

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA



*Formas de aplicación de ALGAENZIMAS^{MR}
en Tomate hidropónico.*

Por:

Nazario Francisco Francisco.

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura.

Buenavista Saltillo Coahuila, México.

Diciembre de 2003

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

**DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

***Formas de aplicación de ALGAENZIMAS^{MR}
en Tomate hidropónico.***

Por:

Nazario Francisco Francisco

Tesis

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

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

APROBADO

M. Sc. José Gerardo Ramírez Mezquitic.
PRESIDENTE

Dr. Valentín Robledo Torres.
SINODAL

Dr. Fernando Borrego Escalante.
SINODAL

Dr. Margarita Murillo Soto.
SINODAL

M. c. Arnoldo Oyervides García.
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

Buenavista Saltillo Coahuila Méx.

Diciembre del 2003

DEDICATORIAS

A mi *alma mater* por haber sido mi casa de estudios en todo el sentido de la palabra.

A mi Papá y mis hermanos que me permitieron continuar mis estudios, y especialmente a mi madre que en paz descanse que siempre nos dio motivos para seguir adelante.

A la señorita *Teresita Juárez Delgado* por haber alegrado mi estancia aquí en esta Universidad y a quien deseo este siempre conmigo.

A **Dios** por ser el mediador en todas las cosas que hago y por permitir que esta profesión forme parte de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Mc. José Gerardo Ramírez Mezquitic por haberme ayudado a realizar este trabajo.

Al Dr. Fernando Borrego Escalante, Dra. Margarita Murillo y al Dr. Valentín Robledo Torres por haber colaborado en la revisión de este trabajo.

Al Ing. Benito Canales Lopez de la empresa ALGAENZIMS por haber colaborado en la ejecución de este trabajo.

A todos los maestros que en dado momento me hicieron reflexionar y me enseñaron de manera correcta.

A mis compañeros de Generación que me acompañaron a emprender este viaje, y a todos aquellos que me permitieron acomodarme en esta ciudad de Saltillo.

INDICE

RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
Objetivos	10
Hipótesis.	10
REVISION DE LITERATURA.	11
Generalidades del Cultivo.	11
Clasificación Botánica y Morfología.	11
Necesidades del Cultivo en Invernadero.	13
Extractos de Algas Marinas.	14
Síntesis de Proteínas y Resistencia Sistémica Adquirida (SAR).	23
Métodos de Aplicación Dosis y Tiempo.	25
Trabajos Similares.	27
MATERIALES Y METODOS.	30
Localización del Sitio Experimental.	30
Material Utilizado.	31
Descripción del Experimento.	32
Manejo del Cultivo.	34
Variables Evaluadas.	34
Análisis Estadístico.	35
RESULTADOS Y DISCUSION.	36
Rendimientos por Planta.	36
Numero de Frutos por Planta.	38
Peso Promedio de Fruto.	40
Diámetro Ecuatorial de Frutos.	41
Diámetro Polar de Frutos.	42
Firmeza de Frutos.	43
Contenido de Sólidos Solubles en Frutos.	44
CONCLUSIONES.	45
LITERATURA CITADA.	46
APENDICE.	48

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Número de frutos por planta en el cultivo de tomate.	38
Cuadro 2. Peso de frutos a diferentes aplicaciones de Algaenzimas en el cultivo de tomate.	40
Cuadro 3. Diámetro ecuatorial de frutos en el cultivo de tomate.	41
Cuadro 4. Diámetro polar de frutos en el cultivo de tomate.	42
Cuadro 5. Firmeza de frutos en el cultivo de tomate a diferentes formas de aplicación de Algaenzimas.	43
Cuadro 6. Concentración de sólidos solubles en el cultivo de tomate a diferentes aplicaciones de Algaenzimas.	44
Cuadro A1. Análisis de varianza para la variable rendimiento por planta.	49
Cuadro A2. Análisis de varianza para la variable peso por fruto.	49
Cuadro A3. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial.	49
Cuadro A4. Análisis de varianza para la variable diámetro polar de frutos.	49
Cuadro A5. Análisis de varianza para la variable número de frutos.	49
Cuadro A6. Análisis de varianza para la variable firmeza de frutos.	49
Cuadro A7. Análisis de varianza para la variable sólidos solubles.	50
Cuadro A8. Comparación de medias para la variable rendimiento por planta.	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento total por planta de los tratamientos en los tres híbridos de tomate.	37
Figura 2. Número de frutos por planta en el cultivo de tomate.	39

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en el invernadero de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en los meses de Mayo a Septiembre del 2003. Se ensayaron tres maneras de aplicación de Algaenzimas (en forma foliar, al sustrato y combinada) en tres híbridos de tomate. La dosis utilizada fue de cinco centímetros cúbicos por litro. Se manejo la fertilización recomendada por la Universidad La Molina y su adquisición fue facilitada por el asesor del proyecto.

Los materiales utilizados fueron los contenedores de polietileno negro, rafia, sistema de riego y el sustrato perlita. Los riegos se dieron tres veces al día con un tiempo de 10 minutos por riego. La aplicación de los tratamientos se realizó con un atomizador asperjando en las hojas de la planta y el tiempo de aplicación fue desde el mes de junio hasta el mes de julio. El inicio de la cosecha comenzó a finales del mes de julio.

Los resultados que se obtuvieron en el experimento fueron para la mayoría de las variables no significativo, en la única que se encontró significancia fue en la variable rendimiento por planta en los tratamientos en general, aunque numéricamente se observó diferencia. Para este caso se tuvo que la aplicación foliar fue la más satisfactoria en resultados. Los híbridos no mostraron diferencia significativa aunque también numéricamente se comportaron diferentes.

INTRODUCCIÓN

El tomate es una hortaliza muy conocida a nivel mundial. En México es una de las hortalizas más importantes, ya que es uno de los cultivos que se siembran en mayor cantidad de superficie generando un mayor número de empleos y entrada de divisas, en el año 2001 se sembró una superficie de alrededor de 71,000 has, el volumen de producción fue del orden de 1,943,000 toneladas, la entrada de divisas también fue de 552.8mill dls (INEGI 2002).

Es una hortaliza muy importante para el consumo humano ya que estudios recientes reportan que el contenido del tomate principalmente el Licopeno previene el cáncer específicamente es de las digestivas y el de próstata.

Actualmente las investigaciones acerca de estos cultivos están enfocadas a incrementar los rendimientos y consigo también la calidad de fruta, siendo el diámetro lo más importante por su aceptabilidad en el mercado; por su fácil corte e incorporación a los alimentos, por ello la modalidad optada por los productores es la producción en invernadero en la que se obtienen rendimientos de hasta 300ton/ha a diferencia de las de campo abierto 25-30ton/ha. Estos se consiguen mediante diferentes prácticas, algunas de las cuales es la utilización de productos denominados bioestimulantes como las algaenzimas las cuales son productos a base de extractos naturales de algas marinas. Estos tienen la característica principal de poseer la mayoría de los elementos requeridos por las plantas aplicándose de diferentes maneras tanto foliar como al sustrato. Existen trabajos

realizados en los que los resultados han sido satisfactorios como los que se mencionan a continuación:

Las algaenzimas aplicadas en sustrato a una dosis de 2Lt/ha producen en el Chile morrón variedad capistrano un rendimiento de 68.09kg/38,7m² con respecto al testigo (Bazaldua 2000).

Aplicando 0.4ml de algaenzimas en la germinación de las semillas de cilantro se produce un 60% de plántulas vigorosas en comparación con dosis inferiores (Vega 1999).

La aplicación de 1ml/litro de algaenzimas en forma foliar en el cultivo de coliflor variedad snow man, incrementa el diámetro de cabezas en un 3.24% con respecto al testigo sin aplicación (Marín 2000).

El propósito de este trabajo es, generar información para los productores de tomate, acerca del método de aplicación de este producto en la que el cultivo responda más incrementando el rendimiento y calidad de fruto. Todo esto, en base al conocimiento que se tiene sobre las características de asimilación de nutrientes que tienen las plantas tanto en la raíz como en las hojas. La idea de este trabajo es resolver parte de la problemática que se tiene al aplicar este tipo de productos sin saber que método es el adecuado para disminuir los costos y hacer más efectivo su uso.

