ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras

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

Presentado por:

Krystian Paulino Madrid Obando

Honduras
Diciembre, 2003

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

_____
Krystian Paulino Madrid Obando

Honduras
Diciembre, 2003

Estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras

Presentado por:

Krystian Paulino Madrid Obando

Aprobado:

José María Miselem L., M. Sc. Asesor principal	Alfredo Rueda, Ph. D. Coordinador de área temática
Alfredo Rueda, Ph. D. Asesor	Jorge Iván Restrepo, M. B. A. Coordinador de la Carrera de de Ciencia y Producción
Maura Yanire Melgar B., Ing. Asesora	Antonio Flores, Ph. D. Decano académico
	Kenneth L. Hoadley, D. B. A. Rector

DEDICATORIA

A mi Dios por darme la fuerza y la esperanza de poder lograr este sueño.

A mis padres, Paulino y Reyna de Madrid, que me dieron la vida y la confianza para realizar todas las metas que hasta la fecha me he propuesto. A mi hermana Margory, que no me tuvo a su lado mucho tiempo por estar en El Zamorano. Decirles que los quiero mucho se queda corto en verdad.

Al resto de mi familia, que siempre me mostró su afecto, comprensión y dedicación en todos los altibajos que tuve mientras terminaba mi carrera.

A todos mis colegas de la clase STIGMA 03, con los que pasé grandes momentos, en especial a los que pasamos por la Zamoempresa de Cultivos Intensivos.

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios por estar siempre en las buenas y en las malas y por que a pesar de todas las adversidades jamás me dejó solo en el camino.

A mis padres, mi hermana y toda la familia que siempre estuvieron a mi lado desde el comienzo de este reto aconsejándome y dándome todo el apoyo posible.

A mis asesores por todo el apoyo y tiempo brindado; sin sus conocimientos esta tesis sólo hubiera sido una simple idea postrada en un papel, en especial al Ingeniero José María Miselem L. por sus consejos y amistad que son atributos que uno siempre los recordará y al Ingeniero Mario Bustamante (†) por su amistad.

A Pedro Sánchez por su hospitalidad y amistad, al igual que a todo el personal de las cooperativas COAGRISAN y COPAISAN en las Islas Canarias, España.

A mis colegas y hermanos Zamoranos por brindarme su amistad y aprecio en todo momento en el que estuvimos estudiando, en especial a mi compañero de cuarto Juan Aguilar (¡¡ por aguantarme tanto tiempo !!), Arnulfo Pineda y Juan Raudales (los vaqueritos de Washington), Jenny Flores y Jennifer Borja (por preocuparse siempre por mí), Kamil Rosales y Boris Ardaya (compañeros de guitarriadas), Tahia Devisscher y Lisa Lamothe (dos personas especiales para mi).

A todas las personas que me conocieron y que por falta de papel no puedo nombrarlas, les deseo lo mejor del mundo, que Dios los guarde siempre y que en mí tienen un amigo para siempre. ¡¡ Mil gracias a todos !!

RESUMEN

Madrid Obando, K.M. 2003. Estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras. Proyecto especial del programa de ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 43 p.

Con el propósito de encontrar un aumento en el rendimiento y mejor aprovechamiento de los insumos en El Zamorano, se realizó este ensayo para determinar el efecto de la vernalización (uso de frío en la semilla sembrada para inducir floración precoz) y tres fertilizaciones nitrogenadas. Los tratamientos fueron las semillas sembradas y sometidas por dos días a 4 ó 10 °C y el testigo sembrado a temperatura ambiente, y la fertilización que utiliza la Zamoempresa de Cultivos Intensivos sin nitrógeno extra y 66 ó 88% de nitrógeno extra. Los tratamientos no vernalizados germinaron 90% al tercer día post-siembra, en cambio los tratamientos vernalizados a 4 ó 10 °C germinaron 90% al cuarto día post-siembra. La medición de altura y diámetro de las plántulas se hizo el día de transplante y a los días 7, 14 y 21 post-transplante. Las plantas vernalizadas se desarrollaron más lento en las primeras etapas vegetativas. Hubo diferencia estadística significativa, el tratamiento a 4 °C con la fertilización que utiliza la Zamoempresa de Cultivos Intensivos tuvo la tendencia a florear más tarde (1 día más tarde comparado a los otros), sin haber diferencias en la precocidad a cosecha. Debido a que la Zamoempresa maneja mercados de venta de pepino en bandeja y a granel, se realizó el estudio agroeconómico para las dos plazas utilizando el método de presupuestos parciales del CIMMYT. Se determinó que el tratamiento con 66% extra de N (364 kg de N total/ha) vernalizado a 4 °C (81,083 kg/ha) obtuvo la mayor rentabilidad (83%) para pepino vendido por peso; mientras que el tratamiento sin N extra (315 kg de N total/ha) con 10 °C (63,580 bandejas/ha de tres pepinos cada una) obtuvo la mayor rentabilidad (169%) para pepino vendido en bandejas.

Palabras clave: Precocidad a floración, presupuestos parciales, semilla, temperatura, urea.

_____

Abelino Pitty, Ph. D.

CONTENIDO

Autoría..... i
Página de firmas..... ii
Dedicatoria..... iii
Agradecimientos..... iv
Resumen..... v
Contenido..... vi
Índice de cuadros..... vii
Índice de anexos..... ix
Índice de gráficos..... x

INTRODUCCIÓN..... 1

MATERIALES Y MÉTODOS..... 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 8
RESULTADOS AGRONÓMICOS..... 8
RESULTADOS ECONÓMICOS..... 18

CONCLUSIONES..... 29

RECOMENDACIONES..... 30

BIBLIOGRAFÍA..... 31

ANEXOS..... 33

ÍNDICE DE CUADROS

1 Fertilización común utilizada por la Zamoempresa de Cultivos Intensivos y usada en el ensayo del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 5

2 Fertilización extra según tratamiento usada en el ensayo del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 5

3 Total de nitrógeno aplicado en el ensayo del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 6

4 Diámetro (mm) y altura (cm) en el día 21 en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 9

5 Precocidad a floración en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 12

6 Producción comercial en unidades por hectárea según las cosechas en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 14

7 Producción comercial por peso (kg) por hectárea según las cosechas en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 15

8 Producción comercial y no comercial por hectárea en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 17

9 Presupuestos parciales por hectárea para venta por peso (kg) del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 19

10 Presupuestos parciales por hectárea para venta en bandejas del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 20

11 Presupuestos por hectárea para venta por peso (kg) del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 22

12 Presupuestos por hectárea para venta en bandejas del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 23

13 Análisis de dominancia y sensibilidad para venta por peso (kg) por hectárea del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 25

14 Análisis de dominancia y sensibilidad para venta en bandejas por hectárea del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 27

ÍNDICE DE ANEXOS

1 Ubicación de los tratamientos en el macrotúnel A1..... 33

2 Resultado del Análisis de Varianza (ANDEVA) en el día 21 para la variable altura..... 33

3 Resultado del Análisis de Varianza (ANDEVA) en el día 21 para la variable diámetro..... 34

4 Resultado del Análisis de Varianza (ANDEVA) para la variable floración… 34

5 Resultado del Análisis de Varianza (ANDEVA) para la variable cosecha… 35

6 Costos ajustados que varían por hectárea del ensayo (ajustado)..... 35

7 Costos comunes por hectárea del ensayo..... 36

8 Depreciación de insumos utilizados por hectárea..... 37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1 Tendencia de crecimiento de los tratamientos en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 10

2 Tendencia del diámetro de los tratamientos en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 10

3 Curva de beneficio neto marginal para venta por peso en el escenario real del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 26

4 Curva de beneficio neto para venta en bandejas en el escenario real del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003..... 28

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que afecta los rendimientos de los cultivos, es que la planta no llena totalmente sus requisitos de temperatura influyendo directamente en el período de floración. La vernalización, a pesar de ser una técnica agrícola de muy pocos estudios, ha sido utilizada en países como Alemania, Rusia e India; logrando éxitos en aumento de la productividad por planta en especies como la fresa y tomate.

La vernalización es un método que se utiliza para obtener inducción a floración en algunas plantas manipulando la temperatura. Esta técnica se aplica en semillas, dependiendo de las especies y sus diferentes requerimientos de temperatura. El término fue usado por primera vez por Lysenko en 1928 trabajando en cereales de invierno en la ex Unión Soviética (Leopold, 1975), lo que hizo posible la revolución agrícola en países como India y Alemania.

Según Allain (1988), las bajas temperaturas causan en el metabolismo un decrecimiento de las reacciones enzimáticas. Se tiene una idea de que la vernalización crea un estímulo de baja temperatura en las células que se están multiplicando, lo que altera el crecimiento por cierto período de tiempo. Luego de salir del enfriamiento, suelen crecer de una manera más lenta que las que no fueron vernalizadas. Según los estudios en coliflor de Fernández *et al.* (1997), las plantas que fueron expuestas a temperaturas de 10 °C tuvieron un bajo crecimiento vegetativo en las primeras etapas de crecimiento; el mismo síntoma que si se aplicaran giberelinas que también al igual que la vernalización acumulan más nutrientes en el ápice de la planta.

Se ha visto que la vernalización es necesaria en algunas especies, como la variedad "CRJS" de *Raphanus sativus* (Eigles y Edwin, 1997). También se han visto respuestas a la vernalización en tomate expuesto por 72 horas a 10 °C en el cultivar Peto 98 (Bulnes, 1996) y en fresa entre 0-5 °C en el cultivar Chandler (Rivera, 1993).

