

# **Evaluación agroeconómica de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de pepino con producción en bolsa**

**Jorge Alberto Ulloa Cruz**

**301686**

*J. Ulloa Cruz*

**BIBLIOTECA WILSON POPENO  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUCIGALPA HONDURAS**

**301686**

Honduras  
Diciembre, 2002

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación agroeconómica de cuatro niveles  
de fertilización nitrogenada en el rendimiento  
de dos variedades de pepino con producción en  
bolsa**

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

Presentado por:

**Jorge Alberto Ulloa Cruz**

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.



Jorge Alberto Ulloa Cruz

Honduras  
Diciembre, 2002

## DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por estar conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida.

A mis padres Edith y Jorge por que sin su esfuerzo no habría sido posible estudiar en Zamorano.

A mis hermanos Alejandra, Daniela y Fernando por su apoyo y confianza.

A mis tíos y tías que siempre estuvieron ahí cuando más los necesite.

A Rina Rueda por su compañía, cariño y confianza estos años de estudio.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por darme fuerzas para seguir adelante.

A mis padres por su ejemplo de voluntad y esfuerzo.

A mis hermanos por su apoyo incondicional.

A Rina Rueda por su apoyo y confianza.

Al M.Sc. Jose Maria Miselem por ser más que un profesor, un buen amigo.

A mis amigos Marcos Tomalá, Andrés Egas, Antonio Andino, Raul Rubio, Manuel Cerda, Juan Sánchez, Guillermo Donaire, Victor Henandez, Marco Martines, Enrique Lardizábal, por los buenos momentos y sobre todo por su valiosa y sincera amistad.

A mi compañero de cuarto Abraham Ramírez por su apoyo.

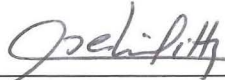
A mi amiga Wendy Licon por estar siempre cuando la necesité.

## RESUMEN

Ulloa, Jorge. 2002. Análisis agroeconómico de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino con producción en bolsa. Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 33 p.

Este ensayo se realizó con el propósito de encontrar en la producción de pepino la técnica que sea capaz de aumentar los rendimientos en Zamorano y en las zonas productoras de Honduras. Consistió en evaluar agroeconómicamente cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino (Supersett y Thunder) cultivadas en bolsa. Previo a la fertilización se analizó el sustrato utilizado, con el método de extracto saturado, para encontrar el aporte de nitrógeno del sustrato al cultivo, y tomar este aporte como base para la determinación de los niveles de fertilización. El primer tratamiento fue el resultado obtenido en el análisis del sustrato (testigo), los demás tratamientos consistieron en aumentos sobre el testigo: testigo + 33%, testigo + 66% y testigo + 132%. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico SAS<sup>®</sup> con el que se obtuvo un ANDEVA, una separación de medias por medio de la prueba SNK y una regresión para encontrar el punto de máxima producción, el diseño experimental fue un factorial en BCA. Para el análisis económico se usó la metodología CIMMYT para encontrar el beneficio marginal y un análisis de rentabilidad. La interacción entre los niveles de fertilización y las variedades no resultó significativa, contrario al efecto independiente de los niveles de fertilización donde sí se observó diferencia estadística en las tres variables evaluadas. El efecto independiente de las variedades tuvo efectos significativos únicamente sobre los rendimientos comerciales, la variedad Supersett fue mejor que la variedad Thunder. El nivel de fertilización que mejores resultados presentó fue el aumento de 66% al testigo, ya que además de ser la fertilización con mayores rendimientos comerciales (69,047 kg/ha) fue la que presentó una dominancia económica y rentabilidad (46.3%) superior a los demás niveles. Según la regresión ( $y = -67748 X^2 + 1197 X + 22250$ ), con fertilizaciones que aumenten 88% la cantidad de nitrógeno del testigo se obtendrán los mayores rendimientos. Se recomienda hacer ensayos con niveles de fertilización con nitrógeno tomando un rango que vaya de 307.6 kg/ha (testigo + 66%) a 363 kg/ha (testigo + 95%) para determinar si este resultado se mantiene. También se recomienda usar el nivel que aumentó en 66% la cantidad de nitrógeno del testigo, pero en condiciones de campo similares a las de un manejo común con producción a campo abierto, para determinar si el efecto del tratamiento en estas condiciones es también significativo.

**Palabras clave:** *Cucumis sativus*, nitrógeno, rendimientos, Supersett, Thunder.

  
Abelino Pitty, Ph.D

## NOTA DE PRENSA

En la actualidad la exportación de productos no tradicionales representa una gran oportunidad para países como Honduras, ya que los países del norte han abierto una ventana de importación para este tipo de productos. El pepino (*Cucumis sativus*) que bajo las condiciones de producción de Zamorano puede ser perfectamente explotado representa un cultivo de mucho potencial para este mercado.

Para aprovechar esta oportunidad de mercado es necesario hacer cambios en nuestro sistema de producción ya que debemos ser más eficientes tanto agronómica como económicamente. Como respuesta a esta necesidad Zamorano evaluó cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino, (Supersett y Thunder) con el propósito de encontrar el nivel de fertilización que aumente los rendimientos en forma rentable. El uso de la variedad Supersett presentó mejores rendimientos comerciales (55,248 kg /ha) que la variedad Thunder (50,139).

El nivel de fertilización cuya cantidad de nitrógeno equivale a 308 kg/nitrógeno/ha. presentó los mejores resultados sobre los demás niveles, ya que obtuvo los mayores rendimientos (69,047 kg /ha) y la mejor rentabilidad (46%).

Bajo estas condiciones con la utilización de 308 kg /nitrógeno/ha y la variedad Supersett se obtiene el mayor rendimiento comercial (66,223) y la rentabilidad más alta (46%).

Como podemos ver los resultados de este estudio nos muestran que mediante la utilización de buenas técnicas de producción y un manejo eficiente de nuestros insumos es posible lograr la exportación de productos como el pepino a mercados internacionales.



Lic. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Nota de prensa.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de anexos.....	x
Índice de gráficos.....	xi
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Objetivo secundario.....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Origen e historia del pepino.....	3
2.2 Botánica.....	3
2.3 Clima.....	3
2.4 Suelo.....	4
2.5 Cultivares.....	4
2.6 Siembra.....	4
2.7 Riego.....	4
2.8 Cosecha.....	4
2.9 Enfermedades y plagas.....	5
2.10 Comercialización.....	5
2.11 Nitrógeno.....	5
2.12 Fijación de nitrógeno molecular.....	5
2.12.1 Nitrificación.....	6
2.12.2 Reducción del Ion nitrato.....	6
2.12.3 Desnitrificación.....	6
2.14 Efectos secundarios del abonado nitrogenado.....	6
2.15 Impacto ambiental del exceso de fertilizantes nitrogenados.....	7
2.16 Fertilización nitrogenada del cultivo.....	7
2.17 Sustratos.....	8
2.18 Propiedades de los sustratos.....	8
2.18.1 Propiedades físicas.....	8
2.18.2 Propiedades químicas.....	9

2.18.3	Propiedades biológicas.....	10
2.19	Materiales para enmiendas de cultivo.....	10
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1	Ubicación.....	11
3.2	Tratamientos.....	11
3.3	Manejo agronómico.....	12
3.4	Análisis estadístico.....	13
3.5	Recolección de datos.....	13
3.6	Análisis económico.....	13
3.6.1	Presupuesto parcial.....	14
3.6.2	Análisis de dominancia.....	14
3.6.3	Análisis marginal.....	14
3.7	Análisis de rentabilidad.....	14
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>15</b>
4.1	Análisis estadístico.....	15
4.2	Análisis de regresión.....	18
4.3	Análisis económico.....	19
4.3.1	Presupuesto parcial.....	19
4.3.2	Análisis de dominancia.....	20
4.3.3	Análisis marginal.....	21
4.4	Análisis de rentabilidad.....	22
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>25</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pag.
1.	Cantidad de nitrógeno aumentada por tratamiento en el ensayo de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras 2002.....	11
2.	Distribución de las cantidades de urea en los tratamientos en el ensayo de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras 2002.....	12
3.	Efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en los rendimientos de dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras 2002.....	16
4.	Efecto de dos variedades de pepino en los rendimientos con cuatro niveles de fertilización nitrogenada, El Zamorano, Honduras 2002.....	16
5.	Efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el número de frutos de dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras 2002.....	17
6.	Efecto de dos variedades de pepino en el número de frutos con cuatro niveles de fertilización nitrogenada, El Zamorano, Honduras.....	18
7.	Presupuesto parcial de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras.....	20
8.	Análisis de dominancia para cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras 2002.....	20
9.	Análisis marginal de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras.....	21
10.	Rentabilidad del ensayo de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras.....	22