OBJETIVOS

- a) Encontrar la forma de aplicación de las Algaenzimas en la que se obtengan los mejores rendimientos y buena calidad de frutos en el cultivo de tomate bajo condiciones de hidroponía e invernadero.
- b) Determinar la productividad entre híbridos de tomate hidropónico.

HIPÓTESIS

Es posible que la forma de aplicación de las algaenzimas, difiera en los efectos en el cultivo de tomate hidropónico.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Generalidades del Cultivo.

Clasificación Botánica y Morfología.

Pertenece a la familia de las solanáceas; su nombre científico es *Licopersicum esculentum* Mill.

Sistema Radicular.

Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Serrano 1996).

Tallo Principal

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Serrano 1996).

Hoja.

Compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Serrano 1996).

Flor.

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

pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Serrano 1996).

Fruto.

Bayas bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Serrano 1996).

Necesidades del Cultivo en Invernadero.

Luminosidad.

Los niveles óptimos de luz para el cultivo de jitomate, varían de acuerdo a la etapa de desarrollo de la planta; por ejemplo, en el caso de la producción de tomate en invernadero en Chapingo, México (19° 29" N, 98° 53" W y 2,250 msnm), se han observado como óptimos los siguientes (tomados a las 12 horas): durante la etapa de plántula, desde que emerge hasta que tiene cuatro hojas verdaderas, requiere una intensidad máxima de 2,500 bujías por pie; entre el momento de transplante y la aparición del primer racimo floral, las necesidades de luz aumentan a 4,000 bujías por pie; durante el período de crecimiento de los frutos, desde la floración hasta la maduración de estos, se requieren aproximadamente 5,000 bujías por pie (Pérez y Castro 1999).

Temperatura.

El tomate es una planta termoperiódica diaria, por lo cual requiere una oscilación de temperatura entre el día y la noche de al menos 8°C, lo cual favorece su crecimiento y la formación de mayor número de flores. La temperatura óptima para el cultivo oscila entre el 22 y 24 °C, y varía en función de cada una de sus etapas fenológicas. Por ejemplo, en germinación se requieren 25°C, en plántula 20°C y, de trasplante a inicio del primer racimo, 24°C. Posteriormente, la temperatura para crecimiento y maduración de fruto debe ser de 25 a 28 °C, la cual es relativamente más alta que las anteriores (Pérez y Castro 1999).

Humedad Relativa.

La humedad relativa óptima dentro del invernadero debe variar de 50 a 60%, debido a que con alta humedad en el ambiente (mayor de 70%) el cultivo es más susceptible a enfermedades foliares como el tizón temprano. También puede provocar una mala fecundación por la falta de polen debido a la nula dehiscencia de las anteras o por apelmazamiento de los granos de este, además de coadyuvar a posibles daños fisiológicos como la pudrición apical de los frutos por deficiencia de calcio (Pérez y Castro 1999).

Extractos de Algas Marinas.

Las algas marinas son parte integral de la ecología y contorno costero. Durante siglos, las zonas agrícolas cercanas a estas áreas costeras fueron abonadas con algas marinas por ser fuente valiosa de materia orgánica para diversos tipos de

suelo y para diferentes cultivos de frutales y hortícolas. Hoy día, hay muchas opciones más convenientes para conseguir los mismos beneficios en su huerto o campo de cultivo. Los abonos de algas marinas existen en forma de polvo de aplicación inmediata para su uso en campos de cultivo y jardines públicos y privados. Además, los extractos líquidos y en polvo de algas marinas de alta calidad se presentan en forma pura o en formulaciones específicas enriquecidos o no con productos que van desde los tradicionales (por ejemplo, fertilizantes, pesticidas, etc.) hasta productos no tradicionales (por ejemplo, enriquecimiento del humus, derivados de pescado, etc.). De hecho, el número de especies de algas marinas que se encuentran ahora en el mercado es considerable y pertenecen a los géneros *Macrocystis*, *Eklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum*. Por supuesto los métodos de procesamiento, la calidad y la eficacia del producto varían ampliamente según la especie de alga marina utilizada. Entre todas las algas marinas y los extractos que se encuentran ahora en el mercado, *Ascophyllum nodosum* quizá es la especie de alga marina que más se ha investigado y usado en aplicaciones agrícolas (Jeff 2000).

Para respaldar las aplicaciones agrícolas, las investigaciones comerciales y universitarias han demostrado una gama amplia de ventajas al usar los extractos de algas marinas para mejorar muchos aspectos del crecimiento y desarrollo de los cultivos. La mayoría de los productos obtenidos de las algas marinas se aplican como suplementos de los nutrientes minerales en programas integradas de nutrición de cultivos. También se usan muchos para producir efectos beneficiosos atribuidos a la presencia de hormonas naturales y otros compuestos

que influyen en el crecimiento de las plantas. Los extractos de algas marinas de *Ascophyllum nodosum* contienen un gran número de minerales quelados naturales. Un análisis típico indica una gran variedad de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) y también un gran número de micronutrientes (Mn, Cu, Fe, Zn, etc.). Ésta es una de las razones por las cuales se han usado durante muchos años las algas marinas en jardines privados de las poblaciones costeras de todo el mundo. La lista de nutrientes minerales se completa con una gama de compuestos orgánicos, bastantes de ellos identificados pero otros muchos aún sin identificar (Jeff 2000).

Los extractos de algas marinas contienen compuestos orgánicos, entre los que sobresalen: aminoácidos, ácidos orgánicos, carbohidratos, vitaminas, antioxidantes, macro y micronutrientes, compuestos quelatados y fitohormonas. Estos compuestos actúan dentro de la planta principalmente como aceleradores bioquímicos con gran actividad enzimática, proteínica y la eficiencia en la producción de nutrientes. Esto se refleja en un aumento en la producción y en los parámetros de calidad de la cosecha. Además, también se promueve el sistema de resistencia sistémica adquirida de las plantas lo cual se refleja en una mayor tolerancia al ataque de insectos y enfermedades (García 2003).

Citoquininas.

Desde hace mucho tiempo se reconoce que el principal ingrediente activo de los productos hechos con *Ascophyllum nodosum* es una familia de hormonas de las

plantas llamadas citoquininas. Se conocen las citoquininas por estimular la síntesis de las proteínas, ayudar en la división y al alargamiento celular y por su interacción con otras hormonas, particularmente, las auxinas. Por supuesto, la producción de proteínas es esencial para el crecimiento y el desarrollo apropiado e incluye proteínas estructurales, enzimas y otras proteínas protectoras de la planta.

Es importante reconocer que las auxinas, aunque sean compuestos necesarios para controlar la dominancia apical (la habilidad de la planta de crecer verticalmente a la vez que controla el desarrollo de raíces laterales) en varios cultivos, funcionan juntamente con las citoquininas para controlar la diferenciación celular (esto es, la habilidad de las células de determinar funciones específicas en la planta) y, en último término, el crecimiento de la planta. Además, se han identificado en estos extractos hechos de plantas marinas, auxinas, betaínas (compuestos que ayudan a mantener el equilibrio del agua celular y a estimular los protoplasmas (Jeff 2000)).

Un examen de la literatura científica muestra que las algas marinas son fuentes activas de muchos ingredientes beneficiosos. Los más importantes de estos son las hormonas de crecimiento y, en particular, una clase de hormonas reguladoras del crecimiento(HRC), llamadas citoquininas. La adenina es la molécula matriz de esta familia de hormonas que incluye la zeatina natural, el ribosido de zeatina, la adenina isopentenil y la dihidrozeatina. Existen alrededor de 16-18 citoquininas producidas naturalmente por plantas y algas marinas. Estos compuestos naturales son un poco diferentes de los reguladores sintéticos del crecimiento, los cuales no

son producidos naturalmente por las plantas, tales como la quinetina o la benziladenina. Las citoquininas son compuestos necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas y, con la ayuda de otra familia de reguladores del crecimiento, las auxinas, estimulan la división celular y la síntesis de las proteínas. Las citoquininas, requeridas por las plantas en cantidades pequeñísimas, están implicadas en todas las fases del crecimiento de las plantas, desde la formación de las raíces hasta el desarrollo de los tallos, hojas y yemas florales. Se ha demostrado que los extractos de algas marinas alteran la estructura celular y cuando son aplicados directamente a las plantas, pueden proporcionar a los agricultores un utensilio valioso con el que influenciar el rendimiento y calidad de la fruta y de los vegetales (Jeff 2000).