El efecto de devernalización puede ocurrir cuando luego de ser vernalizada pasa a un lugar con temperaturas demasiadas altas, lo que hace que la planta borre el estímulo obtenido. Esto hace suponer la existencia de una hormona (vernalina) que se forma gracias al impulso del frío y que es metabolizada si altas temperaturas se presentan antes que el producto se establezca; esto se mantiene como hipótesis (Peñaloza, 2001).

Según la revista Outlook on Agriculture (2002), científicos del Centro John Innes han identificado y separado un gen (VRN2) que hace que las plantas recuerden que han pasado por un período de temperaturas frías durante su crecimiento; esto ayudaría a comprender mejor el proceso de floración así como un mejor uso de la vernalización.

"Preparando un laboratorio para una clase de cuarto año, se pusieron unas semillas de tomate y pepino en las cámaras de enfriamiento. Al salir estas al campo, el pepino sí brindó aumento en la producción comparado con semillas que no fueron puestas en las cámaras de enfriamiento. En el caso del tomate, no hubo una diferencia tangible en rendimiento comparando las semillas que fueron vernalizadas y las que no fueron vernalizadas."[1] Debido a esto, ha surgido la incógnita y la necesidad de realizar un trabajo de investigación en esta área, puesto que en un estudio realizado en los años 2001 y 2002 por esta Zamoempresa demostró que con la aplicación de la vernalización se dobló y hasta cuadruplicó el rendimiento en pepino de la variedad Poinsett.

"Uno de los problemas más comunes en nuestro tiempo es la baja producción agrícola que conduce a escaceses sobre todo en los países en desarrollo, debido a limitantes de la producción" (Paz, 2000). De los factores que más influyen para obtener bajos rendimientos, se encuentran los malos programas de fertilización. Por lo intensivo del manejo hortícola, las concentraciones de los nutrientes a veces no están en los niveles necesarios para obtener rendimientos óptimos. Se dice que las plantas en general, necesitan 17 elementos que son esenciales para su nutrición; estos de no encontrarse en el suelo de manera disponible deben de ser aplicados de manera artificial.

La intensificación ha llevado a desequilibrios entre las entradas y salidas de nutrientes; su exceso conlleva a dañar la calidad de la tierra, agua, del aire (Watson, J. y Foy, R.H., 2001) y hasta de los mismos cultivos (Quillere *et al.*, 1994).

Constantemente se trata de encontrar el óptimo de fertilización en los cultivos para mejorar rendimiento, como en brócoli que al aumentar las aplicaciones nitrogenadas después de 5 semanas post-siembra ya no es factible económicamente (Belec *et al*, 2001).

Para que la planta pueda formar proteínas, aminoácidos y otros constituyentes celulares depende de la disponibilidad del nitrógeno y de la capacidad de asimilarlo como nitratos (Sivasankar y Oaks, 1996). Una adecuada fertilización nitrogenada aumenta la actividad de nitrato reductasa para asimilar el nitrógeno (Barneix y Causin, 1996).

Según Ruiz y Romero (1999), aplicaciones nitrogenadas en forma de KNO_3 ayudan al pepino a la translocación de compuestos nitrogenados al fruto, lo que mejora el tamaño comercial; aunque en chile solo aumentó el tamaño de la planta, sin afectar precocidad y el peso del fruto final (Vos y Frinking, 1997).

[1] MISELEM, J. 2002. Uso de vernalización. El Zamorano, HN, Escuela Agrícola Panamericana. Comunicación personal.

Es por ello que gracias a pasados trabajos de investigación realizados en la Zamoempresa de Cultivos Intensivos, ya se tiene una aproximación de ciertos rangos óptimos en lo que respecta a nutrición en algunos cultivos. Con estudios como el presente, lo que se desea es poder llegar al óptimo de fertilización necesaria en pepino para alcanzar buenos rendimientos sin sub o sobre fertilizar el cultivo; pensando en el uso óptimo de nuestros recursos.

El pepino es una hortaliza con pocos requerimientos de los principales macronutrientes, por eso una simple fórmula de nitrógeno, fósforo y potasio balanceada de acuerdo a las necesidades del suelo puede ser suficiente (Rodríguez *et al.,* 1987). Su rango óptimo de crecimiento es entre los 15 y 25 °C. Un fotoperíodo largo y altas temperaturas produce más flores masculinas, siendo todo lo contrario para las flores femeninas (Muñoz, 1972).

Con planes de fertilización y el posible efecto del incremento en la productividad gracias a la vernalización, traería como resultado mayores ingresos económicos y una mejora substancial para los productores; sirviendo como punto de apoyo ante una posible baja en los precios del mercado de pepino.

El objetivo general del estudio fue determinar el efecto agroeconómico de la vernalización y el uso de tres diferentes niveles de fertilización en el rendimiento del cultivar Supersett en pepino.

Específicamente se buscó determinar el efecto en el rendimiento del vernalizar semillas de pepino de la variedad Supersett a 4° y 10 °C, determinar el efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y determinar la relación beneficio-costo, presupuestos parciales y rentabilidad mediante los procedimientos del CIMMYT (1988).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. El lugar se encuentra a 30 kms. de la ciudad capital Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán. Está ubicado en las coordenadas 14 °N y 87 °O, una precipitación promedio de 1,100 mm con una altura de 800 msnm y una temperatura media de 24 °C. Se utilizaron las instalaciones de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos; específicamente el lote A1 que cuenta con un área de 216 m^2 .

Se utilizó un modelo estadístico de bloques completamente al azar con un arreglo factorial (3 vernalizaciones x 3 fertilizaciones) y con 4 repeticiones. El área del ensayo fue de 216 m^2, con 440 bolsas totales; dejando 48 bolsas para cada uno de los tratamientos 1,3,4,5 y 8; y 50 bolsas para los tratamientos 2,7,9, y 6.

Los datos fueron analizados por el programa estadístico SAS® para determinar a través del andeva y la separación de medias utilizando SNK la diferencia significativa entre los tratamientos. También se utilizó un análisis de regresión para ajustar los tratamientos al modelo.

Los tratamientos se basaron en un aumento porcentual en la cantidad de nitrógeno de la fertilización que utiliza la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (Cuadro 1). Tomamos como base los resultados obtenidos en el trabajo de Ulloa (2002) resultando una aplicación de 66% de nitrógeno extra a la fertilización base como mejor tratamiento. Junto a esto, se utilizaron 0% y 88% extra de nitrógeno como los siguientes tratamientos. La fuente para estas aplicaciones fue urea (46% N). Para la vernalización se utilizó temperaturas de 4 y 10 °C sobre la variedad Supersett (Seminis Seed Co.).

"En la Zamoempresa de Cultivos Intensivos tomamos al sustrato en bolsa como materia inerte, con lo cual la fertilización se realiza según los requerimientos y la etapa del cultivo" [2]. Por este motivo no se realizó un análisis al sustrato ni de aportes del mismo; lo que se pretende es que los resultados del estudio sean utilizados para la producción comercial del Zamorano por lo que tenía que ser de la manera más práctica y reproducible

[2] RUBIO, M. 2003. Fertilización en invernaderos. El Zamorano, HN, Escuela Agrícola Panamericana. Comunicación personal.

posible utilizando los insumos actuales de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Fertilización común utilizada por la Zamoempresa de Cultivos Intensivos y usada en el ensayo del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

	Duración	Fertilizantes (kg/ha/dia)			Total de N
Estado fisiológico	días	MAP	Nitrato de Amonio	Nitrato de Potasio	kg/ha. ^
Crecimiento	17	5	19	0	120
Floración	21	4	10	25	152
Fructificación	14	0	4	13	43
					315

^= el total de N se estimó de acuerdo al porcentaje de N de cada fertilizante; MAP =12%, nitrato de amonio =35% y nitrato de potasio =13%.

Las cantidades de urea de cada porcentaje (66% y 88%) se estimaban según los aportes de nitrógeno de los fertilizantes que se utilizaban en las tres etapas fenológicas del cultivo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fertilización extra según tratamiento usada en el ensayo del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

Tratamientos		Kg urea/ha/estado fisiológico			Total urea
Vernalización	% Nitrógeno	Crecimiento	Floración	Fructificación	aplicada
°C	extra	0-17 días	17-38 días	38-52 días	kg/ha
Sin vernalizar	0	0	0	0	0
Sin vernalizar	66	40	51	15	106
Sin vernalizar	88	45	58	16	120
4	0	0	0	0	0
4	66	40	51	15	106
4	88	45	58	16	120
10	0	0	0	0	0
10	66	40	51	15	106
10	88	45	58	16	120

La cantidad total de nitrógeno aplicado en el ensayo se puede ver en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Total de nitrógeno aplicado en el ensayo del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

Tratamientos				
Vernalización	% Nitrógeno	N (kg/ha)		
°C	extra	Base	Extra	Total
Sin vernalizar	0	315	0	315
Sin vernalizar	66	315	49	364
Sin vernalizar	88	315	55	370
4	0	315	0	315
4	66	315	49	364
4	88	315	55	370
10	0	315	0	315
10	66	315	49	364
10	88	315	55	370

La siembra de la variedad Supersett (Seminis Seed Co.) que se utilizó para el ensayo, se llevó a cabo en la sección de plántulas de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos el 30 de Junio del año en curso. Se utilizaron 100 g. de semilla y bandejas de 128 celdas. Una vez sembrada, se procedió a llevar una bandeja y media (192 semillas) al cuarto frío del proyecto de frijol de Zamorano a 4 °C por dos días, otra bandeja y media al cuarto frío de Zona III a 10 °C por dos días y las que no se vernalizaron fueron puestas en un cuarto oscuro por dos días para homogenizar el ensayo. Luego todas las bandejas fueron puestas en los macro túneles de la sección de plántulas de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos esperando la fecha de transplante.

