

**Efecto de cuatro fuentes y dos dosis de
nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de
chile dulce (*Capsicum annuum*) en casa malla**

Carlos Andrés Zambrano Vaca

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de cuatro fuentes y dos dosis de
nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de
chile dulce (*Capsicum annuum*) en casa malla**

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

Presentado por

Carlos Andrés Zambrano Vaca

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Efecto de cuatro fuentes y dos dosis de nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de chile dulce (*Capsicum annuum*) en casa malla

Presentado por:

Carlos Andrés Zambrano Vaca

Aprobado:

Jeffery Pack, D.P.M.
Asesor Principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Carrera Ingeniería Agronómica

Bielinski Santos, Ph.D.
Asesor Universidad de Florida

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Emanuel Torres, Ing.
Asesor Universidad de Florida

RESUMEN

Zambrano Vaca, C.A. 2011. Efecto de cuatro fuentes y dos dosis de nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de chile dulce (*Capsicum annuum*) en casa malla. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 14 p.

La producción bajo estructuras protegidas es una de las formas más utilizadas para producción de hortalizas para proteger el cultivo de factores ambientales que puedan afectar el crecimiento y rendimiento normal del cultivo así también el uso de sustratos para reducir el riesgo de enfermedades que puede contraer la planta al estar en el suelo. Los programas de fertilización hechos para cultivos a campo abierto a veces son utilizados para producciones bajo estructuras protegidas por falta de mejores valores. En este ensayo se cultivó chile dulce bajo casa malla en sustrato de corteza de pino evaluando dos dosis de fertilización nitrogenada (224 y 168 kg/ha) con cuatro fuentes de fertilización (nitrato de amonio, sulfato de amonio, fertilizante de liberación lenta y una combinación de nitrato de amonio + liberación lenta). Se usó un diseño de BCA con parcelas divididas, con aplicaciones cada 15 días. El estudio se realizó en Balm, Florida, Estados Unidos en la época seca del año. Se evaluó altura de plantas, clorofila y nitrato en hoja y rendimientos (número y peso) de frutos totales y comerciales. Interacciones entre dosis y fuente no fueron significativas para ningún parámetro. El crecimiento vegetativo no varió según la dosis y tuvo resultados mixtos según la fuente. Los rendimientos fueron mayores y con mayores números de frutos grandes y extra grandes con 224 kg/ha que con la dosis reducida y la mejor fuente fue nitrato de amonio.

Palabras clave: Invernadero, liberación lenta, sustrato.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firma.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	10
5. RECOMENDACIONES.....	11
6. LITERATURA CITADA.....	12
7. ANEXOS.....	13

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Rangos esperados de NO_3^- en pruebas de savia en peciolo fresco de diferentes etapas de crecimiento del chile dulce.....	2
2.	Nitrógeno (kg/ha) aplicado a chile dulce producido bajo casa malla en Balm, Florida.....	4
3.	Descripción de tratamientos para producción de chile dulce <i>Capsicum annuum</i>	5
4.	Altura, clorofila y nitrato en chile dulce a los 78 días después del trasplante a base de fuentes de fertilización.....	6
5.	Altura, clorofila y nitrato en chile dulce a los 78 días después del trasplante a base de las dosis de fertilización.....	7
6.	Número de frutos obtenidos en base a la fuente de fertilización en chile dulce.....	7
7.	Número de frutos obtenidos en base a la dosis de fertilización en chile dulce.....	7
8.	Peso de frutos (kg/ha) obtenidos en base a las fuentes de fertilización en chile dulce.....	8
9.	Peso de frutos (kg/ha) obtenidos en base a las dosis de fertilización en chile dulce.....	8
Anexo		Página
1.	Diagrama de aleatorización de parcelas en bloques completamente al Azar (BCA).....	14

1. INTRODUCCIÓN

El chile dulce conocido también como pimiento verde, pimiento, pimentón, bell pepper y pimiento dulce, pertenece a la familia Solanaceae y su nombre científico es *Capsicum annuum*. El cultivo de chile dulce es importante en el Estado de Florida ya que en la temporada 2007 se sembraron más de 8400 hectáreas (VanSickle *et al.*, 2009). La producción local no es suficiente ya que se sigue importando chile dulce de otros países como Honduras, República Dominicana y México.