Dado su valor catalizador en la síntesis de las enzimas y de las proteínas estructurales, se deduce que los extractos de algas marinas pueden jugar un papel importante en la manufactura de proteínas que protegen las plantas contra influencias perjudiciales. Por ejemplo, nuevas investigaciones en las Universidades Técnica de Texas y Virginia indican que el álcali extraído de *Ascophyllum* puede mejorar directamente la tolerancia contra el estrés en las plantas y animales. Los alcaloides del tipo ergotina producidos por hongos que afectaron endógenamente las hierbas crecidas del género *Festuca* causaron problemas de salud e inmunidad en animales herbívoros. Esto causó que los animales enfermaran durante largo tiempo ocasionando gastos para su curación. Sin embargo, cuando los extractos de algas marinas fueron aplicados a estas hierbas, no solamente las plantas resultaron más tolerantes al estrés ambiental,

sino que los animales de pastoreo tuvieron menos problemas de salud. La habilidad del alga *Ascophyllum* para contribuir a esa tolerancia contra el estrés en las hierbas tratadas provocó una respuesta positiva en los animales herbívoros pero también puede tener implicaciones más amplias. Los investigadores de Texas Tech están examinando actualmente otros beneficios relativos a la inmunidad, los cuales pueden trascender a varios grupos animales además de contribuir a la investigación continua sobre la tolerancia al estrés en los cultivos de pasto (Jeff 2000).

Antioxidantes.

Las investigaciones en Texas y Virginia se enfocaron primariamente sobre la síntesis de antioxidantes y sobre las reacciones directas o indirectas de las plantas. Los compuestos antioxidantes examinados en esta investigación incluyen las enzimas superóxido dismutasa, la glutatión peroxidasa, la glutatión reductasa, la ascorbato peroxidasa y algunos otros antioxidantes enzimáticos como el atocoferoles, b-carotenos y ascorbatos. Para confirmar una vez más estos resultados, la investigación europea sobre enfermedades de plantas examinó el efecto del mildiú (*Plasmopara vitícola*) en los pimientos (*Capsicum annuum*) y el mildiú (*Phytophthora capsici*) sobre la vid (*Vitis vinífera*), con o sin tratamiento de extractos de algas marinas. Se encontró que los tratamientos con extractos de algas marinas provocaron una reducción en la infección de mildiú al mejorar la resistencia de las plantas contra los hongos patógenos por medio del aumento de la actividad de la peroxidasa endógena. Curiosamente, las peroxidasas fueron previamente detectados en *Ascophyllum* y un incremento similar en la actividad de

la peroxidasa en plantas fue también encontrado en las investigaciones de Texas y Virginia (Jeff 2000).

Además, los pimientos y vides tratados con extractos de algas marinas tuvieron aumentos más altos en la concentración endógena de capsidiol, un complejo fitoalexino producido por las plantas como primera línea de defensa contra el ataque fungal. Aunque su acción no está clara todavía, parece ser que los tratamientos con los extractos de algas marinas pueden promover la síntesis de capsidiol en estas plantas. En resumen, estos resultados apoyan los hallazgos de la investigación industrial que han demostrado que algunos cultivos muestran una resistencia mas elevada contra las enfermedades después de un tratamiento con extracto de *Ascophyllum*. De hecho, una actividad desoxidante más elevada puede proporcionar también otros beneficios. Por ejemplo, la presencia de radicales oxidantes libres (por ejemplo, radicales superóxidos de hidroxilo, etc.) pueden promover la descomposición celular y acelerar la maduración de frutas (Jeff 2000).

Una actividad antioxidante más elevada puede proteger la integridad de la membrana celular contra la oxidación y conducir a la estimulación de procesos celulares retardando de este modo el proceso de vejez. Este efecto se ha observado a menudo con otros reguladores del crecimiento en plantas (por ejemplo, las giberelinas). La estimulación de antioxidantes puede también resultar en una duración de las frutas y vegetales más larga en el mercado al destruir los compuestos oxidantes antes de que proliferen dentro del sistema de las plantas

con su acción de descomposición. Nuestra investigación ha encontrado que el periodo de vida de los melones y mandarinas en el mercado, tratados durante varias semanas con algas marinas es significativamente más largo que el de los grupos de control cuando se ha medido como degradación de la fruta (Jeff 2000).

Betaínas, Poliaminas y Oligosacáridos

Otra clase de compuestos llamados betaínas están también implicadas en la estimulación del metabolismo celular. En las plantas, las betaínas contribuyen a la formación de metionina, un aminoácido intermediario en la síntesis de las poliaminas y el etileno. La síntesis de las poliaminas, compuestos considerados por mucho tiempo como estimulantes de las plantas y protectores de los componentes celulares, pueden por consiguiente beneficiarse de la presencia de betaínas adicionales. Además, las betaínas actúan como protectores celulares por contribuir al potencial osmótico de la célula. Al estabilizar la presión de turgencia y el equilibrio osmótico, las membranas celulares no se arrugan ni sufren estrés indebido por la falta de agua celular. La protección de la integridad de la membrana celular permite a las células funcionar normalmente en un rango amplio de condiciones adversas. Aunque se han publicado algunos trabajos científicos en apoyo de estas observaciones, el mecanismo directo o el modo cómo actúan los extractos de algas marinas sobre la producción de betaínas no está bien entendido todavía (Jeff 2000).

Poliaminas tales como la putrescina, la espermina, la espermidina y la cadaverina son producidas en muchas plantas a partir del metabolismo S-adenosil metionina

(SAM). SAM es también un precursor en la producción del etileno. El etileno, considerado como un retardador de la planta y desestabilizador de la membrana celular, produce efectos que pueden contrastar directamente con los de las poliaminas. Algunos fisiólogos de plantas consideran las poliaminas como semejantes a los reguladores del crecimiento de las plantas, ya que pueden contribuir a la estabilidad de la membrana y a mejorar la tolerancia contra condiciones adversas. Otra nueva clase de moduladores del potencial de crecimiento son los oligosacáridos. Aunque se conoce poco sobre su modo de acción, los oligosacáridos pueden tener un efecto promotor en el crecimiento de los diferentes procesos celulares, ya sea directa o indirectamente, o bien por medio de la formación de mecanismos secundarios (Jeff 2000).

Macro - y Micronutrientes.

Otros compuestos hallados en el alga *Ascophyllum* incluyen una multitud de nutrientes primarios y secundarios importantes para la nutrición de las células vegetales. Además, el *Ascophyllum* contiene una abundancia de polisacáridos en estado quelatado, como el ácido algínico, que puede formar complejos con cationes de Cu, Fe, Mn, Mg y Ca. El ácido algínico se compone de subunidades de los ácidos manurónico y gulurónico, cada uno capaz de unirse a cationes. De igual manera, el manitol, un alcohol-azúcar presente en cantidades abundantes exhibe una acción quelatante semejante. El resultado final de una concentración más alta de minerales quelatados es una mayor disponibilidad biológica de los nutrientes para tratar los cultivos. Una mejora en la eficiencia y en el asimilamiento

son solamente algunas de los múltiples temas que se esta investigando actualmente (Jeff 2000).

Represión de los Insectos.

Los estudios recientes realizados por los investigadores de USDA muestran que las plantas de tabaco y tomate alteradas genéticamente para producir más citoquininas endógenas parecen repeler los insectos e incluso parece que tiene efecto en atacar a los insectos perjudiciales. Estos resultados han llegado a ser más convincentes cuando se considera que los productos de citoquininas naturales han mostrado efectos represivos semejantes al aplicarse externamente. Sin embargo, los efectos contra los insectos pueden ser menos un efecto directo sobre las plagas que un incremento de la producción o secreción de compuestos metabólicos secundarios (por ejemplo, oxidantes y alcaloides). Aunque el modo o modos específicos de la acción de la citoquinina contra los insectos queda por dilucidar, esta investigación ha logrado patentar técnicas para el control de insectos en muchos cultivos agrícolas. Esto ha llamado la atención de las industrias que juegan un papel importante en este sector (Jeff 2000).