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico</b>	<b>Pag.</b>
1. Análisis de regresión de los niveles de fertilización nitrogenada en el Rendimiento de dos variedades de pepino, El Zamorano, Honduras 2002.....	19
2. Análisis de dominancia del ensayo de cuatro niveles de fertilización en el Rendimiento de dos variedades de pepino, El Zamorano Honduras 2002.....	21

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo N°</b>		<b>Pag.</b>
1.	Análisis del sustrato utilizado en el ensayo, El Zamorano, Honduras 2002...	27
2.	Costos diferenciales por tratamiento en el ensayo, El Zamorano, Honduras 2002.....	28
3.	Costos por hectárea de pepino, El Zamorano, Honduras 2002.....	29
4.	Tiempo de depreciación de los insumos utilizados en el ensayo, El Zamorano, Honduras 2002.....	30
5.	Andevas para las distintas variables evaluadas, El Zamorano, Honduras 2002.....	31
6.	Lista de los principales productos aplicados en el ensayo, El Zamorano, Honduras 2002.....	33

# 1. INTRODUCCIÓN

El consumo de las hortalizas es considerado, por algunas personas, como un lujo y en otros casos, como complemento menor a la dieta diaria, pero en realidad son fuentes importantes de vitaminas, minerales, energía y fibra por lo que se debería fomentar su consumo en todos los estratos de nuestra población. Ya que el cuerpo humano no tiene la capacidad de almacenar la mayoría de los minerales y vitaminas que requiere para su funcionamiento normal, como sí lo hace con las grasas y otras sustancias que se depositan en nuestros tejidos, por lo que deben ser ingeridos diariamente (Herrera, 1998).

Otra razón por la cual es muy importante el estudio de la olericultura es la apertura de nuevos mercados para productos no tradicionales, como las raíces, tubérculos tropicales, cucúrbitas como el melón y la sandía que se han convertido en productos de consumo para los países de Norte América y Europa, abriendo una ventana de exportación para nuestros países.

La necesidad de aumentar la rentabilidad de la actividad olerícola, como consecuencia de la apertura de nuevos mercados, implica un cambio en la forma de manejar nuestras plantaciones de hortalizas, y uno de los factores más importantes para llevar a cabo este cambio es un buen manejo nutricional.

Las hortalizas, al igual que cualquier otro tipo de planta, requieren encontrar en la solución del suelo la cantidad apropiada de los elementos nutritivos para producir cosechas de buena calidad y con buenos rendimientos (Herrera, 1998).

La mayoría de los productores de hortalizas aplican, a sus campos, grandes cantidades de fertilizantes sin saber cuáles son los requerimientos de las plantas y la fertilidad del suelo en que se desarrollan los cultivos, por lo que es muy importante crear una cultura para la utilización de análisis de suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo. De esta manera se evita la contaminación de las fuentes subterráneas de agua y el aumento innecesario en los costos de producción.

El ensayo consistió en probar cuatro diferentes niveles de fertilización nitrogenada en pepino con una producción en bolsa. El manejo que normalmente se utiliza en Zamorano está basado en fertilizaciones que van de 80 a 100 Kg de nitrógeno con los que han obtenido rendimientos máximos de 40 a 50 TM/Ha.

### **1.1 Objetivo general**

El objetivo principal de este ensayo fue determinar el nivel de fertilización nitrogenada óptimo que produzca un aumento en el rendimiento, siempre y cuando este aumento sea económicamente viable, con el propósito de aumentar las producciones en Zamorano y que pueda tomar la producción de pepino en bolsa como un paquete tecnológico que sea capaz de sustituir el manejo convencional que se realiza en Zamorano y en las diferentes zonas productoras del país.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de la interacción variedad\_ fertilización sobre los rendimientos en peso y número de frutos.
- Determinar el efecto de las diferentes variedades sobre los rendimientos en peso y número de frutos.
- Determinar el efecto del nivel de la fertilización sobre los rendimientos.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen e historia

El pepino (*Cucumis sativus*) perteneciente a la familia de las cucurbitáceas ha sido conocido en Asia, aunque no hay evidencia concluyente de que el pepino provenga de Asia. Esta especie que posee siete pares de cromosomas y varios caracteres distintos, representa a un grupo definido dentro de especies del género *Cucumis spp*, que en otras especies tiene doce pares de cromosomas. Posteriormente los griegos introdujeron el cultivo a Europa, aunque este hecho es atribuido por los romanos para posteriormente ser llevado a América por los colonizadores (Montes, 1991).

### 2.2 Botánica

El pepino es una planta herbácea, anual, monóica y troica. Posee siete pares de cromosomas siendo una planta alógama, cuya polinización es entomófila. Es una especie anual de crecimiento postrado o rastrero, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales. Sus tallos son angulares y cubiertos de vellosidades. Las hojas son redondeadas y lobadas. El sistema radicular es una raíz pivotante que penetra un metro o más. Como un melón, numerosas raíces secundarias del pepino ocupan los primeros 60 cm del suelo en todas direcciones.

La planta está provista de una fuerte raíz que desarrolla tan pronto como la semilla inicia su germinación, creciendo hacia abajo tan rápido como 2.5 cm por día, hasta alcanzar aproximadamente un metro de profundidad. Posteriormente las raíces secundarias se desarrollan en todas direcciones, siguiendo la proyección de la parte aérea. Algunas de estas raíces laterales pueden sobrepasar en longitud a la raíz principal (Montes, s.f.).

### 2.3 Clima

El pepino es una planta que exige clima cálido; por consiguiente es una hortaliza de verano. La siembra en el valle de Zamorano puede hacerse todo el año, siendo el período seco el más favorable para su cultivo. Si bien el cultivo de pepino requiere ciertas condiciones de calor, se puede cultivar con éxito en un rango de 15 – 30°C (Montes, 1991).

## **2.4 Suelo**

El pepino es menos exigente que el melón. Para obtener producto temprano conviene preferir los suelos sueltos y arenosos. Resiste acidez de hasta un pH de 5.5 (Giacconi y Escaff, 1997).

## **2.5 Variedades**

Según Montes (s.f.) en pepino hay tres tipos de los cuales se pueden agrupar los siguientes: cultivares de polinización libre; cultivares híbridos, resultantes del cruce de dos progenitores que no se relacionan entre si y cultivares partenocárpicos que son los que crecen en ausencia del agente polinizante, el fruto se desarrolla sin ser polinizado por lo tanto no tendrá semilla.

Según Herrera (1998) los cultivares de pepino se dividen en dos grandes grupos, los de encurtido y los de ensalada. Los frutos de los primeros son cortos y anchos, la cáscara por lo general es de color verde claro y cuando aún no han alcanzado la madurez, los frutos tienen espinas o verrugas en la superficie. Por lo general se cosechan inmaduros por lo que las verrugas son características de este grupo. Los frutos pueden ser puntiagudos o cilíndricos y de varias longitudes, pero la relación largo diámetro se encuentra entre 2.8 y 3.5 cm. Los cultivares de pepino para ensalada, por lo general, son de color oscuro, más largos y delgados que los tipos para encurtido.

## **2.6 Siembra**

Este cultivo normalmente se hace mediante siembra directa. En algunos países con la finalidad de adelantar el cultivo se hacen almácigos en macetas fácilmente transplantables. El almácigo requiere tratamiento especial, se hace en invernaderos colocando tres o cuatro semillas en macetas pequeñas fabricadas de turba, las cuales se transplantan al campo definitivo conjuntamente con la planta (Montes, 1991).

La siembra directa se hace en línea continua, empleando aproximadamente 2 Kg/Ha. El distanciamiento a surco simple es de 1.4 m entre surco y 0.2 – 0.4 m entre planta. En caso de sembrarse con surcos mellizos, el distanciamiento será entre 2.0 – 2.5 m entre surco mellizo (Montes, 1991).

