

**Evaluación agroeconómica de los efectos de
las fitohormonas y cuatro planes de
fertilización en los rendimientos de dos
variedades de melón en Zamorano.**

César Luis Ventura Rojas

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Evaluación agroeconómica de los efectos de
las fitohormonas y cuatro planes de
fertilización en los rendimientos de dos
variedades de melón en Zamorano.**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

César Luis Ventura Rojas

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 de autor

César Luis Ventura Rojas

Honduras
Diciembre, 2002

Evaluación agroeconómica de los efectos de las fitohormonas y cuatro planes de fertilización en los rendimientos de dos variedades de melón en Zamorano.

Presentado por

César Luis Ventura Rojas

Aprobada:

José Maria Miselem L., M.Sc.
Asesor Principal

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

Rony Muñoz, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Yanire Melgar, Ing. Agr.
Asesor

Mario Contreras, Ph. D.
Director General

Alfredo Rueda, Ph. D.
Coordinador Área Temática
Fitotecnia

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por estar siempre a mi lado en todo momento brindándome su apoyo y sabiduría inmensa.

A mis padres Lidia y René, ya que a ellos les debo todo en esta vida.

A mis hermanos Lidia y Julio René por haber confiado en mí para poder completar mis estudios en mi querido Zamorano.

AGRADECIMIENTOS

A mis papás, Lidia y René Ventura por todo el apoyo y palabras de aliento que me brindaron en los momentos difíciles y alegres de mi estadía en Zamorano.

A mis hermanos, Julio René y Lidia que siempre los he considerado unos de mis mejores amigos por su amistad y cariño especial.

A mi Tía Reina y Mixa QDBG por todo su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y trayectoria universitaria.

Al Ing. Miselem por haber depositado gran parte de su tiempo y confianza en mí para poder culminar mis estudios.

A **TODOS** mis amigos dentro de Zamorano que estuvieron conmigo, gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres y hermano Lidia, René y Julio Ventura por haber financiado gran parte de mis estudios y así poder completar mi carrera universitaria.

A la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras por el apoyo económico brindado.

RESUMEN

Ventura Rojas, C.L. 2002. Evaluación agroeconómica de los efectos de las fitohormonas y cuatro planes de fertilización en los rendimientos de dos variedades de melón en Zamorano, Honduras. Proyecto especial del programa de ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 53 p.

El cultivo intensivo de hortalizas bajo protección, en este caso el melón (*Cucumis melo*), tiene como uno de sus principales objetivos incrementar los rendimientos para cubrir los costos totales del cultivo y generar una ganancia neta considerable. Una de las opciones a esta temática es la agricultura de precisión. Entre las prácticas que se incluye está la aplicación de fitorreguladores de crecimiento mediante una adecuada nutrición con planes de fertilización que se adapten a las condiciones económicas del productor. Es por eso que el objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación del compuesto hormonal Biozyme® (auxinas, giberelinas y citocininas) a 475 ml/ha, en comparación con la no aplicación del producto; durante la aparición de las primeras flores femeninas y en la formación de los primeros frutillos (cuajado). Se usaron dos variedades de melón tipo cantaloupe, Magellan y Durango, que fueron fertilizadas de cuatro maneras: (1) Receta (Islas Canarias), consistió en aplicar nitrato de potasio, nitrato de amonio, sulfato de magnesio y fosfato monoamónico los días lunes, miércoles y viernes; en cambio martes, jueves y sábado se aplicó nitrato de calcio y sulfato de magnesio. (2) La solución hidropónica se realizó con base a los cationes y aniones (Ca, NO₃, SO₄) aportados por el agua de riego y la diferencia se suplió con fertilizantes. (3) El plan testigo, se aplicó urea en la fase de crecimiento vegetativo y nitrato de calcio en la etapa de formación de frutos. (4) El método de extracción de nutrientes se realizó con base al análisis de medio de crecimiento, aportando los nutrientes faltantes como nitrógeno y calcio con fertilizantes. La aplicación de Biozyme® y el plan de fertilización por el método de extracciones del cultivo aumentó los grados brix en las dos variedades. La variedad Durango presentó más peso individual y grados brix. La solución hidropónica obtuvo la mayor rentabilidad del ensayo, mientras que la variedad Durango con Biozyme® plan testigo presentó el mayor retorno marginal. Se recomienda realizar una evaluación de dosificaciones y frecuencias de aplicación de Biozyme®; evaluar si existe un efecto de los planes de fertilización y uso de hormonas de crecimiento en la absorción foliar, mediante análisis foliares.

Palabras clave: Agricultura de precisión, cuajado, *Cucumis melo*, grados brix.

NOTA DE PRENSA

El uso de fitorreguladores de crecimiento para aumentar los rendimientos en el cultivo de melón

Uno de los principales objetivos de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI) es obtener los mayores rendimientos de sus cultivos, entre ellos el melón, para cubrir los altos costos de producción en que se incurre. En el ámbito regional, específicamente la zona Sur de Honduras que se caracteriza por su alto potencial en producción de melón para exportación, ha implementado el uso de fitorreguladores de crecimiento junto con planes de fertilizaciones convencionales para poder obtener los mayores rendimientos por hectárea. Sin embargo, no se ha podido cuantificar el efecto de estas sustancias promotoras de crecimiento tan detalladamente.

En un reciente estudio se evaluó la aplicación y no aplicación del producto Biozyme[®], en dos variedades de melón (Magellan y Durango) junto con cuatro planes de fertilización, como: (1) una receta obtenida de unas fincas de producción de las Islas Canarias, España; (2) aporte de nutrientes con base a los principios de hidroponía; (3) plan de fertilización utilizado por la ZECI que fue establecido como testigo (parámetro de comparación); (4) método convencional de extracción de nutrientes del cultivo utilizado por los agricultores, que consiste en aplicar únicamente los nutrientes faltantes, los cuales fueron determinados con base en un análisis de medio de crecimiento. Las variables evaluadas fueron el rendimiento total, comercial, no comercial y los grados brix del fruto.

Se determinó que mediante la aplicación del producto Biozyme[®] no se logró respuesta en los rendimientos totales, comerciales y no comerciales del cultivo; sin embargo, se observó mediante la aplicación del producto hormonal, un incremento en los grados brix del fruto. A nivel varietal, la variedad Durango presentó mejor peso (kg) por fruto individual y mayor grados brix; dentro de los planes de fertilización no se observó aumento de los rendimientos totales, comerciales y no comerciales del cultivo, provocando únicamente el método de extracciones del cultivo aumento en los grados brix del fruto.

Se realizó un análisis económico y se determinó que la variedad Magellan, sin la aplicación de Biozyme[®] la cual fue fertirrigada con la solución hidropónica, logró la mayor rentabilidad del ensayo. Se podría utilizar diferentes dosificaciones y frecuencias de aplicación del producto Biozyme[®] para lograr determinar si ejerce un efecto en el aumento de los rendimientos de melón.

Sobeyda Alvarez

ÍNDICE GENERAL

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Índice general.....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 CULTIVO DE MELÓN.....	3
2.1.1 Nutrición del melón en macrotúnel.....	3
2.1.1.1 Conductividad eléctrica.....	4
2.1.1.2 pH.....	4
2.2 FITOREGULADORES DE CRECIMIENTO.....	5
2.2.1 Hormonas Y desarrollo vegetal.....	5
2.2.1.1 Auxinas.....	5
2.2.1.2 Giberelinas.....	6
2.2.1.3 Citocininas.....	7
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 UBICACIÓN.....	9
3.2 INVERNADERO.....	9
3.3 HORMONAS.....	9
3.4 VARIEDADES.....	10
3.5 MANEJO.....	10
3.5.1 Diseño y elaboración de cama de siembra.....	10
3.5.2 Sistema de riego.....	10
3.5.3 Siembra y transplante.....	10
3.5.4 Proporciones del sustrato.....	11
3.5.5 Tutorado y poda.....	11
3.5.6 Control de malezas.....	11
3.5.7 Control fitosanitario.....	11

3.5.8	Cosecha.....	12
3.6	PLANES DE FERTILIZACIÓN.....	12
3.6.1	Plan de fertilización de las Islas Canarias-Receta (I).....	12
3.6.2	Solución hidropónica (II).....	13
3.6.3	Plan de fertilización ZECI (III).....	15
3.6.4	Método de extracción de nutrientes (IV).....	16
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
3.7.1	Hormonas.....	17
3.7.2	Variedades.....	17
3.7.3	Planes de fertilización.....	17
3.8	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	17
3.9	VARIABLES EVALUADAS.....	17
3.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	18
3.11	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	18
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1	RESULTADOS AGRONÓMICOS.....	19
4.1.1	Producción total.....	19
4.1.1.1	Rendimiento total (t/ha) total.....	19
4.1.1.2	Número de frutos totales por planta.....	19
4.1.2	Producción comercial.....	20
4.1.2.1	Rendimiento comercial (t/ha).....	20
4.1.2.2	Número de frutos comerciales (miles/ha).....	20
4.1.2.3	Peso promedio del fruto comercial (kg).....	20
4.1.2.4	Número de frutos comerciales por planta.....	21
4.1.3	Producción no comercial.....	21
4.1.3.1	Rendimiento no comercial (t/ha).....	21
4.1.3.2	Número de frutos no comerciales por planta.....	21
4.1.4	Relación diámetro polo/ecuador.....	21
4.1.5	Grados brix.....	21
4.1.6	Porcentaje del rendimiento no comercial en cada uno de los tratamientos y en comparación con el rendimiento total.....	22
4.1.7	Efecto de los tratamientos en la absorción foliar.....	23
4.2	RESULTADOS ECONÓMICOS.....	24
4.2.1	Presupuestos diferenciales.....	24
4.2.2	Análisis de dominancia.....	25
4.2.3	Análisis marginal.....	27
4.2.4	Análisis de rentabilidad.....	28
5	CONCLUSIONES.....	30
6	RECOMENDACIONES.....	31
7	BIBLIOGRAFÍA.....	32
8	ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1	Aplicaciones contra plagas y enfermedades.....	12
2	Plan de fertilización de las Islas Canarias (lunes, miércoles y viernes).....	13
3	Plan de fertilización de las Islas Canarias (martes, jueves y sábado).....	13
4	Cantidad de fertilizante a utilizar en melón desde trasplante hasta cuajado de los primeros frutos.....	14
5	Cantidad de fertilizante a utilizar en melón desde el cuajado de los primeros frutos hasta tamaño normal de fruto.....	14
6	Cálculo de la cantidad de fertilizante a utilizar en melón desde tamaño normal de fruto hasta fin de ciclo.....	14
7	Requerimientos nutricionales del cultivo de melón establecidos por la ZECI.....	15
8	Plan de fertilización utilizado en la ZECI.....	15
9	Requerimientos nutricionales del cultivo de melón.....	16
10	Cantidades de fertilizantes aplicados por el método de extracción.....	16
11	Efecto de cuatro planes de fertilización en el peso promedio del fruto comercial (kg) de dos variedades de melón en Zamorano.....	20
12	Efecto del comportamiento varietal en la redondez del fruto.....	21
13	Efecto varietal, hormonal y entre los planes de fertilización en los grados brix.....	22
14	Porcentaje del peso no comercial en cada uno de los tratamientos.....	23
15	Presupuestos diferenciales para las variedades, hormonas de crecimiento y planes de fertilización en melón.....	25
16	Análisis de dominancia para las variedades, hormonas de crecimiento y planes de fertilización en el cultivo de melón.....	26
17	Análisis de retorno marginal para el cultivo de melón.....	27
18	Rentabilidad obtenida en los tratamientos.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1	Análisis de dominancia del ensayo.....	27
---	--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Fórmula estructural auxina (Ácido indolacético).....	34
2	Fórmula estructural giberelina.....	34
3	Fórmula estructural citocinina.....	34
4	Croquis de los tratamientos en el macrotúnel B.....	35
5	Resultado de análisis de agua potable Zona III.....	36
6	Resultado de análisis del extracto de saturación en agua en medios de crecimiento.....	37
7	Resultado de análisis foliar melón.....	38
7a	Referencia para el rango de disponibilidad de nutrientes para la interpretación de análisis foliares en melón.....	39
8	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable peso total.....	40
9	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable frutos totales por planta.....	40
10	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable peso comercial.....	40
11	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable número de frutos comerciales.....	41
12	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable peso promedio del fruto comercial....	41
13	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable número de frutos comerciales por planta.....	41
14	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable Peso no comercial.....	42
15	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable número de frutos no comerciales por planta.....	42
16	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable relación diámetro polo/ecuador.....	42
17	Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable grados brix.....	43
18	Costos comunes de los diferentes tratamientos.....	44
19	Resumen de los costos diferenciales en cada uno de los tratamientos.....	45
19a	Costos diferenciales para variedad Magellan con Biozyme® - Receta.....	46
19b	Costos diferenciales para variedad Magellan sin	

	Biozyme [®] -Receta.....	46
19c	Costos diferenciales para variedad Durango con Biozyme [®] -Receta.....	47
19d	Costos diferenciales para variedad Durango sin Biozyme [®] -Receta.....	47
19e	Costos diferenciales para variedad Magellan con Biozyme [®] -Solución.....	48
19f	Costos diferenciales para variedad Magellan sin Biozyme [®] -Solución.....	48
19g	Costos diferenciales para variedad Durango con Biozyme [®] -Solución.....	49
19h	Costos diferenciales para variedad Durango sin Biozyme [®] -Solución.....	49
19i	Costos diferenciales para variedad Magellan con Biozyme [®] -ZECI.....	50
19j	Costos diferenciales para variedad Magellan sin Biozyme [®] -ZECI.....	50
19k	Costos diferenciales para variedad Durango con Biozyme [®] -ZECI.....	51
19l	Costos diferenciales para variedad Durango sin Biozyme [®] -ZECI.....	51
19m	Costos diferenciales para variedad Magellan con Biozyme [®] -Extracciones.....	52
19n	Costos diferenciales para variedad Magellan sin Biozyme [®] -Extracciones.....	52
19o	Costos diferenciales para variedad Durango con Biozyme [®] -Extracciones.....	53
19p	Costos diferenciales para variedad Durango sin Biozyme [®] -Extracciones.....	53

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo intensivo de hortalizas tiene como uno de sus principales objetivos el incremento de los rendimientos para poder cubrir los costos totales del cultivo y generar una ganancia neta considerable. Una de las principales opciones a esta temática es la agricultura de precisión, que hoy en día está contribuyendo fuertemente para que la disponibilidad de alimento sea suficiente para la humanidad.