Síntesis de Proteínas y Resistencia Sistémica Adquirida (SAR).

Es de sobra sabido que las plantas mismas sintetizan compuestos para protegerse de los ataques de hongos e insectos. Algunos de estos productos son producidos como respuesta a una herida mientras que otros pueden atacar directamente a los invasores. El término Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) ha sido propuesto para describir la habilidad de las plantas a "vacunarse" contra las enfermedades,

etc. De hecho, la planta genera o adquiere resistencias internas (sistémicas) en respuesta a algunos estímulos de las proteínas de una manera semejante a la inoculación de animales contra las enfermedades. La teoría sobre la resistencia sistémica adquirida es muy semejante a los mecanismos de resistencia inducida por los extractos de algas descritos anteriormente (es decir, los efectos del alga contra la infección de mildiú en uvas y pimientos). Se han notado en las plantas reacciones semejantes en respuesta a la aplicación externa de otros productos. Por ejemplo, hay productos ya en el mercado que acrecientan la producción de quitinasas (que ayudan a disolver la cáscara quitinosa de los insectos invasores) y las proteínas inhibidoras de la poligalacturonasa (que ayuda a las plantas a combatir las enfermedades patógenas) (Jeff 2000).

Las Algas Marinas y otros Productos no Tradicionales.

Los extractos de algas marinas se usan en conjunción con otros productos, tanto tradicionales como no tradicionales. El uso de productos no tradicionales, tales como los humatos (sales del ácido húmico) y las emulsiones de productos ictícolas han recibido una enorme atención en los últimos años. Otros productos alternativos pueden usarse para proporcionar nutrientes primarios y secundarios, para mejorar la capacidad de intercambio de cationes del suelo, para incrementar la presencia de hormonas del crecimiento en las plantas y para estimular los mecanismos de defensa de las plantas contra enfermedades e insectos. Los productos no tradicionales son a menudo considerados como alternativas más seguras que muchos productos químicos y remedio más natural para los cultivos alimenticios. Además, las fórmulas de los productos fermentados son a menudo

usadas con algas. Estos productos pueden proporcionar al cultivo componentes minerales o bioactivos estimulando efectos secundarios en los cultivos al mejorar la disponibilidad de los nutrientes presentes ya en los productos, ya en la atmósfera o en el suelo. En resumen, los extractos de algas, los productos tradicionales y no tradicionales sirven para complementarse mutuamente y pueden proporcionar una amplia variedad de mejoras físicas, químicas y biológicas en el cultivo y en su ambiente (Jeff 2000).

Desde un punto de vista científico, se ha logrado reunir una rica literatura que apoya el uso de las algas marinas y sus extractos en los programas agrícolas. Sin embargo es necesario advertir, que las algas secas y sus extractos no son productos para usarse exclusivamente, sino que para ser efectivos deben usarse conjuntamente con otros programas de tratamiento regulares de cultivo. Desde el punto de vista del agricultor, los resultados de las pruebas en el campo han mostrado mejoramientos significativos en rendimientos globales referente a la calidad de las frutas y vegetales de una variedad de cultivos. El objetivo de los programas de la investigación presente es averiguar y probar estas observaciones de campo con datos concretos sobre qué efectos beneficiosos se están realizando y por qué (Jeff 2000).

Métodos de Aplicación de Algaenzimas, Dosis y Tiempos.

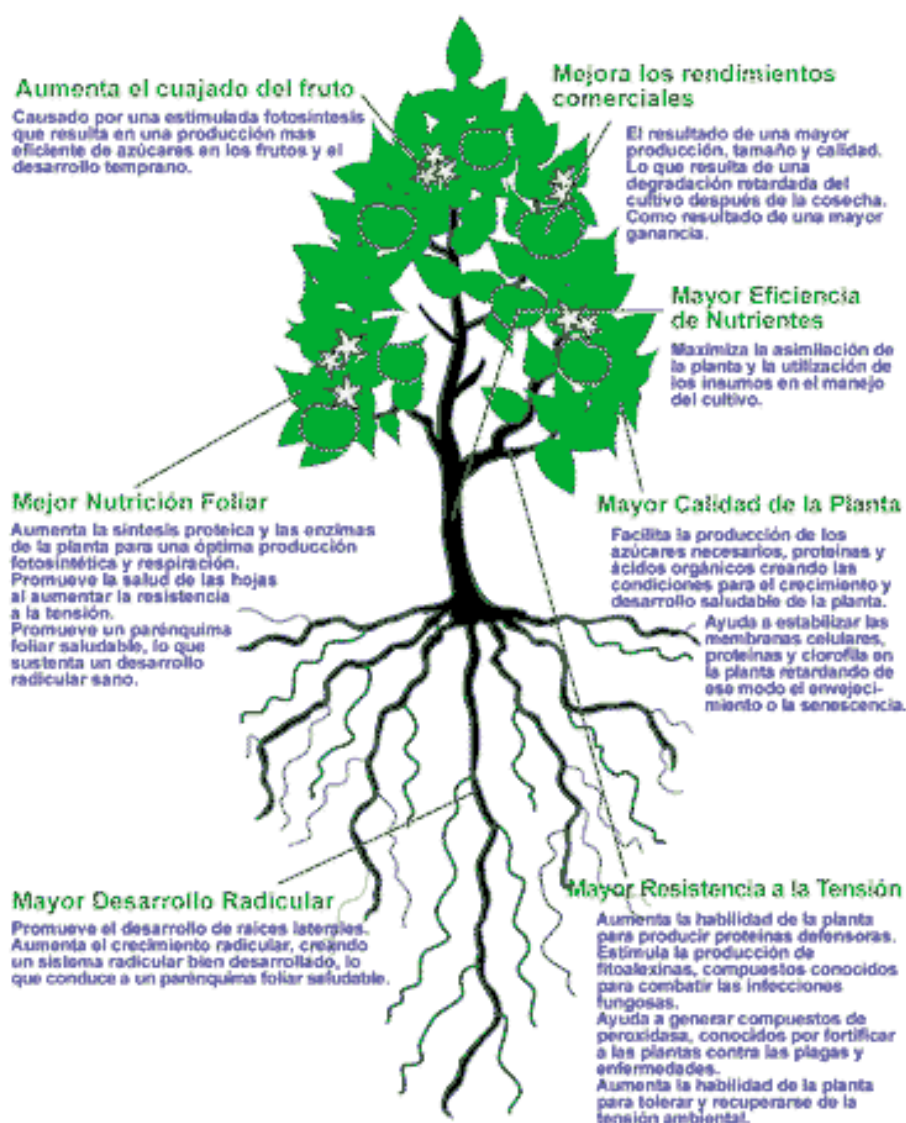
Los usuarios actuales de extractos de algas marinas utilizan el producto de diversas maneras. Las aplicaciones foliares son las más populares entre las aplicaciones directas. Además, se ha demostrado que su aplicación a semillas

promueve una germinación más temprana y proporciona a las plantas más resistencia al estrés durante su crecimiento juvenil. Las aplicaciones al terreno y la inmersión de las raíces en una solución del extracto de algas marinas se han practicado también bajo ciertas condiciones. Nuestra investigación en el campo ha mostrado que los extractos de algas marinas pueden también aplicarse con el riego, de goteo por tubo perforado o por el sistema de regadío por surcos. Además, estos extractos se han aplicado en algunos casos con otros productos obteniéndose con ello una eficiencia mayor (por ejemplo, fungicidas, herbicidas, etc.). Las aplicaciones de estos extractos en dosis diversas y tiempos sobre un gran rango muy variable en la temperatura para cultivos tropicales y subtropicales, así como al césped y a plantas ornamentales, han sido estudiados con regularidad. Las dosis y tiempos de aplicación de varios extractos de algas marinas han demostrado ser específicos para los diferentes cultivos pudiendo producir resultados variados en los mismos. Sin embargo, las dosis varían entre 0,2 y 1,5 kilogramos de alga sólida por hectárea. En muchos casos, la aplicación temprana de los extractos en forma líquida o en polvo es muy eficaz para preparar a las plantas contra las temperaturas bajas y para resistir enfermedades al mismo tiempo que ayudan a conseguir un rendimiento máximo de producción (Jeff 2000).