## **2.7 Riego**

Es un cultivo de raíces moderadamente profundas. Se ha comprobado que riegos fuertes y bien dados, favorecen el rendimiento. La cantidad de agua y la frecuencia de los riegos, deben estar de acuerdo con la condición del suelo. Lo importante es que el cultivo no sufra de falta de agua en todo el período (Montes, s.f. ).

## **2.8 Cosecha**

La cosecha se hace en forma gradual, recolectando los frutos cada dos o tres días. No conviene atrasar la recolección de los primeros frutos, porque si se dejan madurar inhiben

el desarrollo de la planta y de los frutos que vienen a continuación ( Giaconi y Escaff, 1997).

## 2.9 Enfermedades y plagas

Entre los insectos plagas más importantes que tiene el pepino según Montes ( s.f.) son los áfidos o pulgones (*Aphis gossypii*), gusanos del fruto (*Diaphania hyalinata*), y tortuguilla (*Diabrotica balteata*). La enfermedad más seria y peligrosa de este cultivo es el oidium o mildew polvoso (*Erysiphe spp*).

## 2.10 Comercialización

Los pepinos después de cosechados, deben ser seleccionados de acuerdo con las normas de calidad. El fruto es empacado en el campo o en la planta. Una gran variedad de sistemas de embalaje son usados : canastas, cajones de madera, etc. Lo más importante en el embalaje y en la selección del tipo de envase, es el acomodo. El fruto debe ser colocado de tal forma que minimice su movimiento dentro del envase ( Montes, s.f. ).

## 2.11 Nitrógeno

Según García y Dorronsoro (s.f.) el nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento de los vegetales, ya que es un constituyente de todas las proteínas. Es absorbido por las raíces generalmente bajo las formas de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ . Su asimilación se diferencia en el hecho de que el ión nitrato se encuentra disuelto en la solución del suelo, mientras que gran parte del ión amonio está adsorbido sobre las superficies de las arcillas. El contenido de nitrógeno en los suelos varía en un amplio espectro, pero valores normales para la capa arable son del 0.2 al 0.7%. Estos porcentajes tienden a disminuir acusadamente con la profundidad. El nitrógeno tiende a incrementarse al disminuir la temperatura de los suelos y al aumentar las precipitaciones atmosféricas. Básicamente el ciclo del nitrógeno se compone de cuatro tipos de procesos que son: fijación del nitrógeno molecular, nitrificación, reducción del ion nitrato y desnitrificación.

## 2.12 Fijación del nitrógeno molecular.

La fijación puede realizarse bajo diferentes vías. La Fijación biológica simbiótica en la cual el nitrógeno atmosférico es fijado por ciertos microorganismos en el suelo que actúan de manera simbiótica con las plantas (como plantas hospedadoras actúan preferentemente las leguminosas). El mecanismo es complejo, básicamente el  $\text{N}_2$  es transformado a  $\text{NO}_3^-$  por la actividad de bacterias del género *Rhizobium* y es incorporado a estos organismos bajo la forma de aminoácidos. En ausencia de fertilizantes, éste es el proceso esencial para el crecimiento de las plantas (García y Dorronsoro, s.f.).

Fijación biológica asimbiótica. Ciertos microorganismos pueden fijar nitrógeno sin recurrir a comportamientos simbióticos. Se trata de microorganismos heterótrofos frente al carbono el cual tienen que tomar de los azúcares, almidón y celulosa, estas bacterias heterótrofas, son bacterias fotosintéticas y algas azules-verdes.

Fijación no biológica. El nitrógeno puede ser arrastrado directamente al suelo por las aguas de lluvia. Representa una vía muy poco importante frente a la fijación biológica.

**2.12.1 Nitrificación.** Es el proceso correspondiente a la oxidación del ión amonio a nitrato. Se desarrolla en dos etapas. En un primer paso, el ión amonio es oxidado a nitrito (reacción catalizada por bacterias nitrosomas) y en la segunda fase el nitrito pasa a nitrato (por la acción de la bacteria nitrobacter).

**2.12.2 Reducción del ión nitrato.** En ausencia de oxígeno (suelos saturados en agua) el nitrato evoluciona a amonio, interviniendo en el proceso reductor las bacterias nitrato-reductasa, siendo el nitrato el que actúa de aceptor de electrones en la oxidación de la materia orgánica.

**2.12.3 Desnitrificación.** Es otro proceso de reducción del ión nitrato, pero esta vez a nitrógeno molecular. En suelos completamente saturados de agua se produce un empobrecimiento en oxígeno y algunos organismos anaeróbicos tienen capacidad de obtener el oxígeno de los nitratos y nitritos con liberación simultánea de nitrógeno y de óxido nitroso. Inversamente el nitrógeno mineral puede ser utilizado por los microorganismos del suelo y ser transformado en nitrógeno orgánico. Esta transformación se llama inmovilización biológica.

### **2.13 Tipos de fertilizantes nitrogenados**

Según García y Dorronsoro (s.f.) el nitrógeno añadido como fertilizante, puede estar como urea,  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$ . Este nitrógeno sigue los mismos modelos de reacción que el nitrógeno liberado por los procesos bioquímicos a partir de residuos de plantas. Así la urea es sometida a la amonificación (formación de  $\text{NH}_4^+$ ) y nitrificación previas para su utilización por los microorganismos y plantas. El amonio puede ser oxidado a  $\text{NO}_3^-$  y ser fijado por las partículas sólidas del suelo o utilizado sin cambio por los microorganismos y las plantas. Los nitratos pueden ser absorbidos directamente por microorganismos o plantas y pueden perderse por volatilización y lavado.

### **2.14 Efectos secundarios del abonado nitrogenado**

Entre los efectos de la fertilización nitrogenada según García y Dorronsoro (s.f.) tenemos aportación de nutrientes como S, Mg, Ca, Na y B, variación de la reacción del suelo (acidificación o alcalinización), incremento de la actividad biológica del suelo con importantes efectos indirectos sobre la dinámica global de los nutrientes, daños por salinidad y contaminación de acuíferos causados por una dosificación muy alta, daños causados por las impurezas y productos de descomposición, efecto secundario herbicida y fungicida de la cianamida cálcica.

## **2.15 Impacto ambiental del exceso de fertilizantes nitrogenados**

Las sales de nitrato son muy solubles, por lo que la posibilidad de que se produzca la lixiviación del anión es elevada y más teniendo en cuenta el bajo poder de adsorción que presentan la mayoría de los suelos para las partículas cargadas negativamente.

El problema ambiental más importante relativo al ciclo del N, es la acumulación de nitratos en el subsuelo que por lixiviación, pueden incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales. En estos medios los nitratos también actúan como fertilizantes de la vegetación acuática, de tal manera que, si se concentran puede originarse la eutrofización del medio. En un medio eutrofizado, se produce la proliferación de especies como algas y otras plantas verdes que cubren la superficie. Esto trae como consecuencia un elevado consumo de oxígeno y su reducción en el medio acuático, así mismo dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de la superficie. Estos dos fenómenos producen una disminución de la capacidad autodepuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos (García y Dorronsoro, s.f.).

La lixiviación de nitratos hacia el subsuelo puede contaminar los acuíferos subterráneos, creando graves problemas de salud si se consume agua rica en nitratos, debido a su transformación en nitritos por participación de unas bacterias existentes en el estómago y vejiga urinaria. A su vez los nitritos se transforman en ciertos compuestos cancerígenos (Nitrosaminas), que afectan al estómago e hígado.

La cantidad de nitratos que se lixivian hacia el subsuelo depende del régimen de pluviosidad y del tipo de suelo. La mayoría de los suelos poseen abundantes partículas coloidales, tanto orgánicas como inorgánicas, cargadas negativamente, con lo que repelerán a los aniones, y como consecuencia, estos suelos lixiviarán con facilidad a los nitratos. Por el contrario, muchos suelos tropicales adquieren carga positiva y por tanto, manifiestan una fuerte retención para los nitratos. La textura de los suelos es un factor importante en relación con la lixiviación. Cuanto más fina sea la textura más capacidad de retención presentarán (García y Dorronsoro, s.f.).