Según Weaver (1989), existen sustancias que se encuentran en forma natural en la planta, translocándolas a otras partes en concentraciones mínimas e influyendo en el desarrollo y crecimiento de la misma. Todo tipo de sustancias de la planta que regulan el crecimiento de la misma recibe el nombre de fitohormonas. Estas sustancias además pueden ser sintéticas, ya que son desarrolladas en laboratorio.

En los vegetales las fitohormonas pertenecen a tres grandes grupos: auxinas, giberelinas y citocininas (Rojas, 1978). Cada una controla naturalmente una función específica de la planta, logrando un equilibrio en todo su proceso fisiológico para que al final complete su ciclo de vida mediante la producción de frutos con sus respectivas semillas logrando autoperpetuar la especie.

Otro factor importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas son los requerimientos nutritivos, es decir la necesidad que tiene la planta de obtener los nutrientes requeridos para cada estado fisiológico en que se encuentre y poder completar su ciclo de vida. Actualmente con el desarrollo de nuevas tecnologías para la producción de cultivos intensivos se maneja riegos localizados que permiten un mejor uso y distribución del agua junto con los nutrientes requeridos por la planta, logrando una optimización de ambos recursos. Según Namesny *et al.* (1997), en los riegos localizados de alta frecuencia, a la aportación de nutrientes junto con el agua de riego se la denomina fertirrigación.

Estableciéndose en el ámbito regional, el cultivo de melón (*Cucumis melo*) tiene un alto valor económico en el mercado. Debido a que su precio es de suma importancia en el mercado nacional e internacional, se están afinando métodos o prácticas por medio de la aplicación de fitohormonas y nuevos sistemas de fertirrigación en donde el rendimiento del cultivo se vea afectado con un aumento sustancial, para que sea de mayor provecho para la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI).

Algunos de los productores de melón en Honduras incluyen dentro de su paquete tecnológico la aplicación de fitohormonas, junto con los tradicionales métodos de fertilización en donde su principal función es aumentar el crecimiento y número de frutos dando como resultado un mayor rendimiento en cosecha. Se evaluó primeramente el

efecto de una fitohormona compuesta Biozyme[®] (auxina, giberelina y citocinina) que pueda provocar un aumento de los grados brix, floración, cuaje y maduración de los frutos, dando un aumento de la calidad del fruto y disminución en el porcentaje de aborción natural de flores por planta. Como segundo parámetro se evaluó el uso de cuatro planes de fertirrigación y determinar cual se adapta mejor a las condiciones existentes en nuestro medio provocando un aumento significativo de los rendimientos.

En el Valle del Yeguaré, específicamente en el área de la ZECI se ha observado dos variedades de Melón (Durango y Magellan) de Seminis Inc. (2700 Camino del Sol Oxnard, California 93030-7967 USA, (805) 647-1572) en donde sus altos rendimientos representan una oportunidad para la aplicación de fitohormonas y nuevos planes de fertilización determinando su posible efecto en el rendimiento de las dos variedades. Se hizo una comparación entre la aplicación y no aplicación de la fitohormona compuesta Biozyme[®] para evaluar el número de frutos por planta, peso de los frutos, diámetro y largo de los frutos comerciales. Por medio del presente estudio se desea establecer un plan de manejo mejorado del cultivo (fitohormonas, fertilización y variedades) para que en un período de mediano o largo plazo sea establecido dentro de las prácticas de manejo normal de la ZECI.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el uso de fitohormonas y planes de fertilización sobre los rendimientos de melón.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar los rendimientos agronómicos y económicos del uso de fitohormonas y planes de fertilización en cada variedad de melón.
- Evaluar el efecto de las fitohormonas en los grados brix del fruto.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CULTIVO DE MELÓN

El melón (*C. melo*) parece ser una especie originaria del África Tropical, donde es posible encontrar una gran variabilidad de formas. Centros secundarios de diversificación bien caracterizados estarían en India, China, Irán, Afganistán y Pakistán. A pesar de no considerarse un centro primario de origen, es en la India donde se puede encontrar una mayor variabilidad genética para los melones cultivados, además de encontrarse allí un buen número de formas silvestres que no serían más que formas asilvestradas de cultivares locales (Namesny *et al.*, 1997).

El melón pertenece a la familia de las cucurbitáceas, considerándose planta herbácea cuyo sistema radicular está bien desarrollado. Sus tallos pueden ser rastreros o trepadores, en función de los zarcillos y son vellosos al igual que sus hojas (Namesny *et al.*, 1997). Las flores pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las flores masculinas aparecen en los tallos primarios; las femeninas y hermafroditas aparecen en tallos secundarios y terciarios, pero siempre acompañados de flores masculinas. Las plantas en relación con las flores que producen son monoicas y andromonoicas (Namesny *et al.*, 1997).

La forma del fruto en las variedades Cantaloupe es esférica, piel de color pardo, fuertemente reticulados, pulpa color asalmonado y fondo amarillo.

2.1.1 Nutrición del melón en macrotúnel

Según Namesny *et al.* (1997), con el cultivo de melón bajo macrotúnel se pretende ante todo adelantar la recolección, con una buena calidad de fruto en lo que respecta principalmente al aspecto externo, color y contenido de azúcar. Se deben de desarrollar técnicas de manejo de macrotúnel y del propio cultivo que le proporcione a la planta condiciones óptimas para su correcto desarrollo y crecimiento.

Según Namesny *et al.* (1997), cuando el cultivo es hidropónico se deben de realizar mediciones diarias del volumen de agua de drenaje, pH y conductividad. Tanto el porcentaje de drenaje como la composición de la solución nutritiva variará en función del estadio del cultivo y de las condiciones climáticas.

El conocimiento de la composición química del agua de riego, será imprescindible para saber la cantidad de elementos nutrientes que aporta, salinidad, niveles de iones tóxicos

que pueden afectar a la productividad del cultivo y reacciones con los fertilizantes. Los nutrientes aportados por el agua de riego deben ser tenidos en cuenta y detraídos de las cantidades totales a aportar (Namesny *et al.*, 1997).

Entre los factores que se consideran imprescindibles en cuanto a la medición diaria en el cultivo están:

2.1.1.1 Conductividad Eléctrica. Las plantas consumen aproximadamente un 90 por ciento de agua y un 10 por ciento de sales minerales. Cuando las plantas consumen la solución nutritiva, ésta tiende a experimentar un aumento de concentración de sales, lo que provoca una elevación osmótica (o espesamiento), dificultando la absorción por parte de la raíz. La finalidad de medir la Conductividad Eléctrica es conocer la cantidad de sales contenidas o sólidos disueltos en el agua, en partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/l), considerando que el peso de la solución es proporcional a la conductividad en milimhos (mmhos), por unidad de volumen en centímetros (Samperio, 1999).

Un milimhos/cm es la medida que permite conocer la conductividad. Para la correcta elaboración de la solución nutritiva debe ajustarse la lectura del conductímetro, de 1.50 a 2.50 (máximo 3.50) milimhos/cm; si se excede esta concentración, las plantas pueden sufrir graves daños (Samperio, 1999).

Un incremento en la salinidad, si se presentase, puede ser prevenido, o corregido, mediante lixiviación controlada. La lixiviación con agua de buena calidad hasta conseguir un volumen de lixiviado equivalente al volumen del contenedor, debería controlar el problema de la salinidad (Cadahia, 2000).

2.1.1.2 pH. Las plantas pueden sobrevivir en un amplio intervalo de pH del sustrato sin sufrir desórdenes fisiológicos aparentes, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren en forma asimilable. No obstante, el crecimiento y el desarrollo de las plantas se ven reducidos de modo marcado en condiciones de acidez o alcalinidad extremas (Cadahia, 2000).

El pH ejerce sus efectos principales sobre la asimilabilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica. Bajo condiciones de cultivo intensivo, se recomienda mantener el pH del sustrato en un intervalo reducido (Cadahia, 2000).

La asimilabilidad de los elementos nutritivos es afectada de modo marcado por el pH. Con pH de 5.0 a 6.5, la mayoría de los nutrientes mantienen su máximo nivel de asimilabilidad. Por debajo de pH=5.0 pueden presentarse deficiencias de N, K, Ca, Mg, B, etc., mientras que por encima de pH= 6.5 puede disminuir la asimilabilidad de P, Fe, B, Zn y Cu. Los óxidos metálicos (de Fe, Mn, Cu, Zn, etc.) se hacen solubles al bajar el pH (por debajo de 5.0), pudiendo llegar a resultar fitotóxicos (Cadahia, 2000).

2.2 FITORREGULADORES DE CRECIMIENTO

2.2.1 Hormonas y desarrollo vegetal

El desarrollo del individuo vegetal o animal incluye dos procesos: un aumento de tamaño o masa, llamado crecimiento, que podemos medir en centímetros o gramos, y un cambio interno, un “hacerse viejo”, llamado diferenciación o maduración, que no sabemos medir con precisión. En el desarrollo toman parte factores químicos llamados fitohormonas que influyen tanto en el crecimiento como en la diferenciación. En los vegetales las fitohormonas pertenecen a tres grandes grupos: auxinas, giberelinas y citocininas (Rojas, 1978).

Los procesos de crecimiento de la planta pueden controlarse mediante la acción combinada de varias hormonas. La cantidad de división y expansión celular es controlada por los niveles variables de hormonas promotoras e inhibidoras que regulan el crecimiento vegetal. Los inhibidores inmóviles, presentes en órganos como las yemas, restringen su crecimiento, mientras permiten que otros órganos crezcan en forma normal. Hay condiciones ambientales, como la iluminación y la temperatura, que modifican el crecimiento al cambiar la proporción de las diferentes hormonas presentes en los tejidos. Estas variables pueden afectar la síntesis, transporte e inactivación de las hormonas (Weaver, 1989).

2.2.1.1 Auxinas. Auxina es un término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes (Weaver, 1989).

Las auxinas son fitohormonas cuya acción fisiológica básica es sobre el mensaje genético contenido en el ADN, determinando que la planta sintetice proteínas y enzimas nuevas cambiando su química y fisiología. Existen varias auxinas naturales, siendo la principal el ácido indolacético (AIA), y muchas más sintéticas, incluyendo las de acción herbicida (Rojas, 1978).

Las enzimas responsables de la biosíntesis del AIA son mucho más activas en los tejidos jóvenes de la planta, así como en los meristemas apicales de la raíz, hojas y frutas en crecimiento. En estos tejidos se localizan las más altas concentraciones de AIA (Maas, s.f.).

Entre los efectos fisiológicos y bioquímicos producidos por las auxinas están¹:

- Estimula el crecimiento apical de las plantas, debido a que la mayor concentración se encuentra en los meristemos de las hojas específicamente.
- Desarrollo floral
- Maduración de los frutos
- Enraizamiento
- Inhibe la senescencia de flores y frutos
- Retarda la maduración del fruto
- Modificación de la expresión sexual (mayor número de flores femeninas en plantas cucurbitáceas)

Según Mass (s.f.), entre otros de los efectos producidos por las auxinas están:

- Estimula la producción de etileno en altas concentraciones
- Estimula la diferenciación del xilema y floema
- Puede inhibir o promover (vía etileno) la caída de flores y frutos

Evaluaciones realizadas por Maroto *et al.* (1997), aplicaciones de Procarpil (PCP) un tipo de producto auxínico provoca la formación parcial de frutos partenocarpicos en pepino dulce (*Solanum muricatum* Ait.). La línea utilizada en este ensayo fue SE-22, que no produjo un aumento en los rendimientos en comparación con el tratamiento control.

Según Belabkir *et al.* (1998), las aplicaciones de ácido naftalenacético (ANA) puede lograr incrementos en el número de frutos comerciales por hectárea en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) hasta en un 33%, en comparación con el tratamiento control (no aplicación del producto).

La estructura molecular de la auxina se puede ver en el anexo 1.

2.2.1.2 Giberelinas. Según Stodola (1958, citado por Weaver, 1989), las giberelinas son producto del crecimiento del hongo *Giberella fujikuroi*, en un medio líquido. Los primeros trabajos japoneses se realizaron en cultivos superficiales, pero posteriormente se desarrollaron técnicas que aplican la fermentación profunda, mediante agitación y aireación, que se emplea en la producción de antibióticos. Los investigadores japoneses obtuvieron la giberelina A, una mezcla de GA₁, GA₂ y GA₃.

