	3	724.263672	241.421219	10.8349	0.000	**
Error Genotipo	18	401.072266	22.281792			
TOTAL	31	4100.488281				
C . V (Error Genotipo) = 17.91%						

Al comparar las medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Total, se encontró que el genotipo Narro-1 supera a Flame, Gabriela y todos a Hazera 14-20, con un 99% de confianza. Ver cuadro 28 y figura 16.

Cuadro 28. Comparación entre medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Narro-1	51.3238	a
Flame	28.5273	b
Gabriela	27.6393	b
Hazera 14-20	20.4182	c

Figura 16. Medias de los genotipos en Bolsa en la variable de respuesta Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga.

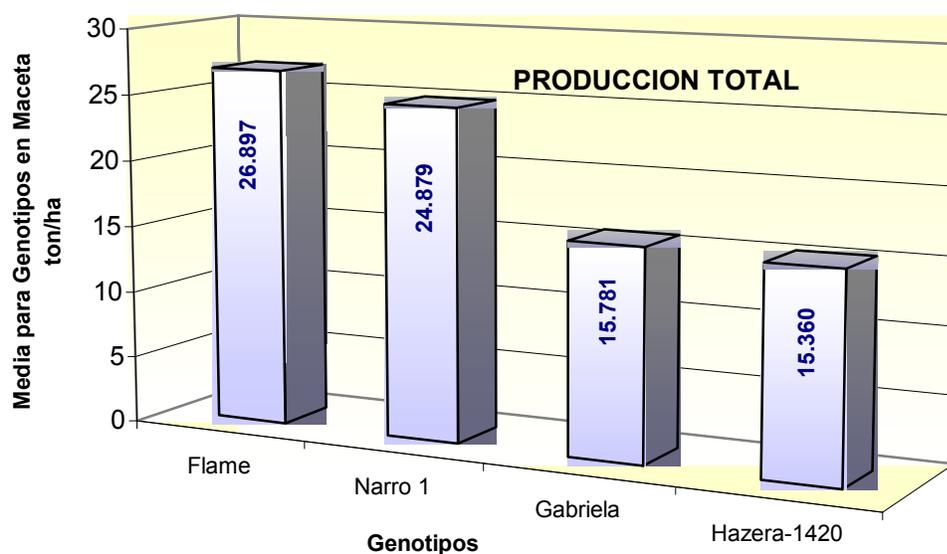


Al comparar las medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Total, se encontró que el genotipo Flame es estadísticamente igual que Narro-1 y estos superaron a Gabriela y Hazera 14-20, con un 99% de confianza. Ver cuadro 29 y figura 17.

Cuadro 29. Comparación entre medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Total.

GENOTIPO	MEDIA	RAZÓN
Flame	26.8974	a
Narro 1	24.8792	a
Gabriela	15.7812	b
Hazera 14-20	15.3602	b

Figura 17. Medias de los genotipos en Maceta en la variable de respuesta Producción Total.



Al comparar las medias de densidades en los genotipos Gabriela y Narro-1, Bolsa supera a Maceta con un 99% de confianza. Ver cuadro 30 y figura 18.

Cuadro 30. Comparación entre medias de densidades en la variable de respuesta Producción Total = Exportación + Nacional + Rezaga en los genotipos Gabriela y Narro-1.

GABRIELA	MEDIA	RAZÓN	NARRO-1	MEDIA	RAZÓN
Bolsa	27.6393	a	Bolsa	51.3238	a
Maceta	15.7812	b	Maceta	24.8792	b

Al comparar las medias de densidades en los genotipos Hazera 14-20 y Flame no se encontraron diferencias significativas.

CONCLUSIONES

En relación al estudio realizado y bajo las condiciones establecidas de la presente investigación se concluye lo siguiente.

El comportamiento de los genotipos evaluados fue muy heterogénea, debiéndose lo anterior a los medios de cultivo y modalidades en que fueron establecidas así como a la baja respuesta manifestada a las altas densidades.

El genotipo con mayor potencial para densidades y ambientes fue **Narro-1**, para ambas modalidades con un rendimiento comercial de 42.92 ton/ha y 22.01 ton/ha respectivamente.