## **2.16 Fertilización nitrogenada del cultivo**

La aplicación de fertilizantes, en las plantaciones de hortalizas, es una práctica a la que ningún olericultor puede renunciar. Sin embargo, los criterios que se utilizan para planificar los programas de fertilización y definir la fuente de los nutrientes por utilizar, son susceptibles de crítica y análisis por parte de los técnicos, especialistas y los agricultores. El estudio de los métodos de fertilización y el tipo de fertilizante por utilizar, se deben basar en la interpretación de los resultados de los análisis químicos de suelo, y los requerimientos nutricionales del cultivo (Herrera, 1998).

El pepino no es una planta exigente en materia orgánica pero por tratarse de una planta de ciclo corto, debe estar bien provista de nutrientes en sus primeros estados de crecimiento para que estos sean aprovechados. Una buena preparación del terreno, acompañada de estiércol o de compost resultara beneficiosa para el cultivo. Se recomienda hacer la aplicación del fertilizante en la preparación del terreno o en la siembra; si el suelo es susceptible a lavado y percolación, es conveniente doblar la cantidad de nitrógeno. Las

aplicaciones deben hacerse en bandas debajo y al costado de la semilla o planta (Montes, 1991).

Plantas cultivadas con alto contenido de nitrógeno producen mayor número de flores femeninas y pocas masculinas que plantas cultivadas bajo pobres condiciones de nitrógeno. Un alto nivel de nitrógeno es necesario para la producción de frutos bien conformados y de buena coloración (Montes, 1991).

### **2.17. Sustratos**

Las técnicas culturales aplicadas en la producción de plantas y hortalizas, han experimentado cambios rápidos y notables durante las tres últimas décadas. La utilización de invernaderos con cobertura plástica, sistemas sencillos de control climático, agricultura de precisión, etc. Unido a estos cambios tecnológicos, se viene produciendo una sustitución gradual del cultivo tradicional en el suelo por el cultivo fuera del suelo (Cadahia, 2000).

En Zamorano la utilización de sustratos es un factor muy importante para la producción en macrotunel ya que da la facilidad de tener un mejor control nutricional, por lo que se han hecho proyectos de investigación en los cuales según Chiriboga (2000) el medio ideal para la producción en Zamorano bajo condiciones de macrotunel es 3:4:1 siendo sus componentes casulla, compost y arena. En la actualidad posteriores investigaciones de la ZECI determinaron que el medio adecuado es 5:4:1 con los componentes mencionados anteriormente, cada uno de los materiales en la mezcla cumple funciones específicas como drenaje, aireación y aporte de nutrientes con el propósito de brindar las mejores condiciones para el desarrollo de la planta.

Según Cadahia (2000) el término se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que colocado en un contenedor en forma pura o mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por lo tanto un papel de soporte para la planta. Se entiende por cultivo sin suelo aquel sistema de cultivo en el que la planta desarrolla su sistema radicular en un medio (líquido u sólido) confinado en un espacio limitado y aislado, fuera del suelo. Desde un punto de vista práctico, los cultivos sin suelo se clasifican en cultivos hidropónicos (cultivo en agua más nutrientes o sobre materiales inertes) y cultivos en sustrato (cultivos sobre materiales químicamente activos, con capacidad de intercambio catiónico).

### **2.18. Propiedades de los sustratos de los cultivos**

#### **2.18.1 Propiedades físicas**

Según Cadahia (2000) las propiedades físicas de los sustratos de cultivo son muy importantes, ya que una vez que el sustrato esté en el contenedor, y la planta esté creciendo en él, no es posible modificar las características físicas. Entre las propiedades físicas tenemos : espacio poroso total, agua fácilmente disponible, capacidad de aireación, distribución del tamaño de las partículas, densidad aparente y Mojabilidad.

Espacio poroso total es el volumen total del sustrato del cultivo no ocupado por partículas orgánicas ni minerales. Agua fácilmente disponible es la diferencia entre el volumen de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturada con agua y dejado drenar a 10 cm de tensión matricial. Capacidad de aireación se define como el volumen del sustrato del cultivo que tiene aire después de que dicho sustrato ha sido saturado con agua y dejado drenar, usualmente a 10 cm de tensión.

Distribución del tamaño de las partículas. El tamaño de las partículas afecta el crecimiento de las plantas a través del tamaño de los poros. Ya que la distribución del tamaño de las partículas y de los poros afecta el balance entre el contenido en agua y aire del sustrato, a cualquier nivel de humedad.

Otra característica importante es la densidad aparente que se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del sustrato húmedo, es decir incluyendo el espacio poroso entre las partículas. Algunos materiales orgánicos pueden presentar dificultades tanto para ser humedecidos inicialmente como para ser rehumectados una vez que se han secado en el contenedor, lo que puede provocar un retraso y una reducción, en el crecimiento de la planta característica que se conoce como mojabilidad.

### **2.18.2 propiedades químicas**

Las propiedades químicas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del sustrato, según Cadahia (2000) entre las propiedades químicas tenemos: capacidad de intercambio cationico, disponibilidad de nutrientes, salinidad, pH y relación C/N.

Capacidad de intercambio cationico. Es la suma de los cationes que pueden ser adsorbidos por unidad de peso o de volumen del sustrato. Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto lixivante del agua y están disponibles para la planta. Otra característica es la disponibilidad de nutrientes y nos indica que la mayoría de los sustratos minerales no se descomponen química ni biológicamente, desde un punto de vista práctico, se pueden considerar desprovistos de nutrientes. Por el contrario, los sustratos orgánicos difieren marcadamente entre sí en el contenido de nutrientes asimilables. Así algunos poseen un nivel reducido de nutrientes, mientras que otros presentan niveles elevados. En cualquier caso, para un crecimiento óptimo de las plantas, debería añadirse siempre nutrientes adicionales como fertilizante de base o durante el ciclo del cultivo.

También existen otras características como la salinidad que se refiere a la concentración de sales solubles presentes en la concentración del sustrato, el pH que es una característica muy importante ya que existen diferentes intervalos en los cuales las plantas pueden sobrevivir del sustrato sin sufrir desordenes 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.

La relación Carbono : Nitrógeno (C/N) es un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y de su estabilidad.

### **2.18.3 Propiedades biológicas**

Entre las propiedades biológicas tenemos según Cadahia (2000) la velocidad de descomposición y el efecto de los productos en descomposición.

La velocidad de descomposición se refiere al hecho de que todos los sustratos orgánicos incluso los más estables son susceptibles a degradación biológica, viéndose favorecida esta situación por las condiciones ambientales en los invernaderos. Los efectos de los productos en descomposición, son directamente atribuibles a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son productos finales de la degradación de la celulosa y de la lignina.

### **2.19 Materiales para enmiendas del medio del cultivo**

Antes de realizar una fertirrigación, en muchos casos, suele ser necesario aplicar enmiendas para preparar el sustrato con el fin de que la fertilización sea más eficaz (Cadahia, 2000).

Según Cadahia (2000) las enmiendas pueden ser productos orgánicos que aportan humus y que se suelen utilizar para fertilizar el suelo bien al aire libre o en cultivos protegidos. La enmienda orgánica favorece al suelo ya que favorece la retención de agua, mejora su estructura, capacidad de intercambio catiónico, etc.

Otro tipo de enmiendas utilizadas son las calizas, calizas dolomíticas, o azufre con el propósito de variar la reacción del suelo o sustrato modificando la acidez o alcalinidad de los mismos (Cadahia, 2000).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación

El experimento se realizó en los terrenos de zona tres de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI) de Zamorano, en los meses de mayo a julio, Zamorano se encuentra ubicado en las coordenadas 14 °N y 87 °O a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio de 1100 mm anuales y una temperatura media de 24 °C, en el valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

#### 3.2 Tratamientos

Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó un análisis del sustrato utilizado, por el método de extracto saturado con el propósito de encontrar el aporte de nitrógeno por parte de este al cultivo ( Anexo1).

Los tratamientos consistieron en un aumento porcentual en la cantidad de nitrógeno encontrada en el análisis del medio para las dos variedades de pepino, siendo este resultado el tratamiento #1 nuestro testigo, razón por la cual el aumento en éste fue de 0%. La fuente de la fertilización fue urea (46% N) (Cuadro1).