A los nueve días de siembra se procedió al transplante, ubicando una planta por bolsa (Anexo 1). Se colocó una malla de tipo Hortonova® de 15.24 cm. x 15.24 cm. en forma vertical para que la planta fuera tutorada a medida que fuera creciendo y que los frutos no tocaran ni el suelo ni la bolsa.

La fertilización se comenzó a los 7 días post-transplante a través del sistema de riego y la variación nitrogenada se realizó al pie de cada planta formando una media luna de aproximadamente 4 cm. de profundidad y la cual era cubierta luego de la aplicación. El riego comenzó con un tiempo de 45 min. diarios distribuidos en dos aplicaciones, pero luego sólo se utilizó para fertirigar puesto que con las lluvias el uso del riego se volvía innecesario.

Para medir la precocidad a germinación que tenían los tratamientos, se hicieron mediciones a los 3 y 4 días post-siembra. Luego en el transplante (día cero) y a los 7, 14 y 21 días post-transplante se midió la altura y el diámetro de todas las plantas del ensayo.

A los 17 días post-transplante se comenzó a medir la precocidad a floración de todos los tratamientos. A los 38 días post-transplante se comenzó con la evaluación de la cosecha de todas las unidades experimentales.

Para la evaluación, se utilizaron 2 criterios de clasificación: fruto comercial que era el que poseía las características de un color verde oscuro, con dimensiones de 22 cm. de largo x 4.5 cm. de diámetro, un peso individual no menor de 0.3 kg. y la nitidez en la superficie del fruto; el fruto no comercial era toda la fruta dañada o deforme que no reunía las características óptimas para mercadeo.

Se realizó un estudio para determinar presupuestos parciales, la relación costo-beneficio y la rentabilidad de este trabajo de investigación siguiendo los procedimientos del CIMMYT (1988). Los costos fueron analizados extrapolando los datos como si la fertilización fue realizada atravez del sistema de riego, debido a que así se realiza la fertilización por la Zamoempresa de Cultivos Intensivos.

Para los presupuestos parciales en pepino vendido por peso, se estimó la producción de cada tratamiento en un promedio entre las cuatro repeticiones en kg/ha; luego se utilizó un 10% para ajustarla. El beneficio neto marginal viene de la resta entre el beneficio bruto de campo y los costos variables. Todo el procedimiento fue similar para el pepino vendido en bandejas, solo que la producción promedio se estimaba en bandejas/ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS AGRONÓMICOS

Los tratamientos que no fueron vernalizados germinaron en un 90% al tercer día post-siembra. En cambio, los tratamientos que fueron vernalizados a 4 y 10 °C germinaron en un 90% al cuarto día post-siembra. Este resultado es similar a lo expresado por Allain (1988) sobre el decrecimiento y alteración en las actividades enzimáticas y de crecimiento comparado con plantas no expuestas a bajas temperaturas.

El modelo utilizado para la variable altura y diámetro para el día 21 sí fue representativo (R^2 =0.71 y 0.69), mostrando que los datos se ajustan a un modelo lineal; también fueron significativas las variables medidas ($P \leq 0.10$), mostrando que por lo menos uno de los tratamientos tuvo diferencia significativa (Anexos 2 y 3).

En los efectos simples, el tratamiento que no se vernalizó y el vernalizado a 10 °C obtuvieron la mayor altura; pero sólo el que no se vernalizó tuvo diferencias significativas en el diámetro (Cuadro 4).

En la nutrición, no hubo diferencias significativas en el diámetro pero sí en la altura, donde el 88% extra de N fue menor (Cuadro 4).

La mayor altura en el día 21 post-transplante la mostraron 6 tratamientos: 0% N extra sin vernalizado, 66% N extra sin vernalizado, 66% N extra con 10 °C, 66% extra de N con 4 °C, 88% extra de N con 10 °C y teniendo la mayor tendencia entre ellos el tratamiento con 0% N extra con 10 °C. El mayor diámetro lo presentaron 3 tratamientos: 0% N extra con 4 °C, 88% N extra con 10 °C y teniendo la mayor tendencia entre ellos el tratamiento con 0% N extra sin vernalizado (Cuadro 4).

Esto demuestra que el pepino a pesar de las diferencias en los insumos utilizados en los tratamientos, por la competencia de la población o por sus características intrínsicas mostró una altura y diámetro promedio similar al último día (día 21) de la toma de datos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Diámetro (mm) y altura (cm) en el día 21 en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

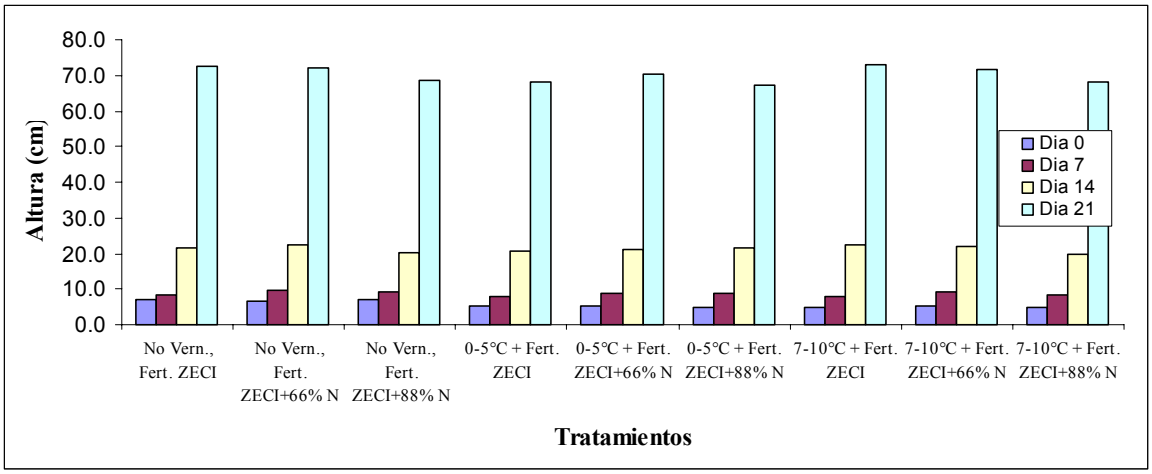
		Altura promedio (cm)	ω	Diámetro promedio (mm)	ω
Vernalizado (°C)					
sin		72.4	a	8.6	a
4		68.5	b	8.4	b
10		71.7	a	8.4	b
% N extra					
0		71.3	a	8.5	a
66		71.4	a	8.4	a
88		68.7	b	8.5	a
Tratamientos					
Vernalizado (°C)	**% N extra**				
Sin vernalizar	0	72.7	a	8.8	a
Sin vernalizar	66	72.0	a	8.5	b c
Sin vernalizar	88	67.7	b	8.2	c
4	0	68.2	b	8.6	a b
4	66	70.3	a b	8.5	b c
4	88	67.9	b	8.3	c
10	0	73.1	a	8.3	c
10	66	71.6	a	8.2	c
10	88	70.3	a b	8.7	a b
		%CV =14		%CV =10	
		$\overline{X}$ = 70.5		$\overline{X}$ = 8.5	
		SD = 6.1		SD = 0.8	
		R^2 = 0.7		R^2 = 0.7	

ω = $\overline{X}$ con letras diferentes tienen diferencia estadística significativa según SNK α 0.10.

En la Gráfica 1 se puede apreciar la tendencia que las plantas llevaban cada siete días que se les tomó la medida con respecto a la altura. Al día de transplante, las plantas no vernalizadas fueron en promedio 3 cm. más altas que las vernalizadas. Al día 7 y 14 post-transplante, la población era casi homogénea, resultando para el día 21 que un tratamiento vernalizado obtuvo la mayor altura.

Estos resultados concuerdan con el estudio de Fernández *et al.* (1997) en coliflor, mostrando que plantas expuestas a bajas temperaturas tienen un bajo crecimiento vegetativo en las primeras etapas de crecimiento. Contrario a lo que expresa en su estudio

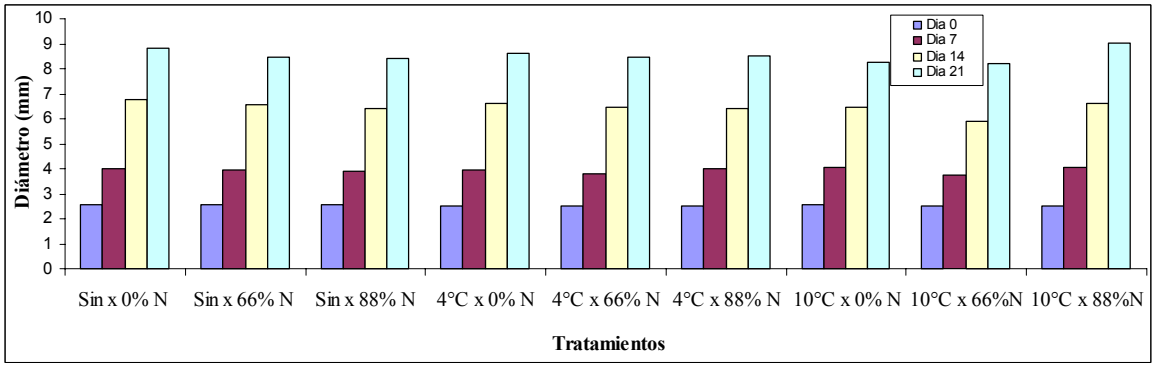
en chile Vos y Frinking (1997), la fertilización nitrogenada no tuvo mayor significancia afectando la altura de las plantas.



