

**Evaluación agro-económica de cinco
activadores de las plantas en la Resistencia
Sistémica Adquirida (SAR) en el cultivo del
tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill)**

Agustín García Láinez

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación agro-económica de cinco activadores
de las plantas en la Resistencia Sistémica
Adquirida (SAR) en el cultivo del tomate
(*Lycopersicon esculentum*, Mill)**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título
de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Agustín García Laínez

Honduras
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

Agustín García Laínez

Honduras
Diciembre, 2002

Evaluación agro-económica de cinco activadores de las plantas en la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill)

Presentado por:

Agustín García Láinez

Aprobado:

Alfredo Rueda, Ph D.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph D.
Decano Académico

Alfredo Rueda, Ph D.
Coordinador Área Temática

Mario Contreras, Ph D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, simplemente por iluminarme.

A mi padre, que desde el seno del creador, estuvo velando siempre porque todo saliera bien, y que yo siempre recordaré y amaré sobre todas las cosas.

A mi querida madre Gladys Láinez por su apoyo incondicional e invaluable.

A mis hermanas Laura, Glenda y Raquel, sencillamente por brindarme abiertamente su comprensión y apoyo en todo momento.

A tío Orly, por ser muy especial y guiarme por el camino correcto.

A Juan, por su apoyo de hermano y ayudarme en todo.

A Javier Larios por su hermandad y enseñarme a focalizar la vida con valentía.

A Javier Lacayo por su apoyo amigable, ideas y ánimos.

A tío Roque y tía Angelita por su preocupación y perspectivas.

A tío Conse y Natalia por su espiritualidad transmisible.

A todos mis familiares y demás personas que me apoyaron.

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia que siempre ha velado por mi bienestar.

Al Dr. Alfredo Rueda por su orientación como asesor y padre.

Al Dr. Abelino Pitty por su paciencia y profesionalismo.

Al Ing. Rogelio Trabanino por su ejemplaridad.

Al Ing. Javier Lacayo por su adaptabilidad.

Al Dr. Mario Contreras por presentarme la oportunidad de lucha.

Al Ing. Jorge Iván Restrepo por su apoyo y coordinación.

Al Ing. Misesem, Ing. Barahona, Ing. Ordóñez y a todo el personal de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI).

A la Ing. Claudia Kuniyoshi por todo.

A mi clase, amigos y demás personas que en algún momento se interesaron por algo.

A la vida.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Agradezco muy especialmente a la compañía Syngenta Crop Protection por el financiamiento brindado durante los cuatro años de mis estudios en Zamorano, y por ayudarme en el experimento con el producto Bion[®] y el soporte técnico.

Agradezco a todo el personal de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI) por el terreno, la semilla y todo el apoyo técnico brindado.

Agradezco a Eden Bioscience Corporation y Duwest Honduras S.A. por el apoyo técnico brindado y por permitirme utilizar el producto Messenger[™].

Agradezco al Ing. Rogelio Trabanino y Laboratorios Corinfar por facilitarme el producto Ácido Salicílico.

Agradezco a la empresa Fertilizantes de Centro América (FERTICA), por haberme facilitado el producto Kendal[®].

A la empresa Honkfood por el producto Contravirus.

A mi alma mater.

RESUMEN

García, A. 2002. Evaluación agro-económica de cinco activadores de la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 40 p.

El uso de activadores de la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) ha generado grandes expectativas en la reducción de aplicaciones de plaguicidas. El objetivo fue evaluar el efecto de cinco activadores de la SAR. El experimento se realizó entre febrero y mayo de 2002 en el Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con seis tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron; Acibenzolar-S-methyl, Abono organo-mineral, Ácido Salicílico, Proteína Harpin Ea, Micronutrientes y el manejo convencional de Zamorano (testigo). Exceptuando el testigo, los activadores fueron usados sin otros plaguicidas. Al comparar el rendimiento total se encontró significancia estadística entre los tratamientos. El testigo fue el más alto (37,808 kg/ha), seguido del Ácido Salicílico (28,253 kg/ha), Proteína Harpin Ea (27,332 kg/ha), y Acibenzolar-S-methyl (26,058 kg/ha). En rendimiento comercial también se encontró significancia estadística entre los tratamientos. El Ácido Salicílico, Proteína Harpin Ea y Acibenzolar-S-methyl resultaron en rendimientos comerciales de 74% (18,993 kg/ha), 74% (18,863 kg/ha) y 69% (17,758 kg/ha), respectivamente, con relación al testigo (25,599 kg/ha). En la cantidad de sólidos solubles totales, no se presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos; el promedio de grados brix fue de 3.55. El promedio de peso por fruto fue de 53.07 g; no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos. En mortalidad, altura de plantas, incidencia de virus, severidad de virus, ni tamaño de raíz, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. En el análisis de beneficio/costo, todos los tratamientos resultaron rentables. Los análisis de sensibilidad y dominancia reflejaron que bajo las condiciones del ensayo, se recomienda el Ácido Salicílico y el testigo.

Palabras clave: Beneficio/costo, benzothiadiazoles, *Escherichia coli*, glutation, sin plaguicidas, sistema inmunológico.

NOTA DE PRENSA

La Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) en el cultivo del tomate

El cultivo del tomate es una hortaliza originaria de América que se cultiva en todo el mundo. En nuestro país éste cultivo representa una fuente agroeconómica muy importante.

El tomate es una de las hortalizas con mayores problemas de plagas y enfermedades, por lo que para su rentable producción se requiere emplear medidas agronómicas eficientes que minimicen los costos y maximicen la producción.

En el 2002 se realizó un experimento con el cultivo del tomate en Zamorano, donde se evaluaron cinco productos activadores de las defensas de las plantas que confieren Resistencia Sistémica Adquirida (SAR), la cual describe como las plantas pueden adquirir resistencia a una amplia gama de agentes patógenos, tales como virus, bacterias, hongos, insectos y se sospecha que nematodos.

El uso de activadores, ácido salicílico, proteína Harpin y Acibenzolar-S-methyl resultaron en rendimientos aceptables en el cultivo del tomate, convirtiéndose así en una excelente herramienta de manejo integrado del cultivo (MIC). Con el uso de dichos activadores se obtuvo un buen control de enfermedades, se redujeron las aplicaciones sintéticas y los residuos en los alimentos. El uso de estos activadores, rotados con otros plaguicidas, representa una táctica novedosa en el manejo de cultivos.

Lic. Sobeyda Álvarez

CONTENIDO

	Portada.....	i
	Portadilla.....	ii
	Autoría.....	iii
	Página de firmas.....	iv
	Dedicatoria.....	v
	Agradecimientos.....	vi
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vii
	Resumen.....	viii
	Nota de prensa.....	ix
	Contenido.....	x
	Índice de cuadros.....	xi
	Índice de figuras.....	xii
	Índice de anexos.....	xiii
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.1.1	General.....	2
1.1.2	Específicos.....	2
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	Descripción general del cultivo.....	3
2.1.1	Origen y botánica.....	3
2.2	Importancia mundial del cultivo.....	4
2.3	El sistema inmunológico de las plantas.....	5
2.4	La Resistencia Sistémica Adquirida (SAR).....	5
2.5	Activadores de resistencia.....	6
2.5.1	Ácido Salicílico (AS)(Aspirina [®]).....	7
2.5.2	Acibenzolar-S-methyl (Bion [®]).....	8
2.5.3	Proteína Harpin Ea (Messenger [™]).....	8
2.5.4	Abono organo- mineral (Kendal [®]).....	9
2.5.5	Micronutrientos (Contravirus).....	9
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1	LOCALIZACIÓN.....	11
3.2	TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.....	11
3.2.1	Acibenzolar-S-methyl (Bion [®]).....	11
3.2.2	Abono organo-mineral (Kendal [®]).....	11
3.2.3	Ácido Salicílico (AS)(Aspirina [®]).....	11
3.2.4	Proteína Harpin Ea (Messenger [™]).....	11
3.2.5	Tratamiento convencional (Zamorano).....	12

3.2.6	Micronutrientos (Contravirus).....	12
3.3	VARIABLES EVALUADAS.....	13
3.4	MANEJO DEL LOTE Y TOMA DE DATOS.....	13
3.5	MODELO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS ECONÓMICO.....	15
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	16
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1	Rendimiento.....	17
4.2	Número de frutos.....	19
4.3	Peso unitario de frutos.....	22
4.4	Altura de la planta.....	22
4.5	Cantidad de sólidos solubles.....	23
4.6	Incidencia y severidad de virus.....	24
4.7	Mortalidad	27
4.8	Análisis económico.....	27
4.8.1	Análisis de dominancia.....	29
4.8.2	Análisis de beneficio/costo.....	31
4.8.3	Análisis de sensibilidad.....	31
5.	CONCLUSIONES	35
6.	RECOMENDACIONES	36
7.	BIBLIOGRAFÍA	37
8.	ANEXOS	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Área de siembra de tomate en Centro América y El Caribe. Guatemala, 2000.....	4
2.	Resumen de los activadores de la SAR. Zamorano, Honduras, 2002.....	10
3.	Número y costo de las aplicaciones. Zamorano, Honduras, 2002.....	12
4.	Incidencia porcentual de virus por fecha, presentada en el experimento. Zamorano, Honduras, 2002.....	25
5.	Severidad de virus por fecha, presentada en el experimento; evaluaciones en una escala de 0 a 4 (0 = cero daño y 4 = máximo daño). Zamorano, Honduras, 2002.....	25
6.	Presupuesto parcial. Zamorano, Honduras, 2002.....	28
7.	Costos de los productos aplicados. Zamorano, Honduras, 2002.....	29
8.	Análisis de dominancia sobre la variable rendimiento comercial. Zamorano, Honduras, 2002.....	30
9.	Costos que se mantuvieron fijos. Zamorano, Honduras, 2002.....	32
10.	Relación beneficio/costo total de los tratamientos. Zamorano, Honduras, 2002.....	33
11.	Relación beneficio/costo de fitoprotección de los tratamientos. Zamorano, Honduras, 2002.....	33
12.	Análisis de sensibilidad. Zamorano, Honduras, 2002.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		
1.	Frutos dañados por el estrés hídrico. Zamorano, Honduras, 2002.....	14
2.	Efecto del estrés hídrico en el tamaño de la fruta. Zamorano, Honduras, 2002.....	15
3.	Rendimientos brutos promedios. Zamorano, Honduras, 2002.....	17
4.	Rendimientos comerciales promedios. Zamorano, Honduras, 2002.....	18
5.	Porcentaje de relación del rendimiento comercial con respecto al rendimiento total. Zamorano, Honduras, 2002.....	19
6.	Cantidad de frutos totales. Zamorano, Honduras, 2002.....	20
7.	Cantidad de frutos comerciales. Zamorano, Honduras, 2002.....	21
8.	Relación porcentual del número de frutos comerciales con respecto al número de frutos totales. Zamorano, Honduras, 2002.....	21
9.	Peso promedio por fruto (gramos) de tomate. Zamorano, Honduras, 2002.....	22
10.	Resultados de la altura de plantas en centímetros. Zamorano, Honduras, 2002.....	23
11.	Cantidad de sólidos solubles totales (escala grados brix de 0 a 50). Zamorano, Honduras, 2002.....	24
12.	Mortalidad de plantas. Zamorano, Honduras, 2002.....	27
13.	Curva de beneficios netos sobre la variable rendimientos comerciales. Zamorano, Honduras, 2002.....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Resultado de la prueba de PCR del laboratorio de Diagnóstico Molecular de Zamorano. Zamorano, Honduras, 2002..... 39
2. Rendimientos comerciales promedios. Zamorano, Honduras, 2002..... 40

1. INTRODUCCIÓN

Con el objeto de contribuir al eficiente Manejo Integrado del Cultivo (MIC) y buscar tecnologías que ofrezcan optimizar los recursos disponibles, la industria ha puesto en práctica la aplicación de soluciones azucaradas, vitaminas, micorriza vesícula arbuscular (VAM), compost, bioestimulantes, sustancias insecticidas e insectostáticas naturales, controles biológicos, entre otras; dichas técnicas han servido como herramientas alternativas de manejo.