**Cuadro 1.** Cantidad de nitrógeno aumentada por tratamiento en el ensayo de cuatro niveles de fertilización sobre los rendimientos de dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	% Nitrógeno	Variedad	Kg/N/Ha
1	0	Supersett	0
2	0	Thunder	0
3	33	Supersett	61
4	33	Thunder	61
5	66	Supersett	122
6	66	Thunder	122
7	132	Supersett	245
8	132	Thunder	245

La distribución de las cantidades de urea se hizo tomando en cuenta el estado fisiológico de la planta ya que dependiendo de la etapa fenológica la cantidad de nitrógeno fue dividida en 25, 50 y 25%, exceptuando el tratamiento 0% ya que en este la adición fue nula (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Distribución de las cantidades de urea en los tratamientos en el ensayo de cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre los rendimientos de dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

Etapa	Estado fisiológico	Distribución (%)	Semanas	-----Kg/N/Ha-----		
				33%	66%	132%
1	crecimiento	25	3	15.3	30.6	61.2
2	floración	50	2	30.6	61.2	122.4
3	fructificación	25	4	15.3	30.6	61.2

Una semana después de establecido el cultivo se comenzó la aplicación de los tratamientos; las fertilizaciones se hacían al pie de la planta formando una media luna con una profundidad de tres cm para evitar problemas de quemazón en las plantas.

### 3.3 Manejo agronómico

Para dar inicio al experimento se le dieron dos pases de rastra al terreno con el fin de facilitar la elaboración de las camas y posteriormente el emplastado de las mismas. Una vez listas las camas se dio el traspaso de las bolsas para posteriormente realizar el transplante.

Realizado el transplante el cual fue de una planta por postura se colocaron las estacas a un distanciamiento de dos metros por estaca, para dar un mayor soporte al momento de iniciar el tutoreo que se hizo con la malla especial ortonova, con el propósito de guiar el crecimiento apical de las plantas.

Se realizó una poda bajera (las tres primeras yemas) para minimizar la competencia por nutrimentos y aumentar la calidad de los frutos cosechados.

Para la realización del experimento se utilizaron dos variedades de pepino: SuperSett y Thunder, Ambas fueron sembradas el 25 de mayo del 2002 y transplantadas el 1 de junio del mismo año, en un área de 250 m<sup>2</sup> en bolsas de 0.019 m<sup>3</sup>.

Se utilizó un sustrato cuyas proporciones fueron 5 : 4 : 1 siendo sus componentes casulla, compost y arena respectivamente. Con respecto al riego se hacía un promedio de 45 min. diarios distribuidos en dos frecuencias, en un principio se utilizaron microtubulos pero debido a la falta de cobertura por parte de la instalación una vez comenzadas las lluvias se dejó de hacer un riego controlado.

### **3.4 Análisis estadístico**

El diseño estadístico utilizado fue un BCA factorial de  $4 * 2$  (cuatro niveles de fertilización y dos variedades de pepino) el área del ensayo fue de  $250m^2$ , se utilizaron cuatro repeticiones por cada tratamiento, cada repetición contaba con 13 bolsas de las cuales se tomaban las siete bolsas centrales como parcela útil con el propósito de eliminar el entrecruce entre plantas de repeticiones diferentes.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System) con el cual se obtuvo un análisis de varianza que mostró la variación en los resultados debido a los tratamientos utilizados. También mediante el programa estadístico se realizó la prueba de separación de medias SNK la cual nos mostró cuáles de los tratamientos mostraron diferencia significativa.

### **3.5 Recolección de datos**

La toma de datos se inició a los 35 días después de transplante y ésta se realizaba por cada repetición de los cuatro tratamientos, cosechando únicamente los frutos ubicados en la parcela útil. Posterior a la cosecha de los frutos procedía el pesado de éstos el cual se realizaba en la planta hortofrutícola de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos de Zamorano.

Los frutos recolectados se clasificaron en dos categorías: frutos comerciales y frutos no comerciales, los frutos comerciales eran los que satisfacían las exigencias del mercado tanto en tamaño, color y forma como: un color verde oscuro, un peso de aproximadamente 0.3 Kg y sobre todo la ausencia de canales en la superficie de los pepinos y los no comerciales eran los que no cumplían con los requerimientos mencionados anteriormente.

Se pesaban los frutos por repetición tomando en cuenta esta clasificación para obtener un dato más representativo de las condiciones de calidad de fruto por nivel fertilización y por variedad.

### **3.6 Análisis económico**

Se utilizó el programa económico CIMMYT (1998) el cual consta de tres aspectos básicos para realizar el análisis que son: presupuesto parcial, análisis de dominancia y análisis marginal.

## **Presupuestos parciales**

Este consistió en determinar cada uno de los costos que varían por tratamiento con el objetivo de poder comparar los costos y beneficios de cada nivel de fertilización y obtener un análisis útil. El procedimiento que se siguió fue el siguiente: se elaboró una lista de todos los costos que variaron en el experimento por cada tratamiento. Una vez obtenido el total de los costos por tratamiento, para poder seguir con el análisis se obtuvieron los rendimientos promedios por cada tratamiento, el siguiente paso fue obtener el precio de campo del producto esperado en el mercado al cual se le restaron todos los costos que a su vez eran proporcionales a los rendimientos.

El último paso del cálculo del presupuesto parcial fue la determinación del beneficio económico obtenido por cada tratamiento que consistió en la multiplicación de los rendimientos por cada nivel de fertilización por el precio del producto.

### **3.6.1 Análisis de dominancia**

Este análisis consistió en el ordenamiento de los costos que variaron con cada nivel de fertilización y compararlo con los beneficios netos obtenidos por cada uno de ellos, de esta forma se conocieron los tratamientos dominados, los cuales no fueron recomendados ya que no son económicamente viables.

### **3.6.3 Análisis marginal**

Este análisis consistió en determinar cuál de los tratamientos ofreció una mayor tasa de retorno a la inversión, y se realizó mediante la división de los beneficios netos entre los costos que variaron por tratamiento.

## **3.7 Análisis de rentabilidad**

Este análisis se hizo con el propósito de obtener un dato más ajustado a la realidad ya que el método CIMMYT (1998) no toma en cuenta los costos comunes por lo que es muy difícil dar una recomendación con esta información.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis estadístico

Los modelos utilizados para la variable rendimientos fueron representativos ( $R^2 \geq 0.5$ ) y significativos ( $P \leq 0.05$ ), tanto para los rendimientos comerciales, no comerciales y totales. Lo que nos indicó que los datos se ajustaron al modelo utilizado y que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferencia significativa (Anexo 5).

En los rendimientos comerciales el efecto simple del bloque, variedad y fertilización fue significativo contrario al efecto de la interacción variedad \* fertilización que no presentó ninguna significancia (Anexo 5).

El mejor nivel de fertilización en los rendimientos comerciales del ensayo fue el aumento porcentual al testigo de 66% ya que presentó aumentos en el rendimiento de 31% con respecto a la media del ensayo y fue estadísticamente diferente de los demás niveles de fertilización, el nivel más bajo fue nuestro testigo ya que presentó rendimientos menores a la media del ensayo en un 60% (Cuadro 3).

En los rendimientos no comerciales el mejor nivel fue el aumento en 132% del testigo ya que presentó la menor cantidad de pepinos no comerciales y fue estadísticamente diferente de los demás niveles (Cuadro 3).

El aumento de 66% con respecto a nuestro testigo fue el mejor en los rendimientos totales ya que presentó una superioridad de 28% con respecto al promedio del ensayo y fue estadísticamente diferente de los otros niveles (Cuadro 3).

El porcentaje comercial indicó que el aumento en 132% de la cantidad de nitrógeno con respecto al testigo fue el mejor, ya que presentó el porcentaje más alto. Previo a hacer cualquier tipo de recomendación es necesario hacer un análisis económico para determinar si este aumento es económicamente viable (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en los rendimientos de dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

Nivel de fertilización ----(%)----	Comercial	No comercial			Total	% Comercial	
		-----Kg/Ha-----					
0	20,875	c	12,175	a	33,051	c	63
33	58,072	b	11,593	a	69,664	b	83
66	69,047	a	10,959	a	80,004	a	86
132	62,782	b	4,464	b	67,247	b	93
CV %	10.9		33		10.7		
Media	52,694		9,798		62,492		
Sd	5,759		3,233		6,705		
R <sup>2</sup>	0.94		0.7		0.92		
P	0.0001		0.0003		0.0001		

Letras iguales no presentan diferencia significativa (SNK,  $P \leq 0.05$ )

El efecto de la variedad en los rendimientos comerciales presentó diferencia significativa siendo la mejor variedad Supersett ya que fue 5% superior a la media del ensayo, contrario a los resultados obtenidos en los rendimientos comerciales el efecto de las variedades en los rendimientos no comerciales no presentó diferencia significativa. El efecto simple de las variedades al igual que en los rendimientos no comerciales en los rendimientos totales tampoco presentó diferencia significativa (Cuadro 4).