La giberelina puede definirse como un compuesto que tiene un esqueleto de gibane y estimula la división o la prolongación celular (Weaver, 1989)

Las giberelinas tienen como acción básica modificar el mensaje genético que lleva el ARN. Cuando falta, se presenta el síntoma típico de falta de amilasa en la planta, enzima que deshace al almidón, lo cual permite utilizarlo para obtener energía. Otro síntoma típico es de promover el crecimiento en las variedades enanas. También es típico que con

¹ Miselem. 2002. Clase de Producción de Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Zamorano, Honduras.

aplicación de giberelina las plantas puedan florecer en condiciones inadecuadas de horas de luz o de frío (Rojas, 1978).

El ácido giberélico presenta los siguientes efectos fisiológicos y bioquímicos en las plantas²:

- Alargamiento de los tallos, debido a la multiplicación celular
- Puede sustituir el estímulo de frío en el cultivo de papa para inducir floración
- Desarrollo de los frutos
- Rompe la dormancia en semillas que requieren de estratificación o el estímulo de la luz para poder germinar
- Puede inducir partenocarpia en el desarrollo de frutos (sin semilla)
- Retarda la caída de flores y frutos en plantas

Estudios realizados por Southwick y Glozer (2000), determinaron que la aplicación de giberelinas en árboles jóvenes de fruta hueso aumenta el número de frutos comerciales, mediante la reducción del número de flores por árbol. Esto se debe a que estas especies de árboles producen abundantes flores dando lugar a altas cantidades de frutos formados por árbol, provocando frutos de tamaño reducido que en términos de calidad no es deseable en el mercado.

Según Belakbir (1998), aplicaciones de ácido giberélico (GA₃) incrementa los niveles de calcio en chile jalapeño en comparación con aplicaciones de Biozyme[®]. El calcio es primordial ya que juega un papel importante en el mejoramiento de la firmeza del fruto, por medio del mantenimiento de la estabilidad e integridad de la pared celular.

Evaluaciones realizadas por Belakbir (1998), determinó que aplicaciones realizadas con GA₃ provocó aumento en las concentraciones de ácido ascórbico y cítrico en frutos de Chile jalapeño, debido a que se observó una tendencia en la disminución del pH en las plantas tratadas.

La estructura molecular de la giberelina se puede ver en el anexo 2.

2.2.1.3 Citocininas. Según Weaver (1989), las citocininas están compuestas por adenina el cual promueve la división celular y tienen otras similares funciones con la cinetina. La cinetina fue la primera citocinina descubierta y fue nombrada así por la habilidad del compuesto de promover división celular. La forma más común que la citocinina ocurre en la planta se le denomina zeatina, proveniente del maíz (*Zea mays*).

Las citocininas también interfieren con el ADN y tiene como síntomas típicos el promover la división celular y retardar los síntomas de senectud en la planta por lo que se le llama hormona juvenil (Rojas, 1978).

² Miselem. 2002. Clase de Producción de Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Zamorano, Honduras.

Las citocininas producen los siguientes cambios fisiológicos y bioquímicos en las plantas³:

- Estimula el crecimiento de las yemas laterales de las plantas
- Promueve la división celular
- Induce la morfogénesis (iniciación de raíces y formación de yemas) en cultivo de tejidos
- Controla el proceso de germinación
- Determina la arquitectura de la planta
- Controla el movimiento de gases a través de la planta
- Estimula el desarrollo y desprendimiento de los frutos

La estructura molecular de las citocininas se puede ver en el anexo 3.

Según Rojas (1978), de los tres grupos hormonales tratados en este trabajo, cada uno con varias hormonas individuales y con características específicas, las observaciones sobre el desarrollo han hecho evidente que las hormonas no actúan de manera independiente, sino que se conjuntan formando un sistema regulador en cada uno de los procesos del desarrollo de la planta (germinación, floración, etc.).

La fecundación no es solamente un fenómeno genético, sino también fisiológico. Además de contener el gameto masculino el polen también lleva al ovario, hormonas, principalmente auxínicas y enzimas y la función de las células representa para el ovario un “shock” que lo estimula a desarrollarse “prender” o asentarse y transformarse en fruto y el óvulo fecundado en semilla. Toda la planta responde a este cambio y empiezan a movilizarse nutrientes de las hojas, tallo y raíz a los frutillos en formación (Rojas, 1978).

Puede suceder que el polen germine y llegue hasta el ovario sin que ocurra fecundación, o sea, sin que se fusionen los gametos masculino y femenino. En este caso no hay formación de embrión ni, por tanto, de semilla y, al poco tiempo, la flor cae; lo mismo ocurre en casos en que hay fecundación; pero luego, por causas climáticas o de otra índole, aborta el embrión (Rojas, 1978).

El principal factor que lleva a la flor a asentarse y transformarse en fruto son las fitohormonas. Algunas plantas responden bien a las auxinas, otras a la giberelina. El desarrollo del fruto como el de toda la planta incluye el fenómeno de crecimiento y el de maduración; auxinas y giberelinas intervienen primordialmente para el crecimiento y el etileno para la maduración (Rojas, 1978).

Evaluaciones realizadas por Belakbir *et al.* (1998), determinaron que las aplicaciones del producto Biozyme[®] aumentó el número de frutos comerciales por hectárea en el cultivo de chile jalapeño (*C. annuum* L.) en un 29%, en comparación con el tratamiento control. Cabe resaltar que se observaron diferencias significativas en la producción de frutos no comerciales (39%) en contraste con otros reguladores como el ANA, GA₃ y el tratamiento control.

³ Miselem. 2002. Clase de Producción de Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Zamorano, Honduras

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El cultivo de melón se estableció en el invernadero B de zona III perteneciente a la ZECI, que se encuentra a 30 kilómetros (Km) de Tegucigalpa a una latitud 14° norte y 87° longitud oeste, en el valle del Yeguaré, Francisco Morazán. El valle del Yeguaré posee una temperatura promedio anual de 24° Celsius a una elevación de 800 msnm con una precipitación anual de 1100 mm. De acuerdo con la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge el Valle del Yeguaré se cataloga como bosque seco subtropical (Holdridge, 1982)

3.2 INVERNADERO

Invernadero a modo de macrotúnel ubicado de este a oeste, cubierto con polietileno transparente, 90 m de largo y 10 m de ancho, para un área total de 900 m². Parte frontal y trasera cubiertas con malla antiáfidos al igual que las secciones laterales el primer metro desde la base.

3.3 HORMONAS

Se utilizó el compuesto tri-hormonal Biozyme[®] (Grupo Bioquímico Mexicano. Saltillo, Coahuila. México. C.P. 25290 Tel. 52 (8) 415-21-31, 52 (8) 415-08-84 y FAX 52 (8) 415-20-95), que contiene tres diferentes fitohormonas biológicamente activas, entre ellas: ácido indolacético (auxina), giberelinas y zeatina (citocinina). El producto utilizado es líquido para tratamiento foliar, cuyas épocas de aplicación son al inicio de la floración y repetir a la aparición de los frutillos. Se utilizó la dosis media recomendada por el fabricante (475 ml/ha).

La aplicación del producto se hizo con una bomba de mochila de espalda (40-60 psi), con un volumen de 15 litros de agua. La dosis por hectárea recomendada por el fabricante es de 475 ml, que en un área de 210 m² (área del tratamiento) resultó en 9.98 ml. La primera aplicación se hizo 23 días después del trasplante en el invernadero, época en la cual el 50% de la población a ser tratada tenía desarrollado las primeras flores femeninas. La segunda aplicación se realizó 30 días después del trasplante cuando el 50% de la población a ser tratada empezaba a formar fruto (cuajado).

La composición del producto se describe a continuación:

Ingredientes activos	% en peso
Microelementos (equivalente a 19.34 gr/l).....	1.86
Manganeso (Mn) 0.12%, Zinc (Zn) 0.37%, Fierro (Fe) 0.49%	
Magnesio (Mg) 0.14%, Boro (B) 0.30%, Azufre (S) 0.44%	
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas...	78.87
Giberelinas.....32.2 ppm (Equivalente a 0.031 gr/l)	
Ácido indolacético.....32.2 ppm (Equivalente a 0.031 gr/l)	
Zeatina.....83.2 ppm (Equivalente a 0.083 gr/l)	
Ingredientes inertes	
Diluyentes y acondicionadores.....	19.27

3.4 VARIEDADES

Las variedades de melón tipo Cantaloupe que se utilizaron son Magellan y Durango de Seminis Inc. (2700 Camino del Sol Oxnard, California 93030-7967 USA, (805) 647-1572).

3.5 MANEJO

3.5.1 Diseño y elaboración de cama de siembra

Debido a que las cantidades de agua aplicadas junto con los planes de fertilización provocaban excesiva humedad, se diseñó la cama de siembra en forma de cuneta que ayudó a evacuar los excedentes del fertirriego al final del macrotúnel. Las camas de siembra fueron revestidas con plástico negro, evitando así el crecimiento de malezas y facilitación de la conducción del agua de drenaje.

3.5.2 Sistema de riego

El sistema de riego fue por goteo localizado a través de microtubos cuya descarga fue de 4 litros/hora, cada uno fue separado 0.4 m, uno en cada planta. Un día antes de transplante se regó hasta que el medio llegara a capacidad de campo.

3.5.3 Siembra y transplante

El 17 de junio de 2002 se sembraron 448 semillas de variedad Durango y Magellan respectivamente.

El 28 de junio de 2002 se transplantaron de cada variedad 448 plántulas para un total de 896 plántulas en 448 m². Las plántulas de melón fueron transplantadas a bolsas plásticas color negro de 0.019 m³ de capacidad y 5 milésimas de pulgada de grosor. El distanciamiento entre bolsas es de 0.4 m, con una distancia de 2.5 m entre centro de cama y cama; a doble hilera por cama para una población final de 20,000 plantas/ha.

3.5.4 Proporciones del sustrato

El medio de crecimiento está compuesto por casulla, compost y arena. La proporción del medio fue de 5:4:1, respectivamente. El medio de crecimiento fue sometido a un proceso de pasteurización, alcanzando temperaturas mayores a 50 °C durante un período de tres horas. Este proceso de pasteurización se hizo con el fin de eliminar organismos patógenos y semillas de malezas que pudieran alterar y provocar daños al cultivo una vez establecido.

3.5.5 Tutorado y poda

El cultivo fue tutorado y podado 2-3 veces por semana, a partir de la formación de las primeras yemas axilares y se dejó la guía 9, 11 y 13. Se colocó colmenas de abejas para la polinización, a razón de dos colmenas por 900 m² a los 23 días después de transplante.

3.5.6 Control de malezas

Tomando como criterio mantener el cultivo libre de malezas se realizaron deshierbas manuales en las bolsas de crecimiento y se hizo uso del azadón en el caso de los caminos entre las camas y contornos internos del macrotúnel.

3.5.7 Control fitosanitario

Para evitar el ataque de insectos cortadores se colocaron cebos elaborados con maíz molido y un insecticida específico. En la etapa de crecimiento vegetativo se presentó el ataque de ácaros y “damping off”.

Aproximadamente a los 60 días después del transplante (floración –cuajado) se presentó un ataque de Mildew lanoso (*Pseudoperonospora cubensis*) atacando severamente la cama donde se encontraba el plan de fertilización de las Islas Canarias (repetición 1) en ambas variedades de melón con la aplicación y no aplicación de Biozyme[®]. Este problema fue controlado con la poda manual de las hojas infectadas con el hongo.

Los productos que se utilizaron en las diferentes etapas de aplicación se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Aplicaciones contra plagas y enfermedades.

Etapas	Problema fitosanitario	Producto aplicado/dosis
Crecimiento vegetativo	Ácaros	Vertimec 20 cc/20 l agua
Crecimiento vegetativo	Bacterias	Terramicina 32 g/16 l agua
Floración	Bacterias	Terramicina 23 g/18 l agua

3.5.8 Cosecha

La primera cosecha comenzó a los 57 días después de transplante, durando 21 días y realizando 18 cosechas.

3.6 PLANES DE FERTILIZACIÓN

Se evaluaron cuatro planes de fertilización, en donde cada uno estaba asignado a una cama de cultivo respectivamente. Los planes de fertilización que se usaron fueron: plan de fertilización en fincas de producción de las Islas Canarias (I), solución hidropónica (II), plan utilizado en la ZECI (III), como parámetro de comparación y el método de extracción de nutrientes del cultivo (IV).

En el sistema de riego se adicionaron las mezclas de fertilizantes a través de un sistema Venturi. Para cada plan de fertilización tomaba aproximadamente 45 minutos en aplicar la dosificación a cada cama del cultivo.

Debido a que la solución hidropónica se realizó con base en la Conductividad Eléctrica (CE) del agua de entrada de riego, se utilizó un conductímetro para medir la cantidad de sales presentes en el agua de entrada, como en la solución de drenaje. De la misma manera se realizó la medición de pH en ambos sitios.

3.6.1 Plan de fertilización de las Islas Canarias-Receta (I)

En fincas de producción bajo invernadero se utilizaba un fertirriego calendarizado que consistía en aplicar nitrato de potasio, nitrato de amonio, fosfato monoamónico y sulfato de magnesio los días lunes, miércoles y viernes de cada semana (Cuadro 2). En cambio, los días martes, jueves y sábado se aplicaban Nitrato de potasio y Nitrato de Calcio (Cuadro 3). Esto se hizo con el fin de no crear formación de precipitados o yeso (sulfato de calcio) al momento de mezclar sulfato de magnesio junto con el nitrato de calcio.