Una investigación constante ha ayudado a elucidar más y más las bases bioquímicas de los muchos efectos beneficiosos producidos por las algas marinas y sus extractos. Pero sigue en pie un número de interrogantes. ¿Qué hay en las algas marinas para favorecer el rendimiento de las cosechas? ¿Tiene algo que ver con la materia orgánica? ¿Es, por lo contrario, su parte mineral? ¿Son quizá los

carbohidratos de las plantas? ¿O hay algo más? Los programas de investigación internacional están actualmente generando una riquísima información que completa la literatura existente para la búsqueda de respuestas a las reacciones de las plantas al tratamiento con los extractos de algas marinas (Jeff 2000).

Mayores Rendimientos de Calidad



Trabajos Similares.

Existen diversos trabajos en las cuales se ha probado la eficiencia de la aplicación de este producto, tales como las siguientes:

La aplicación foliar de extractos de algas ACADIAN en el híbrido LSL460 de tomate a razón de 1-2litros/ha incrementa el rendimiento de frutos entre un 35 a 68%, además de mostrar mayor firmeza en relación al testigo (García 2003).

La aplicación foliar de 3% de ROOTIN (producto a base de extractos de algas marinas ALGAENZIMS) incrementa la producción en un 65% en la producción de Pimiento Morrón cultivar California Wonder (Ortiz 2001).

La aspersión foliar a razón de 250 ml/ha de ROOTIN en la producción de tomate variedad Río Grande en acolchado, incrementa los rendimientos en 21 ton/ha más que el testigo(70% más), con el 70% de fruta de primera (Álvarez 2000).

Los rendimientos se incrementan a 47.7 ton/ha más que el testigo (204.7% mas) con el 91% de fruto de primera calidad aplicando ALGAENZIMS en forma foliar 250ml/ha en el cultivo de tomate variedad Río Grande (Córdoba 2000).

La aplicación de ROOTIN al 1.5% a la raíz al trasplante, aumenta los rendimientos en un 111% en comparación al testigo en el cultivos de Pimiento Morrón cultivar cuadrado amarillo (Ramírez 2001).

Las algaenzimas aplicadas en sustrato a una dosis de 2Lt/ha producen en el Chile morrón variedad capistrano un rendimiento de 68.09kg/38,7m² con respecto al testigo (Bazaldúa 2000).

Aplicando 0.4ml de algaenzimas en la germinación de las semillas de cilantro se produce un 60% de plántulas vigorosas en comparación con dosis inferiores (Vega 1999).

La aplicación de 1ml/litro de algaenzimas en forma foliar en el cultivo de coliflor variedad snow man, incrementa el diámetro de cabezas en un 3.24% con respecto al testigo sin aplicación (Marín 2000).

La aplicación de algaenzimas en forma foliar y al sustrato a razón de 2litros/ha, incrementa el tamaño de frutos en el cultivo de tomate de cáscara (Flores 1997).

Estos trabajos demuestran la efectividad en la aplicación de las algaenzimas, además difieren de acuerdo al cultivar manejado.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Sitio Experimental.

Geografía.

El experimento se realizó en el invernadero tipo ecuatoriano de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado a una latitud N 25° 22" y longitud W 101°00", Buenavista Saltillo Coahuila.

Material Utilizado.

Material de Campo.

Semilla.

La semilla utilizada es de tres híbridos: E31.014, E31.642 y E31.963, las cuales son híbridos de tomate de crecimiento indeterminado con frutos de forma globular.

Contenedores.

Los contenedores utilizados fueron, charolas de 200 cavidades para la germinación de las semillas, bolsas de polietileno negro para el trasplante.

Tutores.

Los tutores fueron principalmente hilo de rafia y unos alambres sujetos en la parte de arriba del invernadero.

Tonel.

Para la fertilización diaria del cultivo se utilizó un contenedor de 600Lt en la que se le instaló una tubería de PVC y un timer que permitía hasta 8 riegos.

Material de Laboratorio.

Refractómetro.

Instrumento que mide la cantidad de sólidos solubles en grados brix proporcionado por el departamento de horticultura.

Penetrómetro.

Instrumento que mide la resistencia de cuerpos blandos principalmente de frutos a ser penetrados, dando los resultados en kilogramos de resistencia.

Balanza.

En esta se pesaron los frutos en forma unitaria.

Vernier.

Material que se utilizó para medir el diámetro ecuatorial y polar de los frutos.

Descripción del Experimento.

Tratamientos y Diseño

El experimento consistió en 3 parcelas grandes las cuales eran los híbridos, 4 tratamientos y 4 repeticiones, utilizándose el diseño bloques al azar en parcelas divididas. El arreglo del experimento fue el siguiente:



PARCELA GRANDE		
HÍBRIDO 3 E31.963	HÍBRIDO 2 E31.642	HÍBRIDO 1 E31.014

PARCELA CHICA (Tratamientos).	
T1.	Testigo.
T2.	Algaenzimas foliar. (AF) 5cc/litro. 250ml.
T3.	Algaenzimas al sustrato. (AS) 5cc/litro. 500ml.
T4.	Algaenzimas foliar y al sustrato. (AF y AS) 5cc/litro. 250ml + 500ml

Las aplicaciones se realizaron semanalmente desde el trasplante (20/05/2003) hasta el 23 de Julio del 2003. Las aplicaciones se realizaron por la mañana, con un atomizador para la aplicación foliar y con un recipiente de 500ml para la aplicación directa. La solución se preparo en un recipiente de 75litros a razón de 5cc por litro.

Manejo del Cultivo

Siembra.

Las semillas se sembraron en charolas de 200 cavidades previamente desinfectadas. La siembra se efectuó el 20 de abril, cubriendo las charolas por un período de 15 días.

Transplante.

El transplante se realizó el día 20 de Mayo del 2003 colocándose cuatro primeras plantas en el sustrato del mismo híbrido que comprenderían los primeros cuatro tratamientos en la primera repetición del primer híbrido, y así sucesivamente.

Tutoreo.

El tutoreo se realizó después del transplante a partir de los 35 días de emergidas las plántulas.

Podas.

Las podas en las plantas se realizaron cada 10 días cuando los brotes axilares tenían entre 5 y 7 centímetros, esta se realizó con una navaja y manualmente.

Riegos.

En el riego se utilizó un timer la cual encendía 3 veces al día con un tiempo de riego de 10 minutos.

Fertilización.

La fertilización utilizada fue la recomendada por la universidad de La Molina, las concentraciones para 600Lt aparecen en el cuadro siguiente.

Nitrato de calcio.	775g.	Sulfato de fierro	9g.
Ácido fosforico.	132g.	Bórax	2.4g.
Sulfato de potasio.	330g.	Sulfato de manganeso.	1.2g.
Sulfato de amonio	160g.	Sulfato de cobre.	0.24g.
Sulfato de magnesio	336g.	Sulfato de zinc.	0.24g.

Control de Plagas y Enfermedades.

Las principales plagas que se presentaron fueron la mosquita blanca y algunos pulgones. La mosquita blanca se estuvo controlando con Confidor a razón de 1ml/litro. La única enfermedad que se presentó fue la fumagina, esta se estuvo controlando con Tecto 60 a razón de 2.5g/litro.

Variables Evaluadas.

Rendimientos por Planta.

Se peso cada fruto y por último se saco un promedio general de cada planta considerando los frutos pequeños.

Numero de Frutos por Planta.

Para esta variable, solo se contó el número de frutos por planta en cada corte.

Peso Promedio de Frutos.

Este parámetro fue determinado midiendo los frutos en una balanza de precisión o normal.

Diámetro Ecuatorial de Frutos.

Se determino utilizando un vernier, en esta se tomaron varios frutos al azar para ser medidos sin considerar los frutos defectuosos.

Diámetro Polar de Frutos.

Este parámetro se determinó de igual manera que la ecuatorial sin considerar los frutos defectuosos.

Firmeza de Frutos.

Para evaluar esta variable se dispuso de un Penetrómetro, la cual mide la resistencia de la fruta en kilogramos proporcionado por el laboratorio de postcosecha del departamento de horticultura.

Contenido de Sólidos Solubles en Frutos.

En esta se utilizó un refractómetro manual midiendo el contenido del fruto en grados brix.

Análisis Estadístico.