También, se han desarrollado algunas investigaciones sobre Resistencia Sistémica Adquirida (SAR por sus siglas en inglés), lo cual describe cómo las plantas pueden adquirir resistencia a una amplia gama de agentes patógenos, tales como virus, bacterias, hongos y se sospecha que nematodos. Para Benavides (s.f.), SAR se expresa en los diferentes órganos de la planta después de presentarse una necrosis localizada originada por organismos patógenos como el virus del mosaico del tabaco (TMV) y *Colletotrichum* spp. así como algunos organismos no patogénicos. La SAR depende de un señalizador o señalizadores aún no identificados que se mueven de forma sistémica entre los diferentes órganos de la planta. “El inicio del SAR se ha demostrado ser acompañado por la acumulación del ácido salicílico (AS), una variedad amplia de especie del mRNA y sus productos codificados de la proteína” (Delaney, 1997).

Para Syngenta (2001) los activadores de resistencia no son recomendados como sustitutos directos en la protección de cultivos, pero constituyen un complemento bastante significativo al MIC.

Con el potencial uso de estos compuestos como mecanismos naturales de adaptación, su costo y el hecho de constituirse como productos naturales los convertiría en opciones atractivas para los productores agrícolas. En los últimos años se han realizado estudios fisiológicos y de adaptación de plantas en respuesta a la aplicación de AS en zonas templadas, pero no se tiene información de su aplicabilidad en las condiciones tropicales.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Evaluación agronómica de cinco activadores de la SAR en el cultivo del tomate.

1.1.2 Específicos

Evaluar el efecto de activadores de la SAR, en parámetros agronómicos como altura de planta, número de frutos, peso unitario del fruto, rendimientos, cantidad de sólidos solubles totales y mortalidad.

Evaluar la incidencia y severidad de virus.

Análisis de costo/beneficio de los activadores de la SAR.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción general del cultivo

2.1.1 Origen y botánica

Según Montes (1993) el tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), pertenece a la familia de las solanáceas, tuvo su origen en los Andes suramericanos; demostrado por la gran variedad de especies silvestres encontradas en los diferentes valles andinos. Las especies cultivadas son sensibles al frío e intolerantes al calor excesivo, reflejando la naturaleza del clima donde se originó la especie.

Infoagro (2002) señala que el cultivo del tomate puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y que existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

2.1.2 Plagas y enfermedades

Este cultivo es afectado por múltiples plagas insectiles en todas sus etapas fenológicas, por lo que se vuelve necesario desarrollar estrategias y tácticas de manejo que permitan tener un mejor monitoreo y control. Las plagas que más atacan al cultivo son la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), chinches, gusanos del fruto (*Helicoverpa zea*, *Spodoptera* spp), entre otras.

Entre las principales enfermedades que atacan al cultivo se destacan el Tizón Tardío (*Phytophthora infectans*), Tizón Temprano (*Alternaria solani*), Begomovirus, Virus del mosaico del tabaco (TMV), Virus del mosaico del tomate (ToMV), Virus Y de la papa (PVY) y Virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV). Las principales bacterias que atacan al cultivo son la *Erwinia* spp. y *Ralstonia solanacearum*. También es atacado por ácaros y nematodos.

Para Aguilar, *et al.* (2002), los tipos de Begomovirus (familia: Geminiviridae) presentes en el cultivo del tomate en Zamorano son el Tomato severe curl virus (TYLCV), Tomato mild mottle virus (ToMMoV) y Tomato Habana virus (THV).

2.2 Importancia mundial del cultivo

Según Bayer (2000), el tomate es una gran fuente de sustancias nutritivas, ya que contiene vitamina A, B, C y E, gran cantidad de sales de hierro, cobre, níquel y cobalto. Esta hortaliza reduce el riesgo de contraer varios tipos de cáncer, ayuda en problemas dentarios y corrige la anemia por deficiencia de hierro. Investigaciones realizadas por un especialista en nutrición de la Escuela de Medicina y de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard, sostienen que el componente licopeno y otros carotenoides son los responsables de reducir los riesgos de cáncer.

De acuerdo con Aparicio y Rivas (2001), estudios presentados por la FAO en el 2000, la superficie mundial sembrada de tomate fresco en 1999 fue de 3.5 millones de hectáreas con una producción de 95 millones de toneladas métricas y rendimiento promedio de 12 tm/ha. Los principales productores de tomate en el mundo son Asia, Europa y América del Norte.

Para Bayer (2000), en Centro América, Honduras presenta la mayor cantidad de hectáreas sembradas de tomate, lo que representa un 40% del total (Cuadro 1) y refleja la importancia socioeconómica del cultivo para el país. Esta área (8,000 ha), asumiendo un rendimiento promedio de 12 toneladas por hectárea, representa una producción de 96,000 toneladas de tomate.

Cuadro 1. Area de siembra de tomate en Centro América y El Caribe. Guatemala, 2000.

País	Área sembrada (ha)
Honduras	8,000
Guatemala	6,000
Costa Rica	2,200
Nicaragua	1,500,
Panamá	1,200
El Salvador	1,000
Total	19,900

Fuente: Bayer, 2000

Según IansaFrut (1998), ha ingresado a Honduras una gran cantidad de toneladas de pasta de tomate originaria de Chile; país que ha mejorado sus rendimientos de 71,2 toneladas métricas por hectárea en 1997 a 73,7 registrado en 1998. Por otra parte, según Abarca (2000), en promedio para el control de plagas se emplea alrededor del 45% del total del presupuesto. Esta situación exige una mejor productividad por parte de los agricultores hondureños.

2.3 El sistema inmunológico de las plantas

Para Syngenta (2001), existen tres tipos de defensas en las plantas:

1. Resistencia pasiva. Comprende la cubierta cuticular y la producción de metabolitos, que evitan la entrada de patógenos, mediante una acción física.
2. Resistencia activa. Ésta incluye la respuesta hipersensitiva de las células muertas, es decir, la muerte localizada de células que interactúan con el patógeno, y la producción de fitoalexinas, que son compuestos que incrementan las defensas de la planta.
3. Resistencia sistémica inducida o adquirida. Algunos investigadores las definen como la sensibilización sin el daño de la célula, y la formación de proteínas relacionadas con la patogénesis (PR), que destruyen las paredes celulares de los hongos y bacterias.

Según Angier (1992), algunos científicos descubrieron que las plantas tienen un sistema de defensa con muchos componentes diferentes a los del sistema inmunológico de los humanos. Ellos afirman que las defensas de las plantas trabajan cuidadosamente por tiempos y coordinando efectos percibidos del medio por ataques de patógenos, que se mueven gradualmente desde el punto de infección y luego a través de toda la planta. También han detectado al menos tres armas del sistema de defensa, que incluyen la producción controlada de antibióticos para envenenar un invasor, la rápida “reticulación” de la fibra atacada por el patógeno, y la producción por todo el cuerpo de la planta de enzimas que pueden atacar algunos hongos invasores.

“Se ha determinado que las plantas tienen el mismo tipo de memoria encontrada en el sistema inmunológico de los mamíferos, en donde las células inmunes están entrenadas en reconocer un tipo de microbio y destruirlo si éste regresara” (Angier, 1992).

2.4 La Resistencia Sistémica Adquirida (SAR)

“Las plantas a través del tiempo han desarrollado formas únicas para protegerse de organismos invasores. Algunos de estos procesos pueden ser activados de varias formas y pueden seguir a un número específico de caminos. Uno de esos caminos es la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) que usa ácido salicílico como una herramienta funcional en la expresión de los genes de resistencia. La SAR es uno de los mecanismos de defensa que la planta puede inducir, más entendidos” (Syngenta, 2001).

Cuando en la planta ocurre un ataque por hongos, bacterias o virus la planta reacciona con el desarrollo local de una necrosis la cual bloquea el desarrollo del patógeno. En adición la planta produce una molécula que activa los sistemas de defensa en toda la planta, en una acción similar a una vacunación. El fenómeno es llamado SAR y provee protección contra un gran número de patógenos incluyendo hongos, bacterias y virus.

Según Feys y Parker (2000), el gen NPR1 *Arabidopsis* es requerido para la inducción por AS en la expresión de genes de resistencia y el establecimiento de la SAR. También se debe diferenciar entre SAR y Resistencia Sistémica Inducida (ISR). La ISR ha sido

recientemente descubierta, y es la respuesta de la planta a tipos de agentes patogénicos y no patogénicos al presentarse una infección, pero la ISR es independiente de AS y depende de la producción de reguladores de crecimiento como el ácido jasmónico y etileno, pero al igual que la SAR requiere del gen NPR1 para inducir la resistencia.

Por otra parte Feys y Parker (2000), opinan que las mutaciones en el gen de NPR1 *Arabidopsis* dan una alta susceptibilidad a *Phytophthora syringae* que conduce a una deficiente acumulación de AS y camalexina, un tipo de fitoalexina con actividad antimicrobial. Las señales que se generan con la infección del patógeno y que inducen a la acumulación de camalexinas son desconocidas. La biosíntesis de camalexinas no puede ser inducida por aplicaciones externas de ácido jasmónico, etileno o AS, pero el AS es necesario para la acumulación inducida de camalexinas. Ciertos herbicidas como el paraquat y acifluorfen, que causan estrés oxidativo, pueden inducir la biosíntesis de camalexinas.

Para Syngenta (2001), estudios bioquímicos en plantas dicotiledóneas, como las cucúrbitas y el tomate, han mostrado que la respuesta de la SAR esta correlacionada con la acumulación de ciertas proteínas relacionadas a la patogénesis (PR). Estas proteínas PR predominantemente se acumulan entre las células justo en el área donde los microbios patogénicos comienzan a crecer antes de atacar las células. Algunas de las proteínas PR han sido caracterizadas como β - 1,3 glucanasas y quitinasas, las cuales son enzimas capaces de degradar las paredes celulares de hongos y bacterias. Esta actividad enzimática ciertamente juega un determinado rol en la SAR. El patrón de las proteínas PR es el mismo al ser activado por inductores naturales (p.e. virus del mosaico del tabaco y AS) o por activadores de la planta.

“Diferente a la respuesta de anticuerpos en mamíferos, la protección de la SAR en plantas no es específica. Si una planta es “desafiada” por un hongo específico, esta podría llegar a ser resistente a ese hongo, otros hongos, virus y bacterias. En algunos casos, la reacción también protege contra insectos” (Quarles, 2002).

Como la planta tiene que sufrir el ataque patogénico para inducir la SAR, ésta debe expresar tres debilidades de su mecanismo de defensa:

- Frecuentemente los síntomas son expresados antes de que la SAR tome efecto.
- Hay siempre un período de retraso entre la infección y el inicio de la SAR.
- En situaciones de campo, la infección es esporádica y debido a esto, la ocurrencia natural de la SAR es raramente uniforme y por lo tanto no eficaz en asegurar producciones de cosecha.

2.5 Activadores de resistencia.

Los nombres recibidos para los compuestos que estimulan las defensas de la planta o la SAR, son varios, estos incluyen: activadores de resistencia, activadores de las plantas, activadores de las defensas, análogos de AS, “plant activators”, "elicitors", potencializadores de las plantas, entre otros.

Los activadores de las plantas son sustancias capaces de inducir los procesos naturales de la SAR en plantas incapaces de protegerse de organismos invasores por sí solos.

Estos análogos del AS no son reemplazadores por completo de los plaguicidas en los cultivos sino que son una herramienta de soporte en el manejo integrado, ayudan a disminuir las aplicaciones de productos sintéticos y reducir los residuos en el producto comercializable.

Los activadores de resistencia son caracterizados por ajustarse a cinco criterios básicos:

1. Son sustancias que inducen la autodefensa de la planta contra el mismo espectro de enfermedades como podría ocurrir si la planta se activara naturalmente.
2. Estas sustancias inducen los mismos procesos bioquímicos inducidos naturalmente.
3. Existe un “tiempo largo” entre la aplicación y el comienzo efectivo de los mecanismos de defensa de la planta.
4. Estas sustancias y sus metabolitos no manifiestan ninguna actividad directa antimicrobial.
5. Son sustancias incapaces de activar mutaciones en las plantas.