Cuadro 2. Plan de fertilización de las Islas Canarias (lunes, miércoles y viernes).

Etapa	Días	Semanas	Fertilizantes (g/planta/día)*			
			Nitrato de potasio	Nitrato de amonio	Sulfato de magnesio	Fosfato monoamónico
Transplante-cuajado	0-35	5	0.10	0.20	0.10	0.40
Cuajado-fin de ciclo	35-95	9	0.40	0.20	0.10	0.20

*El número total de plantas por cama fue de 432, sembradas a doble hilera

Cuadro 3. Plan de fertilización de las Islas Canarias (martes, jueves y sábado).

Etapa fenológica	Días	Semanas	Fertilizantes (g/planta/día)*	
			Nitrato de potasio	Nitrato de calcio
Transplante-cuajado	0-35	5	0.2	0.6
Cuajado-fin de ciclo	35-95	9	0.4	0.6

*El número total de plantas por cama fue de 432, sembradas a doble hilera

Se decidió aplicar este tratamiento debido a su gran eficacia en cuanto a los buenos rendimientos obtenidos en las fincas de producción bajo invernadero de las Islas Canarias. Además, debido a la no disponibilidad de equipo especializado para realizar las mezclas de los fertilizantes simultáneamente, evitando la formación de precipitados que afectaran la calidad de la solución nutritiva ⁴.

3.6.2 Solución hidropónica (II)

La solución hidropónica se realizó de acuerdo con la cantidad de sales y nutrientes contenidos en el agua potable de riego (Anexo 5); las exigencias o necesidades nutricionales del cultivo de melón en mili-equivalentes por litro (meq/l) durante las tres fases de crecimiento en que fue dividido (transplante-cuajado, cuajado-tamaño normal del fruto y tamaño normal del fruto-fin de ciclo) y la cantidad de nutrientes que no eran aportados por el agua potable de riego que fueron adicionados mediante el uso de fertilizantes solubles (Cuadro 4, 5 y 6).

Debido a que en sistemas de producción donde se utilizan soluciones de hidroponía, se necesita de una alta frecuencia de riego y equipo automatizado para poder distribuir uniformemente todos los fertilizantes y que la planta tenga la oportunidad de asimilarlos de una forma eficiente. Es por eso que se decidió dividir la aplicación de la solución

⁴ Hasing y Morán. 2002. Planes de fertilización (entrevista). Zamorano, Honduras.

madre/día en dos fertirriegos que se hicieron en la mañana y tarde. El volumen de agua en la solución que se utilizó en cada fertirriego fue de 10 l que fueron aplicados en la mañana y en la tarde haciendo un volumen final de 20 l.

Cuadro 4. Cantidad de fertilizante a utilizar en melón desde transplante hasta cuajado de los primeros frutos

Fertilizante	Solución	
	Madre (g/20 l/día)	Riego (g/10 l)*
Nitrato de potasio	253.7	126.85
Nitrato de calcio	300.7	150.36
Fosfato monoamónico	74.9	37.45
Sulfato de magnesio	138.0	69.00

*volumen solución riego = 10 litros de agua/aplicación

Cuadro 5. Cantidad de fertilizante a utilizar en melón desde el cuajado de los primeros frutos hasta tamaño normal de fruto

Fertilizante	Solución	
	Madre (g/20 l/día)	Riego (g/10 l)*
Nitrato de potasio	308.7	154.37
Nitrato de calcio	312.0	156.00
Fosfato monoamónico	77.7	38.85
Sulfato de magnesio	143.2	71.59

*volumen solución riego = 10 litros de agua/aplicación

Cuadro 6. Cálculo de la cantidad de fertilizante a utilizar en melón desde tamaño normal de fruto hasta fin de ciclo.

Fertilizante	Solución	
	Madre (g/20 l/día)	Riego (g/10 l)*
Nitrato de potasio	420.0	209.98
Nitrato de calcio	270.5	135.27
Sulfato de magnesio	159.5	79.73

*volumen solución riego = 10 litros de agua/aplicación

El número de plantas que se fertirrigó con esta cantidad de fertilizantes fue de 432 en un área de 225 m² puestas a doble hilera, es decir 216 plantas en una sola hilera.

3.6.3 Plan de fertilización ZECI (III)

La ZECI ha hecho uso del fertilizante urea (46-0-0) para la fase de crecimiento vegetativo del cultivo y nitrato de calcio, CaNO_3 (15% N y 19% Ca). El elemento Ca es el responsable de la formación de frutos (cuajado), por lo que es de gran importancia aplicar las cantidades requeridas por el cultivo para evitar la aborción de flores y ausencia de formación de frutos que disminuirían los rendimientos considerablemente.

Mediante experiencias vividas y previa información, el cuerpo técnico de la ZECI ha establecido requerimientos nutritivos del cultivo de melón, que puede lograr unos rendimientos de 30 t/ha (Cuadro 7).

De acuerdo con los requerimientos del cultivo y disponibilidad de nutrientes en el medio de crecimiento se determinó las cantidades a suplir de cada elemento (Cuadro 8).

Cuadro 7. Requerimientos nutricionales del cultivo de melón establecidos por la ZECI.

Elementos	Cantidades (Kg/ha)
N	300
P_2O_5	105
K_2O	325
Ca	574

Cuadro 8. Plan de fertilización utilizado en la ZECI.

Etapa fonológica	Días	Fertilizante (g/planta/día)*	
		Urea (46-0-0)	Ca (NO_3) ₂
Crecimiento vegetativo	0-20	0.18	0
Cuajado del fruto	20-39	0.32	0
Fruto formado	39-60	0.11	1.0
Cosecha	60-85	0	1.0

* El número total de plantas por cama fue de 432, sembradas a doble hilera.

3.6.4 Método de extracción de nutrientes (IV)

Se realizó análisis de medio de crecimiento utilizando el método de extracto de saturación en agua, para determinar la cantidad de nutrientes disponibles y de acuerdo a los requerimientos del cultivo se estableció la diferencia a aplicar (Anexo 6). Este tipo de análisis sirvió de parámetro para los planes de fertilización III y IV.

Según Rincón *et al.* (1996, citado por Namesny *et al.*, 1997), adaptado por el autor los requerimientos nutricionales del cultivo de melón se presentan en el cuadro 9.

De acuerdo con los fertilizantes utilizados las cantidades que se aplicaron se observan en el cuadro 10.

Cuadro 9. Requerimientos nutricionales del cultivo de melón

Fase	Días		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Ca		Mg	
	De	A	Kg/ha	g/planta/día	Kg/ha	g/planta/día	Kg/ha	g/planta/día	Kg/ha	g/planta/día	Kg/ha	g/planta/día
I*	0	26	10	0.52	1	0.052	15	0.78	14	0.73	5	0.26
II	26	47	40	2.08	5	0.26	60	3.13	60	3.13	20	1.04
III	47	58	70	3.64	16	0.83	110	5.73	56	2.92	25	1.30
IV	58	69	60	3.13	25	1.30	105	5.47	25	1.30	15	0.78
V	69	80	30	1.56	32	1.67	100	5.21	10	0.52	10	0.52
VI	80	96	15	0.78	10	0.52	60	3.13	0	0	10	0.52
Total	96		225	11.71	89	4.63	450	23.45	165	8.60	85	4.42

*I= Crecimiento vegetativo II= Floración III= Floración-formación de fruto

IV= Formación de fruto-fruto normal V= Cosecha VI= Cosecha-eliminación del cultivo

Cuadro 10. Cantidades de fertilizantes aplicados por el método de extracción.

	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V	Fase VI
Días	0-26	26-47	47-58	58-69	69-80	80-96
Fertilizantes	(g/planta/día)					
Nitrato de potasio	0.062	0.310	1.087	1.037	0.988	0.407
Nitrato de calcio	0.158	0.840	1.496	0.668	0.267	0.0
Sulfato de magnesio	0.096	0.476	1.136	0.681	0.454	0.312
Nitrato de amonio	0.0	0.0	0.0	0.041	0.0	0.0
Fosf. monoamónico	0.003	0.019	0.119	0.186	0.238	0.051

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se eligió trabajar con el diseño de parcelas sub-divididas estableciendo cuatro repeticiones en orden ascendente desde la entrada del macrotúnel. Las sub-parcelas (parámetro de mayor importancia) estaban compuestas por las hormonas en cada una de las variedades, siendo la parcela principal los cuatro planes de fertilización. Los siguientes parámetros fueron los componentes del arreglo estadístico:

3.7.1 Hormonas

Se utilizó el producto Biozyme[®], que fue aplicado y no aplicado a cada variedad dentro de cada plan de fertilización.

3.7.2 Variedades

Se evaluaron dos variedades tipo Cantaloupe de Seminis Inc. : Magellan y Durango.

3.7.1 Planes de fertilización

Se emplearon cuatro planes de fertilización: plan de fertilización de las Islas Canarias (I), solución hidropónica (II), plan de fertilización ZECI (III) y método de extracción de nutrientes del cultivo (IV).

3.8 UNIDAD EXPERIMENTAL

Estaba conformada por una parcela de 14 plantas en un área de 7 m² (2.5 m de ancho y 2.8 m de largo).

Se establecieron todos los tratamientos en cada una de las camas (planes de fertilización), junto con las dos variedades de melón para poder evaluar el efecto de las hormonas y tener toda la posible combinación de los factores en estudio (Anexo 4).

3.9 VARIABLES EVALUADAS

Todas las variables que se evaluaron se tomaron en la etapa de cosecha durante la jornada de la mañana, en donde únicamente los grados brix se evaluaron en la Planta Hortofrutícola por razones de higiene y sanitización del producto.

Las variables que se evaluaron son:

- Rendimiento total (t/ha) .
- Número de frutos comerciales (miles/ha).
- Rendimiento comercial (t/ha).
- Rendimiento no comercial (t/ha).
- Peso promedio por fruto comercial (kg).
- Relación diámetro polos/ecuador (cm) de los frutos comerciales, para determinar la redondez.
- Grados brix.
- Número de frutos totales por planta.
- Número de frutos comerciales por planta.
- Número de frutos no comerciales por planta.
- Porcentaje de peso no comercial en cada uno de los tratamientos y en comparación con el peso total.
- Efecto de los tratamientos en la absorción foliar.

Los datos de pesos comerciales y no comerciales fueron evaluados con una balanza romana con capacidad de 50 kg. Los grados brix fueron tomados con un refractómetro de mano (Reichert-Jung. Cambridge Instruments Inc. Buffalo, New York 14215. USA) y los diámetros con Pie de Rey (cm).

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El programa estadístico que se utilizó fue el “Statistical Analysis System” (SAS[®] 8.0).

Hipótesis:

H₀: No se observó diferencia entre los tratamientos aplicados.

H_A: Existe al menos una diferencia entre los tratamientos aplicados

3.11 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se utilizaron los parámetros establecidos por el método de presupuestos parciales del CIMMYT (1988) que determina lo siguiente:

- Presupuestos diferenciales
- Análisis de dominancia
- Análisis de retorno marginal
- Análisis de rentabilidad

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS AGRONÓMICOS

Debido a la poca interacción que existió entre los factores (variedades, hormona y fertilización) se decidió realizar un análisis de separación de medias para cada factor individualmente mediante la prueba SNK ($P \leq 0.05$). El rendimiento promedio obtenido en el ensayo tomando en cuenta todos los tratamientos fue de 37.7 t/ha, en comparación con rendimientos anteriormente obtenidos por la ZECI de 30.3 t/ha dando un indicio de algún aumento en los rendimientos de melón.

Para cada variable en estudio se observó un mínimo de 50% de ajuste de los datos a una función lineal, pudiendo significar que el modelo se adaptó y explicó la mayoría de los datos presentados en el estudio.

4.1.1 Producción total

4.1.1.1 Rendimiento total (t/ha). No se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre planes de fertilización con o sin la aplicación de Biozyme[®] en las dos variedades de melón (Anexo 8).

A pesar de que en la solución hidropónica se hicieron aportaciones constantes de potasio y calcio en forma de nitrato de potasio y de calcio respectivamente (KNO_3 y CaNO_3) a lo largo del ciclo de cultivo, especialmente en la fase de maduración en donde éstos dos elementos tienen una gran influencia en el llenado y translocación de azúcares dentro del fruto, no pudo lograr diferencias significativas con respecto a los demás planes de fertilización.

4.1.1.2 Número de frutos totales por planta. No se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre planes de fertilización con o sin la aplicación de Biozyme[®] en las dos variedades de melón (Anexo 9).

Namesny *et al.* (1997), afirma que la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados provocan un desarrollo vegetativo excesivo de la planta dando lugar a un pobre cuajado de los frutos. Esto se pudo dar en el plan de fertilización ZECI ya que su fertilización se basó únicamente en urea y nitrato de calcio, sin aportaciones de fósforo y potasio que son esenciales durante la época de floración a cuajado, además el medio de crecimiento presentó una serie desbalances nutricionales (exceso de nutrientes) que no le permiten a la

planta asimilar estos elementos de una forma adecuada según el análisis del extracto de saturación en agua en medios de crecimiento.

4.1.2 Producción comercial

4.1.2.1 Rendimiento comercial (t/ha). No se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los planes de fertilización, dos variedades de melón y en el uso o no del producto hormonal Biozyme[®] (Anexo 10).