Para la producción total en cuanto a densidades y ambientes sigue el mismo patrón reportando **Narro-1** con un rendimiento de 51.32 ton/ha en bolsa y para maceta sobresalieron los genotipos **Flame** y **Narro-1** con 26.89 ton/ha y 24.87 ton/ha respectivamente.

Los genotipos no respondieron satisfactoriamente en las modalidad de bolsa y maceta por la alta competencia poblacional y la nutrición aplicada sin embargo para la interacción Genotipo-Ambiente, **Narro-1** y **Flame** presentaron diferencias bajo las condiciones establecidas.

RESUMEN

El presente trabajo se estableció en invernadero de alta tecnología en sistema de hidroponía llevándose acabo en las Instalaciones del Campo Experimental de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, iniciando la siembra el 3 de Marzo del 2003 en charolas de polietileno de 200 cavidades, de cada uno de los genotipos extrafirmes de habito Indeterminado.

Utilizando un diseño estadístico Completamente al Azar con cuatro repeticiones con un Arreglo de Parcelas Divididas 2 X 4, dando un total de 32 unidades experimentales.

El transplante se realizo el 4 mayo del mismo año en dos modalidades Bolsa y Maceta, colocando 2 plantas por bolsa a una distancia de 0.50 cm * 0.20 cm, en una mezcla de 24 litros, con una densidad poblacional de 33200 planta/ha. Y cuatro plantas por maceta a 0.40 cm x 0.30 cm con 26 litros de mezcla con 41500 plantas/ha. La poda se inicio el 16 de Mayo con poda a un tallo que consistió en la eliminación de brotes y a partir de esta etapa se fueron eliminando el resto de brotes y hojas, así como la primera lecturas de floración.

El programa de nutrición para los diferentes genotipos fue iniciado con la siguiente solución: **N 113 ppm, P 60 ppm, K 200 ppm, Mg 50 ppm, Ca 120 ppm, Fe 2.5 ppm, Cu 0.05 ppm, Bo 0.4 ppm**. Todas las fuentes de fertilización eran líquidos de la línea "Flussing". Con una aplicación de **0.5 ppm** por cada gotero, repartidas en 4 riegos por día, hasta que se estabilizo y comenzó a drenar un 20% de la solución. A partir de ahí se aumento los riegos cuidando siempre drenar el 20% se llego a un pico de 2.2 litros de solución por planta por día en los meses

donde se estandarizo la producción, repartiéndose en 16 riegos por día. El pH de la solución se ajusto a 6.0 – 6.5 y la CE 1.8 – 2 del inicio hasta el primer corte.

En una segunda etapa productiva de la planta se modifico la nutrición por la siguiente **N 140 ppm, P60 ppm, K 200 ppm, CA 165 ppm** y el resto de los elementos se mantuvo igual. Utilizando fertilizantes solubles de SQM, Champion Viking.

La cosecha inicio el 18 de Julio del 2003 y concluyo el 10 de Diciembre del mismo año. La cual se dividió en dos ambientes (A1 y A2), para evaluar el comportamiento de los genotipos, se trabajo con análisis combinado y la Comparación de Medias con la Prueba de Tukey. consideradas para evaluar la cosecha en los dos ambientes (A1 y A2) fueron las siguientes: Exportación A1, donde **Narro-1**, con 12.51 ton/ha fue el genotipo sobresaliente en esta calidad. Para la variable Nacional los genotipo sobresalientes fueron para bolsa **Narro-1**, con 6.33 ton/ha y en maceta **Flame** con 7.11 ton/ha. Y en la variable Rezaga en bolsa producto no comercial fue el genotipo **Gabriela** 13.18 ton/ha y para maceta seguido por **Hazera-1420** con 13.30 ton/ha. En la variable Exportación A2 el genotipo sobresaliente en bolsa fue **Narro-1** con 5.63 ton/ha y en maceta 2.06 ton/ha. En la variable Exportación Total (A1+A2), el genotipo sobresaliente fúe **Narro-1** con 42.60 ton/ha en bolsa y para maceta 17.29 ton/ha. Para la variable Producción Comercial = Exportación (A1+A2) + Nacional +Rezaga, **Narro-1** con 48.92 ton/ha en bolsa y para maceta 22.01 ton/ha. Para la variable de Producción Total = Exportación (A1+A2) + Nacional + Rezaga, aquí **Narro-1** sobresale con 51.32 ton/ha esto para bolsa, y para maceta el genotipo **Flame** 26.89 ton/ha. En relacion a los resultados se determino que **Narro-1** y **Flame** mostraron ser los mejores genotipos bajo las modalidades manejadas y manifestaron una respuesta interacción Genotipo-Ambiente.