Gráfica 1. Altura de plantas en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

En la Gráfica 2, se puede ver las diferencias durante las cuatro mediciones que se hicieron al diámetro de los tratamientos. Contrario a la altura, el diámetro fue similar para todos los tratamientos al día de transplante y al día 7 post-transplante. Hasta el día 21 post-transplante, los tratamientos con mayor diámetro fueron los que se vernalizaron.

Estos resultados no concuerdan con el estudio de Fernández *et al.* (1997) en coliflor, mostrando que plantas expuestas a bajas temperaturas tienen un bajo desarrollo vegetativo; para el caso del diámetro. Similar a lo ocurrido con la altura, la fertilización nitrogenada no tuvo mayor significancia, contrario a lo que expresa en su estudio en chile Vos y Frinking (1997).



Gráfica 2. Diámetro de los tallos en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

El modelo utilizado para la variable floración sí fue representativo (R^2 =0.82), mostrando que los datos se ajustan a un modelo lineal; también fueron significativas las variables medidas ($P \leq 0.10$), mostrando que por lo menos uno de los tratamientos tuvo diferencia

significativo. La probabilidad muestra que la variable fertilización fue la que más afectó la floración del ensayo (2.86), seguido por la interrelación de temperatura x repetición (2.53) (Anexo 4).

Como efectos simples, sólo al que se le aplicó 66% extra de N tuvo una diferencia significativa al ser el más tardado en florear (Cuadro 5).

Estadísticamente, 6 tratamientos tuvieron el menor tiempo de floración: 0% N extra con 10 °C, 66% N extra sin vernalizado, 66% de N extra con 10 °C, 88% extra de N sin vernalizar, 88% extra de N con 10 °C y teniendo una mayor tendencia entre ellos el tratamiento con 66% extra de N con 4 °C (Cuadro 5).

Cuadro 5. Precocidad a floración en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

	Días a floración	ω
Vernalizado (°C)		
sin	21.39	a
4	21.55	a
10	21.28	a
% N extra		
sin	21.66	a
66	21.09	b
88	21.47	a b

Tratamientos			
Vernalizado (°C)	**% N extra**		
Sin vernalizar	0	21.63	a b
Sin vernalizar	66	21.07	b c
Sin vernalizar	88	21.48	a b c
4	0	22.19	a
4	66	20.85	c
4	88	21.61	a b
10	0	21.15	b c
10	66	21.31	b c
10	88	21.33	b c
		%CV = 10	
		$\overline{X}$ = 21.41	
		SD = 1.11	
		R^2 = 0.82	

ω = $\overline{X}$ con letras diferentes tienen diferencia estadística significativa según SNK α 0.10.

En las relaciones simples, la vernalización no tuvo diferencias significativas en ninguna de las siete cosechas realizadas, mientras que en la fertilización sólo tuvo diferencias significativas en la cuarta cosecha para unidades y en la primera cosecha en kilogramos; siendo para ambas la mejor la fertilización con 66% extra de N (Cuadro 6 y 7).

Todos los tratamientos comenzaron a cosecharse a los 38 días después del transplante. En unidades, a la cuarta semana sólo los tratamientos con 0% N extra con 10 °C, 0%N extra con 4 °C y 88% extra de N con 10 °C habían dado menos del 80% de su cosecha total (Cuadro 6).

En kilogramos por hectárea, a la cuarta semana sólo los tratamientos con 66% extra de N con 10 °C, 66% extra de N con 4 °C y 88% extra de N sin vernalizar habían rendido más del 80% de la cosecha total (Cuadro 7).

Cuadro 6. Producción comercial en unidades por hectárea según las cosechas en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

		Cosechas (unidades)													
Vernalizado (°C)		**1**	**ω**	**2**	**ω**	**3**	**ω**	**4**	**ω**	**5**	**ω**	**6**	**ω**	**7**	**ω**
sin		47,531	a	48,457	a	21,142	a	34,568	a	20,988	a	8,488	a	6,636	a
4		50,771	a	47,222	a	16,667	a	36,883	a	21,296	a	8,642	a	7,407	a
10		43,056	a	48,148	a	17,747	a	32,716	a	26,389	a	8,488	a	6,636	a
% N extra		**1**	**ω**	**2**	**ω**	**3**	**ω**	**4**	**ω**	**5**	**ω**	**6**	**ω**	**7**	**ω**
sin		42,438	a	47,531	a	16,667	a	31,944	b	23,303	a	8,333	a	6,945	a
66		47,685	a	43,982	a	20,062	a	39,660	a	20,062	a	7,716	a	8,179	a
88		51,234	a	52,315	a	18,827	a	32,562	b	25,309	a	9,568	a	8,179	a
Tratamientos		**Cosechas**													
Vernalizado	**% N**	**Unidades**													
°C	**extra**	**1**	**ω**	**2**	**ω**	**3**	**ω**	**4**	**ω**	**5**	**ω**	**6**	**ω**	**7**	**ω**
Sin vernalizar	0	48,611	b	43,981	a	17,592	a b	26,852	d	22,222	a b	8,334	a b	3,241	a b
Sin vernalizar	66	49,999	b	55,093	a	19,445	a b	38,889	a b	18,519	b	7,871	a b	11,111	a b
Sin vernalizar	88	43,981	b c	46,296	a	22,685	a	37,963	a b c	22,222	a b	9,259	a b	5,556	a b
4	0	34,722	c	47,222	a	13,889	a b	36,574	a b c d	23,611	a b	7,407	a b	4,630	a b
4	66	47,685	b c	46,296	a	22,685	a b	42,593	a	17,593	b	10,185	a b	10,185	a b
4	88	69,907	a	48,148	a	16,667	a b	31,482	b c d	22,685	a b	8,333	a b	7,408	a b
10	0	43,982	b c	51,389	a	16,667	a b	32,407	a b c d	24,074	a b	9,259	a b	12,963	a b
10	66	45,370	b c	30,556	a	21,296	a b	37,500	a b c	24,074	a b	3,843	b	3,241	b
10	88	39,815	b c	41,667	a	15,278	a b	28,241	c d	31,018	a	11,111	a	3,704	a
	%CV =	23		30		30		24		29		18		30	
	$\overline{X}$ =	47,119		47,942		18,518		34,722		22,891		8,539		6,893	
	SD =	10,817		17,819		8,373		8,260		8,238		4,494		5,175	
	R^2 =	0.78		0.77		0.70		0.74		0.81		0.72		0.76	

ω = $\overline{X}$ con letras diferentes tienen diferencia estadística significativa según SNK α 0.10

Cuadro 7. Producción comercial por peso (kg) por hectárea según las cosechas en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

	Cosechas (Kg)													
Vernalizado (°C)	**1**	**ω**	**2**	**ω**	**3**	**ω**	**4**	**ω**	**5**	**ω**	**6**	**ω**	**7**	**ω**
sin	16,063	a	20,255	a	9,508	a	11,767	a	7,878	a	3,352	a	4,141	a
4	14,690	a	21,181	a	7,718	a	14,545	a	7,215	a	3,286	a	4,789	a
10	14,310	a	20,864	a	8,770	a	10,995	a	8,333	a	2,839	a	3,070	a
% N extra	**1**	**ω**	**2**	**ω**	**3**	**ω**	**4**	**ω**	**5**	**ω**	**6**	**ω**	**7**	**ω**
sin	13,398	b	20,756	a	7,895	a	10,301	a	8,179	a	2,991	a	3,804	a
66	18,687	a	19,437	a	9,296	a	13,233	a	7,214	a	2,824	a	4,296	a
88	12,978	b	22,106	a	8,804	a	13,733	a	8,032	a	3,662	a	3,898	a
Tratamientos														
Vernalizado	**% N**													
°C	**Extra**	**1**	**ω**	**2**	**ω**	**3**	**ω**	**4**	**ω**	**5**	**ω**	**6**	**ω**	**7**	**ω**
		Cosechas Kg													
Sin vernalizar	0	15,361	b c d	18,982	a b	9,259	a	8,796	b	8,681	a	3,408	a b	3,056	b
Sin vernalizar	66	17,676	a b	22,315	a	8,843	a b	9,144	a b	9,259	a b	3,009	a b	5,621	a b
Sin vernalizar	88	15,153	b c d	19,468	a b	9,894	a	12,963	b	8,009	a	3,639	a b	4,102	a b
4	0	10,944	d	16,384	a b	5,898	b	11,343	b	8,102	a	2,894	a b	3,412	a b
4	66	30,787	a	21,273	a b	8,523	a b	13,542	a b	6,366	b	3,334	a b	4,963	a
4	88	11,366	b c	21,204	a b	8,732	a b	18,750	a	7,126	a	3,334	a b	4,963	a b
10	0	14,751	b c d	18,969	a b	9,834	a	12,644	b	7,727	a	2,810	a b	3,512	b
10	66	9,280	c d	17,235	b	7,954	a	15,246	a b	7,292	a	3,977	b	5,303	b
10	88	11,561	b c d	24,482	a	7,481	a b	9,521	b	8,841	a	3,400	a	2,720	b
%CV =		30		26		29		31		28		28		28	
$\overline{X}$ =		15,021		20,766		8,665		12,436		7,809		3,159		4,000	
SD =		4,361		5,468		2,843		4,322		2,165		1,519		2,307	
R^2 =		0.71		0.78		0.73		0.78		0.86		0.71		0.79	

ω = $\overline{X}$ con letras diferentes tienen diferencia estadística significativa según SNK α 0.10

El modelo utilizado para la variable cosecha total sí fue representativo (R^2 >0.70 en todas las variables), mostrando que los datos se ajustan perfectamente a un modelo lineal y las variables utilizadas sí fueron significativas ($P \leq 0.10$), mostrando que por lo menos uno de los tratamientos tuvo diferencia significativa (Cuadro 8).