2.5.1 Ácido Salicílico (AS)

Según Dong (2001), la respuesta de una planta a una infección es determinada por caracteres genéticos tanto del hospedero como del patógeno. Los genes de resistencia permiten el reconocimiento de moléculas específicas del patógeno que resultan de la expresión de los llamados genes de avirulencia. La interacción “gen-por-gen” genera una serie de cambios fisiológicos en el sitio de infección, muerte localizada de las células involucradas con el patógeno lo que evita su crecimiento y diseminación (conocido como respuesta hipersensitiva de las células muertas), producción de especies activas de oxígeno (EAO), síntesis de fitoalexinas antimicrobiales y acumulación de AS. Las EAO son compuestos que utiliza la planta en la disipación energética y sirven como señalizadores desencadenantes de respuestas de adaptación y defensa.

Para Syngenta (2001) el AS juega un rol importante en la SAR, al acumularse en la planta después de pre-infecciones locales. La SAR no puede ser biológicamente inducida en plantas que no son capaces de inducir la acumulación de AS. Esta es una fuerte indicación que el AS es una molécula importante de señalización líder en la SAR.

”El AS es un compuesto encontrado en todos los tejidos de las plantas. Su concentración se eleva cuando las células, órganos o plantas son sometidas a la acción de alguna clase de estrés, sea éste biótico o abiótico. En estas situaciones el AS participa en forma importante en la cascada de señalización que da lugar a las respuestas de adaptación en ambientes extremos, a la expresión de los sistemas de control del daño oxidativo así como a la inducción de la SAR en el caso de patogénesis” (Benavides, s.f.).

Por otro lado, según Kessmann, H.; Staub, T.; Oostendorp, M.; Ryaals, J. (1994), citado por Lardizabal, (2000), afirman que la aplicación exógena de AS logra que la planta

empiece a subir sus defensas internas contra las enfermedades para defenderse por sí misma.

2.5.2 Acibenzolar-S-methyl (Bion®)

“El Acibenzolar-S-methyl (ASM) es un compuesto sintético perteneciente a la clase química de los Benzothiadiazoles, clasificado como un activador de las plantas. Su nombre químico es Benzo[1,2,3]thiadiazole-7-carbothioicacid-S-methyl ester, y tiene un peso molecular de 210.3 kilodaltons. La dosis letal media (DL₅₀) para el BION® MX 44 WG en ratas es de >2,000 mg/kg” (Syngenta, 2001).

Los pasos principales del camino del AS inducidos por Acibenzolar-S-methyl en plantas, incluyen:

1. Una infección local ocurre.
2. Una señal es disparada en la planta.
3. Una señal es transmitida por toda la planta.
4. El AS se acumula en los tejidos de la planta; Acibenzolar-S-methyl es aplicado a la planta activando la SAR y protegiéndola de organismos invasores.

Según Syngenta (2001) en USA el Acibenzolar-S-methyl ha sido aplicado con éxito en muchos cultivos, entre los que se mencionan, manzanas, maíz, mango, arroz, tabaco, tomate, soya, espinaca, berenjena, melón, entre otros. En diez experimentos realizados en Brasil, diez en Italia y tres en Sur África en el cultivo del tomate donde se incluyó BION SP en el manejo convencional con fungicidas, los resultados indicaron incrementos en rendimiento de 4 a 30 % en los tratamientos que contenían BION SP.

2.5.3 Proteína Harpin Ea (Messenger™)

Según la EPA (2002) Harpin (HEa) es una proteína producida en forma natural por *Erwinia amylovora*, una bacteria que causa la enfermedad “Fire Blight” en manzanas y peras. Un género debilitado de *Escherichia coli* fue modificado para producir Harpin en escala comercial. La proteína Harpin producida comercialmente es idéntica a la proteína que ocurre naturalmente. *E. coli* K-12 es considerada no patogénica e incapaz de crecer en el ambiente bajo condiciones nutricionales deficientes. Harpin es concentrada del crecimiento medio de *E. coli* modificada genéticamente, y las células de la bacteria son separadas del producto mercadeado.

Para Eden Bioscience Corporation (2001), el modo de acción de Harpin consiste en activar los mecanismos de defensa natural en la planta hospedera; no actúa directamente sobre el patógeno, ni altera el ADN de las plantas tratadas. Harpin se degrada rápidamente y ha sido demostrado su efecto no toxicológico en mamíferos y el ambiente.

Harpin actúa sobre patógenos del suelo, como ciertos nematodos y enfermedades fungosas. Además de reducir las infestaciones, Harpin genera vigor y rendimiento de

muchos cultivos, promueve precocidad, reduce acidificación e incrementa la masa de raíces.

Según AVG (2000), en un experimento desarrollado en 1999, donde compararon un programa de manejo integrado de plagas (MIP) que incluía a la proteína Harpin contra un programa estándar con agroquímicos, el primero resultó en una reducción del 71% en plaguicidas. En otro experimento similar, encontraron que la proteína Harpin planteó una diferencia de 15 a 42 % en materia seca en plantas de tomate, con respecto a un tratamiento control.

2.5.4 Abono organo- mineral (Kendal®)

La composición del Abono organo- mineral (AOM) comprende:

1. Moléculas de “glutation”
2. Oligosacarinas
3. Extractos vegetales
4. Vitaminas y nucleótidos
5. Potasio

Para Valagro (2002), este producto tiene tres funciones básicas; acción estimulante de la defensa, acción anti-tóxica y acción nutricional.

Las moléculas de glutacion son responsables de que se pueda aplicar un herbicida para gramíneas, como el alachor (Lazo®), en el cultivo del maíz sin que éste le cause daño⁽¹⁾.

Un mecanismo de detoxificación de insecticidas que utilizan algunos insectos es utilizar la molécula de glutacion transferasa para transformar la molécula de DDT a DDE, que es menos tóxico.⁽²⁾

“La molécula de glutacion funciona como un constituyente del sistema de defensa de las plantas, removiendo toxinas y accionando la desintoxicación de metales pesados y radicales. Por otra parte las oligosacarinas intervienen en el crecimiento y diferenciación celular y la inducción de la resistencia a enfermedades. En general el efecto nutrimental de este abono, aumenta las reacciones post-infecciosas de defensa” (Valagro, 2002).

2.5.5 Micronutrientos (Contravirus)

Mezcla de los principales micronutrientos (MN), que proporcionan a la planta resistencia ante factores adversos.

⁽¹⁾ Pitty, A. 2002. Modo de acción de herbicidas. Zamorano, Honduras C.A (Com. Personal).

⁽²⁾ Bustamante, M. 2002. Insecticidas. Zamorano, Honduras C.A (Com. Personal).

Cuadro 2. Resumen de los activadores de la SAR. Zamorano, Honduras, 2002.

Nombre Comercial	Nombre Común	Empresa (País)	Distribuidor Nacional
Bion [®]	Acibenzolar-S-methyl	Syngenta Crop Protection (Suiza)	Syngenta Honduras
Messenger [™]	Proteína Harpin Ea	Eden Bioscience Co. (USA)	Duwest Honduras, S.A.
Kendal [®]	Abono Organo-Mineral	Valagro S. p. A. (Italia)	FERTICA
Ácido Salicílico	Ácido Salicílico	Bayer (Alemania)	Laboratorios Corinfar
Contravirus	Micronutrimientos	Honkfood (Honduras)	Honkfood

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El estudio fue realizado en el lote número 23 de zona dos, terreno de la Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano” que se ubica en el valle de Yeguaré, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras C.A. Está localizada a una altura de 800 msnm, 14°0'50" latitud norte, 87°0'50" longitud oeste y a una temperatura media anual de 22 °C. La precipitación pluvial anual es de 1105 mm. Esta región presenta dos estaciones bien marcadas, una lluviosa que se presenta de junio a noviembre y otra seca que va desde diciembre a mayo. El experimento fue desarrollado en la época seca.

3.2 TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Los tratamientos evaluados fueron seis; cinco activadores de resistencia que fueron aplicados con intervalos de 10 a 15 días (según indicaciones de los fabricantes), y el tratamiento convencional que fue manejado con aplicaciones según muestreos diarios.

3.2.1. Acibenzolar-S-methyl (Bion[®])

Las aplicaciones se realizaron a los diez días después de transplante. Se aplicó cada 10 días, a razón de 35 g de producto comercial por hectárea (g pc/ha), resultando en seis aplicaciones. Las aplicaciones se realizaron foliares, al igual que el resto de productos.

3.2.2. Abono organo-mineral (Kendal[®])

Éste fue aplicado cada 15 días, usando una dosis de 2 L pc/ha. Se iniciaron las aplicaciones a los 15 días después de transplante (ddt).

3.2.3. Acido Salicílico (AS)

Se aplicó cada 10 días, a razón de 50 g pc/ha, resultando en seis aplicaciones, al igual que el tratamiento con aplicaciones de Acibenzolar-S-methyl (Bion[®]), iniciando a los 15 ddt.

3.2.4. Proteína Harpin Ea (Messenger[™])

Por recomendaciones de la compañía distribuidora se realizaron cinco aplicaciones. Se aplicó cada 15 días, con una dosis de 428.6 g pc/ha, iniciando los 15 ddt.

3.2.5. Tratamiento convencional (Zamorano)

En el tratamiento Zamorano (ZA) se realizaron las siguientes aplicaciones:

1. Dos aplicaciones de Imidacloprid 20% (Confidor[®]) a razón de 1.22 lb pc/ha a los 28 y 33 ddt.
2. Una aplicación de Cipermetrina (Arrivo[®]) a una dosis de 0.50L pc/ha, más micronutrientes (Contra virus) a una dosis de 1.5 L/ha a los 39 ddt.
3. Una aplicación de Bifentrina (Talstar[®]) a una dosis de 1.11 L pc/ha, más *Bacillus thuringiensis* (Xentary[®]) a razón de 11.37 lb pc/ha a los 43 ddt.

3.2.6. Micronutrientes (Contravirus)

Se aplicó cada 15 días, a razón de 1.5 L pc/ha, resultando en seis aplicaciones.

Cuadro 3. Número y costo de las aplicaciones. Zamorano, Honduras, 2002.

Producto (Nombre Comercial)	Dosis (Producto comercial/ha)	Intervalo de aplicación (días)	Total de aplicaciones	Costos Variables* (lp/ha)**
Bion [®]	35 g	10	5	8,521
Kendal [®]	2 L	15	6	6,243
Ácido Salicílico	50 g	10	6	2,891
Messenger [™]	428.6 g	15	5	8,339
Contravirus	1.5 L	15	5	8,580
Varios (Zamorano)	Varios	Varios	6	10,158

*Costo del producto más el costo de aplicación.

** Tasa de cambio de 16.45 lps por US\$1.

Al cultivo en general, sin distinción de tratamientos se le hicieron las siguientes aplicaciones:

- Una aplicación de Imidacloprid (Confidor[®]) a razón de 1.22 lb pc/ha a los 5 ddt para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), ya que a esta etapa ningún activador es recomendado y según muestreos presentaba nivel crítico.
- Dos aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* (Dipel[®]) a razón de 11.37 lb pc/ha a los 46 y 52 ddt, para el control del gusano *Spodoptera frugiperda*.
- Dos aplicaciones de calcio y boro (Calebron[®]) a razón de 2 L pc/ha, a los 60 y 67 ddt. Estas aplicaciones no se hicieron antes porque se quería evaluar el efecto nutrimental de algunos activadores, pero al presentarse en la primera cosecha frutos deficientes de calcio, se aplicó.

A los tratamientos con activadores de resistencia, exceptuando las aplicaciones anteriores, no se les aplicó ningún otro producto aunque el cultivo presentara niveles críticos, ya que como se mencionó anteriormente, interesaba evaluar, bajo las recomendaciones de aplicación del fabricante, el efecto aislado de dichos activadores.

Las recomendaciones de los fabricantes para todos los activadores de resistencia, son las aplicaciones intercaladas de dichos productos con otros plaguicidas, no el activador solo, pero en nuestro medio no se sabe cuánto aporta verdaderamente el activador y si vale la pena su empleo comparando su costo.

El tratamiento Zamorano fue el testigo, ya que es el manejo tradicional que se realiza en los lotes de producción de Zamorano. En este tratamiento, todas las aplicaciones de plaguicidas se hicieron luego de los monitoreos diarios indicaran que las poblaciones de plagas hubieran alcanzado un nivel crítico. Antes de iniciar el experimento, se esperaba que por lo menos en rendimiento, el testigo superaría los demás tratamientos, ya que como se afirmó anteriormente, no se sabía cuanto podían contribuir los activadores de resistencia en el manejo del cultivo y sus resultados.