Los mercados mundiales exigen productos sin daños de ningún tipo y de alta calidad, motivo por el cual las estructuras protegidas son una alternativa para proporcionar un microclima favorable a la planta y de esta manera que la planta tenga las mejores condiciones para desarrollarse. Entre los factores que se pueden modificar están luz, temperatura, humedad relativa, viento e incidencia de plagas. Las estructuras protegidas para agricultura son invernaderos, macrotúneles, microtúneles y casas malla. La casa malla sirve para disminuir la cantidad de luz que recibe el cultivo, reduce incidencia de insectos, reduce la evapotranspiración. Actualmente el área de cultivos protegidos en Estados Unidos es de 5000 hectáreas y alrededor de 750 hectáreas están en Florida (Santos *et al.*, 2010).

El ciclo de cultivo del chile dulce es de 120 a 180 días de siembra hasta finalizar la cosecha, en Florida generalmente está en campo 14 semanas que van de enero a marzo en el centro del estado (Olson *et al.*, 2011). El chile dulce es un cultivo que necesita un tutorado para evitar que se rompan las ramas por el peso de los frutos, la cosecha se realiza manualmente y el corte se hace en la zona de abscisión del pedúnculo procurando que el fruto conserve todo el pedúnculo (Jovicich *et al.*, 2004).

La recomendación de fertilización para el cultivo de chile dulce en Florida es de 224 kg/ha de nitrógeno 255 kg/ha de potasio y 128 kg/ha de fósforo dependiendo de la edad en la que se encuentre la planta y se aplican de preferencia diariamente (Olson *et al.*, 2011).

La asimilación del nitrógeno por parte de las plantas se da mayormente en forma de amonio y de nitrato. Pero la fuente más importante de absorción de nitrógeno es el nitrato ya que la movilidad de este es bastante alta y la planta lo puede absorber muy fácilmente y almacenarlo dentro de la célula. Lo cual no ocurre con el amonio ya que su movilidad no es alta y son muy pocas las plantas que absorben amonio como fuente principal de nitrógeno (Barker y Pilbeam, 2007).

Las fuentes más comunes de fertilización nitrogenada en forma granular son el nitrato de amonio (34% N), sulfato de amonio (21% N), y la urea (46% N), los cuales se aplican al suelo o sustrato directamente evitando colocarlos muy cerca del tallo de la planta para no quemarla. El tiempo de aplicación se lo hace en pretrasplante y posteriormente cada semana o cada dos semanas dependiendo de la disponibilidad de mano de obra para su aplicación.

La medición de nitrógeno en tejidos y sustratos es importante para determinar la cantidad de un elemento presente y así poder evitar deficiencias o toxicidades. Además, medir la cantidad de este elemento en tejidos permite apreciar cuanto de este elemento ha absorbido la planta. Las cantidades esperadas de nitratos para diferentes etapas del crecimiento en tejidos son las siguientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rangos esperados de NO_3^- en pruebas de savia en peciolo fresco de diferentes etapas de crecimiento del chile dulce.

Etapas de Desarrollo del Cultivo	Concentración de NO_3^- en (ppm)
Primer brote de flor	1400-1600
Primera flor abierta	1400-1600
Frutos a mitad de su crecimiento	1200-1400
Primera cosecha	800-1000
Segunda cosecha	500-800

Fuente: Olson *et al.*, (2011), adaptado por el autor.