En la producción comercial en kilogramos, solo los tratamientos vernalizados a 10 °C y los que no utilizaron N extra tuvieron diferencia significativa al dar los menores rendimientos (Cuadro 8).

En la producción comercial en unidades, ninguna de las temperaturas tuvo diferencia significativa (Cuadro 8).

En la fertilización, las que no se les aplicó nitrógeno extra tuvieron una diferencia significativa al brindar la menor cantidad de unidades (Cuadro 8).

Como se puede apreciar en el Cuadro 8, no hubo diferencia significativa entre 6 tratamientos: 66% de N extra sin vernalizar, 66% extra de N con 4 °C, 0% extra de N con 10 °C, 88% extra de N sin vernalizar y teniendo entre ellos una mayor tendencia en unidades comerciales el tratamiento con 88% extra de N con 4 °C.

En kilogramos de producción comercial, no hubo diferencia significativa entre 3 tratamientos: 88% extra de N con 4 °C, 66% de N extra sin vernalizar y teniendo entre ellos una mayor tendencia el tratamiento con 66% extra de N con 4 °C (Cuadro 8).

En la producción no comercial, no hubo diferencia significativa entre 4 tratamientos: 0% extra de N con 10 °C, 66% extra de N con 10 °C, 88% extra de N con 10 °C y teniendo entre ellos la menor tendencia en unidades el tratamiento con 0% extra de N con 4 °C (Cuadro 8).

En peso, no hubo diferencia significativa en la producción no comercial entre 5 tratamientos: 88% extra de N con 4 °C, 0% extra de N con 4 °C, 66% extra de N con 4 °C, 66% extra de N con 10 °C y teniendo entre ellos la menor tendencia el tratamiento con 0% extra de N con 10 °C (Cuadro 8).

Cuadro 8. Producción comercial y no comercial por hectárea en el estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

		Producción comercial				Producción no comercial			
Vernalizado (°C)		**Unidades**	**ω**	**Kg**	**ω**	**Unidades**	**ω**	**Kg**	**ω**
sin		187,809	a	72,963	a	67,747	a	488	a
4		188,809	a	73,421	a	61,728	a	354	b
10		183,179	a	68,179	b	62,500	a	376	b
% N extra									
sin		177,161	b	67,324	b	57,562	b	488	a
66		187,346	a b	74,988	a	66,049	a	420	a
88		195,370	a	72,252	a	68,364	a	426	a
Vernalizado °C	**% N extra**	**Unidades**	**ω**	**Kg**	**ω**	**Unidades**	**ω**	**Kg**	**ω**
Sin vernalizar	0	172,685	b c	68,070	d e f	65,278	a b	456	b
Sin vernalizar	66	200,926	a	77,593	a b	69,908	a	555	a
Sin vernalizar	88	189,815	a b	73,227	b c d	68,056	a	453	b
4	0	168,056	c	63,657	f	51,389	c	352	c
4	66	193,982	a	81,083	a	62,963	a b c	333	c
4	88	204,630	a	75,523	a b c	70,833	a	379	b c
10	0	190,741	a b	70,245	c d e	56,019	b c	309	c
10	66	167,130	c	66,287	e f	65,278	a b c	374	b c
10	88	191,667	a b	68,005	d e f	66,204	a b	446	b
	%CV=	8		7		15		17	
	$\overline{X}$ =	186,626		71,521		63,992		406	
	SD =	15,549		4,652		9,316		70	
	R^2 =	0.9		0.93		0.88		0.93	

ω = $\overline{X}$ con letras diferentes tienen diferencia estadística significativa según SNK α 0.10

RESULTADOS ECONÓMICOS

Tomando solamente los costos variables y los rendimientos medios por tratamiento, se comenzó a evaluar los costos y beneficios de lo que implica la utilización de nueva tecnología que involucró el estudio. Esto dio como resultado la mejor combinación para producción, ya sea para pepino vendido por kilogramo o para ser embandejado; esto debido a que la Zamoempresa de Cultivos Intensivos mantiene participación activa en ambos mercados.

Como costos variables solamente se incluyeron los insumos y actividades utilizados extra a lo que se utilizaría en una producción normal de pepino (Anexo 6). Los costos comúnes utilizados para el análisis económico fueron los costos que tuvo el ensayo (Anexo 7) y en algunos casos utilizando la depreciación (Anexo 8). Se comenzó con el estudio de los presupuestos parciales para pepino vendido por kilogramo y para el que sería vendido en bandeja (Cuadros 9 y 10).

Para el pepino vendido por peso, el tratamiento con 66% extra de N con 4 °C obtuvo los mayores beneficios marginales debido a su alta productividad por hectárea; el tratamiento que menos beneficios marginales obtuvo fue el tratamiento con 66% extra de N con 10 °C (Cuadro 9).

En la producción de bandejas por hectárea (Cuadro 10), el mejor fue el tratamiento con 88% extra de N con 4°C; el que menos beneficio marginal obtuvo fue el tratamiento con 66% extra de N con 10 °C.

Cuadro 9. Presupuestos parciales por hectárea para venta por peso (kg) del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

	Tratamiento (%N extra x °C)								
	0/sin	**66/sin**	**88/sin**	**0/4**	**66/4**	**88/4**	**0/10**	**66/10**	**88/10**
Rendimiento medio (kg)	68,070	77,593	73,227	63,657	81,083	75,523	70,245	66,287	68,005
Rendimiento ajustado (kg)*	61,263	69,834	65,904	57,291	72,975	67,971	63,221	59,658	61,205
Beneficio bruto de campo ($) ∞	5,514	6,285	5,931	5,156	6,568	6,117	5,690	5,369	5,508
Mano de obra extra ($)	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
Cuarto oscuro ($)	4.44	4.44	4.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cuarto frío ($)	0.00	0.00	0.00	60.96	60.96	60.96	60.96	60.96	60.96
Urea ($)	0.00	419.76	475.20	0.00	419.76	475.20	0.00	419.76	475.20
Total costos que varían ($)	11.97	431.73	487.17	68.49	488.25	543.69	68.49	488.25	543.69
Beneficio marginal ($)	5,502	5,853	5,444	5,088	6,080	5,573	5,622	4,881	4,964

Tasa de cambio: Lps. 17.55 por US dólar.
***** Se usó 10% para estimar el rendimiento ajustado
∞ = Precio de venta del kg. de pepino: $ 0.09.

Cuadro 10. Presupuestos parciales por hectárea para venta en bandejas del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

	Tratamiento (%N extra x °C)								
	0/sin	**66/sin**	**88/sin**	**0/4**	**66/4**	**88/4**	**0/10**	**66/10**	**88/10**
Rendimiento medio (bandeja)	57,562	66,975	63,272	56,019	64,661	68,210	63,580	55,710	63,889
Rendimiento ajustado (bandeja)*	51,806	60,278	56,945	50,417	58,195	61,389	57,222	50,139	57,500
Beneficio bruto de campo ($)**	11,915	13,864	13,097	11,596	13,385	14,119	13,161	11,532	13,225
Mano de obra extra ($)	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
Cuarto oscuro ($)	4.44	4.44	4.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Empaque ($) µ	1,554.18	1,808.34	1,708.35	1,512.51	1,745.85	1,841.67	1,716.66	1,504.17	1,725.00
Cuarto frío ($)	0.00	0.00	0.00	60.96	60.96	60.96	60.96	60.96	60.96
Urea ($)	0.00	419.76	475.20	0.00	419.76	475.20	0.00	419.76	475.20
Total costos que varían ($)	1,566.15	2,240.17	2,195.52	1,581.00	2,234.10	2,385.36	1,785.15	1,992.42	2,268.69
Beneficio marginal ($)	10,349	11,624	10,901	10,015	11,151	11,734	11,376	9,540	10,956

Precio de venta de la bandeja: $0.23
Tasa de cambio: Lps. 17.55 por US dólar.
* Cada bandeja trae 3 pepinos.
** Se usó 10% para estimar el rendimiento ajustado.
µ = el precio por bandeja es de $0.03.

Una vez realizados los presupuestos parciales, se procedió a determinar los presupuestos totales para el pepino vendido por peso y en bandejas (Cuadros 11 y 12).

Para la producción destinada a la venta por peso (Cuadro 11), todos los tratamientos brindan utilidades positivas. El mejor tratamiento fue el que utilizó 66% extra de N con 4 °C de vernalizado; el peor tratamiento fue el que utilizó 66% extra de N con 10 °C de vernalizado, aunque siempre mantiene ganancias arriba de un 40%.

Para la producción de pepino embandejado (Cuadro 12), el tratamiento sin N extra con 10 °C de vernalizado ofreció la mayor utilidad neta; el que menos utilidad neta brindó fue el tratamiento con 66% extra de N con 10 °C de vernalización, aunque mantiene una rentabilidad superior al 100% ya que los costos totales en que se incurre la operación son bajos.