LITERATURA CITADA

Adams, P. 1994a. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hidroponic systems. *Acta Hort.* 361: 245-257.

Allard, R. W. And A. D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype-enviroment interactions in applied plant breeding, *Crop. Sci.* Pp: 503-507.

Álvarez, M. 1993. Selección de líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones tropicales. IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícola.

Anderlin, R.1989. Guías de Agricultura y Ganadería. El Cultivo de Tomate. Ed. CEAC, S.A. Barcelona, España.

Amma, A.T. y G. Cascardo 1995. Producción hortícola sin suelo, Experiencias iniciales. (Horticultural soilless production; preliminary experiments). *Riv. Agric. Subtrop. E Trop.* 88(3):559-568.

Artículo publicado en la Revista Claridades Agropecuarias No. 25 México, Octubre 2002

Barrera Guerra, J.L., Pérez Moreno, L., Reyes Ríos, D. M. (2001). Guía para la asistencia técnica agrícola de la zona del Bajío, Guanajuato.

- Caraveo L., F.J. 1994. Relaciones nutrimentales en el cultivo hidropónico de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Empleando el polvo de bonote de coco como sustrato. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Carballo, C. A. 1970. Comparación de variedades de maiz del Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad, Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- Castellano, J. Z 1997. 2o. Simposium Internacional de Fertirrigación. Querétaro, Qro.
- Casseres, E. 1980. Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Editorial IICA, San José, Costa Rica, p. 71 – 106.
- Cedeño, R. B. 2002. Fertirriego y Automatización en Cultivos Hortícola. Memorias del 2° Simposio Nacional de Horticultura. UAAAN. Saltillo. Coah. México.
- CIHNM. 1997. Hidroponía: Un nuevo campo en la agricultura. 2da. Ed. Tercer Curso Taller de Hidroponía 04-09 de Septiembre de 1995. CIHNM. UNALM. Lima. 112 p
- CIHNM. 1997. Hidroponía: Una buena opción en agronegocios. Conferencia Internacional de Hidroponía 6-8 de Agosto de 1997. CIHNM. UNALM. Lima. 170 p.
- (COEXPHAL), Cosecheros Exportadores de Productos Hortofrutícolas de Almería, FAECA y Caja rural de Almería, 1996. Análisis de parámetros bioproductivo y de calidad de 12 cultivares de tomate de “Larga Vida” (*Lycopersicon esculentum* Mill). Estación Experimental “Las Palmerillas” Almería España.

Cooper, A.J. 1978. Methods of establishing young plants in a nutrient film tomato crop. J. Hort. Sci. 53: 189-193.

Comstock, R. E. And R. H. Moll. 1963. Genotype-environment interactions. Symposium on statistical genetics and plant breeding, Nat, Acad. Sci, Nat, Res, Council, Washington, D. C. USA, pp: 164-196.

Cornillon, P. 1988. Influence of root temperature on tomato growth and nitrogen nutrition. Acta Hort. 229: 211-218.

Cruz, S. M., A. Jiménez, C. 1996. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México.

Espinoza Robles, P.; F. Sánchez del Castillo. 1985. Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponía bajo invernadero. (tesis profesional) . Departamento de Fitotecnia , Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Fertirriego en cultivos intensivos, invernaderos y con sustratos artificiales:
[Http://www.cultivosintensivos.com.ar/](http://www.cultivosintensivos.com.ar/)

Graves, C.J. 1983. The nutrient film technique. Hort. Rev. 5: 1-44.