Sin embargo en Florida la recomendación de fertilización no especifica bajo qué condiciones de producción se debe aplicar esta dosis y generalmente está basada en condiciones de campo abierto. La finalidad de este estudio es comprobar si la recomendación es correcta para las condiciones de este ensayo.

Este estudio tiene aplicabilidad debido a que cada día el uso de sustratos es mayor y la corteza de pino es muy popular en Florida. La variedad "Revolution" es relativamente nueva y popular y este estudio no se ha hecho con esta variedad. El uso de estructuras protegidas se está incrementando más cada día debido a la demanda de productos de alta calidad y una buena alternativa por su baja inversión de construcción es la casa malla. En este estudio se evaluó la producción de chile dulce bajo condiciones de casa malla evaluando dos dosis (224 kg/ha y 168 kg/ha) y cuatro fuentes (nitrato de amonio, sulfato de amonio, fertilizante de liberación lenta y una combinación de nitrato de amonio + liberación lenta) en etapas vegetativas y de rendimientos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El ensayo se realizó en el área del laboratorio de horticultura del Gulf Coast Research and Education Center, IFAS, University of Florida en la localidad de Balm, Florida, a 39 msnm, con una precipitación anual promedio de 1166 mm y una temperatura anual promedio de 21°C. Se llevó a cabo en los meses de febrero a mayo durante la época seca del año (FAWN, 2011).

Cultivo. El cultivo estudiado fue chile dulce *Capsicum annuum* variedad “Revolution”. Las plántulas se trasplantaron de cuatro semanas de edad. El estudio duró 14 semanas desde trasplante hasta terminar la cosecha.

Sustrato. El estudio se realizó en sustrato de corteza de pino que es el sustrato más común para producción en Florida. Se llenaron 96 bandejas con una dimensión de 30 cm de ancho, 46 cm de largo y 12 cm de alto para tener un volumen de 4.14 L de sustrato por planta. Antes del trasplante se realizó un análisis de la corteza para pH (4.8) y conductividad eléctrica (2.1 dS/m).

Riego. Se utilizó riego por goteo en base a la tensión a la que estuvo retenida el agua en el sustrato manteniendo tensión entre 0.4 y 0.8 atm de presión. Se realizó un análisis del agua que se iba a utilizar para el riego y el resultado fue que el pH era de 8.1 y la conductividad eléctrica de 0.5 ds/m. Las bandejas contenían orificios para drenajes en caso de acumulación excesiva de sales.

Fertilizantes. Las fuentes nitrogenadas que se utilizaron para el estudio fueron nitrato de amonio (34% N), sulfato de amonio (21% N), fertilizante de liberación lenta (19% N) y una combinación de nitrato de amonio (34% N) con fertilizante de liberación lenta (19% N).

Estas cuatro fuentes de nitrógeno se probaron en dos dosis de 224 y 168 kg/ha de nitrógeno, todas de forma granular. Para suplir los otros macro y micro elementos se aplicó un fertilizante líquido que contiene (0% N; 4% P; 8% K) para así poder evaluar de manera más específica el efecto real de las fuentes de nitrógeno del estudio. Se balanceó el K a razón de 255 kg/ha y el P a razón de 128 kg/ha. En todas las fuentes se aplicaron 45.4 kg/ha pretrasplante y el resto de forma posterior cada dos semanas hasta cumplir con las dosis totales de nitrógeno (Cuadro 2).

Cuadro 2. Nitrógeno (kg/ha) aplicado a chile dulce producido bajo casa malla en Balm, Florida.

Nitrógeno kg/ha	Pretrasplante	Semanas después del trasplante					
		2	4	6	8	10	12
224	45	20	28	36	36	36	23
168	45	11	19	26	26	26	15

El fertilizante de liberación lenta es nitrato de amonio cubierto por una resina que permite el paso de nutrientes a una temperatura de 25° C y los puede liberar hasta en 180 días (Florikan, 2011). Este fertilizante no es afectado significativamente por el pH del sustrato, la actividad bacteriana o el tipo de suelo. Su liberación se debe a la temperatura del suelo o sustrato ya que a mayor temperatura libera mayor cantidad de fertilizante y a menor temperatura menor cantidad de fertilizante.