Cuadro 11. Presupuestos por hectárea para venta por peso (kg) del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

Tratamientos		Rend. * comercial medio	Rend. * comercial ajustado	Beneficios brutos	Costos que varían	Costos comúnes	Costos totales	Beneficios netos totales	Rent. ¥ sobre costos
(°C)	% N extra	(kg)	(kg)	($)	($)	($)	($)	($)	%
Sin	0	68,070	61,263	5,514	11.97	3,100	3,112	2,402	77
Sin	66	77,593	69,834	6,285	431.73	3,100	3,532	2,753	78
Sin	88	73,227	65,904	5,931	487.17	3,100	3,587	2,344	65
4	0	63,657	57,291	5,156	68.49		3,168	1,988	63
4	66	81,083	72,975	6,568	488.25	3,100	3,588	2,980	83
4	88	75,523	67,971	6,117	543.69	3,100	3,644	2,473	68
10	0	70,245	63,221	5,690	68.49	3,100	3,168	2,522	80
10	66	66,287	59,658	5,369	488.25	3,100	3,588	1,781	50
10	88	68,005	61,205	5,508	543.69	3,100	3,644	1,864	51

*= rendimiento.
¥ = rentabilidad.
Precio de venta del kg. de pepino: $0.09.
Tasa de cambio: Lps. 17.55 por US dólar.

Cuadro 12. Presupuestos por hectárea para venta en bandejas del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en el Zamorano, Honduras, 2003.

Tratamientos		Rend. * comercial ajustado	Beneficios brutos	Costos que varían	Costos comúnes	Costos totales	Beneficios netos totales	Rent. ¥ sobre costos
(°C)	% N extra	(bandejas)	($)	($)	($)	($)	($)	%
Sin	0	51,806	11,915	1,566	3,100	4,666	7,249	155
Sin	66	60,278	13,864	2,240	3,100	5,340	8,524	160
Sin	88	56,945	13,097	2,196	3,100	5,296	7,801	147
4	0	50,417	11,596	1,581	3,100	4,681	6,915	148
4	66	58,195	13,385	2,234	3,100	5,334	8,051	151
4	88	61,289	14,119	2,385	3,100	5,485	8,634	157
10	0	57,222	13,161	1,785	3,100	4,885	8,276	169
10	66	50,139	11,532	1,992	3,100	5,092	6,440	126
10	88	57,500	13,225	2,269	3,100	5,369	7,856	146

* = rendimiento.
¥ = rentabilidad.
Precio de venta de la bandeja: $0.23.
Tasa de cambio: Lps. 17.55 por US dólar.
Cada bandeja trae 3 pepinos.

Para la producción cuyo destino final es ser vendida por peso (kg) (Cuadro 13), se realizaron tres escenarios de análisis. En el escenario optimista, se redujeron los costos en un 10% y se aumentó el precio a $0.13/kg. En el escenario pesimista, los costos se aumentaron en un 10% y el precio descendió a $0.05/kg.

Se presentaron cuatro tratamientos dominantes: sin N extra sin vernalizar, 0 N extra con 10 °C , 66% de N extra sin vernalizar y 66% extra de N con 4 °C (obtuvo el mejor beneficio marginal) (Gráfica 3).Todos los tratamientos obtienen ganancias negativas al ser puestos en el escenario pesimista (Cuadro 13).

La tasa de retorno marginal indica que al ir de la tecnología del tratamiento sin N extra y sin vernalizar al tratamiento sin extra de N con 10 °C se recupera el dólar de la inversión más $2.14 adicionales; ir del tratamiento sin extra de N con 10 °C hacia la tecnología del tratamiento con 66% extra de N sin vernalizar, se recupera el dólar invertido y $0.58 adicionales. Ir del tratamiento con 66% extra de N sin vernalizar al 66% extra de N con 4 °C nos paga el dólar invertido y $3.96 extras; ir directamente del menor al mayor beneficio marginal nos regresa el dólar invertido y $1.16 extras (Gráfica 3).

Para la producción cuyo destino es ser vendida en bandejas (Cuadro 14), se realizaron tres escenarios de análisis. En el escenario optimista, se redujeron los costos en un 10% y se aumentó el precio por bandeja a $0.26. En el escenario pesimista, los costos se aumentaron en un 10% y el precio de la bandeja bajó a $0.20.

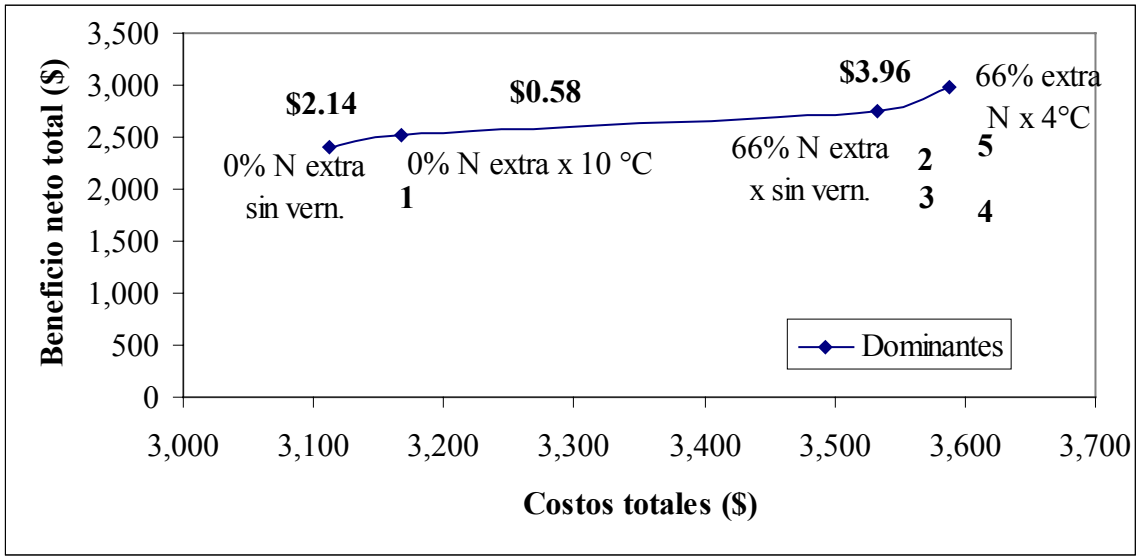
Los cuatro tratamientos dominantes fueron: sin N extra sin vernalizar, sin N extra con 10 °C, 66% extra de N sin vernalizar y 88% de N extra con 4 °C(el que obtuvo el mayor beneficio marginal) (Gráfica 4). Todos los tratamientos mantienen ganancias, inclusive en el escenario pesimista (Cuadro 14).

La tasa de retorno marginal nos indica que al ir de la tecnología del tratamiento sin N extra y sin vernalizar al tratamiento con 0% extra de N a 10 °C se recupera el dólar de la inversión más $4.69 adicionales; ir del tratamiento con 0% extra de N a 10 °C al de 66% extra de N sin vernalizar se recupera el dólar invertido y $0.50 adicionales. Ir del tratamiento con 66% extra de N sin vernalizar al de 88% extra de N con 4 °C, se obtiene el dólar invertido y genera $0.76 extra. Pasar del menor al mayor beneficio marginal, se recupera el dólar invertido y genera $1.65 extras (Gráfica 4).

Cuadro 13. Análisis de dominancia y sensibilidad para venta por peso (kg) por hectárea del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

Escenario	Tratamientos %N extra x °C	Costos totales ($)	Beneficio neto total ($)	
Optimista ♦	0 x sin	2,801	5,163	**D**
	0 x 4	2,851	4,597	**d**
	0 x 10	2,851	5,368	**D**
	66 x sin	3,179	5,900	**D**
	88 x sin	3,228	5,339	**d**
	66 x 10	3,229	4,526	**d**
	66 x 4	3,229	6,258	**D**
	88 x 10	3,280	4,677	**d**
	88 x 4	3,280	5,557	**d**
Real **Ω**	0 x sin	3,112	2,402	**D**
	0 x 4	3,168	1,988	**d**
	0 x 10	3,168	2,522	**D**
	66 x sin	3,532	2,753	**D**
	88 x sin	3,587	2,344	**d**
	66 x 10	3,588	1,781	**d**
	66 x 4	3,588	2,980	**D**
	88 x 10	3,644	1,864	**d**
	88 x 4	3,644	2,473	**d**
Pesimista **Ψ**	0 x sin	3,423	(-360)	**D**
	0 x 4	3,485	(-620)	**d**
	0 x 10	3,485	(-324)	**D**
	66 x sin	3,885	(-394)	**D**
	88 x sin	3,946	(-651)	**d**
	66 x 10	3,947	(-964)	**d**
	66 x 4	3,947	(-298)	**D**
	88 x 10	4,008	(-948)	**d**
	88 x 4	4,008	(-610)	**d**

♦= Escenario optimista; costos bajaron en 10%, precio subió a $0.13/kg.
Ω= Escenario real; costos sin variar, precio de $0.09/kg.
Ψ= Escenario pesimista; costos aumentaron en 10%, precio disminuyó a $0.05/kg.
D= dominante.
d = dominado.