4.1.2.2 Número de frutos comerciales (miles/ha). No se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el número de frutos comerciales obtenidos por hectárea entre planes de fertilización y las dos variedades de melón con o sin la aplicación de Biozyme[®] (Anexo 11).

4.1.2.3 Peso promedio del fruto comercial (kg). Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre variedades y en los planes de fertilización (Anexo 12). La variedad Durango presentó un 13% más de kg que la Magellan y a nivel de planes de fertilización la ZECI, solución hidropónica y extracciones no fueron diferentes estadísticamente presentando en promedio 22% más de kg en promedio que la Receta (Cuadro 11).

Existe una relación en cuanto al peso de los frutos obtenidos por planta, debido a que entre más frutos posea una planta su peso se verá reducido, ya que existe una mayor demanda de nutrientes por cada fruto formado. Es en este caso, que el plan de fertilización ZECI tuvo la tendencia de poseer frutos con un mejor peso, debido que tenía más capacidad de poder desarrollarlos por tener menos frutos por planta.

Cuadro 11. Efecto de cuatro planes de fertilización en el peso promedio del fruto comercial (kg) de dos variedades de melón en Zamorano.

		Peso promedio de fruto comercial (kg/fruto)
Variedades	Variable	
	Durango	1.28 a*
	Magullan	1.13 b
Fertilización	ZECI	1.29 a
	Soln. Hidropónica	1.26 a
	Extracciones	1.23 a
	Receta	1.03 b
CV(%)		12.83
Media (kg/fruto)		1.20±0.15

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba SNK a $P \leq 0.05$.

4.1.2.4 Número de frutos comerciales por planta. Para esta variable no se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los planes de fertilización, variedades con o sin la aplicación de Biozyme® (Anexo 13).

4.1.3 Producción no comercial

4.1.3.1 Rendimiento no comercial (t/ha). Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre bloques únicamente (Anexo 14). Esta diferencia se puede haber presentado por la diferencia de presión existente en el sistema, sumado que el ensayo se ubicó en la primera mitad del macrotúnel en donde la presión del agua era mayor. Según afirma Namesny *et al.* (1997), un exceso de agua o nitrógeno durante la maduración puede aumentar el peligro de rajado de los frutos.

4.1.3.2 Número de frutos no comerciales por planta. Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre bloques únicamente (Anexo 15).

4.1.4 Relación diámetro polo/ecuador

Se detectó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre variedades únicamente (Anexo 16). La variedad Durango presentó una forma más ovalada en comparación con la variedad Magellan presentando una forma más redonda (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto del comportamiento varietal en la redondez del fruto.

	Variable	Redondez del fruto ?
Variedades	Durango	1.19 a*
	Magullan	1.11 b
	CV(%)	2.15
	Media	1.15±0.02

? Entre más cercano sea el índice a uno, significa que su forma es redonda.

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba SNK a $P \leq 0.05$.

4.1.5 Grados brix

Se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la cantidad de sólidos disueltos entre variedades, con o sin la aplicación de Biozyme® y planes de fertilización (Anexo 17). La variedad Durango superó en 0.79 grados brix a la Magellan; mediante la aplicación de la hormona Biozyme® se logró un incremento de 0.64 grados brix en promedio en ambas variedades y mediante el plan de fertilización se presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

entre el método de extracciones y la solución hidropónica, logrando superar la primera con 1.36 grados de diferencia (Cuadro 13).

Según Baixauli (1995, citado por Namesny *et al.*, 1997), durante la fase de maduración del fruto la conductividad eléctrica de un plan de fertilización y, en particular, la solución hidropónica se debe aumentar para lograr un incremento en el contenido de azúcares. Esto puede explicar que el método de extracciones a pesar de no ser un plan de fertilización hidropónico, pero debido a que las cantidades de sales aportadas por el mismo eran mayores en comparación con los demás planes pudo causar un efecto en el aumento de los grados brix del fruto.

El bajo nivel de los grados brix de la solución hidropónica se pudo deber a que diariamente se realizaron dos aplicaciones de fertirriego por día, provocando un lavado de las sales aportadas por los fertilizantes como ser potasio, que es el responsable de la translocación de azúcares y llenado del fruto de las raíces hacia el mismo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en chile jalapeño por Belakbir *et al.* (1998), mediante la aplicación del producto Biozyme® se logró un incremento en el contenido de sólidos solubles. En este ensayo con melón, se observó un resultado similar logrando un aumento en los grados brix, mediante la aplicación de dicho producto.

Cuadro 13. Efecto varietal, hormonal y entre los planes de fertilización en los grados brix.

	Variable	Grados brix
Variedades	Durango	8.92 a*
	Magullan	8.13 b
Hormonas	Biozyme®	8.85 a
	Sin Biozyme®	8.21 b
Fertilización	Extracciones	9.25 a
	ZECI	8.57 b
	Receta	8.40 b
	Soln. Hidropónica	7.89 b
	CV(%)	11.98
	Media (kg/fruto)	8.53±1.02

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba SNK a $P \leq 0.05$.

4.1.6 Porcentaje del rendimiento no comercial en cada uno de los tratamientos y en comparación con el rendimiento total.

En promedio el plan de fertilización por el método de extracción de nutrientes presentó el más alto porcentaje de frutos no comerciales (5.91%), seguido de la receta (4.62%), ZECI (4.54%) y la menor que fue la solución hidropónica con un 2.44%, ocasionado posiblemente a que esta última presentó el mayor número de frutos totales y comerciales

por planta en porcentaje. En general el ensayo presentó un 4% de rendimiento no comercial en comparación con el rendimiento total obtenido (Cuadro 14).

Cuadro 14. Porcentaje del peso no comercial en cada uno de los tratamientos.

Tratamiento			Peso no comercial (t/ha)	Peso total (t/ha)	%
Variedad	Hormona	Fertilización			
Durango	-Biozyme [®]	ZECI	1.26	33.76	3.73
Durango	+Biozyme [®]	ZECI	1.78	40.90	4.35
Magellan	-Biozyme [®]	ZECI	1.11	33.21	3.34
Magellan	+Biozyme [®]	ZECI	2.07	29.61	7.00
Promedio			1.56	34.37	4.54
Durango	-Biozyme [®]	Extracciones	1.71	34.21	5.00
Durango	+Biozyme [®]	Extracciones	2.26	32.64	6.92
Magellan	-Biozyme [®]	Extracciones	2.19	35.90	6.10
Magellan	+Biozyme [®]	Extracciones	1.88	33.50	5.61
Promedio			2.01	34.06	5.91
Durango	-Biozyme [®]	Soln Hidr.	0.93	46.14	2.01
Durango	+Biozyme [®]	Soln Hidr.	1.57	39.79	3.94
Magellan	-Biozyme [®]	Soln Hidr.	0.38	49.14	0.77
Magellan	+Biozyme [®]	Soln Hidr.	1.47	43.54	3.38
Promedio			1.09	44.65	2.44
Durango	-Biozyme [®]	Receta	2.40	40.71	5.90
Durango	+Biozyme [®]	Receta	0.47	38.21	1.23
Magellan	-Biozyme [®]	Receta	1.69	35.90	4.71
Magellan	+Biozyme [®]	Receta	2.36	35.57	6.63
Promedio			1.73	37.60	4.62
Promedio Total					4.38

4.1.7 Efecto de los tratamientos en la absorción foliar

Se realizó un análisis foliar a los 35 días después del transplante en la época de formación de frutillos. Se recolectó la quinta hoja a partir del ápice, haciendo un total de 12 hojas por tratamiento. Se enviaron a laboratorio ocho muestras debido a que se tomó hojas de ambas variedades de melón para los cuatro planes de fertilización con y sin Biozyme[®].

Los tratamientos que presentaron los mejores niveles de absorción de nutrientes foliares fueron los planes de fertilización solución hidropónica y ZECI con y sin Biozyme[®] (Anexo 7).

No necesariamente una planta con los mismos niveles foliares de nutrientes tiene o presenta los mismos rendimientos que otra, en este caso el caso el plan ZECI en comparación con la solución hidropónica. Además pudo existir un efecto de dilución de los nutrientes en las plantas que recibieron la fertilización ZECI, debido a que estas eran

menos vigorosas y con menos frutos por planta, lo que pudo provocar una mayor concentración de nutrientes en sus tejidos tanto del aporte de los fertilizantes como del medio de crecimiento; en cambio en la solución hidropónica presentó plantas mucho más vigorosas, pero el aporte de nutrientes fue superior en diversidad y cantidad.

Hay un componente cualitativo de las fuentes de fertilizante que pudo hacer una diferencia significativa en cuanto al rendimiento, ya que en el plan ZECI únicamente se utilizó urea y nitrato de calcio a lo largo del ciclo del cultivo; en cambio la solución hidropónica aportó elementos como el S y Mg (SO_4Mg) que mejoraron la capacidad fotosintética y tejido de las plantas; el K (KNO_3) que determinó una mejor hidratación de la planta y resistencia a las altas temperaturas⁵.

4.2 RESULTADOS ECONÓMICOS

4.2.1 Presupuestos diferenciales

Éste es un análisis de los costos y beneficios en donde nos permite determinar los valores de cada uno de los tratamientos que se están evaluando. Los costos comunes son aquellos que se incurrieron en todos los tratamientos (Anexo 18). Los costos diferenciales son aquellos que se diferenciaron en cada uno de los 16 tratamientos evaluados (Anexo 19).

El rendimiento comercial fue ajustado según el CIMMYT (1988), con un 10% por efectos de variación en un ensayo experimental en comparación con los obtenidos en el campo y así ofrecer datos mucho más reales.

El precio promedio que se utilizó para determinar el beneficio bruto fue de L. 3.3/kg (L. 3,300/t), el cual era utilizado por la ZECI como precio de transferencia durante los meses de agosto-septiembre.

El tratamiento que presentó mayores beneficios netos diferenciales fue la variedad Magellan, sin Biozyme[®] en la solución hidropónica; mientras que la variedad Durango, con Biozyme[®] plan extracciones, presentó el más bajo del ensayo (Cuadro 15).

⁵ Gaugel. 2002. Nutrición de melón (entrevista). Laboratorio de Suelos. Zamorano. Honduras.

Cuadro 15. Presupuestos diferenciales para las variedades, hormonas de crecimiento y planes de fertilización en melón.

Tratamiento			Rendimiento comercial	Rendimiento comercial ajustado	Beneficio bruto	Costo diferencial	Beneficio neto diferencial
Variedad	Hormona	Fertilización	(t/ha)	(t/ha)	(L/ha)*	(L/ha)**	(L/ha)***
Magellan	+Biozyme®	Receta	33.21	29.89	98,637	22,009	76,628
Magellan	+Biozyme®	Soln. Hidr.	42.07	37.86	124,938	36,598	88,340
Magellan	+Biozyme®	ZECI	27.54	24.79	81,807	13,666	68,141
Magellan	+Biozyme®	Extracciones	31.64	28.48	93,984	30,458	63,526
Magellan	-Biozyme®	Receta	34.21	30.79	101,607	21,468	80,139
Magellan	-Biozyme®	Soln. Hidr.	48.79	43.91	144,903	36,057	108,846
Magellan	-Biozyme®	ZECI	32.11	28.90	95,370	13,125	82,245
Magellan	-Biozyme®	Extracciones	33.71	30.34	100,122	29,917	70,205
Durango	+Biozyme®	Receta	37.76	33.98	112,134	21,342	90,792
Durango	+Biozyme®	Soln Hidr.	38.21	34.39	113,487	35,931	77,556
Durango	+Biozyme®	ZECI	39.14	35.23	116,259	12,999	103,260
Durango	+Biozyme®	Extracciones	30.40	27.36	90,288	29,791	60,497
Durango	-Biozyme®	Receta	38.33	34.50	113,850	20,801	93,049
Durango	-Biozyme®	Soln. Hidr.	45.21	40.69	134,277	35,390	98,887
Durango	-Biozyme®	ZECI	32.50	29.25	96,525	12,458	84,067
Durango	-Biozyme®	Extracciones	32.50	29.25	96,525	29,250	67,275

* Precio de L. 3.3/kg de melón (L. 3,300/t)

** Ver anexo 19

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US dólar.

4.2.2 Análisis de dominancia

Según el análisis los tratamientos que resultaron dominantes dentro del plan de fertilización ZECI fueron la variedad Durango sin Biozyme®, seguido de la misma variedad, pero con la aplicación del compuesto hormonal; en la solución hidropónica el único tratamiento que resultó dominante fue la variedad Magellan sin Biozyme®, donde este último presentó los mayores beneficios netos diferenciales dentro del ensayo.

Los demás tratamientos resultaron dominados debido a que se utilizó diferentes fertilizantes que en términos de nutrición eran los que más produjeron aumentos significativos en los rendimientos, pero en cuanto a costos no resultaron factibles debido a que provocaron un aumento considerable de los mismos, logrando un margen de utilidad menor (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de dominancia para las variedades, hormonas de crecimiento y planes de fertilización en el cultivo de melón.