Se utilizó una bomba de mochila de 20 galones, y las aplicaciones se hacían foliares en el haz de la hoja a las 6:00 a.m. cada 10 ó 15 días según el producto. Se utilizaron 200 litros de agua por hectárea.

3.3 VARIABLES EVALUADAS

1. Rendimiento total y comercial (t/ha)
2. Número de frutos (totales y comerciales/ha)
3. Peso unitario promedio de fruto (g)
4. Altura de la planta (cm)
5. Sólidos solubles en escala de grados brix (0 a 50)
6. Incidencia y severidad de virus
7. Mortalidad de plantas

3.4 MANEJO DEL LOTE Y TOMA DE DATOS

El cultivar de tomate utilizado fue GEM PACK[®] de la compañía de semillas Seminis. El área total del experimento fue de 1944 m². Las plántulas fueron transplantadas a una distancia de 0.40 m y 1.80 m entre surcos, lo que genera una densidad de 20,884 plantas/ha. Se transplantó en camas con simple y doble hilera. Cada cama por bloque tenía 13.83 m de largo. Fueron dos camas simples y dos camas dobles por tratamiento por bloque.

Se realizó un tutoreo a los 25 ddt para facilitar el sostén de la planta y evitar que ésta quedara expuesta a condiciones de humedad que podían causar serios problemas de enfermedades.

La incidencia de enfermedades se evaluó contando el número de plantas infestadas (con síntomas de virus). Las evaluaciones iniciaron a los 25 ddt. De las camas simples se evaluaban 20 plantas de la parte central de la cama, tratando en lo posible de que fueran las mismas plantas evaluadas cada vez que se pasaba. De las camas dobles se tomaron 15 plantas por línea. Lo anterior genera un total de 50 plantas muestreadas por tratamiento por bloque. Las evaluaciones se hicieron cada siete días, resultando en siete evaluaciones.

Las evaluaciones se hicieron contando el número de plantas que presentaban los síntomas de virosis.

También, las mediciones de severidad, se iniciaron a los 25 ddt, utilizándose una escala de cero a cuatro, donde cero representaba ningún daño y cuatro severidad máxima observada. Se utilizaron las mismas plantas y número de evaluaciones que la anterior variable. Las determinaciones fueron visuales y desarrolladas por una misma persona para reducir el error experimental.

Se realizaron tres mediciones de altura de la planta a los 26, 38 y 53 ddt. Las mediciones no se continuaron ya que el manipuleo, al estirar las plantas, resultaba impráctico y muchas plantas se dañaban. Se evaluaron 50 plantas por tratamiento por bloque.

La primera cosecha del tomate se realizó a los 59 ddt. Se realizaron ocho cosechas en total. Para la cosecha se tomaron las dos camas centrales por tratamiento, a cada cama se le quitó un metro a cada extremo, quedando una cama útil de 11.83 metros de largo. Los frutos cosechables de cada cama, tanto comerciales como no comerciales y camas con doble hilera e hilera simple, se colocaban en canastas de plástico separadas.

En la planta postcosecha de Zamorano, se separaron los frutos comerciales de los no comerciales, se pesaban y contaban. Los frutos comerciales eran seleccionados bajo estándares de tamaño, color y sanidad. Aquí también se realizó la evaluación de la cantidad de sólidos solubles totales en las frutas, mediante un refractómetro que marca una escala de grados brix de 0 a 50.

También, se realizó un conteo de las plantas muertas por tratamiento.

Es fundamental mencionar que el cultivo estuvo sometido a estrés hídrico. La poca o ninguna humedad en el suelo y luego una gran cantidad de humedad generaba respuestas fisiológicas en el fruto que se reflejaban en aperturas marcadas que limitaban su comercialización (Figura 1), como también en un reducido crecimiento de frutos (Figura 2).



Figura 1. Frutos dañados por estrés hídrico. Zamorano, Honduras, 2002.

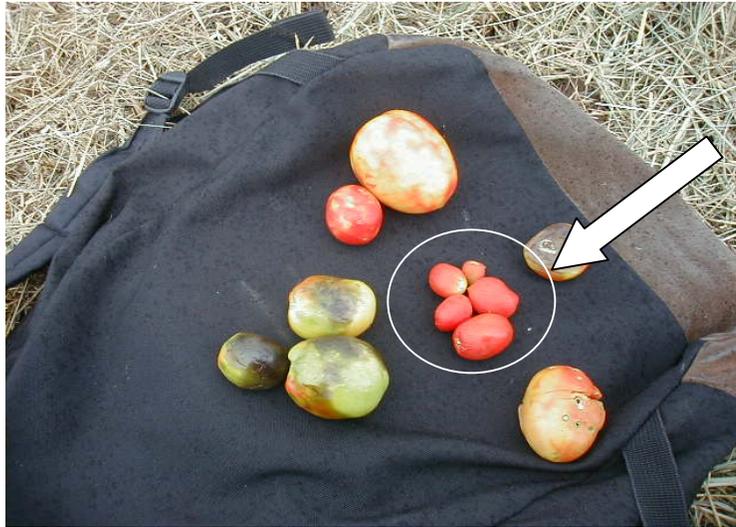


Figura 2. Efecto del estrés hídrico en el tamaño de la fruta. Zamorano, Honduras, 2002.

3.5 MODELO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS ECONÓMICO

El modelo estadístico utilizado fue el de bloques completos al azar (BCA), en los cuales se distribuyeron los seis tratamientos evaluados en tres repeticiones.

Para el análisis económico se utilizó el programa de presupuestos parciales sugerido por el Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988), el cual describe la evaluación de costos variables por hectárea, que están relacionados con los insumos comprados, la maquinaria y la mano de obra que varían de un tratamiento a otro.

La evaluación de costos parciales se realizó mediante la estandarización de unidades (kg/ha y lp/ha), que permitió el análisis de los diversos activadores de resistencia bajo una escala común. Además, se realizó un análisis de dominancia, un análisis de rentabilidad, un análisis de beneficio/costo y un análisis de sensibilidad. En este último análisis se planteó como factor variable el precio del fruto del tomate.

En el experimento se manejaron todos los productos por separado. Los costos por transplante, la fertilización, control de malezas, riegos y los costos de cosecha y eliminación del cultivo no variaron para los tratamientos.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los resultados obtenidos durante el experimento fueron evaluados con el programa estadístico MINITAB STATISTICAL SOFTWARE (2000). Se realizaron pruebas de ANOVA y pruebas de separación de medias con el método TUKEY con valores alpha de 0.05.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento

Al comparar el rendimiento total se encontró significancia estadística de $P=0.025$ entre los tratamientos. Los tratamientos Ácido Salicílico, Proteína Harpin Ea, Acibenzolar-S-methyl y Zamorano presentaron los rendimientos más altos, aunque no existió diferencia entre ellos. El tratamiento con mayores rendimientos fue el Zamorano con un peso promedio de 37,808 kg/ha, seguido del tratamiento Acido Salicílico con 28,253 kg/ha (Figura 3). El tratamiento Abono organo-mineral resultó diferente del tratamiento Zamorano, pero no de los tratamientos Micronutrientos y Proteína Harpin Ea.

Los tratamientos Acido Salicílico, Proteína Harpin Ea y Acibenzolar-S-methyl, generaron 74.72% (28,253 kg/ha), 72.29% (27,332 kg/ha) y 68.92% (26,058 kg/ha) respectivamente con respecto al tratamiento Zamorano (37,808 kg/ha). Estos resultados son compatibles con los planteamientos previamente realizados de que los activadores de resistencia son un complemento al manejo del cultivo y no totales reemplazadores. El manejo convencional de Zamorano incluye Contravirus, el cual resultó con una contribución baja en los rendimientos; si el manejo hubiera incluido al Ácido Salicílico, Proteína Harpin Ea ó Acibenzolar-S-methyl, dichos rendimientos pudieron haberse potencializado de acuerdo a los resultados obtenidos en este ensayo.

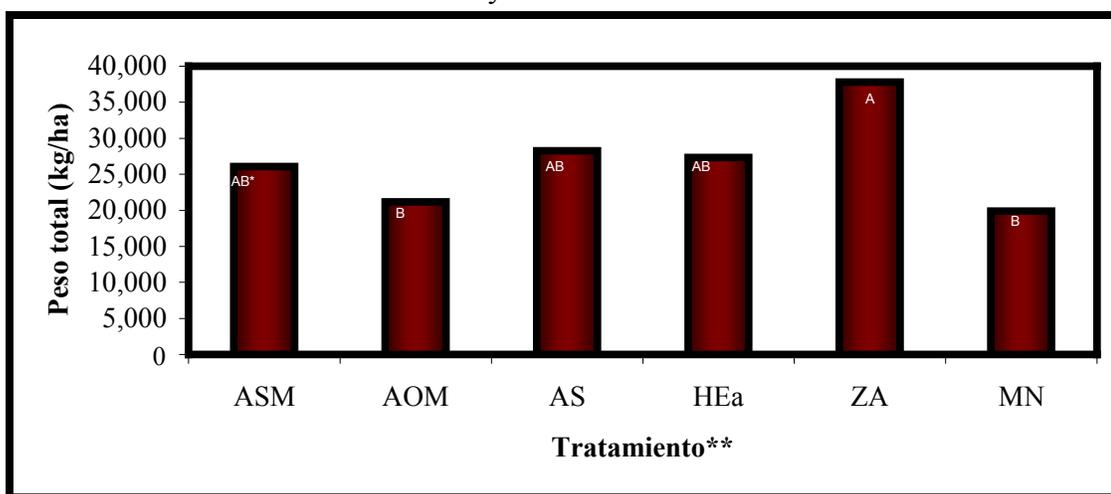


Figura 3. Rendimientos brutos promedios. Zamorano, Honduras, 2002.

(*) Letras iguales indican no diferencia estadística significativa.

(**) Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientos (MN) y Zamorano (ZA).

Existió una diferencia significativa ($P=0.037$), en el rendimiento comercial, entre los tratamientos. El tratamiento de Zamorano (25,599 kg/ha), Ácido Salicílico (18,993 kg/ha), Proteína Harpin Ea (18,863 kg/ha) y Acibenzolar-S-methyl (17,758 kg/ha) se comportaron igual, pero diferente de Abono organo-mineral (14,075 kg/ha) y micronutrientos (12,687 kg/ha) (Figura 4). Los tratamientos Ácido Salicílico, Proteína Harpin Ea y Acibenzolar-S-methyl resultaron en rendimientos de 74% (18,993 kg/ha), 74% (18,863 kg/ha) y 69% (17,758 kg/ha) respectivamente, con respecto al tratamiento Zamorano (25,599 kg/ha).

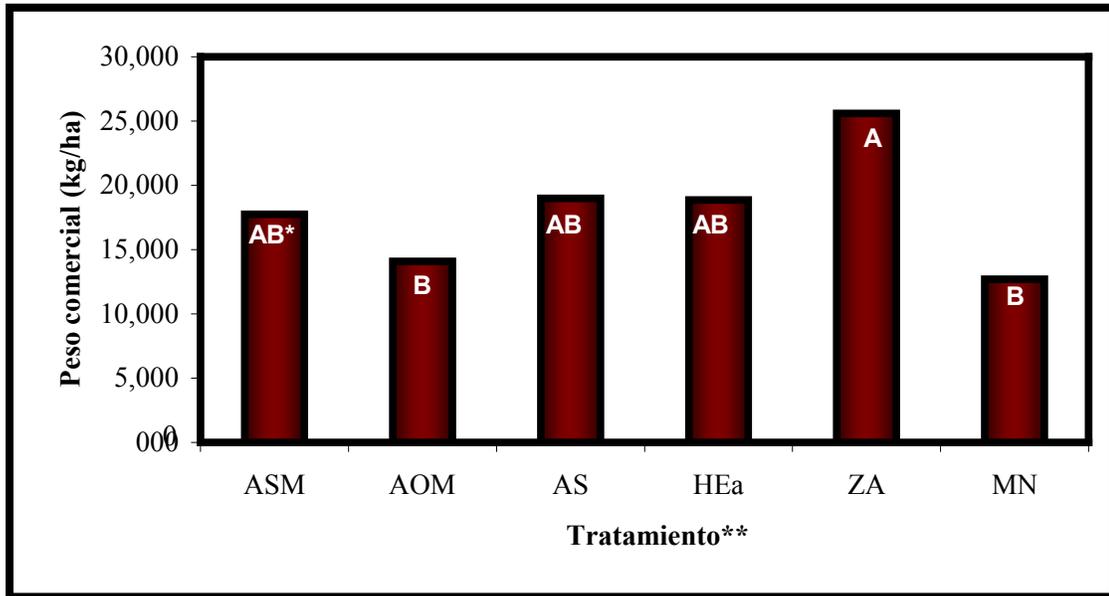


Figura 4. Rendimientos comerciales promedios. Zamorano, Honduras, 2002.