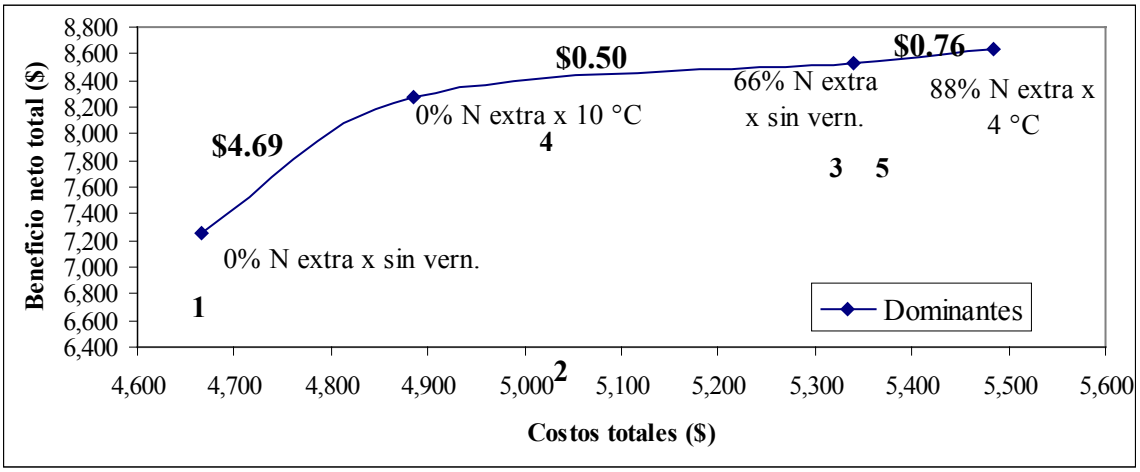
Dominados:
1= Tratamiento con 0% N extra a 4 °C.
2= Tratamiento con 88% N extra sin vernalizar.
3= Tratamiento con 66% N extra a 10 °C.
4= Tratamiento con 88% N extra a 10 °C.
5= Tratamiento con 88% N extra a 4 °C.

Gráfica 3. Curva de beneficio neto marginal para venta por peso (kg) en el escenario real del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

Cuadro 14. Análisis de dominancia y sensibilidad para venta en bandeja por hectárea del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

Escenario	Tratamientos %N extra x °C	Costos totales ($)	Beneficio neto total ($)	
Optimista ♦	0 x sin	4,199	9,270	**D**
	0 x 4	4,213	8,896	**d**
	0 x 10	4,397	10,481	**D**
	66 x 10	4,583	8,453	**d**
	66 x 4	4,801	10,330	**d**
	66 x sin	4,806	10,866	**D**
	88 x sin	4,759	9,974	**d**
	88 x 10	4,832	10,118	**d**
	88 x 4	4,937	10,999	**D**
Real **Ω**	0 x sin	4,666	7,249	**D**
	0 x 4	4,681	6,915	**d**
	0 x 10	4,885	8,276	**D**
	66 x 10	5,092	6,440	**d**
	66 x 4	5,334	8,051	**d**
	66 x sin	5,340	8,524	**D**
	88 x sin	5,296	7,801	**d**
	88 x 10	5,369	7,856	**d**
	88 x 4	5,485	8,634	**D**
Pesimista **Ψ**	0 x sin	5,133	5,229	**D**
	0 x 4	5,149	4,934	**d**
	0 x 10	5,374	6,071	**D**
	66 x 10	5,601	4,427	**d**
	66 x 4	5,867	5,772	**d**
	66 x sin	5,874	6,182	**D**
	88 x sin	5,833	5,483	**d**
	88 x 10	5,906	5,594	**d**
	88 x 4	6,034	6,224	**D**

♦= Escenario optimista; costos bajaron en 10%, precio subió a $0.26/bandeja.
Ω= Escenario real; costos sin variar, precio de $0.23/bandeja.
Ψ= Escenario pesimista; costos aumentaron en 10%, precio disminuyó a $0.20/bandeja.
D= dominante.
d= dominado.



Dominados:
1= 0% N extra con 4 °C.
2= 66% N extra con 10 °C.
3= 88% N extra sin vernalizar.
4= 66% N extra con 4 °C.
5= 88% N extra con 10 °C.

Gráfica 4. Curva de beneficio neto para venta en bandejas en el escenario real del estudio agroeconómico del vernalizado y tres niveles de fertilización en el rendimiento de pepino en El Zamorano, Honduras, 2003.

CONCLUSIONES

- La aplicación de los diferentes niveles de fertilización en combinación con las diferentes temperaturas sí tuvo un efecto significativo, tanto en los rendimientos como en el número de frutos comerciales.

- El efecto simple de las temperaturas de vernalización y de los niveles de fertilización sí tuvo un efecto significativo en las diferentes variables medidas en el ensayo.

- Económicamente, el mejor tratamiento para producción de pepino variedad Supersett para venta por peso (kg) es el vernalizado a 4 °C con 364 kg/ha de N (tratamiento con 66% extra de nitrógeno).

- Para la producción de pepino variedad Supersett para vender en bandeja, económicamente el mejor tratamiento es el que se vernalizó a 10 °C sin aplicación extra de N.

RECOMENDACIONES

- Utilizar el vernalizado a 4 °C con 364 kg/ha (tratamiento con 66% extra de nitrógeno) junto a la fertilización actual que utiliza la Zamoempresa de Cultivos Intensivos para la producción de pepino variedad Supersett de venta por kilogramo con las condiciones del Zamorano.

- Vernalizar a 10 °C sin aplicaciones extras de N junto a la fertilización actual que utiliza la Zamoempresa de Cultivos Intensivos para la producción de pepino cuyo destino final es ser vendido en bandejas.

- Realizar nuevos ensayos para optimizar la interacción existente entre la nutrición y la vernalización: probar mayor tiempo con temperatura de 4 °C, probar temperaturas más bajas con diferentes períodos de tiempo, vernalizar solo semilla y probar efecto de semillas húmedas.

- Realizar estudios de vernalización con plantas de la familia Cucurbitaceae para apreciar si tienen efectos positivos en la producción bajo condiciones de El Zamorano.

BIBLIOGRAFÍA

Allain, F. G. 1988. Le Froid dans l'agriculture. Revue Générale du Froid 18 (2): 5-14 p.

Barneix, A. J.; Causin, H. F. 1996. The central role of aminoacids on nitrogen utilization and plant growth. Plant Phisiology and Biochemistry. 149: 358-362.

Belec, C.; Villenueve, S.; Couloumbe, J.; Tremblay, N. 2001. Impact of nitrogen fertilization on yield, hollow stem incidence and sap nitrate concentration in broccoli. Canadian Journal of Plant Science 81 (4): 765-772.

Bulnes, J. 1996. Efecto de la vernalización sobre los cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) Peto 98 y Floradade. Tésis Lic. Ing. Agr. El Zamorano, HN, Escuela Agrícola Panamericana. 64 p.

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

Eigles, E. G.; Erwin, J. E. 1997. A model plant for vernalization studies. Scientia Horticulturae 70 (2): 197-202.

Fernández, J. A.; Bañón, S.; Franco, S. A.; González, A.; Martínez, P. F. 1997. Effects of vernalization and exogenous gibberellins on curd induction and carbohydrate levels in the apex of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Scientia Horticulturae 70 (2): 223-230.

Leopold, A. C. 1975. Plant growth and development. US, Von Hoffmann Press. 415 p.

Muñoz, C. M. 1972. El cultivo del pepino. Novedades Hortícolas 16 (3): 28 p.

Outlook on Agriculture. 2002. Monitor. Outlook on Agriculture 31 (1): 68-70 p.

Paz, P. E. 2000. Producción vegetal: Producción de cultivos y energía. El Zamorano, HN, Copias de clase. 15 p.

Peñaloza, P. 2001. Semillas de hortalizas: manual de producción. Santiago, CH, Ediciones Universitarias de Valparaíso. Consultado 10 sept. 2003. Disponible en: http://www.euv.cl/archivos_pdf/libros_nuevos/semillas_de_hortalizas.pdf

Quillere, I.; Dufosse, C.; Roux, Y., Foyer, C.H.; Caboche, M.; Moret-Gaudry, J. F. 1994. The effects of deregulation of NR genes expression on growth and nitrogen metabolism of *Nicotiana plumbaginifolia* plants. Exp. Bot. 45: 1205-1211.

Rivera, D. 1993. Efecto de la vernalización en la fructificación de fresa (*Fragaria* x *Ananassa* Duch.) cv. Chandler. Tésis Lic. Ing. Agr. El Zamorano, HN, Escuela Agrícola Panamericana. 42 p.

Rodríguez, R.; Tabares, J. M.; Rodríguez, J. M. 1987. El pepino. Xoba Revista de Agricultura. Monografía 3. 69 p.

Ruiz, J. M.; Romero, L. 1999. Cucumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen supply. Scientia Hortculturae 82 (3): 309-316.

Sivasankar, S.; Oaks, A. 1996. Nitrate assimilation in higher plants: the effect of metabolites and light. Plant Physiology and Biochemistry 34: 609-620.