Prueba de Rango Múltiple.

Para una mayor precisión en el análisis se utilizó la prueba DMS al 0.05 en las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimientos por Planta.

Para esta variable solo se encontró diferencia significativa entre los tratamientos sin encontrar diferencia en las interacciones, y al analizarla en la prueba de rango múltiple (DMS = 0.05) se encontró que los mejores tratamiento en comparación al testigo fueron la aplicación foliar (33% más que el testigo) seguida por la aplicación combinada (13% más que el testigo) y quedando la aplicación al sustrato como la baja en rendimiento al igual que el testigo, para el caso de los híbridos como podrá observarse en las columnas, el mejor fue el híbrido 1 con un promedio de 3kg por planta (Figura 1 y Cuadro A8).

Esta respuesta a diferencia de la aplicación al sustrato, pudo deberse a que al utilizarse la perlita como sustrato se tiene menos probabilidad de asimilación y más utilizando materiales con baja capacidad de intercambio catiónico. El principal problema que se presentó en este experimento fue el alto coeficiente de variación, esto debido a que dentro de las repeticiones existió una planta con una enfermedad virosa que más tarde fue eliminada para no propagarla y repercutió en el rendimiento promedio del tratamiento en cuestión.

Este resultado es similar al obtenido por García (2003) en la que utilizando Algaenzimas aplicadas en forma foliar a razón de 1-2litros/ha en un híbrido de tomate, encontró una respuesta de mayor rendimiento en comparación al testigo.

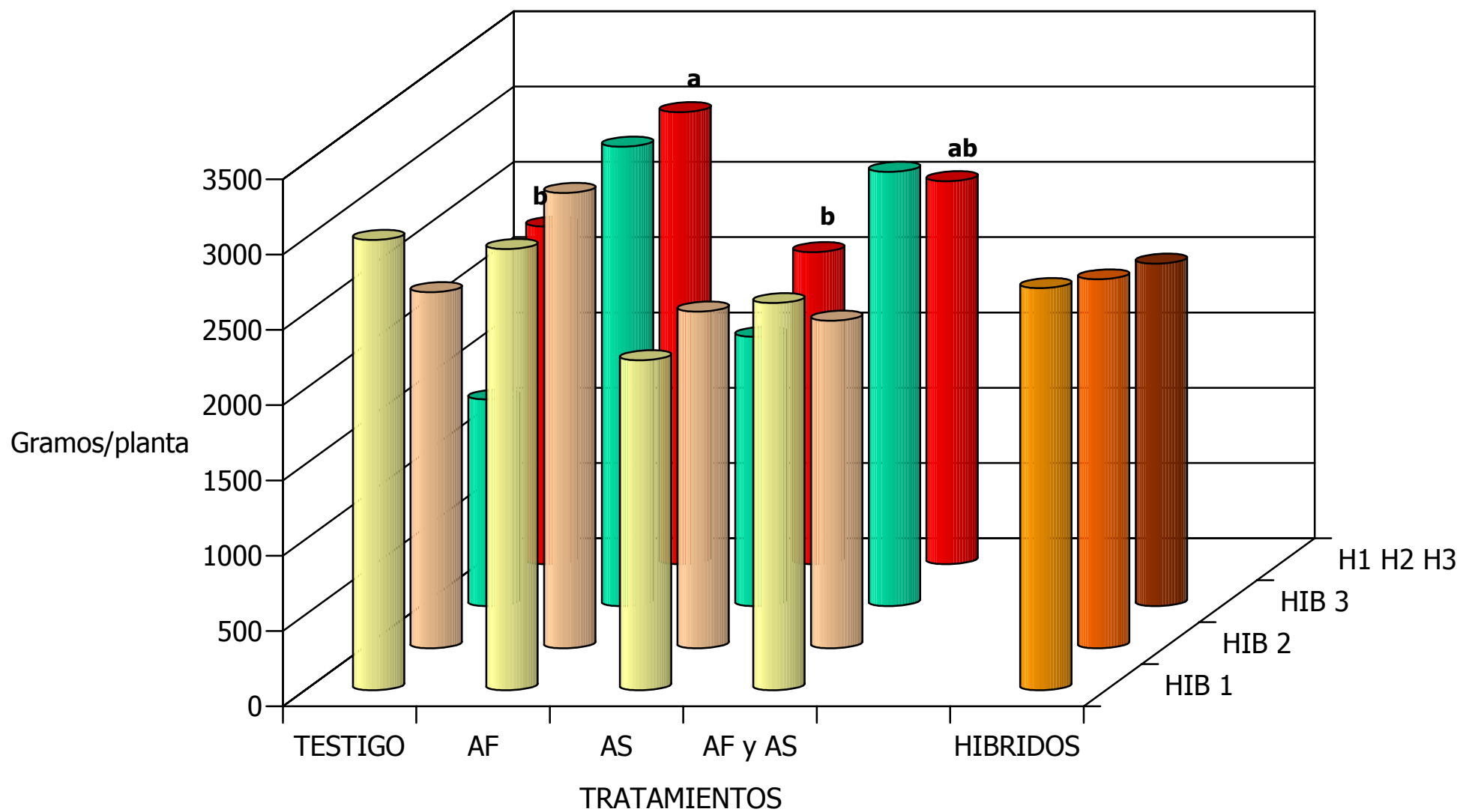


Figura 1. Rendimiento total por planta de los tratamientos en los tres híbridos de tomate.

Numero de Frutos por Planta.

Para esta variable existió diferencia significativa entre las interacciones, aunque como se puede observar en la gráfica, solo existió diferencia estadística entre los tratamientos en el híbrido 3, no habiendo diferencia entre los tratamientos en forma general ni entre los híbridos, aunque en esta resultado mejor el híbrido 3 (Cuadro 1 y Figura 2). Numéricamente se puede observar que entre los tratamientos el mejor nuevamente fue la aplicación foliar. Este resultado es como la variable rendimiento en la que observamos que el tratamiento de aplicación foliar resulta ser más productiva. En el experimento se observó que las plantas con este tratamiento obtuvieron hasta 31 frutos y en el caso del testigo solo se observó como máximo 20 frutos por planta, un 30% más de fruto. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Córdoba (2000) en la que aplicando algaenzimas a razón de 250mililitros/ha en forma foliar incrementó los rendimientos en el cultivo de tomate variedad Río Grande.

Cuadro 1. Número de frutos por planta en el cultivo de tomate.

	TESTIGO	AF	AS	AF y AS	HIBRIDOS
HIB1	21.5a*	18.5a	16.25a	16a	18a
HIB2	15.75a	18.75a	14.25a	14a	15.6875a
HIB3	11.25b	19.5a	12.25b	19.5a	15.625a
H1 H2 H3	16.16a	18.91a	14.25a	16.5a	16.4375

AF = Aplicación Foliar, AS = Aplicación al Sustrato, AF y AS = Aplicación Foliar y al Sustrato.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba DMS = 0.05