(*) Letras iguales indican no diferencia estadística significativa.

(**) Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientos (MN) y Zamorano (ZA).

Los rendimientos comerciales fueron en promedio del 67% con relación a los rendimientos totales. (Figura 5). Separando del análisis al tratamiento Zamorano, y midiendo el efecto solo de los activadores de resistencia, no existió diferencia significativa ($P=0.355$) entre los tratamientos con respecto al peso comercial.

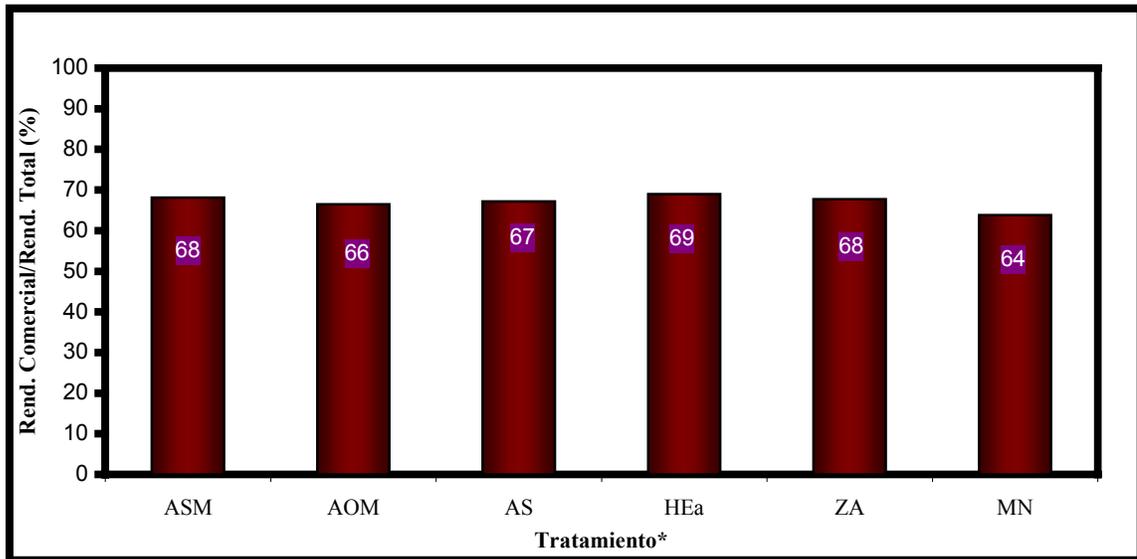


Figura 5. Porcentaje de relación del rendimiento comercial con respecto al rendimiento total. Zamorano, Honduras, 2002.

(*) Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientos (MN) y Zamorano (ZA).

4.2 Número de frutos

Con respecto al número de frutos totales, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ($P=0.158$) (Figura 6). Los tratamientos Proteína Harpin Ea, Ácido Salicílico y Abono organo-mineral produjeron 89%, 84% y 79% del rendimiento total del tratamiento Zamorano (356,157 frutos totales).

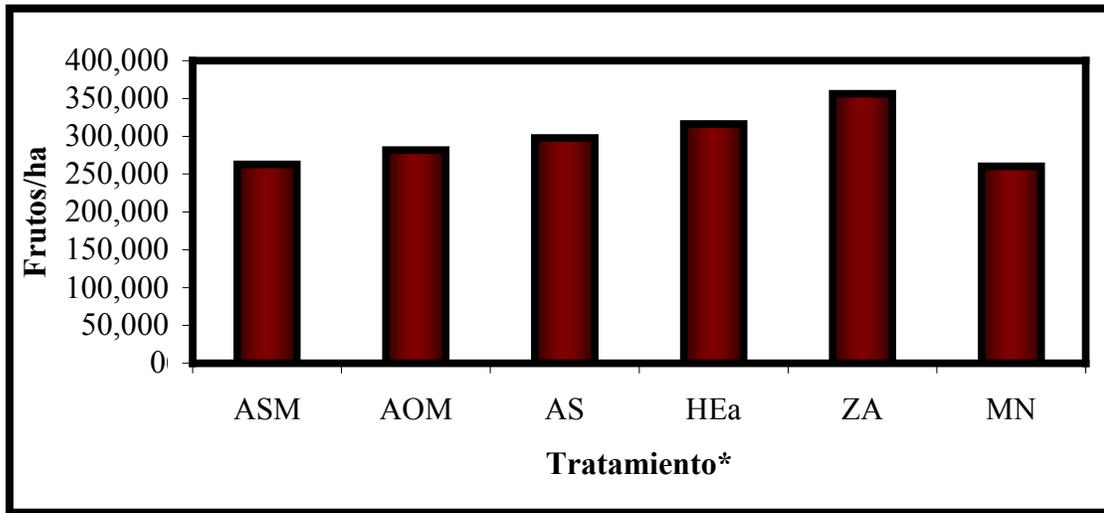


Figura 6. Cantidad de frutos totales. Zamorano, Honduras, 2002.

(*) Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientos (MN) y Zamorano (ZA).

Entre los tratamientos, no hubo diferencia estadística significativa ($P=0.099$), con respecto al número de frutos comerciales. El tratamiento Zamorano produjo 215,815 frutos comerciales/ha, lo que representa un 13% (188,451 frutos), 26% (159,201 frutos) y 28% (154,540 frutos) más de frutos producidos por los tratamientos Proteína Harpin Ea, Ácido Salicílico y Acibenzolar-S-methyl, respectivamente. El tratamiento que produjo la menor cantidad de frutos comerciales (132,763 frutos/ha) fue el tratamiento de micronutrientos (Figura 7).

En promedio, se encontró que la relación entre el número de frutos comerciales y el número de frutos totales de todos los tratamientos, fue de 56% (Figura 8). Dicho promedio es considerado bajo comparado con los registros de Zamorano. Esto se debió principalmente al estrés hídrico que se presentó en el ensayo por la reducida cantidad de agua aplicada.

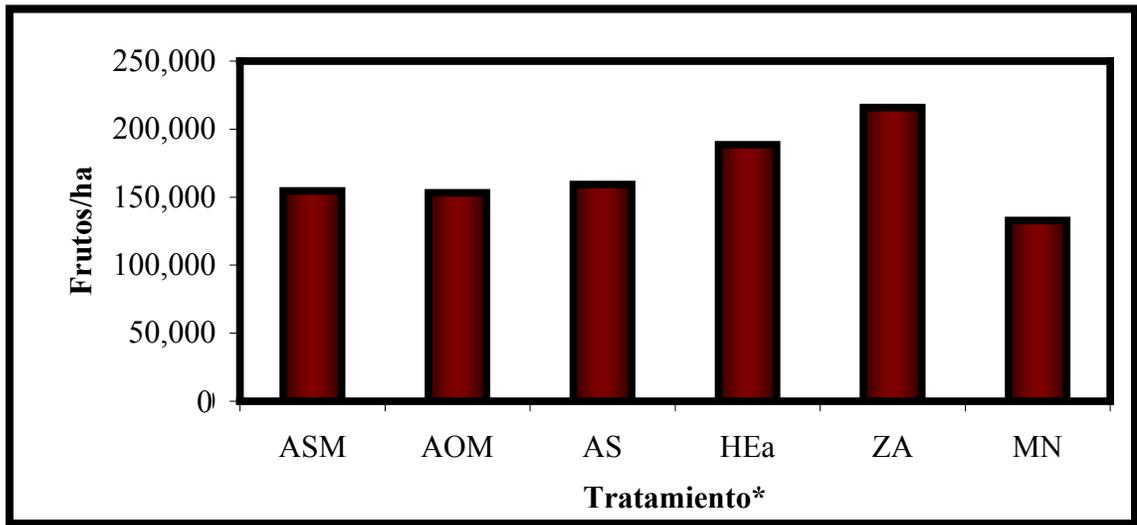


Figura 7. Cantidad de frutos comerciales. Zamorano, Honduras, 2002.

(*)Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientes (MN) y Zamorano (ZA).

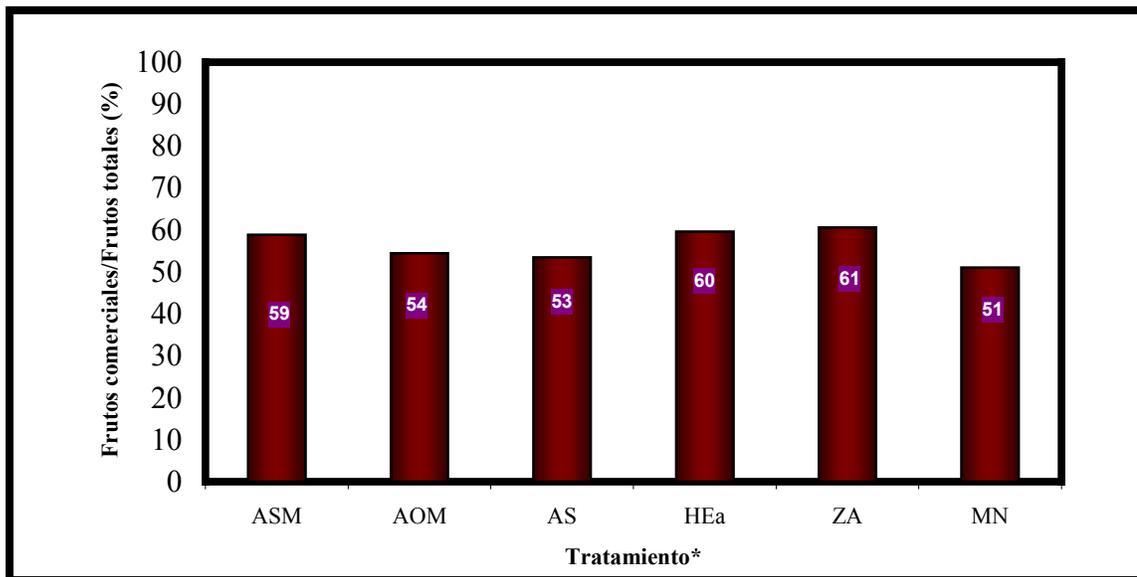


Figura 8. Relación porcentual del número de frutos comerciales con respecto al número de frutos totales. Zamorano, Honduras, 2002.

(*)Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientes (MN) y Zamorano (ZA).

4.3 Peso unitario de frutos

Estadísticamente no existió diferencia significativa ($P=0.542$) entre los tratamientos para peso promedio por fruto, siendo los tratamientos Acibenzolar-S-methyl (55.3 g), Ácido Salicílico (62.13 g) y Zamorano (56.62 g) los que presentaron pesos promedios por fruto más altos (Figura 9). Las plantas procesadoras de tomate, no son muy exigentes en tamaño del fruto con este tipo de tomate. Para venta de consumo fresco los revendedores prefieren pesos unitarios de 50 a 120 g, por lo que dichos tratamientos resultarían aceptables para tales requerimientos.