[Http://www.larural.es/servagro/sta/publicaciones/tomate/tomate%20larga%20vida/publ9612/2_1_varietal.htm](http://www.larural.es/servagro/sta/publicaciones/tomate/tomate%20larga%20vida/publ9612/2_1_varietal.htm)

[Http://www.carchuna-spa.com](http://www.carchuna-spa.com)

ISOSC; Sociedad Internacional de Cultivo Sin Suelo últimas estadísticas 2001

Jenner, G. 1980. Hydroponics -reality or fantasy?. Scientia Hort. 31: 19-26.

- Lara, H. A. 1999, Manejo de solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Terra volumen 17 numero 3.
- León, G. H. Y Arosemena, D. M. 1980. El Cultivo de Tomate para consumo fresco en el valle de Culiacán. INIA-SARH. México.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Ed. Academic Press. San Diego, Ca., USA.
- Marulanda, C. A. 1995. Hidroponía popular. Manual técnico, FAO. Santiago, Chile.
- Martínez G, G.A., Zarate N, B., López T, A. (1999). Efecto de dos sustratos locales y tres densidades de población en el rendimiento de jitomate (*Lycopersicon esculantum* Mill.) En hidroponía. VIII Congreso de Horticultura, Manzanillo, Colima, México del 25 al 30 de Abril. Programas y Notas Científicas.
- Martínez, V., J.M. Núñez, A. Ortiz y A. Cerda. 1994. Changes in amino and organic acid composition in tomato and cucumber plants in relation to salinity and nitrogen nutrition. J. Plant Nutr. 17: 1359-1368.
- Moorby, J. Y C.J. Graves. 1980. The effects of root and air temperature on the growth of tomatoes. Acta Hort. 98: 29-43.
- Nuez, F. 1999. El cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Olimpia, G., Hernández, J. 1991. Folleto de tipos de sustrato para hidroponía. INIFAT. Cuba.
- Pérez, B. A. 1996. Revista de Chapingo. Sustratos.

Rodríguez, D. A. Centro de Investigación de Hidroponía Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, Perú redhidro@lamolina.edu.pe

Rodríguez S. J., D. Pinochet., F. Matus B (2001), fetirriego de cultivos. Santiago de Chile.

Rick, C.M. 1978. The tomato. Scientific American 239 (2): 76-87.

Sánchez del Castillo, F. Espinoza Robles, P. Y Escalante Rebolledo 1987
“Producción Superintensiva de Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Hidroponía bajo Invernadero. Avances de Investigación. Universidad Autónoma de Chapingo.

Sánchez L. A. 2003. Cultivo de Tomate. Apuntes del curso de Producción de Hortalizas Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila.

Sánchez L. A. 2003. Proyecto de Inversión para Invernaderos de Producción Intensiva de Tomate Tipo “Beefstake” para Exportación en la Empresa Leconsa S. A de C.V. predio “El Reacomodo”, municipio de Mendez, Tamaulipas.

Sánchez L. A., Reyes L. A., Sandoval M. M.1999. Sistemas de Poda en Líneas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de Larga Vida en Anaquel. VIII Congreso de Horticultura, Manzanillo, Colima, México del 25 al 30 de Abril. Programas y Notas Científicas.

Serrano, Z. (1984) Horticultura mediterránea de invernadero escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Córdoba (99-114).

- SIAP, SAGARPA, 2003. Fuente de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con Información de las Delegaciones de la SAGARPA en los Estados. Año Agrícola, 2002. [Www.siea.sagarpa.gob.mx](http://www.siea.sagarpa.gob.mx).
- Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil* 15: 134-154.
- Steiner, A.A. 1966. The influence of chemical composition of a nutrient solution on the production of tomato plants. *Plant Soil* 24: 454-466.
- Steiner, A.A. 1968. Soilles culture. Pp. 324-341. In: Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy.
- Tircornia, R. J. 1989. Hortalizas de Fruto. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina
- Verdugo G. M., J. G. Valenzuela y J. Siller. 1997. Efecto de la densidad de población, arreglo topológico y poda en el rendimiento y calidad de tomate en el Valle de Culiacán, Facultad de agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa. II Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícola. Culiacán, Sinaloa, México. Del 16 al 20 de marzo. Programas y Memorias.