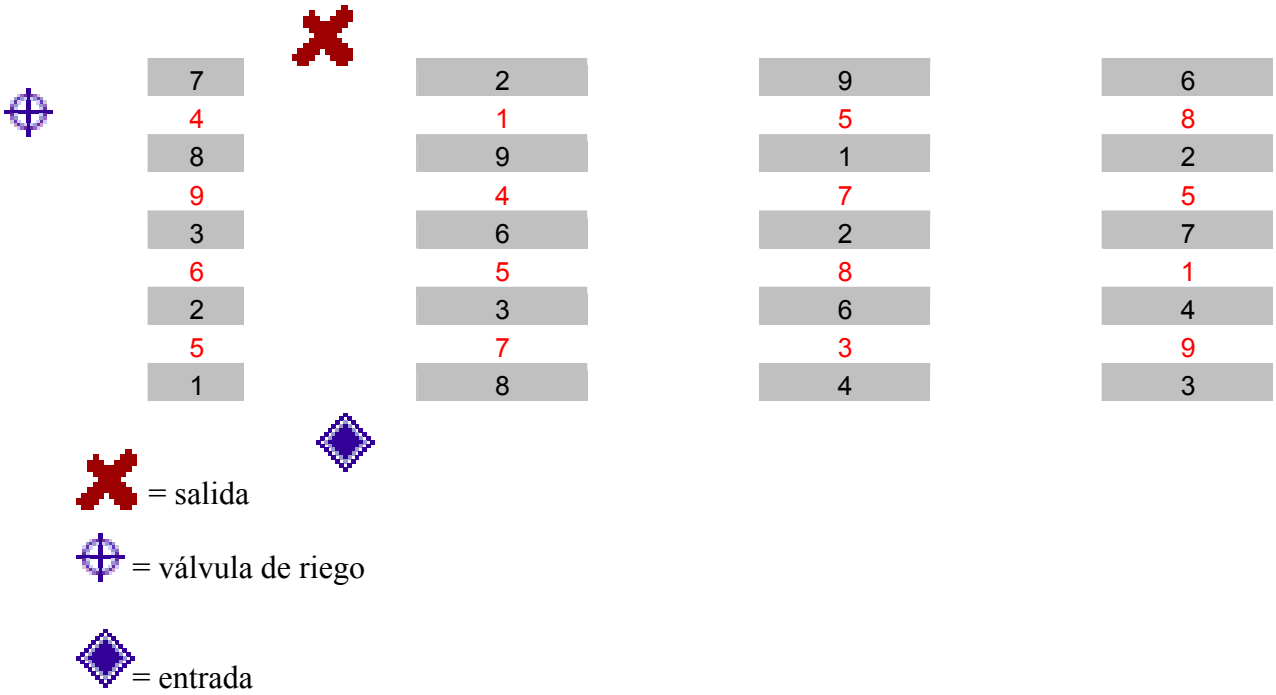
Ulloa, J. 2002. Evaluación agroeconómica de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de pepino con producción en bolsa. Tésis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. p. 20-30.

Vos, J. G. y Frinking H. D. 1997. Nitrogen fertilization as a component of integrated crop management of hot pepper (*Capsicum* spp.) under tropical lowland condition. International Journal Pest 43 (1): 1-10.

Watson, J.; Foy, R. H. 2001. Environmental impacts of nitrogen and phosphorus cycling in grasslands systems. Outlook on agriculture 30 (2), 117-127.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los tratamientos en el macrotúnel A1.



Anexo 2: Resultado del Análisis de Varianza (ANDEVA) en el día 21 para la variable altura.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ALT Mean
0.711044	14.28316	6.06265	70.45114

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FERT	2	226.486601	113.243300	1.12	0.3278
TEMP	2	845.225695	422.612847	4.17	0.0160
REP	3	550.178569	183.392856	1.81	0.1444
FERT*TEMP	3	178.314045	59.438015	0.59	0.6238
REP*FERT	6	1521.344809	253.557468	2.50	0.0216
REP*TEMP	6	1391.591816	231.931969	2.29	0.0135

Anexo 3: Resultado del Análisis de Varianza (ANDEVA) en el día 21 para la variable diámetro.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.694714	9.859211	0.833314	8.452136

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FERT	2	3.29729891	1.64864945	2.37	0.0943
TEMP	2	4.65120623	2.32560311	3.35	0.0361
REP	3	48.70600484	16.23533495	23.38	<.0001
FERT*TEMP	3	8.51111457	2.83703819	4.09	0.0071
REP*FERT	6	17.38722188	2.89787031	4.17	0.0004
REP*TEMP	6	11.42852509	1.90475418	2.74	0.0126

. .

Anexo 4: Resultado del Análisis de Varianza (ANDEVA) para la variable floración.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	FLOR Mean
0.81992	9.848579	1.108267	21.40682

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FERT	2	25.38772842	12.69386421	2.86	0.0586
TEMP	2	5.85413518	2.92706759	0.66	0.5181
REP	3	25.99981573	8.66660524	1.95	0.1209
FERT*TEMP	4	27.33973498	6.83493375	1.54	0.1903
REP*FERT	6	14.59469015	2.43244836	0.55	0.7721
REP*TEMP	6	67.56073920	11.26012320	2.53	0.0203

Anexo 5: Resultado del Análisis de Varianza (ANDEVA) para la variable cosecha.

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CCPESO Mean
0.922940	28.65996	1.556179	5.429800

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FECHA	6	1996.643075	332.773846	137.41	<.0001
TRT	8	125.123181	15.640398	6.46	<.0001
REP	3	59.537014	19.845671	8.19	<.0001
CUNID	1	557.695441	557.695441	230.29	<.0001
FECHA*TRT	48	640.468177	13.343087	5.51	<.0001
FECHA*REP	18	57.797301	3.210961	1.33	0.1831
CUNID*FECHA	6	41.413613	6.902269	2.85	0.0124
TRT*REP	24	64.410300	2.683763	1.11	0.3448
CUNID*TRT	8	13.380717	1.672590	0.69	0.6991
CUNID*REP	3	40.069290	13.356430	5.52	0.0014

Anexo 6. Costos ajustados que varían por hectárea del ensayo.

Vernalizado (°C)	%N extra	Mano de obra extra	Cuarto oscuro	Cuarto frío	Urea	Total ($/ha)
sin	0	7.53	4.44	0	0	11.97
sin	66	20.24	4.44	0	419.76	444.44
sin	88	20.35	4.44	0	475.20	499.99
4	0	7.53	0	60.96	0	68.49
4	66	20.24	0	60.96	419.76	500.96
4	88	20.35	0	60.96	475.20	556.51
10	0	7.53	0	60.96	0	68.49
10	66	20.24	0	60.96	419.76	500.96
10	88	20.35	0	60.96	475.20	556.51

Anexo 7. Costos comunes por hectárea del ensayo.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario depreciado ($)	Costo total ($)	% del total
Equipo					
Manguera	m	4,444.00	0.0036	16.01	
Agua riego	m3	5,054.00	0.0000002	0.001	
Microtúbulos	m	13,047.00	0.0042	54.79	
Costo por equipo				**70.80**	**2.28**
Insumos					
Varios					
Compost	m3	152.30	1.1133	169.56	
Arena	m3	38.10	1.0292	39.21	
Plántulas	unidad	22,222.00	0.01	222.22	
Bolsas	unidad	22,222.00	0.0075	166.67	
Plástico	rollo	1.00	61.71	61.71	
Casulla	m3	190.40	0.3087	58.77	
Costo por varios				**718.14**	**23.17**
Tutores					
Estacas	unidad	2,222.00	0.00175	38.89	
Malla hortonova	m2	4,444.00	0.0311	140.86	
Costo por tutores				**179.75**	**5.80**
Fertilizantes					
Fertilizante Triple 20	kg	0.46	0.85	0.39	
Fosfato monoamónico	kg	163.89	1.30	213.06	
Nitrato de amonio	kg	531.02	0.48	254.89	
Nitrato de potasio	kg	702.78	0.63	442.75	
Costo por fertilizantes				**911.09**	**29.39**
Plaguicidas					
Tracer	cc	28.30	0.44	12.44	
Talstar	cc	280.00	0.08	22.48	
Evisect	g	290.00	0.06	17.45	
Vertimec	cc	24.50	0.11	2.70	
Daconil	cc	250.00	0.01	2.53	
Vydate	cc	1,580.00	0.02	31.66	
Manzate	g	2,100.00	0.005	10.42	
Nemm	cc	475.00	0.03	14.25	
Cobre	g	700.00	0.004	2.78	
Costo por plaguicidas				**116.71**	**3.76**
Mano de Obra					
Siembra	hr/hom	11.57	0.74	8.56	
Transplante	hr/hom	23.15	0.74	17.13	

Deshierba	hr/hom	23.83	0.74	17.63	
	hr/hom	73.44	0.74	54.35	
Aplicaciones	hr/hom	111.11	0.74	82.22	
Operario riego	hr/hom	678.30	0.74	502.76	
Estaquillado	hr/hom	16.57	0.74	10.04	
Cosecha	hr/hom	462.96	0.74	342.59	
Eliminación	hr/hom	94.59	0.74	70.00	
				1,105.28	**35.65**
Total costos fijos				**3,100.00**	**100**

Anexo 8. Depreciación de insumos utilizados.

			Costo / ciclo	Costo total	%
Insumo	**Años**	**Ciclos / año**	**$/ha**	**$/ha**	**del total**
Plástico	1	4	61.71	246.84	**8.30%**
Bolsas	2	8	166.67	1,333.32	**44.80%**
Manguera	3	12	16.01	192.42	**6.47%**
Microtúbulos	3	12	54.36	652.35	**21.90%**
Compost	3	12	104.79	103.93	**3.00%**
Casulla	3	12	131.00	129.91	**4.00%**
Arena	3	12	5.24	5.24	**0.18%**
Estacas	2	8	38.89	311.08	**10.46%**
Total			**578.67**	**2,975.09**	**100.00%**