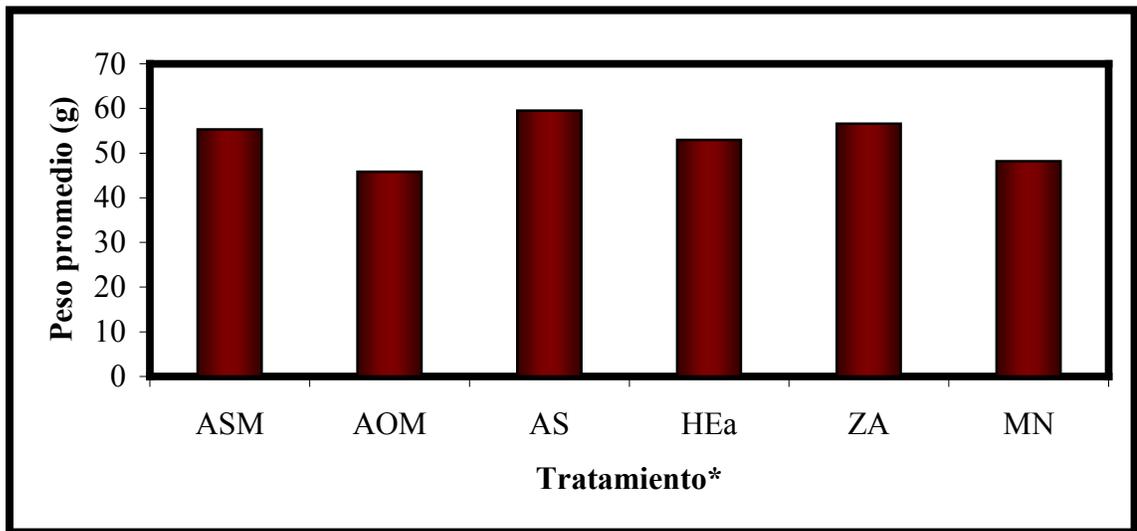


Figura 9. Peso promedio por fruto (gramos) de tomate. Zamorano, Honduras, 2002.
 (*) Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientes (MN) y Zamorano (ZA).

4.4 Altura de la planta

Evaluando altura de la planta en cama doble, no se encontró diferencia estadística significativa ($P=0.735$). En cama simple el efecto entre tratamientos en altura de planta tampoco presentó diferencia entre los tratamientos ($P=0.304$). El efecto en conjunto (cama doble más cama simple) para altura de planta no presentó diferencia significativa ($P=0.355$) entre los tratamientos evaluados (Figura 10). Al comparar el diseño y no encontrar diferencias significativas, se podrá tomar la decisión de sembrar en camas dobles ya que no incidirá sobre la altura de las plantas.

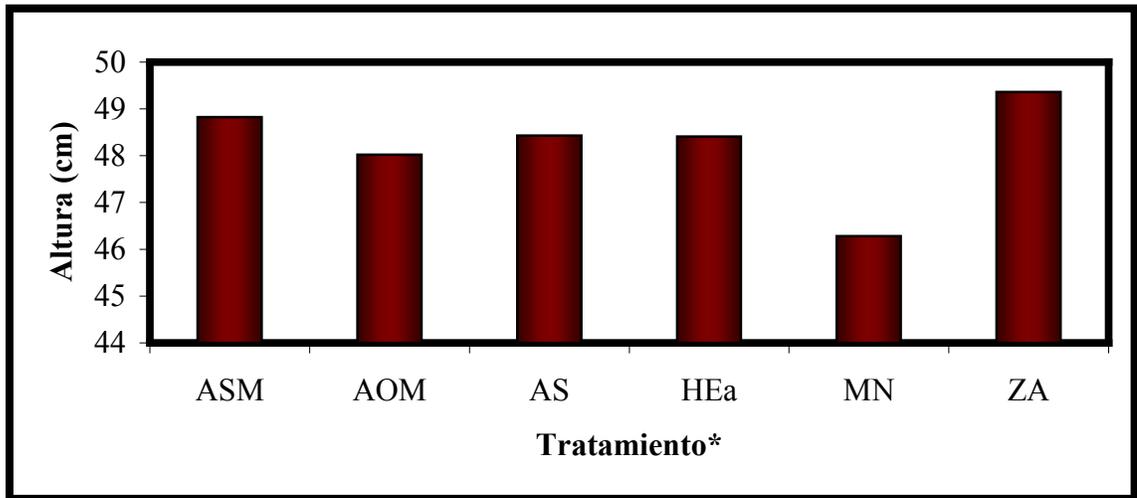


Figura 10. Resultados de la altura de plantas en centímetros. Zamorano, Honduras, 2002. (*)Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientos (MN) y Zamorano (ZA).

4.5 Cantidad de sólidos solubles

La evaluación de la cantidad de sólidos solubles totales (grados brix) entre los tratamientos resultó en una diferencia estadística no significativa ($P=0.061$). El tratamiento Abono organo-mineral presentó el resultado más alto de grados brix (3.90), seguido del tratamiento Proteína Harpin Ea (3.85) y del tratamiento Acibenzolar-S-methyl (3.68). El tratamiento Zamorano, de mayor rendimiento en peso, resultó con el promedio de grados brix más bajo (2.99). Aunque durante la primera cosecha se presentaron frutos dañados por deficiencia de calcio, los activadores representaron cierto efecto nutrimental en los frutos, ya que generaron sólidos solubles más altos que el testigo (Figura 11).

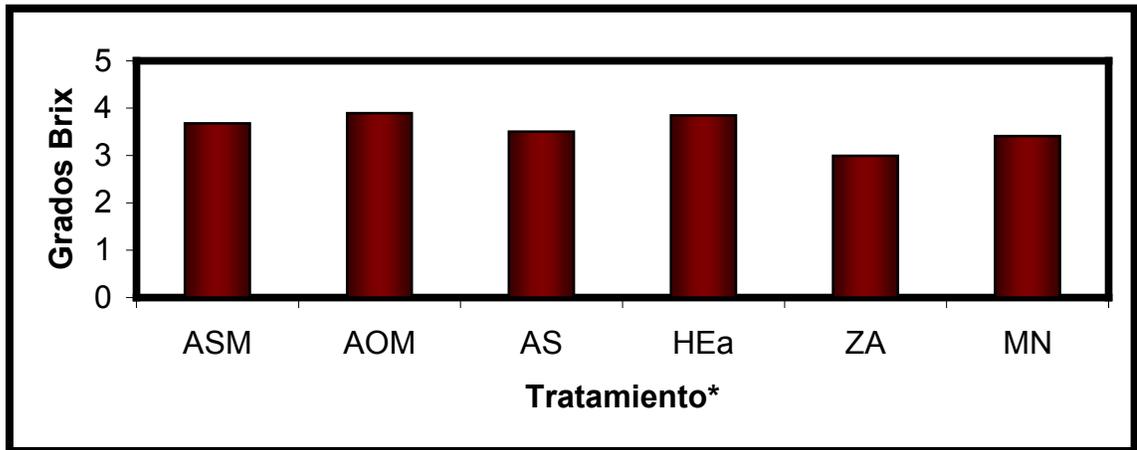


Figura 11. Cantidad de sólidos solubles totales (escala grados brix de 0 a 50). Zamorano, Honduras, 2002.

(*) Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientos (MN) y Zamorano (ZA).

4.6 Incidencia y severidad de virus

La evaluación de incidencia y severidad de virus se desarrolló por fechas para ver la evolución de dichos parámetros.

Estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para ninguna fecha evaluada con respecto a la incidencia y severidad de virus. Los resultados obtenidos no reflejaron ninguna tendencia en el control de virus con respecto a las fechas en relación con las variables incidencia y severidad. La incidencia se presentó con promedios por fechas de 3%, 10%, 12%, 14%, 24% y 35% en relación con las fechas de 32, 38, 46, 53, 60 y 74 ddt, respectivamente. La incidencia aumentó a medida que aumentaba el tiempo, indicando mayor presión del patógeno y no efecto del producto (Cuadro 4). La severidad se mantuvo de los 38 a 53 ddt, e incremento rápidamente de los 60 a 74 ddt, refiriendo un aumento del grado de daño sin un efecto marcado de los tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 4. Incidencia porcentual de virus por fecha, presentada en el experimento. Zamorano, Honduras, 2002.

TRATAMIENTO	DIAS DESPUES DE TRANSPLANTE					
	32	38	46	53	60	74
Proteína Harpin Ea	0	6	12	14	22	24
Abono organo-mineral	4	4	10	14	34	38
Acibenzolar-S-methyl	4	8	8	8	20	46
Acido Salicílico	0	8	10	14	14	24
Micronutrientos	0	12	14	14	24	38
Zamorano	12	20	20	20	34	34
Promedio	3	10	12	14	25	34

Cuadro 5. Severidad de virus por fecha, presentada en el experimento; evaluaciones en una escala de 0 a 4 (0 = cero daño y 4 = máximo daño). Zamorano, Honduras, 2002.

TRATAMIENTO	DIAS DESPUES DE TRANSPLANTE					
	32	38	46	53	60	74
Proteína Harpin Ea	0	4	3	4	4	4
Abono organo-mineral	2	3	2	2	2	3
Acibenzolar-S-methyl	3	4	4	4	4	4
Acido Salicílico	0	1	2	2	2	2
Micronutrientos	0	2	2	2	4	4
Zamorano	2	3	3	3	4	4
Promedio	1,2	2,8	2,7	2,8	3,3	3,5

Para determinar que tipo de virus era el responsable de la enfermedad de las plantas, en el laboratorio de Diagnóstico molecular de Zamorano se evaluaron muestras de cada lote del experimento en tres ocasiones. En el primer diagnóstico se evaluaron tres muestras, escogidas al azar entre las plantas que presentaban los síntomas de encucharamiento de hojas, clorosis y arrugamiento: Proteína Harpin Ea bloque uno, Proteína Harpin Ea bloque tres y Acibenzolar-S-methyl bloque tres. El análisis se efectuó para los siguientes virus:

Grupo Begomovirus Universal

Grupo Potyvirus

Virus del mosaico del pepino (CMV)

Virus del grabado del tabaco (TEV)

Virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV)

Virus del moteado leve del chile (PMMoV)

Solamente la muestra de Proteína Harpin Ea bloque tres, resultó positiva al grupo Begomovirus, negativa al resto.

En la segunda evaluación se analizaron para Begomovirus siete muestras; Proteína Harpin Ea bloque uno, Proteína Harpin Ea bloque tres, Zamorano bloque dos, Zamorano bloque tres, Ácido Salicílico bloque dos, Acibenzolar-S-methyl bloque tres y Micronutrientos bloque tres, resultando todas negativas.

Para la tercera evaluación, de 18 muestras evaluadas para Begomovirus, solamente tres resultaron positivas (Anexo 1).

Por otro lado, algunas muestras del mismo lote evaluadas mediante microscopía electrónica en el Laboratorio Tropical Virology Unit de Inglaterra, resultaron positivas al grupo Tomabovirus. Esto se complementa con las investigaciones de Aguilar, *et al.* (2002), quienes identificaron que los tipos de los virus presentes en el cultivo del tomate en Zamorano son el Tomato Severe Curl Virus (TYLCV), Tomato Mild Mottle Virus (ToMMoV) y Tomato Habana Virus (THV). Al final no se pudo generalizar que virus específicamente se controlaron, por los resultados opuestos de laboratorio, pero si podría explicarse como que se esta tratando con una mezcla de Begomovirus y Tomabovirus, y que uno encubre los síntomas del otro.

Pero, ¿Cómo se explica que el tratamiento Zamorano haya resultado con rendimientos relativamente altos, si no hubo diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos para incidencia y severidad?. Esto se podría explicar bajo el efecto de que el manejo convencional es eficiente como también lo son los activadores de resistencia, ya que si no hubo diferencia entre tratamientos, presentándose el virus indica un determinado control de ambas partes (manejo convencional y activadores de resistencia).

4.7 Mortalidad

Estadísticamente no hubo diferencia significativa ($P=0.934$) entre los tratamientos para el porcentaje de plantas muertas a los 25 ddt (Figura 12). Los mayores porcentajes de mortalidad resultaron de los tratamientos Acibenzolar-S-methyl , Ácido Salicílico y Zamorano con 7.14%, 6.90% y 6,67% respectivamente. Aunque estos tratamientos fueron los que más rindieron, no se pudo establecer una correlación de la mortalidad con el rendimiento por la ausencia de significancia y poca cantidad de plantas muertas.