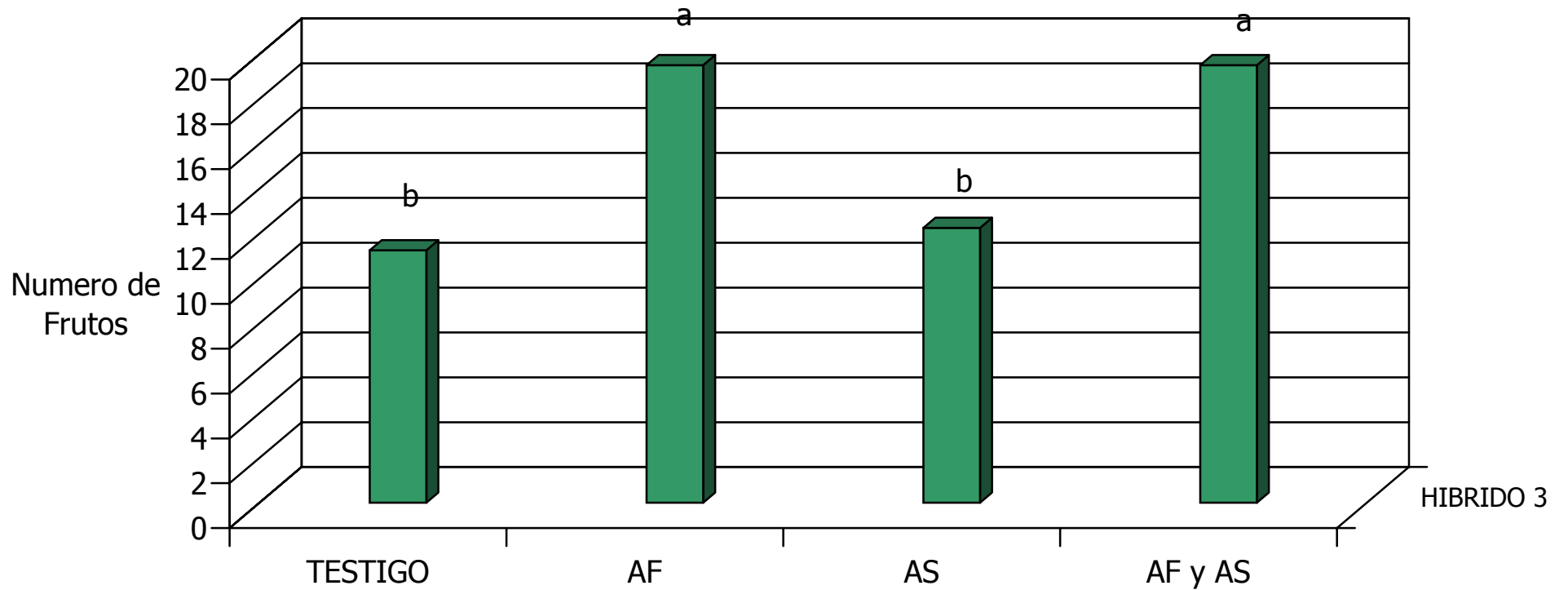


Figura 2. Número de frutos por planta en el cultivo de tomate.

Peso Promedio de Fruto.

Para esta variable no se encontró diferencia significativa en ningún factor, aunque numéricamente se observó que entre los tratamientos en forma general la aplicación foliar resulta con mayor peso por fruto, seguido de la aplicación combinada y teniendo al testigo como la que menos peso por fruto presentó, el mejor híbrido en esta variable fue el híbrido 2 (Cuadro 2). Esta respuesta puede atribuírsele al hecho de que los racimos en estos tratamiento, estaban con un menor número de frutos, y al haber menor cantidad de frutos por racimo se tiene mayor peso y diámetro de fruto por la no competencia de nutrientes y espacio. El peso promedio de fruto es mayor al inicio de la cosecha, en las últimas cosechas por cuestión nutricional se tiene menor peso por fruto. Además en este experimento se observaron frutos en forma desfigurada con pesos exagerados, estos pueden deberse al comportamiento de los híbridos. Este resultado es similar al obtenido por Álvarez (2000) en la que aplicando en forma foliar algaenzimas a razón de 250ml/litro en el cultivo de tomate variedad Río Grande, obtuvo un rendimiento mayor de fruta de mejor peso que el testigo.

Cuadro 2. Peso de frutos a diferentes aplicaciones de Algaenzimas en el cultivo de tomate.

	TESTIGO	AF	AS	AF y AS	HIBRIDOS
HIB1	138.2a*	155.7a	136.9a	161.1a	148a
HIB2	149.9a	160a	154.8a	159a	155.9a
HIB3	122.8a	150.1a	145.8a	150.4a	142.2a
H1 H2 H3	136.9a	155.27a	145.8a	156.8717a	148.7

AF = Aplicación Foliar, AS = Aplicación al Sustrato, AF y AS = Aplicación Foliar y al Sustrato.

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS = 0.05).

Diámetro Ecuatorial de Frutos.

Esta variable es una de las más importantes económicamente, ya que representa el atributo de calidad para el mercado, considerando que para el consumo es más preferible frutos de mayor diámetro, por su facilidad de incorporación a los alimentos. En esta variable tampoco se observó diferencia significativa en ningún factor, por lo tanto y de la misma manera que los anteriores, solo se comportaron estadísticamente iguales aunque numéricamente diferentes, en este caso los mejores tratamientos fueron la aplicación al sustrato seguido de la aplicación combinada, teniendo en tercer lugar la aplicación foliar y por último el testigo, y resultando como mejor híbrido el 2 (Cuadro 3). Estos resultados se obtuvieron midiendo los frutos que tenían la figura regular redonda, se presentaron también frutos desfigurados más grande que no se midieron el diámetro, estos frutos se debieron al comportamiento de los híbridos. Como en el caso anterior, al tener un mayor diámetro se tiene mayor peso, coincidiendo de la misma manera con los resultados de Álvarez (2000) en la que también obtuvo mayor cantidad de fruta de mejor calidad aplicando un producto similar a base de extractos de algas (ROOTIN).

Cuadro 3. Diámetro ecuatorial de frutos en el cultivo de tomate

	TESTIGO	AF	AS	AF y AS	HIBRIDOS
HIB1	64.375a*	65.6175a	67.1675a	67.9875a	66.28a
HIB2	66.805a	68.1525a	68.7675a	68.2275a	67.98a
HIB3	62.605a	65.3225a	68.28a	67.3713a	65.9a
H1 H2 H3	64.59a	66.37a	68a	67.8a	66.72

AF = Aplicación Foliar, AS = Aplicación al Sustrato, AF y AS = Aplicación Foliar y al Sustrato.

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS = 0.05).

Diámetro Polar de Frutos.

Para esta variable no se tuvo diferencia significativa pero, al igual que las demás variables existe diferencia numérica, aunque se tiene un dato de mayor efecto en la aplicación combinada, seguido del testigo y teniendo como mejor híbrido al número 2 (Cuadro 4). El hecho de ser precedida por el testigo, nos indica que esta respuesta pudo ser modificada por las características particulares fenotípicas de los híbridos. De forma similar que el diámetro ecuatorial, al aplicarse en forma foliar los nutrientes se tiene menos probabilidad de retención por partículas y al adicionarse una aplicación al sustrato la respuesta es más satisfactoria. Similar respuesta fue obtenida por Álvarez (2000) en la que aplicando algaenzimas en forma foliar obtuvo mayor cantidad de frutos en el cultivo de tomate variedad Río Grande.

Cuadro 4. Diámetro polar de frutos en el cultivo de tomate.

	TESTIGO	AF	AS	AF y AS	HIBRIDOS
HIB1	58.075a*	57.6925a	58.9575a	59.615a	58.5a
HIB2	57.475a	55.8025a	55.73a	57.51a	56.6a
HIB3	57.65a	57.8a	58.05a	58.95a	58.1a
H1 H2 H3	57.73a	57a	57.5a	58.6a	57.7333333

AF = Aplicación Foliar, AS = Aplicación al Sustrato, AF y AS = Aplicación Foliar y al Sustrato.

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS = 0.05).

Firmeza de Frutos.

Igualmente para esta variable, tampoco se encontró diferencia significativa en ningún factor, aunque si se encontró diferencia numérica entre ellos. Para este caso se observó que la mayor firmeza estuvo dada por el tratamiento de aplicación combinada seguida por el testigo (Cuadro 5).

Este resultado puede decirse que no fue modificada por los tratamientos, sino más bien por el tiempo de corte, como se sabe un fruto menos maduro presentara más resistencia a ser penetrado. El híbrido en este caso con mayor firmeza, es el híbrido 1.

En general este resultado es similar al obtenido por García (2003) en la que aplicando algaenzimas en forma foliar a razón de 1litro/ha observó que la resistencia de los frutos a ser penetrados era aun mayor que el testigo.

Cuadro 5. Firmeza de frutos en el cultivo de tomate a diferentes formas de aplicación de Algaenzimas.

	TESTIGO	AF	AS	AF y AS	HIBRIDOS
HIB1	1.89a*	1.79a	1.95a	1.89a	1.88a
HIB2	1.71a	1.63a	1.68a	1.86a	1.72a
HIB3	1.83a	1.88a	1.6a	2.03a	1.83a
H1 H2 H3	1.815a	1.77a	1.75a	1.92a	1.81

AF = Aplicación Foliar, AS = Aplicación al Sustrato, AF y AS = Aplicación Foliar y al Sustrato.

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS = 0.05)

Contenido de Sólidos Solubles en Frutos.