Variedad	Tratamientos Hormona	Fertilización	Costo diferencial (L/ha)	Beneficio neto diferencial (L/ha)*	Dominancia
Durango	-Biozyme [®]	ZECI	12,458	84,067	DOMINANTE
Durango	+Biozyme [®]	ZECI	12,999	103,260	DOMINANTE
Magellan	-Biozyme [®]	ZECI	13,125	82,245	Dominado
Magellan	+Biozyme [®]	ZECI	13,666	68,141	Dominado
Durango	-Biozyme [®]	Receta	20,801	93,049	Dominado
Durango	+Biozyme [®]	Receta	21,342	90,792	Dominado
Magellan	-Biozyme [®]	Receta	21,468	80,139	Dominado
Magellan	+Biozyme [®]	Receta	22,009	76,628	Dominado
Durango	-Biozyme [®]	Extracciones	29,250	67,275	Dominado
Durango	+Biozyme [®]	Extracciones	29,791	60,497	Dominado
Magellan	-Biozyme [®]	Extracciones	29,917	70,205	Dominado
Magellan	+Biozyme [®]	Extracciones	30,458	63,526	Dominado
Durango	-Biozyme [®]	Soln Hidr.	35,390	98,887	Dominado
Durango	+Biozyme [®]	Soln Hidr.	35,931	77,556	Dominado
Magellan	-Biozyme [®]	Soln Hidr.	36,057	108,846	DOMINANTE
Magellan	+Biozyme [®]	Soln Hidr.	36,598	88,340	Dominado

*Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US dólar.

El análisis de dominancia consiste en determinar o seleccionar los tratamientos que presentan un aumento en sus beneficios netos marginales, a medida se presente un incremento en sus costos diferenciales con el objetivo de poder lograr un mejor rendimiento en los cultivos (Ver figura 1).

Como se observa en la figura 1, los puntos identificados con un triángulo representan los tratamientos dominantes del ensayo, debido que están ubicados en la parte tanto superior e izquierda del gráfico⁶. Esto nos indica que el primer tratamiento (Durango, sin Biozyme[®]-ZECI) con un beneficio neto diferencial de L. 84,067, a pesar que no domina los otros dos tratamientos dominantes, logró un dominio en todos aquellos que tuvieron beneficios netos marginales menores con un mayor costo diferencial; de igual manera el segundo tratamiento dominante (Durango, Con Biozyme[®] plan ZECI) con L. 103,260 de beneficios, domina al primero, pero no al número quince (Magellan, sin Biozyme[®]-Soln Hidr.), ya que este último logró el mayor beneficio neto marginal dentro del ensayo de L. 108,846.

⁶ Vanegas. 2002. Análisis de Dominancia (entrevista). Carrera de Agronegocios. Zamorano. Honduras.

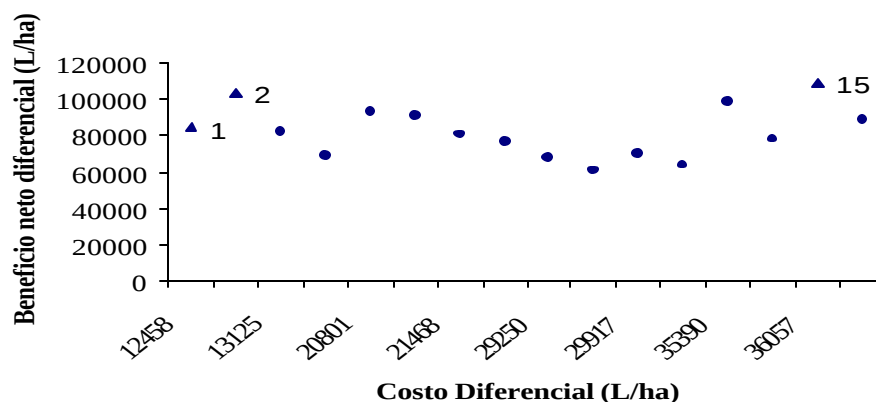


Figura 1. Análisis de dominancia del ensayo.

1= Durango sin Biozyme® ZECI 2= Durango con Biozyme® ZECI 15= Maguellan sin Biozyme® Soln Hidr.

4.2.3 Análisis marginal

Dentro del plan de fertilización ZECI, al cambiar de la variedad Durango sin Biozyme® a la misma variedad pero con la aplicación del compuesto hormonal, por cada lempira invertido se obtuvo el mismo lempira más L. 35.48 adicionales (Cuadro 17).

Para realizar un cambio de plan de fertilización de la ZECI con Biozyme® en la variedad Durango, a una solución hidropónica sin Biozyme® con la variedad Magellan, por cada lempira que se invirtió se obtuvo el mismo lempira más 24.22 centavos. Esto nos indica que debido a los altos costos de fertilización en que se incurrió en la solución hidropónica (aumentando tres veces más en promedio), no permitieron lograr tener ganancias atractivas a pesar de los altos rendimientos que se lograron (Cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis marginal para el cultivo de melón.

Tratamiento			Costo	Costo	Beneficio	Beneficio	Tasa de
Variedad	Hormona	Fertilización	diferencial	marginal	neto	neto	retorno
				(L/ha)	diferencial	marginal	marginal
Durango	-Biozyme®	ZECI	12,458		84,067		
				541		19,193	3,548
Durango	+Biozyme®	ZECI	12,999		103,260		
				23,058		5,586	24.22
Magellan	-Biozyme®	Soln Hidr.	36,057		108,846		

4.2.4 Análisis de rentabilidad

En el plan de fertilización ZECI, la variedad Durango con Biozyme[®] presentó la más alta rentabilidad del 0.2%, en comparación con los otros tratamientos que no generaron ganancias. Es decir que por cada lempira de inversión que se realizó, se obtuvieron 0.2 centavos de ganancia (Cuadro 18).

En el plan de fertilización receta, no se presentaron ganancias en cada uno de sus tratamientos. Esto se pudo deber a que los rendimientos obtenidos no lograron cubrir los altos costos en que se incurrió en el uso de los diferentes fertilizantes aplicados a lo largo del ciclo de cultivo (Cuadro 18).

En el plan de fertilización por el método de extracciones, ninguna de las variedades con o sin la aplicación de Biozyme[®] presentaron ganancias. Esto se pudo deber a que los rendimientos comerciales obtenidos en comparación con la ZECI fueron menores en promedio a una tonelada, sumado que los costos totales superaron en promedio L. 17,000 más que la ZECI (Cuadro 18).

En la solución hidropónica la variedad Magellan sin la aplicación de Biozyme[®] presentó la más alta rentabilidad del ensayo (4%), en comparación con la misma variedad con la aplicación de Biozyme[®] y la variedad Durango con y sin la aplicación del producto hormonal. Además este tratamiento presentó los rendimientos comerciales mayores del ensayo permitiéndole obtener dicha rentabilidad (Cuadro 18).

Cuadro 18. Rentabilidad obtenida en los tratamientos.

Tratamiento			Costo común	Costo diferencial	Costo total	Rendimiento comercial ajustado	Beneficio (L/ha)		Rentabilidad
Variedad	Hormona	Fertilización	(L/ha)	(L/ha)	(L/ha)	(t/ha)	Bruto*	Neto**	%
Durango	-Biozyme [®]	ZECI	103,198	12,458	115,442	29.25	96,525	(18,917)	0
Durango	+Biozyme [®]	ZECI	103,198	12,999	115,983	35.23	116,259	276	0.2
Magellan	-Biozyme [®]	ZECI	103,198	13,125	116,109	28.90	95,370	(20,739)	0
Magellan	+Biozyme [®]	ZECI	103,198	13,666	116,650	24.79	81,807	(34,843)	0
Durango	-Biozyme [®]	Receta	103,198	20,801	123,785	34.50	113,850	(9,935)	0
Durango	+Biozyme [®]	Receta	103,198	21,342	124,326	33.98	112,134	(12,192)	0
Magellan	-Biozyme [®]	Receta	103,198	21,468	124,452	30.79	101,607	(22,845)	0
Magellan	+Biozyme [®]	Receta	103,198	22,009	124,993	29.89	98,637	(26,356)	0
Durango	-Biozyme [®]	Extracciones	103,198	29,250	132,234	29.25	96,525	(35,709)	0
Durango	+Biozyme [®]	Extracciones	103,198	29,791	132,775	27.36	90,288	(42,487)	0
Magellan	-Biozyme [®]	Extracciones	103,198	29,917	132,901	30.34	100,122	(32,779)	0
Magellan	+Biozyme [®]	Extracciones	103,198	30,458	133,442	28.48	93,984	(39,458)	0
Durango	-Biozyme [®]	Soln. Hidr.	103,198	35,390	138,374	40.69	134,277	(4,097)	0
Durango	+Biozyme [®]	Soln. Hidr.	103,198	35,931	138,915	34.39	113,487	(25,428)	0
Magellan	-Biozyme [®]	Soln. Hidr.	103,198	36,057	139,041	43.91	144,903	5,862	4
Magellan	+Biozyme [®]	Soln. Hidr.	103,198	36,598	139,582	37.86	124,938	(14,644)	0

* Precio de L. 3.3/kg de melón (L. 3,300/t).

** Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

5. CONCLUSIONES

- Ningún plan de fertilización presentó diferencias significativas en rendimiento total y comercial, número de frutos totales y comerciales por planta y hectárea.
- La variedad Durango presentó más peso de fruto individual.
- En la variable grados brix la variedad Durango fue más dulce que la variedad Magellan.
- La aplicación del producto Biozyme[®] logró un incremento de grados brix.
- El método de extracción de nutrientes presentó más grados brix.
- Estadísticamente, no se presentaron diferencias significativas de interacciones entre variedad, hormona y plan de fertilización, debido a que solamente los planes de fertilización presentaron efectos significativos en las variables evaluadas.
- El plan de fertilización Receta presentó menos peso de fruto en comparación con los demás planes de fertilización.
- En porcentaje el plan de fertilización por el método de extracciones, presentó las mayores pérdidas de frutos no comerciales.
- La mayor rentabilidad obtenida en el ensayo fue por la solución hidropónica en comparación con el plan ZECI.
- El tratamiento que produjo un retorno marginal mayor en el ensayo fue la variedad Durango con Biozyme[®] plan ZECI.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación de la dosificación y frecuencia de aplicación del producto Biozyme[®], debido a que en el ensayo solo se aplicó la dosis recomendada por el fabricante.
- Evaluar diferentes fórmulas de soluciones hidropónicas y así determinar cuál produce los mejores rendimientos agroeconómicos bajo las condiciones que se presentan en Zamorano.
- Diseñar y establecer un sistema de reciclaje de la solución de drenaje, para evitar pérdidas considerables de los fertilizantes y así poder lograr un mejor aprovechamiento de los mismos viéndose una reducción en los costos.
- Utilizar goteros autocompensados para evitar las diferencias de presión en el sistema de riego.
- Se recomienda que en posteriores evaluaciones se aumente el número de observaciones, repeticiones y reducir el número de tratamientos a evaluar por facilidad de detección de diferencias significativas.
- Realizar un estudio sobre análisis foliares, con el objetivo de determinar si existe un efecto de los planes de fertilización y el uso de hormonas de crecimiento en la capacidad de absorción foliar de la planta de melón.

7. BIBLIOGRAFÍA

BELAKBIR, A.; ROMERO, L.; RUIZ, M. 1998. Yield and Fruit Quality of Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Response to Bioregulators. HortScience 33(1): 85-86.

BENTON, J.; WOLF, B.; MILLS, H. 1991. Plant Analysis Handbook. Micromacro Publishy Inc. 179 p.

CADAHIA, C. 2000. Fertirrigación, Cultivos Hortícolas y Ornamentales. 2da. edición. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. 475 p.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Ed. Rev. México. 79 p.

HOLDRIGE, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. de la 1ª. Edición inglesa por Humberto Jimenez Saa. San José, C.R. IICA. 216 p

MAROTO, J.; GALARZA, S.; PASCUAL, B.; BONO, M.; BAUTISTA, A.; ALAGARDA, J. 1997. Procarpil Enhances Earliness and Parthenocarp of Pepino (*Solanum muricatum* Ait.). HortScience 32(1): 133.

MASS, K. s.f. Plant Hormones and Growth Regulatory Substances. Northern Illinois University, USA. Consultado 26 agosto de 2002. Disponible en: <http://www.plant-hormones.bbsrc.ac.uk/education/Kenhp.htm>

NAMESNY, A.; RINCON, S.; TORRES, J.; ALVAREZ, J.; CORTES, V.; PARDO, J. 1997. Melones. Compendio de Horticultura # 10. Ediciones de horticultura. Madrid, España. 277 p.

ROJAS, M. 1978. Manual Teórico-Práctico de herbicidas y fitoreguladores. Editorial Limusa. México. 115 p.

SAMPERIO, G. 1999. Hidroponía Comercial. Editorial Diana. México, DF. 172 p.

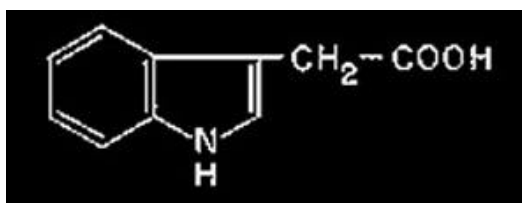
SAS Institute. 1999. SAS[®] user guide: Static versión 8.0 Edition. SAS Institute Inc., Carry, N.Y.

SOUTHWICK, M.; GLOZER, K. 2000. Reducing Flowering with Gibberellins to Increase Fruit Size in Stone Fruit Trees: Applications And Implications in Fruit Production. HortTechnology 10 (4): 744-751.