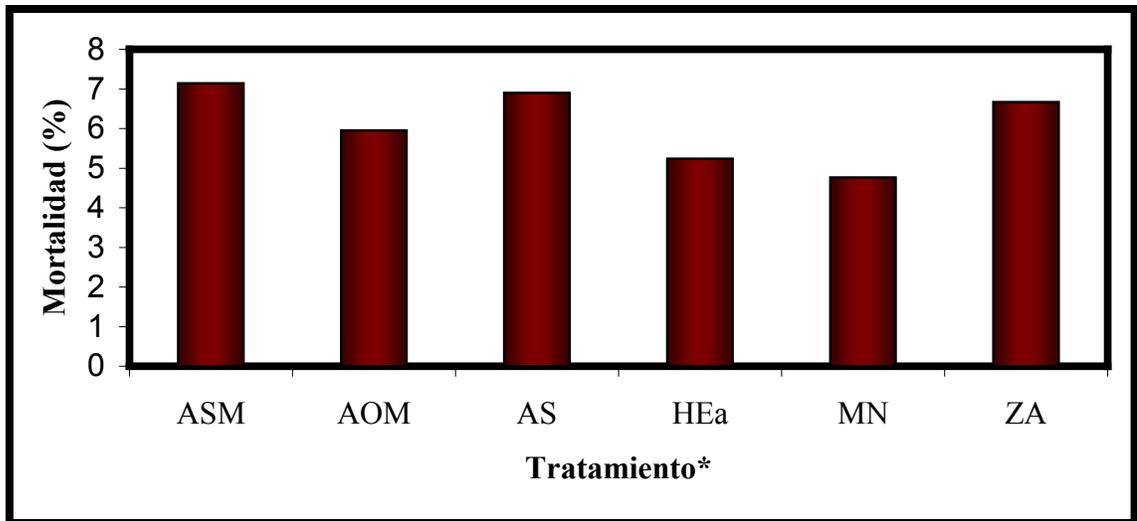


Figura 12. Mortalidad de plantas. Zamorano, Honduras, 2002.

(*) Acibenzolar-S-methyl (ASM), Abono organo-mineral (AOM), Ácido Salicílico (AS), Proteína Harpin Ea (HEa), Micronutrientes (MN) y Zamorano (ZA).

4.8 Análisis económico

Para presentar criterios de decisión fundamentados en costos se realizó un análisis económico. Se desarrolló un presupuesto parcial que toma en consideración los rendimientos promedios del experimento (Anexo 2), para presentar costos y obtener beneficios alternativos (Cuadro 6).

Los beneficios brutos de campo resultan de multiplicar los rendimientos promedios por cinco lempiras, que es el precio promedio de un kilogramo de tomate. El costo de todos los productos aplicados fue calculado con base en los precios y dosificaciones de los fabricantes (Cuadro 7). El costo por mano de obra resulta de multiplicar el número de horas hombre por hectárea por aplicar cada producto, por el precio por hora, por el número de veces que se aplicó cada producto. Por ejemplo para el ácido salicílico, $100.4 \text{ horas/hombre} (6 \text{ aplicaciones}) * 11.36 \text{ lps/hora} = 1,141 \text{ lps/ha}$.

Cuadro 6. Presupuesto parcial. Zamorano, Honduras, 2002.

	Tratamiento					
	ASM	AOM	AS	HEa	ZA	MIN
Rendimiento Promedio (kg/ha)	17.758	14.075	18.993	18.863	25.599	12.687
Beneficios brutos de campo (lps/ha)	88.790	70.376	94.964	94.314	127.994	63.433
Costo del Producto (lps/ha)	7.380	5.292	1.750	7.388	9.017	7.629
Costo de mano de obra por aplicación (lps/ha)	1.141	951	1.141	951	1.141	951
Total de costos variables (lps/ha)	8.521	6.243	2.891	8.339	10.158	8.580
Beneficios Netos (lps/ha)	80.269	64.133	92.073	85.976	117.836,3	54.853

Leyenda:

- ASM: Acibenzolar-S-methyl
- AOM: Abono organo-mineral
- AS: Acido Salílico
- HEa: Proteína Hapin Ea
- ZA: Zamorano
- MIN: Micronutrientos

Tasa de cambio: 16.45 lps por US\$1

El tratamiento Zamorano presentó los mejores beneficios netos (117,836.3 lps/ha). El tratamiento Ácido Salicílico resultó con los beneficios netos más altos (93,769 lps/ha) comparado con el resto de activadores. Los tratamientos Proteína Harpin Ea y Acibenzolar-S-methyl igeneraron beneficios netos de 73% y 68% comparado con Zamorano. Estos resultados son relacionables con los rendimientos comerciales obtenidos ya que los tratamientos Ácido Salicílico, Proteína Harpin Ea y Acibenzolar-S-methyl resultaron en 74%, 74% y 69% con respecto a Zamorano, comparados con las diferencias en beneficios netos de 80%, 73% y 68% respectivamente.

Cuadro 7. Costos de los productos aplicados. Zamorano, Honduras, 2002.

Producto	Unidad	Costo/unidad	Cantidad/ha	# aplicaciones	Costo(lp/ha)*
Activadores					
Acibenzolar-S-methyl	g	25,20	35,00	6	5,292
Abono Organo-mineral	L	175,00	2,00	5	1,750
Acido Salicílico	g	0,18	50,00	6	54
Proteína Harpin Ea	g	3,56	428,60	5	7,629
Micronutrimientos	L	140,00	1,50	5	1,050
Resto de plaguicidas					
Imidacloprid	lb	2.270,00	1,22	2	5,539
Cipermetrina	L	420,00	0,50	1	210
Contra virus	L	140,00	1,50	1	210
Bifentrina	L	850,00	1,11	1	944
Total Zamorano					6,902

* Tasa de cambio de 16.45 lps por US\$1.

A partir del presupuesto parcial se desarrolló un análisis de dominancia. El análisis de marginalidad, por la naturaleza del experimento no resultaba práctico realizarlo, ya que el testigo, al resultar más alto que el resto de tratamientos, limita los incrementos marginales de los activadores con respecto al ingreso obtenido por el testigo.

4.8.1 Análisis de dominancia

Una evaluación de los costos variables y de los beneficios netos obtenidos, puede guiar a excluir del análisis de marginalidad algunos tratamientos que resultan con costos variables muy elevados y beneficios netos muy bajos, en esto ayuda el análisis de dominancia (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de dominancia sobre la variable rendimiento comercial. Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento	Rendimientos (kg/ha)	Total de costos variables(lps/ha)	Beneficios netos (lps/ha)
Ac. Salicílico	18,993	1,195	93,769
Contra Virus	12,687	2,001	61,432 D*
Kendal	14,075	2,701	67,675 D
Bion	17,758	8,521	80,269 D
Messenger	18,863	8,339	85,976 D
Zamorano	25,599	10,158	117,836

* Dominado.

El enfoque del agricultor deberá ser el beneficio neto y no el rendimiento. El tratamiento de Zamorano tuvo el beneficio neto más alto (117,836.3 lps/ha), lo que compensa a los costos variables más altos (10,158 lps/ha). A parte del tratamiento Zamorano, evaluando predominantemente a los activadores de resistencia el Ácido Salicílico generó los costos variables más bajos que el resto de activadores de resistencia y resultó con los beneficios netos más altos (93,769 lps/ha), indicando la dominancia sobre el resto de activadores. La Tasa de Retorno Marginal (TRM), que resulta de la división de los beneficios netos marginales entre los costos variables marginales, fue de 981%, del Acido Salicílico con respecto a Zamorano (Figura 13).

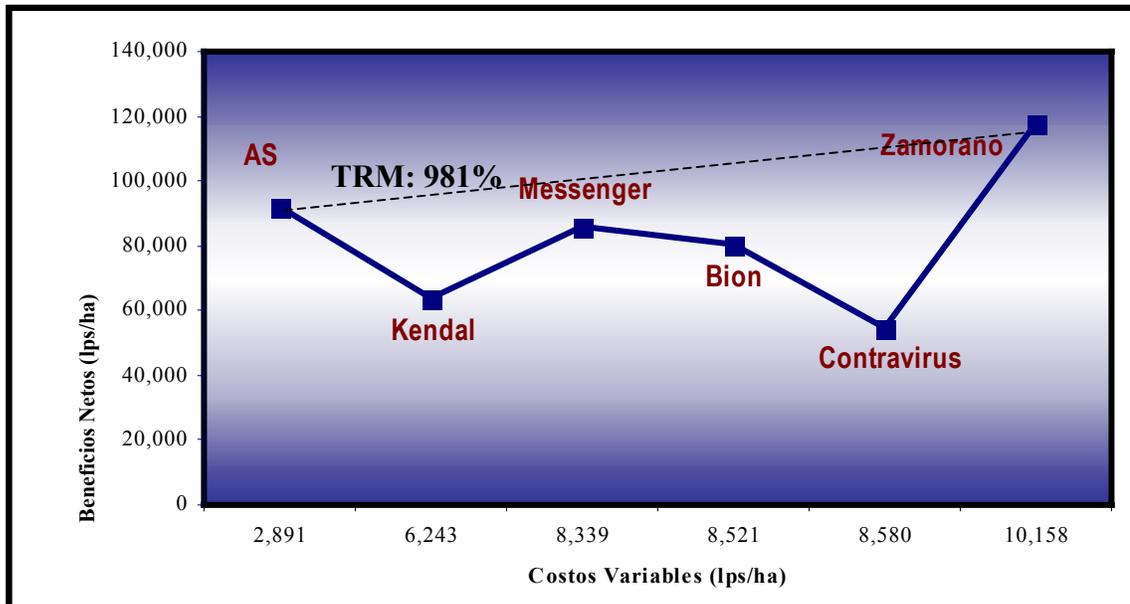


Figura 13. Curva de beneficios netos sobre la variable rendimientos comerciales. Zamorano, Honduras, 2002.

4.8.2 Análisis de beneficio/costo

Para desarrollar escenarios económicos más fundamentados se desarrolló un análisis de beneficio/costo total; éste se calculó dividiéndola la utilidad (no incluye impuestos), para el total de costos. Dentro de los costos fijos, la parte de equipo y plaguicidas representaron el 50% del total (Cuadro 9).

El tratamiento Zamorano generó el beneficio costo más alto (Cuadro 10) comparado con los demás tratamientos. Apartando del análisis al tratamiento Zamorano, por cada lempira invertido en Ácido Salicílico, Proteína Harpin Ea y Acibenzolar-S-methyl, se obtuvieron 1.64 lps, 1.19 lps y 1.05 lps, respectivamente. En el beneficio/ costo de fitoprotección (utilidad para costos variables), el Acido Salicílico generó una razón de 20.42, representado por sus bajos costos (Cuadro 11). Esto indica que la utilización de Acido salicílico resulta barata comparada con los beneficios obtenidos.

4.8.3 Análisis de sensibilidad

Se efectuó un análisis de sensibilidad para ver la variación del beneficio/costo por tratamiento cambiando los precios del producto desde 2 hasta 7 lps/kg (Cuadro 12). Dentro de todos los escenarios resultantes, el tratamiento micronutrientes a un precio de 3 lps/kg resultó con la razón de beneficio/costo más baja (0.04), indicando la gran sensibilidad del precio en dicho tratamiento.

El Ácido Salicílico resultó con el comportamiento de menor sensibilidad con respecto al precio, comparado con el resto de activadores de resistencia, indicando que su utilización es menos riesgosa que los demás activadores, al presentarse problemas con el precio del tomate.

El tratamiento que resulta con mayor razón (utilidad sobre costos totales) a un precio de 7 lps/kg es el tratamiento Zamorano (3.19), indicando una poca sensibilidad a los precios, es decir que es productor es menos susceptible a perder por un bajón de precios si utiliza el tratamiento Zamorano.

Cuadro 9. Costos que se mantuvieron fijos. Zamorano, Honduras, 2002.