Esta variable es de las más importantes, ya que nos indica la cantidad de nutrientes obtenidos por este producto. Para este caso veridicamente se obtuvo una respuesta similar a las anteriores donde la aplicación foliar fue la mejor seguido de la aplicación combinada (Cuadro 6).

Lógicamente al aplicar los nutrientes más cerca de donde se requieren, se tendrá una mayor concentración de las mismas, para el caso de los híbridos, la que mostró mayor concentración de sólidos solubles, es el híbrido 1. Esta respuesta puede atribuírsele al hecho de que la asimilación al ser más efectiva para corregir las deficiencias, se tiene la cantidad más concretamente en las hojas disponibles para el llenado de frutos.

Similar respuesta fue obtenido por Flores (1997) aplicando algaenzimas en forma foliar, en la que obtuvo mayor concentración de sólidos solubles aplicándola a razón de 1.2ml/ha en el cultivo de tomate de cáscara.

Cuadro 6. Concentración de sólidos solubles en el cultivo de tomate a diferentes aplicaciones de Algaenzimas.

	TESTIGO	AF	AS	AF y AS	HBRIDOS
HIB1	4.65a*	4.925a	4.55a	4.845a	4.74a
HIB2	4.125a	4.415a	4.3125a	4.28a	4.28a
HIB3	4.565a	4.775a	4.55a	4.5625a	4.61a
H1 H2 H3	4.44a	4.7a	4.47a	4.56a	4.54333333

AF = Aplicación Foliar, AS = Aplicación al Sustrato, AF y AS = Aplicación Foliar y al Sustrato.

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS = 0.05)

CONCLUSIÓN

La mejor manera de aplicar las Algaenzimas es en forma foliar a razón de 5cc/litro ya que, incrementa los rendimientos en un 21% más en comparación con otras formas de aplicación en el cultivo de tomate hidropónico, además permite la obtención de fruta de buena calidad. A estas ventajas hay que sumarle el bajo costo que implica esta forma de aplicación.

Para el caso de los híbrido, se tiene que, el híbrido 1(E31.014) resulta ser 8% más productivo que los otros dos.

La aplicación de Algaenzimas en forma foliar, al sustrato y en forma combinada, difieren en sus efectos en el cultivo de tomate hidropónico.

LITERATURA CITADA.

Álvarez M. V. J. 2000. Los Extractos de Algas Marinas en el Rendimiento y Calidad del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de Licenciatura . Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, Mex.

Bazaldúa B. En. 2000. Aplicación de Algaenzimas y Extracto Rumial en el Cultivo de Chile Morrón (*Capsicum annum* L.) Bajo Régimen Orgánico. Tesis de Licenciatura . Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México.

Córdoba R. R. E. 2000. Formas de aplicación de algaenzimas en el rendimiento y calidad para el cultivo de tomate, bajo dos sistemas de producción.. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, Mex.

Escudero S. J. 1999. Cultivo Hidropónico del tomate en cultivos sin suelo. Curso superior de especialización. F. I. A. P. A.. Almería España. p 451-483.

Flores F. G. 1997. Evaluación de extractos de algas marinas en el cultivo de tomate de cascara. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coahuila. 79 pg.

García J. M. 2003. Extractos de algas ACADIAN en el cultivo de tomate. X congreso nacional de horticultura ornamental. Memorias del simposio 20-24 Octubre. Universidad Autónoma Chapingo. p 109.

Instituto Nacional de Estadísticas Geograficas e Informatica (INEGI). 2002. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. p 644.

Jeff Norrie. 2000. Aplicaciones prácticas de productos de algas marinas en la agricultura. Ediciones agrotécnicas S.L. Revista Terralia No. 15 y 16. p 26, 27, 28 y 32,34,36.

Medina J. A. 1997. Cultivo Moderno del tomate. Editorial Mundi-Prensa. 255 p.

Ortiz G. F. 2001. Extractos de Algas en la Producción de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) c.v. California Wonder. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México.

Pérez G., M. y R. Castro B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de Divulgación #3. Programa Universitario de Investigación y Servicio en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, Méx. 58 p.

Ramírez G. V.M. 2001. Extracto de Algas Marinas en la Producción de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) c.v. Cuadrado Amarillo, en Invernadero. Tesis de Licenciatura: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México.

Villarreal A. 2000. Viabilidad de microorganismos en extractos de algas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo, Coah. México.

APENDICE

Análisis de varianza.

Cuadro A1. Análisis de varianza para la variable rendimiento por planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	2633568	877856	0.7657	0.555
FACTOR A	2	1262688	631344	0.5507	0.606
ERROR A	6	6878656	1146442.625		
FACTOR B	3	5981952	1993984	3.2873	0.035
INTERACCION	6	5596128	932688	1.5376	0.203
ERROR B	27	16377600	606577.75		
TOTAL	47	38730592			
C.V.	31.58%				

Cuadro A2. Análisis de varianza para la variable peso por fruto.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	781.375	260.458344	0.4877	0.705
FACTOR A	2	1503.25	751.625	1.4074	0.316
ERROR A	6	3204.25	534.041687		
FACTOR B	3	3060.625	1020.208313	3.5925	0.026
INTERACCION	6	1073.375	178.895828	0.63	0.707
ERROR B	27	7667.5	283.981476		
TOTAL	47	17290.375			
C.V.	11.33%				

Cuadro A3. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	13.34375	4.447917	0.6499	0.613
FACTOR A	2	39.421875	19.710938	2.8801	0.133
ERROR A	6	41.0625	6.84375		
FACTOR B	3	93.15625	31.052084	2.9302	0.051
INTERACCION	6	22.234375	3.705729	0.3497	0.904
ERROR B	27	286.125	10.597222		
TOTAL	47	495.34375			
C.V.	4.88%				

Cuadro A4. Análisis de varianza para la variable diámetro polar de frutos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	15.921875	5.307292	0.7427	0.566
FACTOR A	2	33.328125	16.664063	2.332	0.178
ERROR A	6	42.875	7.145833		
FACTOR B	3	16.078125	5.359375	0.7446	0.538
INTERACCION	6	8.9375	1.489583	0.2069	0.97
ERROR B	27	194.34375	7.197917		
TOTAL	47	311.484375			
C.V.	4.64%				

Cuadro A5. Análisis de varianza para la variable número de frutos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	54.25	18.083334	0.4028	0.758
FACTOR A	2	61.791992	30.895996	0.6882	0.541
ERROR A	6	269.375	44.895832		
FACTOR B	3	132.083008	44.027668	2.6963	0.065
INTERACCION	6	245.541992	40.923664	2.5062	0.046
ERROR B	27	440.875	16.328703		
TOTAL	47	1203.916992			
C.V.	24.55%				

Cuadro A6. Análisis de varianza para la variable firmeza de frutos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	0.326004	0.108668	0.9872	0.539
FACTOR A	2	0.215515	0.107758	0.979	0.569
ERROR A	6	0.660446	0.110074		
FACTOR B	3	0.226639	0.075546	0.6158	0.614
INTERACCION	6	0.310379	0.05173	0.4216	0.858
ERROR B	27	3.3125	0.122685		
TOTAL	47	5.051483			
C.V.	19.28%				

Cuadro A7. Análisis de varianza para la variable sólidos solubles.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	3.224731	1.074911	2.4853	0.158
FACTOR A	2	0.954407	0.477203	1.1033	0.392
ERROR A	6	2.595093	0.432515		
FACTOR B	3	0.601807	0.200602	0.8457	0.517
INTERACCION	6	0.149841	0.024974	0.1053	0.994
ERROR B	27	6.404114	0.237189		
TOTAL	47	13.929993			
C.V.	10.83%				

Cuadro A8. Comparación de medias para la variable rendimiento por planta.

	TESTIGO	AF	AS	AF y AS	HIBRIDOS
HIB 1	2992.1 a *	2931.7 a	2193 a	2572 a	2672.2 a
HIB 2	2365.5 a	3025.4 a	2237 a	2176 a	2450.975 a
HIB 3	1374 a	3052.9 a	1789.9 a	2886 a	2275.7 a
H1 H2 H3	2243.892 b	3003.4 a	2073.45 b	2545.1 ab	2466.4605

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba DMS = 0.05