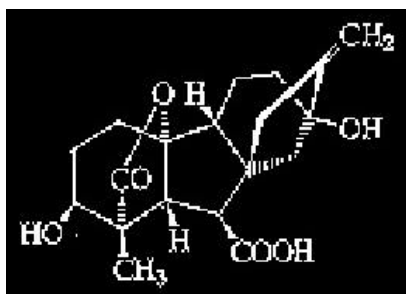
WEAVER, R. 1989. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Sexta reimpresión. Editorial Trillas. México, D. F. 622 p.

8. ANEXOS

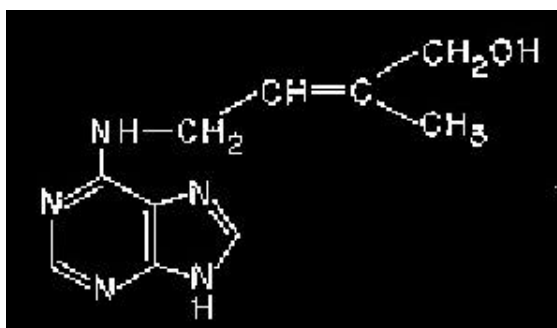
Anexo 1. Fórmula estructural auxina (Ácido indolacético).



Anexo 2. Fórmula estructural Giberelina.



Anexo 3. Fórmula estructural Citocinina.



Anexo 4. Croquis de los tratamientos en el macrotúnel B

Solución		Receta		Hidropónica		ZECI		Extracciones	
11.2 m	↓	Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme	REPETICIÓN 1
		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme	
		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme	
		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme	
	↓	Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme	REPETICION 2
		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme	
		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme	
		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme	
14 plantas	↓	Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme	REPETICION 3
		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme	
		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme	
		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme	
	↓	Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme	REPETICION 4
		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme	
		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme		Durango+Biozyme		Maguellan- Biozyme	
		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme		Durango- Biozyme		Maguellan+Biozyme	

Anexo 5. Resultado del análisis de agua potable Zona III.

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA
LABORATORIO DE SUELOS

RESULTADO DE ANÁLISIS DE AGUA

1 de julio de 2002

Solicitante: Tomás Hasing

lab. 625

Muestra: Agua potable

CATIONES	Mg/l	Meq/l
Calcio	2.6	0.13
Magnesio	0.85	0.07
Potasio	8.6	0.22
Sodio	11.5	0.50
NH ₄ ⁺	1.8	0.10
Boro	0.03	0.01
Suma	25.39	1.03
Relación C.E./suma de cationes:80.58		

ANIONES	Mg/l	Meq/l
Cloruros	15.95	0.45
Sulfatos	20.17	0.42
Carbonatos	0.00	0.00
Bicarbonatos	3.05	0.05
NO ₃ ⁻	5.20	0.10
PO ₄ ³⁻	0.00	0.00
Suma	45.38	1.02
Relación C.E./suma de aniones:81.37		

Interpretación de resultados

PH.....	4.34 Muy ácido
C.E.....	83 µmhos/cm. No hay problema de salinización
Sales totales (mg/l).....	53.12
Presión osmótica (atm).....	0.03
SAR.....	1.58 Sin riesgo de alcalinización
Dureza (grados franceses).....	2 agua muy dulce
Normas Riverside,	C1S1
Blaseo, Rubia	Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje. Aguas con bajo contenido en sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.
Relación Ca/Mg.....	1.85 Agua buena
Fitotoxicidad por boro.....	No hay problema
Fitotoxicidad por cloro.....	No hay problema
Fitotoxicidad por sodio.....	Sin problema en riego por aspersión
	No hay problema en riegos de superficie

Responsable: _____

Ing. Hilda Flores

Anexo 6. Resultado de análisis del extracto de saturación en agua en medios de crecimiento.

ZAMORANO

CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

LABORATORIO DE SUELOS

Resultado de análisis del extracto de saturación en agua en medios de crecimiento

Fecha: 4 de julio de 2002

Solicitante: César Ventura

Interpretación

A= Alto

Muy A= Muy Alto

pH

MLA= Muy Levemente Ácido

C.E

Muy S= Muy Salino

# Lab	Muestra	PH	C.E mmhos/cm	ppm					
				Sales Solubles	N-NO ₃ ⁻	P	K	Ca	Mg
621	Medio 2 Inv. B	MLA 6.90	Muy S 8.2	Muy A 5248	Muy A 420	Muy A 28	Muy A 1275	A 287	Muy A 167
Rango óptimo		5.8-6.8	1.5-2.3	1000-1500	80-140	8-14	110-180	140-220	60-100

Responsable: _____

Ing. Hilda Flores

Anexo 7. Resultado de análisis foliar melón.

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA
LABORATORIO DE SUELOS

3 de agosto de 2002

Resultado de análisis foliar melón

Solicitante: César Ventura

# Lab	Muestra	%					ppm			
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
734	Trt. #1	2.34	0.40	3.37	1.75	0.56	7	70	82	27
735	Trt. #2	2.73	0.40	3.74	2.08	0.63	7	69	82	30
736	Trt. #3	3.89	0.43	4.77	2.55	0.79	7	87	102	31
737	Trt. #4	3.75	0.42	4.20	2.65	0.76	5	85	104	29
738	Trt. #5	3.04	0.41	4.10	2.09	0.67	5	83	110	29
739	Trt. #6	3.11	0.41	5.52	2.33	0.69	5	80	121	31
740	Trt. #7	2.54	0.34	3.41	1.88	0.61	7	77	87	27
741	Trt. #8	2.85	0.37	4.24	1.85	0.65	5	72	93	26

Trt. #1= Variedad Durango y Magellan, con Biozyme[®]-Receta

Trt. #2= Variedad Durango y Magellan, sin Biozyme[®]-Receta

Trt. #3= Variedad Durango y Magellan, con Biozyme[®]-Solución Hidr.

Trt. #4= Variedad Durango y Magellan, sin Biozyme[®]-Solución Hidr.

Trt. #5= Variedad Durango y Magellan, con Biozyme[®]-ZECI

Trt. #6= Variedad Durango y Magellan, sin Biozyme[®]-ZECI

Trt. #7= Variedad Durango y Magellan, con Biozyme[®]-Extracción

Trt. #8= Variedad Durango y Magellan, sin Biozyme[®]-Extracción

Responsable:_____

Ing. Hilda Flores

Anexo 7a. Referencia para el rango de disponibilidad de nutrientes para la interpretación de análisis foliares

Cultivo: Melón tipo Cantaloupe

Número: 12 hojas por tratamiento

Parte de la planta: Quinta hoja hacia abajo desde el ápice

Época: Fruto pequeño hasta cosecha

		BAJO	OPTIMO	ALTO
%	N	3.00-3.99	4.09-5.0	5.1-6.0
	P	0.20-0.24	0.25-0.6	0.7-1.0
	K	3.00-3.49	3.59-4.5	>4.5
	Ca	1.50-2.49	2.59-3.2	>3.2
	Mg	0.25-0.34	0.35-0.8	>0.8
ppm	Cu	4-6	7-30	>30
	Fe	40-49	50-300	>300
	Mn	40-49	50-250	>251-500
	Zn	18-19	20-200	>200

Fuente: Benton; Wolf; Mills. 1991. Plant Analysis Handbook.

Anexo 8. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable rendimiento total.

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	1739.09	64.41	2.83	0.0019	0.68	4.76
Error 1	9		94.17				
Error 2	36	818.54	22.73				
Corrección total	63	2557.63					
Fertilización	3		189.94	2.02	0.1821		
Variedad	1		12.25	0.54	0.4677		
Hormona	1		28.36	1.25	0.2715		

Anexo 9. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable frutos totales por planta.

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	8.98	0.33	2.86	0.0017	0.68	0.34
Error 1	9		0.48				
Error 2	36	4.18	0.12				
Corrección total	63	13.16					
Fertilización	3		1.01	2.12	0.1677		
Variedad	1		0.04	0.43	0.5180		
Hormona	1		0.17	1.48	0.2313		

Anexo 10. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable rendimiento comercial.

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	1887.47	69.90	3.27	0.0005	0.71	4.62
Error1	9		97.38				
Error 2	36	768.66	21.35				
Corrección total	63	2656.13					
Fertilización	3		216.70	2.23	0.1546		
Variedad	1		14.15	0.66	0.4209		
Hormona	1		37.06	1.74	0.1960		

Anexo 11. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable número de frutos comerciales (miles/ha).

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	1673.17	60.63	2.53	0.0048	0.66	4.89
Error 1	9		82.13				
Error 2	36	862.07	23.94				
Corrección total	63	2499.23					
Fertilización	3	558.79	186.26	2.27	0.1496		
Variedad	1		31.64	1.32	0.2579		
Hormona	1		31.52	1.57	0.2188		

Anexo 12. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable peso promedio del fruto comercial.

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	1.74	0.064	2.71	0.0028	0.67	0.15
Error 1	9		0.036				
Error 2	36	0.86	0.024				
Corrección total	63	2.59					
Variedad	1		0.39	16.40	0.0003		
Fertilización	3		0.22	6.12	0.0148		
Hormona	1		0.005	0.24	0.6299		

Anexo 13. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable número de frutos comerciales por planta.

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	9.76	0.36	3.22	0.0006	0.70	0.33
Error 1	9		0.50				
Error 2	36	4.04	0.11				
Corrección total	63	13.79					
Fertilización	3		1.15	2.28	0.1478		
Variedad	1		0.05	0.52	0.4759		
Hormona	1		0.22	1.96	0.1702		

Anexo 14. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable rendimiento no comercial

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	39.31	1.45	1.03	0.46	0.43	1.19
Error 1	9		0.95				
Error 2	36	51.06	1.41				
Corrección total	63	90.38					
Fertilización	3		1.17	1.23	0.3542		
Variedad	1		0.07	0.05	0.8268		
Hormona	1		0.58	0.41	0.5261		
Repetición	3		6.36	6.69	0.0114		

Anexo 15. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable número de frutos no comerciales por planta.

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	0.20	0.0075	1.04	0.4490	0.43	0.085
Error 1	9		0.0047				
Error 2	36	0.26	0.007				
Corrección total	63	0.47					
Fertilización	3		0.006	1.31	0.3312		
Variedad	1		0.0004	0.05	0.8160		
Hormona	1		0.003	0.38	0.5423		
Repetición	3		0.03	6.91	0.0104		

Anexo 16. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable relación diámetro polo/ecuador.

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	0.12	0.00453	7.42	<0.0001	0.85	0.025
Error 1	9		0.00054				
Error 2	36	0.021	0.00061				
Corrección total	63	0.1444					
Fertilización	3		0.0015	2.88	0.0954		
Variedad	1		0.1100	179.60	<0.0001		
Hormona	1		0.0000	0.02	0.8803		

Anexo 17. Resultado del análisis de varianza (ANDEVA) y sus niveles de significancia para la variable grados brix.

Concepto	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F	R ²	Sd
Modelo	27	46.38	1.71	1.64	0.0815	0.55	1.02
Error 1	9		0.52				
Error 2	36	37.63	1.04				
Corrección total	63	84.00					
Variedad	1		9.89	9.47	0.0040		
Hormona	1		6.58	6.30	0.0167		
Fertilización	3		5.00	9.57	0.0037		

Anexo 18. Costos comunes de los diferentes tratamientos

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo Por concepto (L/ha)****	%
Equipo					47,460	46
Tractor (rastreado)	Hrs	2	420.00	105 **		
Tractor (acarreo medio)	Hrs	130	135.00	2,194 **		
Invernadero	Día	82	407	33,374		
Plástico (camas)	Rollo	17	1,603	2,271 *		
Manguera de riego	m	4,444	0.76	281 *		
Microtúbulos	m	13,440	0.50	560 *		
Bolsas	Unidad	20,000	0.84	1,400 *		
Válvulas	Unidad	10	88.00	73 *		
Riego	m ³	2,460	0.85	2,091		
Pasteurización	Hrs	219	110.00	3,011 **		
Colmena de abejas	Unidad	7	300.00	2,100		
Mano de obra					40,885	39
Instalación de riego	Hrs-hm	156	11.00	1,716		
Hacer camas	Hrs-hm	656	11.00	601 *		
Emplasticar	Hrs-hm	67	11.00	61 *		
Drenaje	Hrs-hm	100	11.00	1,100		
Colocar casulla	Hrs-hm	156	11.00	215 **		
Transplante	Hrs-hm	80	11.00	880		
Aplicaciones	Hrs-hm	11	11.00	121		
Deshierba	Hrs-hm	66	11.00	726		
Operario de riego	Hrs-hm	41	11.00	451		
Mezcla de sustrato	Hrs-hm	165	11.00	227 **		
Llenado de bolsas	Hrs-hm	1,028	11.00	1,414 **		
Acarreo y colocación	Hrs-hm	350	11.00	481 **		
Mano de obra posteo	Hrs-hm	267	11.00	2,937		
Mano de obra tutorado	Hrs-hm	826	11.00	9,086		
Mano de obra podado	Hrs-hm	581	11.00	6,391		
Amarrar fruto	Hrs-hm	67	11.00	737		
Cosecha	Hrs-hm	1,171	11.00	12,881		
Eliminación del cultivo	Hrs-hm	56	11.00	616		
Tutorado					3,676	4
Tensores	Unidad	222	24.00	444 *		
Postes	Unidad	711	25.00	1,481 *		
Pie de amigo	Unidad	267	15.00	334 *		
Reglas	Unidad	711	5.00	296 *		
Alambre	Rollo	16	626.00	835 *		
Cabuya	Rollo	11	104.00	286 *		
Insumos					11,207	11
Casulla camino	m ³	22	130.00	358 **		
Casulla medio	m ³	190	130.00	3,088 **		
Compost	m ³	152	340.00	6,460 **		
Arena	m ³	38	100.00	475 **		
Vertimec	cc	222	3.21	713		
Terramicina	g	756	0.15	113		
Total costos comunes					103,198	100

* Costos divididos para 12 ciclos

** Costos divididos para 8 ciclos

*** Costos divididos para 4 ciclos

**** Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19. Resumen de los costos diferenciales en cada uno de los tratamientos.