En los rendimientos totales tanto la interacción variedad \* fertilización y el efecto simple de las variedades no presentó efecto significativo, contrario al efecto simple de los bloques y la fertilización que sí mostraron significancia (Anexo 5).

**Cuadro 4.** Efecto de dos variedades de pepino en los rendimientos con cuatro niveles de fertilización nitrogenada en Zamorano, Honduras.

Variedades	Comercial	No comercial		Total	% Comercial
		-----Kg/Ha-----			
Supersett	55,248a		10,332a	64,511a	86
Thunder	50,139b		9,176a	60,471a	83
CV %	10.9		33	10.7	
Media	52,694		9,754	62,491	
Sd	5,759		3,233	6,705	
R <sup>2</sup>	0.94		0.7	0.92	
P	0.0205		0.3622	0.1033	

Letras iguales no presentan diferencia significativa (SNK,  $P \leq 0.05$ )

Los modelos utilizados para la variable número de frutos fueron representativos ( $R^2 \geq 0.5$ ) y significativos ( $P \leq 0.05$ ), tanto para los frutos comerciales, no comerciales y

totales. Lo que nos indicó que los datos se ajustaron al modelo utilizado y que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferencia significativa (Anexo 5).

En los frutos comerciales el efecto simple del bloque, variedad y fertilización fue significativo contrario al efecto de la interacción variedad \* tratamiento que no presentó ninguna significancia (Anexo 5).

Al igual que en los rendimientos comerciales el aumento de 66% a nuestro testigo fue el mejor en la variable número de frutos comerciales ya que presentó una superioridad de 31% con respecto a la media del ensayo y fue estadísticamente diferente de los demás niveles (Cuadro 5).

El aumento porcentual de 132% con respecto al testigo fue el mejor en los resultados obtenidos en la variable frutos no comerciales ya que presentó un rendimiento 54% menor al promedio del ensayo y fue estadísticamente diferente de los demás niveles (Cuadro 5).

El aumento de 66% a nuestro testigo fue el de mejor resultado en la variable frutos totales ya que presentó una superioridad de 28% a la media del ensayo y fue estadísticamente diferente de los demás niveles de fertilización (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el número de frutos de dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras

Nivel de fertilización	Comercial	No comercial	Total	% Comercial
-----(%)-	-----# Frutos/Ha-----			
0	76,553	c 44,565	a 121,186	c 63
33	212,655	b 42,432	a 255,086	b 83
66	253,068	a 40,140	a 293,208	a 86
132	230,124	b 16,351	b 246,475	b 93
CV %	10.9	31.1	10.8	
Media	193,100	35,871	228,988	
Sd	21,118	11,801	24,689	
R <sup>2</sup>	0.94	0.7	0.91	
P	0.0001	0.0003	0.0001	

Letras iguales no presentan diferencia significativa (SNK,  $P \leq 0.05$ )

El efecto simple de la variedad tuvo efecto significativo en el número de frutos comerciales del ensayo, siendo superior la variedad supersett que aumentó en 5% los rendimientos promedios del ensayo (Cuadro 6).

Las efecto independiente de las variedades no presentó un efecto significativo en la variable, frutos no comerciales y totales del ensayo (Cuadro 6).

En los frutos totales tanto la interacción variedad \_ fertilización y el efecto simple de las variedades no presentaron efecto significativo, contrario al efecto simple de los bloques y la fertilización que si mostraron significancia (Anexo 5).

**Cuadro 6.** Efecto de dos variedades de pepino en el número de frutos con cuatro niveles de fertilización nitrogenada en, Zamorano, Honduras.

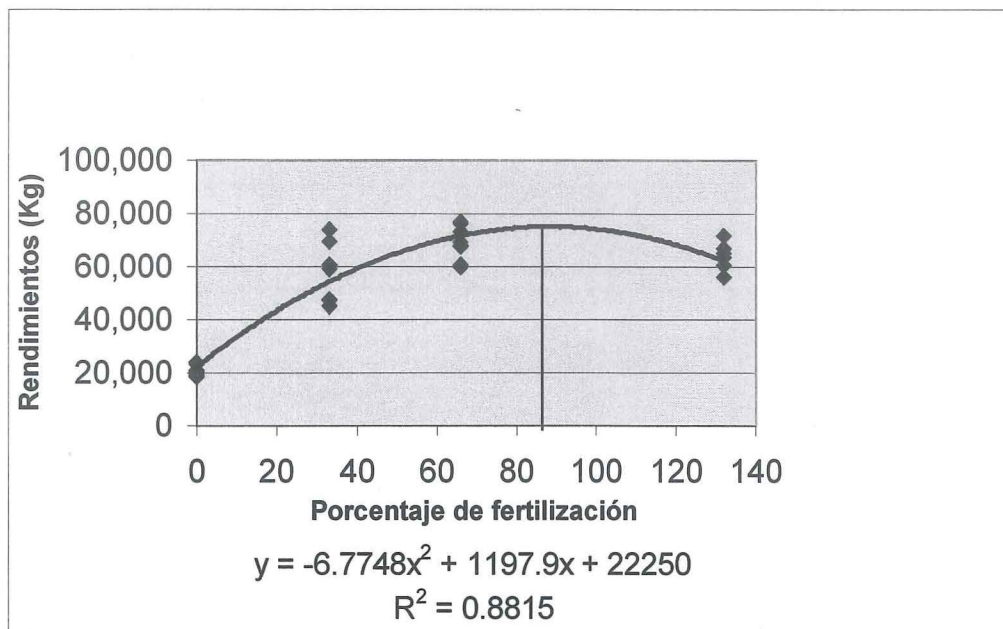
Variedades	Comercial	No comercial	Total	% Comercial
	# Frutos/Ha			
Supersett	202,562a	33,922a	236,484a	85
Thunder	183,637b	37,822a	221,459a	83
CV %	10.9	33.18	10.7	
Media	193,100	35,871	228,971	
Sd	21,118	11,801	24,689	
R <sup>2</sup>	0.94	0.7	0.91	
P	0.0194	0.3644	0.1	

Letras iguales no presentan diferencia significativa (SNK,  $P \leq 0.05$ )

#### 4.2 Análisis de regresión

El análisis de regresión nos indicó que con nuestro testigo (185.4 Kg/N/Ha), los rendimientos serían de 22,250 Kg pero por cada unidad de fertilizante que adicionemos antes de llegar al punto de rendimientos decrecientes nuestros rendimientos aumentarían en 1,198 Kg. Pasado el punto de máxima producción comenzamos a tener pérdidas económicas ya que por cada unidad de fertilizante los rendimientos se reducen 6.7748 Kg

El punto de máxima producción fue de 88% y se obtuvo de la derivada de la función cuadrática, si hacemos fertilizaciones por encima de este valor comenzaremos a tener rendimientos decrecientes (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Análisis de regresión de los niveles de fertilización nitrogenada sobre los rendimientos en dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

### 4.3 Análisis económico

#### 4.3.1 Presupuesto parcial

Los costos diferenciales en el ensayo fueron el valor de las diferentes dosis de fertilizantes aplicados y el costo de la semilla utilizada.

Los beneficios brutos obtenidos fueron por multiplicar el precio del producto que fue de Lps 1.54/Kg por el rendimiento comercial obtenido por cada tratamiento. Los beneficios netos marginales se obtuvieron de restar los costos diferenciales de cada tratamiento con su respectivo beneficio bruto.