Componente	Unidad	Cantidad / ha	Costo(&) / unidad	Costo / ha
Equipo:				
Arado	hrs	2,00	600,00	1200,00
Rastra	hrs	1,50	400,00	600,00
Surcado	hrs	1,50	200,00	300,00
Bomba	kw	675,00	2,05	1383,75
Alquiler de Tierra	ha	1,00	4500,00	4500,00
			Sub-total	7983,75
Otros Insumos:				
Plántulas	c/u	25000,00	0,25	6250,00
Estacas(1)	c/u	3212,00	0,28	899,36
Cabuya (2)	lbs	270,00	0,83	224,10
			Sub-total	7373,46
Mano de obra:				
Riego	hrs/h	368,80	11,36	4189,57
Mantenimiento	hrs/h	233,60	11,36	2653,70
Transplante	hrs/h	60,00	11,36	681,60
Tutoreo	hrs/h	12,00	11,36	
Evaluaciones	hrs/h	100,00	11,36	1136,00
Cosecha	hrs/h	370,00	11,36	4203,20
			Sub-total	7524,86
Fertilizantes:				
Urea (46% N)	lbs	2163,70	1,71	3699,93
Calebron	L	85,00	2,00	170,00
			Sub-total	3869,93
Plaguicidas:				
Imidacloprid	lbs	1,22	2270,00	2769,40
<i>Bacillus thuringiensis</i> (3)	lbs	11,37	186,00	4229,64
Metribuzin	g	1,01	500,00	505,00
Fluazifop	L	480,00	1	480,00
Adherente	L	12,90	45,83	591,21
			Sub-total	7984,04
			TOTAL	34736,04

(&) Datos en Lempiras

(1) Valor depreciado a tres años.

(2) Valor depreciado a dos años.

(3) Dos aplicaciones

(4) Tasa de cambio de 16.45 lps por 1 US\$.

Cuadro 10. Beneficio/costo total de los tratamientos. Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento	Utilidad (lps/ha)	Costos Totales (lps/ha)	Benecio/costo
Ac. Salicílico	59.033	35.931	1,64
Micronutrimientos	26.696	36.737	0,73
Abono organo-mineral	32.939	37.437	0,88
Acibenzolar-S-methyl	45.533	43.257	1,05
Proteína Harpin Ea	51.240	43.075	1,19
Zamorano	85.215	42.779	1,99

Tasa de cambio: 16.45 lps por US\$1.

Cuadro 11. Beneficio/costo de fitoprotección de los tratamientos. Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento	Utilidad (lps/ha)	Costos Totales (lps/ha)	Benecio/costo
Ac. Salicílico	59.033	2.891	20,42
Microelementos	26.696	8.580	3,11
Abono organo-mineral	32.939	6.243	5,28
Acibenzolar-S-methyl	45.533	8.521	5,34
Proteína Harpin Ea	51.240	8.339	6,14
Zamorano	85.215	10,158	8,38

Tasa de cambio: 16.45 lps por US\$1.

Cuadro 12. Análisis de sensibilidad. Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento	Rendimientos (kg/ha)	Precio (lps/kg)	Beneficio/costo
AS	18.993	3	0,59
		4	1,11
		5	1,64
		6	2,17
		7	2,70
Micronutrientos	12.687	3	0,04
		4	0,38
		5	0,73
		6	1,07
		7	1,42
Abono organo-mineral	14.075	3	0,13
		4	0,50
		5	0,88
		6	1,26
		7	1,63
Acibenzolar-S-methyl	17.758	3	0,23
		4	0,64
		5	1,05
		6	1,46
		7	1,87
Proteína Harpin Ea	18.863	3	0,31
		4	0,75
		5	1,19
		6	1,63
		7	2,07
Zamorano	25.599	3	0,80
		4	1,39
		5	1,99
		6	2,59
		7	3,19

Tasa de cambio: 16.45 lps por US\$1

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones climáticas y de manejo del experimento se concluyó que:

- Los rendimientos totales y comerciales para el tratamiento Zamorano fueron mejores que Abono organo-mineral y Micronutrientos, pero igual al resto de los tratamientos.
- No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en las siguientes variables: altura, número de frutos, mortalidad, cantidad de sólidos solubles totales, peso unitario de fruto, incidencia y severidad de virus.
- Análisis económico:
 - Todos los tratamientos fueron rentables.
 - El tratamiento Zamorano obtuvo un beneficio/costo total de 2, y entre los activadores el Acido Salicílico resultó con 1.64.
 - En el análisis de beneficio/costo de fitoprotección, el Acido Salicílico resultó en la mejor relación (20.42).
 - Con base en el análisis de dominancia y de beneficio/costo, se recomienda Acido Salicílico y Zamorano. Por cada lempira que se invierta en Zamorano en lugar de Ácido Salicílico se obtiene dicha lempira más 9.81 lempiras. El Ácido Salicílico dominó al resto de activadores.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de Ácido Salicílico, proteína Harpin Ea y Acibenzolar-S-methyl en combinación con otras tácticas de MIC.
- Se recomienda a la ZECI:
 - (1) Mejorar la eficiencia del riego durante la época seca.
 - (2) Mejorar la nutrición de suelos y plantas para obtener mejores resultados productivos.
 - (3) Integrar los conocimientos del equipo multidisciplinario de Zamorano para atender los problemas de los cultivos de una manera integrada y más sostenible.
- Repetir el experimento en la época del invierno ya que existe en ésta mayor incidencia y severidad de enfermedades.
- Incluir en futuros experimentos, testigo absoluto.
- Tomar más muestras de virus en los próximos experimentos para tener una idea más clara de los tipos de virus presentes.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abarca, V. 2000. Costo de producción de tomate por hectárea (en línea). Consultado el 20 de oct. 2002. Disponible en:

http://www.sica.gov.ec/agronegocios/sistema%20valor/insumos/costo_tomate.htm

Aguilar, E.; Bermeo, E.; Brown, J.; Jones, P.; Martín, R.; Maxwell, D.; Roca, M.; Rueda, A. 2002. Identificación de las infecciones virales en los principales cultivos hortícolas y malezas en tres regiones de Honduras. s.p.

Angier, N. 1992. Plants defy microbes with immune defense and self-mutilation. The New York Times, New York, US, ago. 18: s.p.

Aparicio, S.; Rivas, C. 2001. Manual sobre el cultivo del tomate. Zamorano, Honduras. 48 p.

AVG (American Vegetable Grower, US). 2000. Getting the message. Jun. 2000:16, 25.

Bayer. 2000. Enlace agrícola interactivo. (programa de computadora). GT. 1 disco compacto 8 mm.

Benavides, A. s.f. El ácido salicílico es agente señalizador y promotor de resistencia biótica y abiótica en las plantas (en línea) . Consultado el 28 de feb. 2002. Disponible en: <http://www.geocites.com/CapeCanaveral/Runway/8787/salirev.htm>

CIMMYT (Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y Trigo, MX). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. MX D.F. MX. 79 p.

Delaney, T. 1997. Áreas claves en el laboratorio de Delaney (en línea). Consultado 10 de jun. 2002. Disponible en:

<http://ppathw3.cals.cornell.edu/Delaney/LABRES.HTML&prev=/search%3Fq%3Dsystemic%2Badquired%2Bresistance%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8%26sa%3DG>

Dong, X. 2001. Genetic Dissection of systemic acquired resistance. Current Opinion in Plant Biology 4: 309-314.

Eden Bioscience Corporation. 2001. Messenger™ Technical Bulletin. s.n.t.

EPA (Agencia de Protección Ambiental, US). 2000. Biopesticide fact sheet: Harpin Protein (en línea). Consultado el 20 de feb. 2002. Disponible en: <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/fs006477e.htm>

IansaFrut. 1998. IansaFrut (en línea). Consultado el 15 de ago. 2002. Disponible en: <http://www.iansafrut.cl/html/empresa.html>

Infoagro. 2002. Hortalizas (en línea). Consultado el 19 de ago. 2002. Disponible en: <http://www.infoagro.com>

Feys, B.; Parker, J. 2000. Interplay of signaling pathways in plant disease resistance. Trends in Genetics 16:10. 449-455.

MINITAB STATISTICAL SOFTWARE. 2000. Meet Minitab™. Release 13 for Windows® 95/98 and NT. Minitab, Inc. US.

Montes, A. 1993. Guía práctica para el cultivo de las hortalizas. Zamorano, Honduras. 81 p.

Lardizabal, R. 2000. Ácido salicílico para activar sistema de resistencia adquirida. Centro de Desarrollo de Agronegocios (CDA). 1 p.

Quarles, W. 2000. Aspirin, Composts, Talking Plants and Induced Systemic Resistance. The IPM Practitioner 24:(5/6). 1-9.

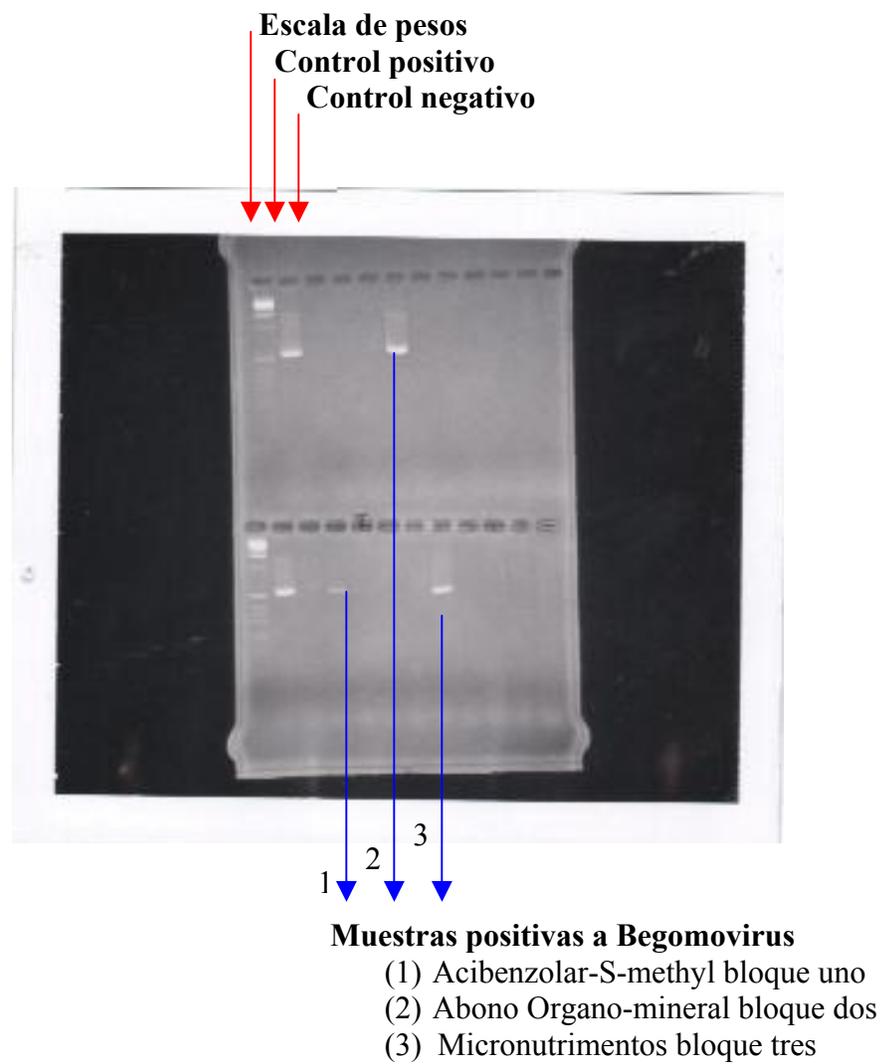
Syngenta. 2001. Acibenzolar-S-methyl Technical Bulletin. s.n.t.

Valagro. 2001. Bioestimuladores: Kendal (en línea). Consultado el 15 de feb. 2002. Disponible en: http://www.valagro.com/-SPANISH/SP_HOME.htm

Valagro. 2002. Defensa de las plantas. Boletín Técnico Kendal. s.n.t.

9. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la prueba de PCR del laboratorio de Diagnóstico Molecular de Zamorano. Zamorano, Honduras, 2002.



Anexo 2. Rendimientos comerciales promedios. Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento	Bloque	Peso (kg/ha)	Peso promedio(kg/ha)
Acibenzolar-S-methyl	1	16,514	17,758
	2	18,644	
	3	18,116	
Abono Organo-mineral	1	20,576	14,075
	2	11,396	
	3	10,253	
Ac. Salicílico	1	13,237	18,993
	2	26,287	
	3	17,454	
Proteína Harpin Ea	1	21,788	18,863
	2	18,228	
	3	16,573	
Zamorano	1	27,446	25,599
	2	24,606	
	3	24,745	
Micronutrientos	1	10,385	12,687
	2	15,292	
	3	12,383	