Tratamiento			Insumos	Fertilizantes	Mano de obra	Total
Variedad	Hormona	Fertilización	(L/ha)*	(L/ha)**	(L/ha)***	(L/ha)****
Magellan	+Biozyme®	Receta	5,076	16,801	132	22,009
Magellan	+Biozyme®	Soln. Hidr.	5,076	31,390	132	36,598
Magellan	+Biozyme®	ZECI	5,076	8,458	132	13,666
Magellan	+Biozyme®	Extracciones	5,076	25,250	132	30,458
Magellan	-Biozyme®	Receta	4,667	16,801	-	21,468
Magellan	-Biozyme®	Soln. Hidr.	4,667	31,390	-	36,057
Magellan	-Biozyme®	ZECI	4,667	8,458	-	13,125
Magellan	-Biozyme®	Extracciones	4,667	25,250	-	29,917
Durango	+Biozyme®	Receta	4,409	16,801	132	21,342
Durango	+Biozyme®	Soln. Hidr.	4,409	31,390	132	35,931
Durango	+Biozyme®	ZECI	4,409	8,458	132	12,999
Durango	+Biozyme®	Extracciones	4,409	25,250	132	29,791
Durango	-Biozyme®	Receta	4,000	16,801	-	20,801
Durango	-Biozyme®	Soln. Hidr.	4,000	31,390	-	35,390
Durango	-Biozyme®	ZECI	4,000	8,458	-	12,458
Durango	-Biozyme®	Extracciones	4,000	25,250	-	29,250

- Parcelas que no fueron tratadas con Biozyme®

* Ver anexo 19a-19p

** Ver anexo 19a-19p

*** Ver anexo 19a-19p

**** Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19a. Costos diferenciales para variedad Magellan con Biozyme® - Receta

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)***	%
Insumos					5,076	23.06
Plántulas*	c/u	22,222	0.21	4,667		
Biozyme® **	cc	950	0.43	409		
Fertilizantes					16,801	76.34
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	168	4.95	832		
Nitrato de potasio	kg	522	11.00	5,742		
Nitrato de calcio	kg	504	8.40	4,234		
Fosfato monoamónico	kg	228	24.00	5,472		
Sulfato de magnesio	kg	84	6.20	521		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					132	0.60
Aplicación	Hrs-hm	12	11	132		
TOTAL					22,009	100

* Plántulas con 90% de sobrevivencia

** Dos aplicaciones de Biozyme®

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19b. Costos diferenciales para variedad Magellan sin Biozyme® - Receta

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)**	%
Insumos					4,667	21.74
Plántulas*	c/u	22,222	0.21	4,667		
Biozyme®	cc	-	-	-		
Fertilizantes					16,801	78.26
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	168	4.95	832		
Nitrato de potasio	kg	522	11.00	5,742		
Nitrato de calcio	kg	504	8.40	4,234		
Fosfato monoamónico	kg	228	24.00	5,472		
Sulfato de magnesio	kg	84	6.20	521		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					-	-
Aplicación	Hrs-hm	-	-	-		
TOTAL					21,468	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

**Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19c. Costos diferenciales para variedad Durango con Biozyme®-Receta

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)***	%
Insumos					4,409	20.66
Plántulas*	c/u	22,222	0.18	4,000		
Biozyme® **	cc	950	0.43	409		
Fertilizantes					16,801	78.72
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	168	4.95	832		
Nitrato de potasio	kg	522	11.00	5,742		
Nitrato de calcio	kg	504	8.40	4,234		
Fosfato monoamónico	kg	228	24.00	5,472		
Sulfato de magnesio	kg	84	6.20	521		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					132	0.62
Aplicación	Hrs-hm	12	11.00	132		
TOTAL					21,342	100

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

** Dos aplicaciones de Biozyme®

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19d. Costos diferenciales para variedad Durango sin Biozyme®-Receta

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)**	%
Insumos					4,000	19
Plántulas*	c/u	22,222	0.18	4,000		
Biozyme®	cc	-	-	-		
Fertilizantes					16,801	81
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	168	4.95	832		
Nitrato de potasio	kg	522	11.00	5,742		
Nitrato de calcio	kg	504	8.40	4,234		
Fosfato monoamónico	kg	228	24.00	5,472		
Sulfato de magnesio	kg	84	6.20	521		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					-	-
Aplicación	Hrs-hm	-	-	-		
TOTAL					20,801	100

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

**Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19e. Costos diferenciales para variedad Magellan con Biozyme® -Soln. Hidropónica

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)***	%
Insumos					5,076	13.87
Plántulas*	c/u	22,222	0.21	4,667		
Biozyme® **	cc	950	0.43	409		
Fertilizantes					31,390	85.77
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	-	-	-		
Nitrato de potasio	kg	1,160	11.00	12,760		
Nitrato de calcio	kg	1,137	8.40	9,551		
Fosfato monoamónico	kg	237	24.00	5,688		
Sulfato de magnesio	kg	547	6.20	3,391		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					132	0.36
Aplicación	Hrs-hm	12	11.00	132		
TOTAL					36,598	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

** Dos aplicaciones de Biozyme®

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19f. Costos diferenciales para variedad Magellan sin Biozyme® - Soln. Hidropónica

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)**	%
Insumos					4,667	12.94
Plántulas*	c/u	22,222	0.21	4,667		
Biozyme®	cc	-	-	-		
Fertilizantes					31,390	87.06
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	-	-	-		
Nitrato de potasio	kg	1,160	11.00	12,760		
Nitrato de calcio	kg	1,137	8.40	9,551		
Fosfato monoamónico	kg	237	24.00	5,688		
Sulfato de magnesio	kg	547	6.20	3,391		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					-	-
Aplicación	Hrs-hm	-	-	-		
TOTAL					36,057	100

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

**Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19g. Costos diferenciales para variedad Durango con Biozyme® - Soln. Hidropónica

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)***	%
Insumos					4,409	12.27
Plántulas*	c/u	22,222	0.18	4,000		
Biozyme® **	cc	950	0.43	409		
Fertilizantes					31,390	87.36
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	-	-	-		
Nitrato de potasio	kg	1,160	11.00	12,760		
Nitrato de calcio	kg	1,137	8.40	9,551		
Fosfato monoamónico	kg	237	24.00	5,688		
Sulfato de magnesio	kg	547	6.20	3,391		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					132	0.37
Aplicación	Hrs-hm	12	11.00	132		
TOTAL					35,931	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

** Dos aplicaciones de Biozyme®

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19h. Costos diferenciales para variedad Durango sin Biozyme® - Soln. Hidropónica

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)**	%
Insumos					4,000	11.30
Plántulas*	c/u	22,222	0.18	4,000		
Biozyme®	cc	-	-	-		
Fertilizantes					31,390	88.70
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	-	-	-		
Nitrato de potasio	kg	1,160	11.00	12,760		
Nitrato de calcio	kg	1,137	8.40	9,551		
Fosfato monoamónico	kg	237	24.00	5,688		
Sulfato de magnesio	kg	547	6.20	3,391		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					-	-
Aplicación	Hrs-hm	-	-	-		
TOTAL					35,390	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

**Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19i. Costos diferenciales para variedad Magellan con Biozyme®-ZECI

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)***	%
Insumos					5,076	37.14
Plántulas*	c/u	22,222	0.21	4,667		
Biozyme® **	cc	950	0.43	409		
Fertilizantes					8,458	61.89
Urea	kg	240	3.04	730		
Nitrato de amonio	kg	-	-	-		
Nitrato de potasio	kg	-	-	-		
Nitrato de calcio	kg	920	8.40	7,728		
Fosfato monoamónico	kg	-	-	-		
Sulfato de magnesio	kg	-	-	-		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					132	0.97
Aplicación	Hrs-hm	12	11.00	132		
TOTAL					13,666	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

** Dos aplicaciones de Biozyme®

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19j. Costos diferenciales para variedad Magellan sin Biozyme®-ZECI

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)**	%
Insumos					4,667	35.56
Plántulas*	c/u	22,222	0.21	4,667		
Biozyme®	cc	-	-	-		
Fertilizantes					8,458	64.44
Urea	kg	240	3.04	730		
Nitrato de amonio	kg	-	-	-		
Nitrato de potasio	kg	-	-	-		
Nitrato de calcio	kg	920	8.40	7,728		
Fosfato monoamónico	kg	-	-	-		
Sulfato de magnesio	kg	-	-	-		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					-	-
Aplicación	Hrs-hm	-	-	-		
TOTAL					13,125	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia.

**Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19k. Costos diferenciales para variedad Durango con Biozyme®-ZECI

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)***	%
Insumos					4,409	33.92
Plántulas*	c/u	22,222	0.18	4,000		
Biozyme® **	cc	950	0.43	409		
Fertilizantes					8,458	65.07
Urea	kg	240	3.04	730		
Nitrato de amonio	kg	-	-	-		
Nitrato de potasio	kg	-	-	-		
Nitrato de calcio	kg	920	8.40	7,728		
Fosfato monoamónico	kg	-	-	-		
Sulfato de magnesio	kg	-	-	-		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					132	1.02
Aplicación	Hrs-hm	12	11.00	132		
TOTAL					12,999	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

** Dos aplicaciones de Biozyme®

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19l. Costos diferenciales para variedad Durango sin Biozyme®-ZECI

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)**	%
Insumos					4,000	32.11
Plántulas*	c/u	22,222	0.18	4,000		
Biozyme®	cc	-	-	-		
Fertilizantes					8,458	67.89
Urea	kg	240	3.04	730		
Nitrato de amonio	kg	-	-	-		
Nitrato de potasio	kg	-	-	-		
Nitrato de calcio	kg	920	8.40	7,728		
Fosfato monoamónico	kg	-	-	-		
Sulfato de magnesio	kg	-	-	-		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					-	-
Aplicación	Hrs-hm	-	-	-		
TOTAL					12,458	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

**Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19m. Costos diferenciales para variedad Magellan con Biozyme®-Extracciones

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)***	%
Insumos					5,076	16.66
Plantulas*	c/u	22,222	0.21	4,667		
Biozyme® **	cc	950	0.43	409		
Fertilizantes					25,250	82.90
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	9	4.95	45		
Nitrato de potasio	kg	847	11.00	9,317		
Nitrato de calcio	kg	970	8.40	8,148		
Fosfato monoamónico	kg	129	24.00	3,096		
Sulfato de magnesio	kg	749	6.20	4,644		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					132	0.43
Aplicación	Hrs-hm	12	11	132		
TOTAL					30,458	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

** Dos aplicaciones de Biozyme®

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19n. Costos diferenciales para variedad Magellan sin Biozyme®-Extracciones

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)**	%
Insumos					4,667	15.60
Plántulas*	c/u	22,222	0.21	4,667		
Biozyme®	cc	-	-	-		
Fertilizantes					25,250	84.40
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	9	4.95	45		
Nitrato de potasio	kg	847	11.00	9,317		
Nitrato de calcio	kg	970	8.40	8,148		
Fosfato monoamónico	kg	129	24.00	3,096		
Sulfato de magnesio	kg	749	6.20	4,644		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					-	-
Aplicación	Hrs-hm	-	-	-		
TOTAL					29,917	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

**Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19o. Costos diferenciales para variedad Durango con Biozyme®-Extracciones

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)***	%
Insumos					4,409	14.80
Plántulas*	c/u	22,222	0.18	4,000		
Biozyme® **	cc	950	0.43	409		
Fertilizantes					25,250	84.76
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	9	4.95	45		
Nitrato de potasio	kg	847	11.00	9,317		
Nitrato de calcio	kg	970	8.40	8,148		
Fosfato monoamónico	kg	129	24.00	3,096		
Sulfato de magnesio	kg	749	6.20	4,644		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					132	0.44
Aplicación	Hrs-hm	12	11.00	132		
TOTAL					29,791	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia

** Dos aplicaciones de Biozyme®

***Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.

Anexo 19p. Costos diferenciales para variedad Durango sin Biozyme®-Extracciones

Concepto	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (L)	Costo Subtotal (L/ha)	Costo por Concepto (L/ha)**	%
Insumos					4,000	13.68
Plántulas*	c/u	22,222	0.18	4,000		
Biozyme®	cc	-	-	-		
Fertilizantes					25,250	86.32
Urea	kg	-	-	-		
Nitrato de amonio	kg	9	4.95	45		
Nitrato de potasio	kg	847	11.00	9,317		
Nitrato de calcio	kg	970	8.40	8,148		
Fosfato monoamónico	kg	129	24.00	3,096		
Sulfato de magnesio	kg	749	6.20	4,644		
Sulfato de amonio	kg	-	-	-		
Mano de obra					-	-
Aplicación	Hrs-hm	-	-	-		
TOTAL					29,250	100.00

* Plántulas con un 90% de sobrevivencia.

**Tasa de cambio actual L 16.70 por 1 \$ US.