El tratamiento que presentó mayor beneficio diferencial fue el aumento de 66% la cantidad de nitrógeno del testigo con la variedad Supersett y el que presentó los más bajos fue el testigo con la variedad Thunder (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** presupuesto parcial de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Rendimiento comercial	Rendimiento comercial ajustado (10%)	Beneficio bruto	Total costos diferenciales	Beneficios marginales
(%)	Kg/Ha	Kg/Ha	Lps/Ha		
0 Set <sup>1</sup>	21,739	19,565	30,130	1,957	28,173
33 Set	60,453	54,408	83,788	2,249	81,539
0 Thu	20,009	18,008	27,732	2,391	25,341
66 Set	73,581	66,223	101,983	2,542	99,441
33 Thu	55,689	50,120	77,185	2,684	74,501
66 Thu	64,512	58,060	89,413	2,976	86,437
132 Set	65,217	58,696	90,391	3,127	87,264
132 Thu	60,347	54,313	83,641	3,565	80,076

<sup>1</sup>Set = Supersett Thu= Thunder

Tasa de cambio = 16.7 Lps/\$

#### 4.3.2 Análisis de dominancia

Este análisis nos indicó que los tratamientos que resultaron dominantes fueron el aumento de 66% y 33% la cantidad de nitrógeno del testigo con la variedad Supersett. Los tratamientos restantes presentaron costos diferenciales mayores y un beneficio marginal menor por lo que resultaron dominados (Cuadro 8).

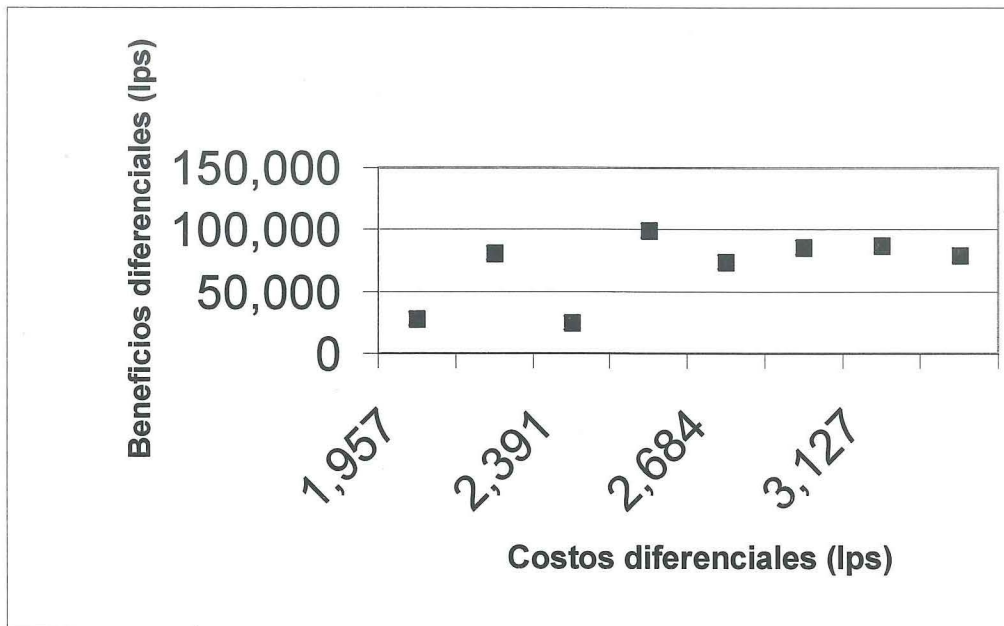
**Cuadro 8.** Análisis de dominancia para cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Total costos diferenciales	Beneficio neto marginal	Dominancia
----(%)----	-----L/Ha-----		
0 Set <sup>1</sup>	1,957	28,173	Dominado
33 Set	2,249	81,539	<b>Dominante</b>
0 Thu	2,391	25,341	Dominado
66 Set	2,542	99,441	<b>Dominante</b>
33 Thu	2,684	74,501	Dominado
66 Thu	2,976	86,437	Dominado
132 Set	3,127	87,264	Dominado
132 Thu	3,562	80,076	Dominado

<sup>1</sup>Set=Supersett Thu=Thunder

Tasa de cambio =16.7 Lps/\$

Como se observa en el gráfico los tratamientos 2 y 4 del mismo resultaron dominantes al resto de los tratamientos. El tratamiento que aumentó en 33% la cantidad de nitrógeno a nuestro testigo con la variedad Supersett resultó dominante de todos aquellos tratamientos donde el costo diferencial fue mayor y el beneficio neto marginal fue menor, exceptuando el tratamiento que aumento en 66% el nitrógeno del testigo con variedad Supersett el cual tuvo los beneficios netos marginales mayores y también resultó dominante del resto de los tratamientos (Gráfica 2).



**Gráfica 2.** Análisis de dominancia del ensayo de cuatro niveles de fertilización sobre los rendimientos de dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

#### 4.2.3 Análisis marginal para el cultivo de pepino

Cambiar del tratamiento 33% Supersett al tratamiento 66% Supersett indica que por cada lempira que invertimos recuperamos ese lempira más 61 lempiras (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Análisis marginal de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Costo diferencial	Costo marginal	Beneficio neto diferencial Lps/Ha	Beneficio neto marginal	Tasa de retorno marginal (%)
33% Set <sup>1</sup>	2,249		81,539		
		293		17,902	6,100
66% Set <sup>1</sup>	2,542		99,441		

<sup>1</sup>Set= Supersett Thu= Thunder

Tasa de cambio 16.7Lps/\$

#### 4.4 Análisis de rentabilidad

El tratamiento 66% presentó una rentabilidad de 46% lo que nos indica que por cada lempira invertido recibiremos 46 centavos de ganancia, el tratamiento 66% Thunder y 132% Set presentaron rentabilidades no muy diferentes de 27 y 28% respectivamente. Los tratamientos que peor se comportaron fueron 33% Thunder cuya rentabilidad fue de 10.4% y los tratamientos 0% Thunder y 0% Set que presentaron rentabilidades negativas. (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Rentabilidad del ensayo de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de pepino en Zamorano, Honduras.

Tratamiento ----(%)----	Costo común	Costo diferencial -----Lps/Ha-----	Costo total	Rendimiento -----Kg/Ha-----	Beneficio		Rentabilidad ----(%)----
					Bruto -----Lps/Ha-----	Neto	
0 Set <sup>1</sup>	67,175	1,957	69,132	19,565	30,130	-39,002	
33 Set	67,175	2,249	69,424	54,408	83,788	14,364	20.6
0 Thu	67,175	2,391	69,566	18,656	28,730	-40,836	
66 Set	67,175	2,542	69,717	66,223	101,983	32,266	46.3
33 Thu	67,175	2,684	69,859	50,120	77,185	7,326	10.5
66 Thu	67,175	2,976	70,151	58,060	89,412	19,261	27.5
132 Set	67,175	3,127	70,302	58,696	90,392	20,090	28.5
132 Thu	67,175	3,562	70,737	54,313	83,642	12,905	18.0

<sup>1</sup> Set = Supersett Thu = Thunder      Tasa de cambio 16.7 Lps/\$

301686

## 5. CONCLUSIONES

- La aplicación de los diferentes niveles de fertilización en combinación con las diferentes variedades no tuvo un efecto significativo en los rendimientos y en el número de frutos comerciales y totales.
- El efecto simple de los niveles de fertilización sí tuvo un efecto significativo en las variables evaluadas siendo el de mejor resultados el tratamiento que aumentó en 66% nuestro testigo que en total equivale a 307.7 Kg de nitrógeno por hectárea.
- Independientemente el efecto de las variedades tuvo efecto significativo en los rendimientos comerciales, siendo la mejor variedad Supersett.
- En términos económicos el mejor tratamiento fue el aumento de 66% la cantidad de nitrógeno del testigo con la variedad Supersett ya que presentó los beneficios netos totales y rentabilidad más altos.

## 6. RECOMENDACIONES

- Utilizar el tratamiento que aumentó en 66% la cantidad de nitrógeno del testigo ya que obtuvo los mayores rendimientos tanto en peso y número de frutos y resultó económicamente viable.
- Realizar nuevos ensayos con niveles de fertilización tomando un rango que vaya de 308 Kg/N/Ha (66%) a 362 Kg/N/Ha 95%) para determinar el punto óptimo antes comenzar a tener rendimientos decrecientes.
- Realizar ensayos similares en producción a campo abierto, para determinar el comportamiento en estas condiciones.

## 7. BIBLIOGRAFIA

CADAHIA, C. 2002 Fertilización de cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid, España. Editorial Mundi prensa. 475p.

CIMMYT. 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F., México.

CHIRIBOGA TORRES, F. 2002 Comparación técnica y económica de dos cultivares de chile dulce (*Capsicum annuum*) en tres medios de producción en condiciones de macrotunel, Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 43p.

GIACONI, M.; ESCAFF, G. 1997. Cultivo de hortalizas. Santiago de Chile, Chile. Editorial Universitaria. 336p.

GARCIA, I.; DORRONSORO, C. (s.f.) Contaminación del suelo ( en línea). Consultado el 12 de julio 2002 disponible en <http://edafologia.ugr.es/Conta/Tema14/nitrog.htm>

HERRERA, A. 1998. Introducción a la olericultura. San José, Costa Rica. Editorial Universidad a distancia. 351p.

MONTES, A. 1991. Olericultura. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press.

MONTES, A. (s.f.) Cultivo de hortalizas en el trópico. Zamorano, Honduras.

## **8. ANEXOS**

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

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

Fecha : 4 de junio de 2002

Solicitante: Jorge Ulloa

**Interpretación**

A= Alto

pH

C.E.

Op=Optimo

MLAL=Muy Levemente Alcalino

NS=No Salino

Acep.=Aceptable

# Lab.	Muestra	pH	C.E. mmhos/cm	ppm					
				Sales Solubles	<del>N</del> -NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg
585	Invernadero A1	MLAL 7.15	NS 1.9	Op 1242	Op 103	A 20	A 259	Acep 75	Acep 31
Rango óptimo		5.8 - 6.8	1.5-2.3	1000-1500	80-140	8-14	110-180	140-220	60-100

Responsable:

  
 Ing. Milda Flores

**Anexo 2.** Costos diferenciales por tratamiento en el ensayo, El Zamorano, Honduras 2002.

Tratamientos %	Plántulas			Urea		
	Variedad	Plántulas/Ha	Costo/plántula	Kg/Ha	Costo/ Kg	Costo total
0	Supersett	21,739.00	0.09	0	2.20	1,957
33	Supersett	21,739.00	0.09	133	2.20	2,249
66	Supersett	21,739.00	0.09	266	2.20	2,542
132	Supersett	21,739.00	0.09	532	2.20	3,127
0	Thunder	21,739.00	0.11	0	2.20	2,391
33	Thunder	21,739.00	0.11	133	2.20	2,684
66	Thunder	21,739.00	0.11	266	2.20	2,976
132	Thunder	21,739.00	0.11	532	2.20	3,562

**Anexo 3. Costos por hectárea de pepino, El Zamorano, Hoduras 2002.**

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant. / Ha</b>	<b>Costo / unidad Costo total / Ha</b>		
Deshierba	hr/hm	250	13	3,250	
Poda	hr/hm	417	13	5,416	
Tutoreo	hr/hm	583	13	7,583	
Estaquillado	hr/hm	333	13	4,333	
Transplante	hr/hm	291	13	3,783	
Aplicación	hr/hm	135	13	1,755	
Hacer camas	hr/hm	333	13	1,083*	
Emplasticar	hr/hm	417	13	1,354*	
Pasar bolsas	hr/hm	500	13	1,625*	
LLenar bolsas	hr/hm	1,500	13	4,875*	
Riego	hr/hm	333	13	4,333	
Pasteurizado	hr	248	110	3,407**	
<b>SUB TOTAL EQUIPO</b>				<b>42,797</b>	<b>63.70%</b>
<b>QUIMICOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant. / Ha</b>	<b>Costo / unidad Costo total / Ha</b>		
Phyton	lt	2.25	258	580	
Furadan	lb	71.7	27	1,936	
Vertimec	lt	0.958	3,210	3,075	
Vanadine	lt	33.167	191	606	
Benlate	lb	2.9	224	649	
Tracer	lt	0.042	7,500	315	
Saprol	lt	1.25	3,336	4,200	
Ridomil	lb	4.12	191	726	
Lannate	lt	1.313	371	487	
Adherente	lt	0.333	41	14	
<b>SUB TOTAL QUIMICOS</b>				<b>12,586</b>	<b>18.70%</b>
<b>INSUMOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant. / Ha</b>	<b>Costo / unidad Costo total / Ha</b>		
Estacas	unidad	2,222	2.5	694**	
Malla	m	4,444	4.45	2,472**	
Compost	m <sup>3</sup>	12	152	1,839***	
Arena	m <sup>3</sup>	2	38	92***	
Casulla	m <sup>3</sup>	12	190	2,299***	
Manguera	m	4,444	0.76	281***	
Microtubúlos	m	13,047	0.5	544***	
Bolsas	unidad	21,739	1.14	3,098**	
<b>SUB TOTAL INSUMOS</b>				<b>11,319</b>	<b>16.80%</b>
<b>EQUIPO</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant. / Ha</b>	<b>Costo / unidad Costo total / Ha</b>		
Arado	hr	3	420	315 *	
Rastra	hr	1.5	420	158 *	
<b>SUB TOTAL EQUIPO</b>				<b>473</b>	<b>0.70%</b>
<b>TOTAL COSTOS COMUNES</b>				<b>67,175</b>	

**Anexo 4.** Tiempo de depreciación de los insumos utilizados en el ensayo, El Zamorano, Honduras 2002.

Insumo	Años	Ciclos / año	Costo / ciclo	Costo total
			L /Ha	
<b>*</b>				
Hacer camas	1	4	1,083	4,329
Emplasticar	1	4	1,354	5,421
Pasar bolsas	1	4	1,625	6,500
LLenar bolsas	1	4	4,875	19,500
Arado	1	4	315	1,260
Rastra	1	4	158	630
<b>**</b>				
Estacas	2	8	694	5,555
Malla	2	8	2,472	19,775
Bolsas	2	8	3,098	24,782
Pasteurizado	2	8	3,407	25,080
<b>***</b>				
Compost	3	12	1,839	1,824
Arena	3	12	92	76
Casulla	3	12	2,299	2,280
Manguera	3	12	281	3,377
Microtubulos	3	12	544	6,524

**Anexo 5.** ANDEVAS para las distintas variables evaluadas.

ANDEVA para el efecto de la interacción nivel de fertilización y la variedad sobre los rendimientos comerciales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	27.38	9.12	0.55	0.6565
Error	21	350.5	16.69		

ANDEVA para el efecto de la interacción nivel de fertilización y la variedad sobre los rendimientos no comerciales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	56.62	18.87	3.58	0.0311
Error	21	110.7	5.27		

ANDEVAS para el efecto de la interacción nivel de fertilización y la variedad sobre los rendimientos totales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	6.58	2.19	0.10	0.9608
Error	21	474.7	22.6		

ANDEVA para el efecto del nivel de fertilización sobre los rendimientos comerciales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	104.7	1887.6	113.10	0.0001
Error	21	350.5	16.69		

ANDEVA para el efecto del nivel de fertilización sobre los rendimientos no comerciales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	155.23	51.74	9.81	0.0003
Error	21	110	5.27		

ANDEVA para el efecto del nivel de fertilización sobre los rendimientos totales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	5008.5	1669.5	73.86	0.0001
Error	21	474.7	22.6		

ANDEVA para el efecto de la variedad sobre los rendimientos comerciales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	1	104.8	104.8	6.28	0.0205
Error	21	350.5	16.7		

ANDEVA para el efecto de la variedad sobre los rendimientos no comerciales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	1	4.57	4.57	0.87	0.3622
Error	21	110.7	5.27		

ANDEVA para el efecto de la variedad sobre los rendimientos totales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	1	65.55	65.55	2.9	0.1033
Error	21	474.7	22.6		

ANDEVA para la interacción nivel de fertilización y variedades sobre el número de frutos comerciales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	75.94	25.31	0.55	0.6560
Error	21	972.94	46.33		

ANDEVA para la interacción nivel de fertilización y variedades sobre el número de frutos no comerciales.

Fuente de variación	GL	$\Sigma$ Cuadrados	CM	F	P
Tratamiento	3	157.9	52.64	3.58	0.0310
Error	21	308.44	14.68		

**Anexo 6.** Lista de los principales productos aplicados en el ensayo, El Zamorano, Honduras 2002.

<b>Producto</b>	<b>Etapa fonológica</b>	<b>Problema</b>
Carbofuran	C. Vegetativo	Cortador
Abamectina	Fructificación	Minador
Benomil	Fructificación	Alternaria
Spinosad	C. Vegetativo	Alternaria
Mancozeb	C. Vegetativo	Alternaria
Metomilo	Fructificación	Minador