Para el tratamiento de nitrato de amonio y liberación lenta, la mezcla fue de 20 y 80%, respectivamente, para la dosis de 224 kg/ha; 26.7% y 73.3%, respectivamente, para la dosis de 168 kg/ha. Las diferencias entre los porcentajes se debió a que para este estudio se usó 45 kg de fertilizante en pretrasplante sin importar la dosis final para que así las dos dosis tengan la misma cantidad de fertilizante pretrasplante.

Manejo del cultivo. Entre las prácticas culturales que se realizaron estuvo el tutorado del cultivo con cuerda y tallos de bambú para evitar que se rompieran las ramas por el peso de los frutos, la incidencia de plagas y enfermedades fue mínima debido a que las plantas estaban bajo casa malla y no estaban sembradas en suelo sino que estaban en bandejas en sustrato de corteza de pino ya que esa es una de las ventajas de los cultivos que se encuentran bajo estructuras protegidas y en sustratos.

Cosecha y clasificación. La cosecha se realizó una vez por semana a partir de los 71 días después de trasplante. Se clasificaron los frutos de acuerdo a como se hace en Florida, en base al diámetro del fruto. Las categorías usadas para esta clasificación fueron: pequeño 5.5-6.2 cm, mediano 6.3-7.4 cm, grande 7.5-8.2 cm, extra-grande ≥ 8.3 cm. Para descartar un fruto se consideraron malformaciones, daños mecánicos, pudriciones y diámetros menores a 5.5 cm.

Medición de clorofila y nitrato. El medidor de clorofila SPAD mide el verdor de las hojas y con eso se obtiene una correlación de la clorofila presente en hoja. La prueba se realiza en campo sin necesidad de dañar la hoja obteniendo lecturas entre 0.0-99.9 (Spectrum[®], 2011). La cantidad de nitrato en hoja se obtuvo utilizando el medidor Cardy. Para este proceso se colectaron dos peciolos por planta en seis plantas por parcela siendo en total 12 muestras foliares. Se extrajo la savia de estas la cual se coloca en el medidor y se obtienen las lecturas de NO_3^- (Coltein, 2011).

Medición de altura. Se midió la altura de seis plantas por parcela cada dos semanas, desde el cuello o base de la planta hasta la última hoja formada.

Tratamientos y diseño experimental. En el estudio se analizaron los dos factores (fuente y dosis) en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con un arreglo de ocho tratamientos con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental se conformó por 12 plantas con una distancia entre plantas de 0.25 m sembradas a dos hileras por cama para una densidad final de 43,750 plantas por hectárea (Cuadro 3). Cada parcela se dividió en tres sub parcelas con cuatro plantas por sub parcela para así completar las 12 plantas por parcela esto se hizo para facilitar el manejo ya que el estudio se realizó en bandejas en donde máximo cabían cuatro plantas en la densidad deseada. La aleatorización de las parcelas se indica en el Anexo 1.

Cuadro 3. Descripción de tratamientos para producción de chile dulce *Capsicum annuum*.

Tratamiento	Fertilizante	Dosis (kg/ha)
1	Nitrato de amonio	224
2	Nitrato de amonio	168
3	Sulfato de amonio	224
4	Sulfato de amonio	168
5	Liberación Lenta	224
6	Liberación Lenta	168
7	Nitrato de amonio + Liberación Lenta	224
8	Nitrato de amonio + Liberación Lenta	168

Análisis estadístico

Se analizaron los datos usando análisis de varianza (ANDEVA) con un modelo GLM y separación de medias por método Tukey, ($P < 0.05$), con ayuda del paquete estadístico, Statistical Analysis System (SAS[®]). Cuando la interacción entre los dos factores de fuente y dosis fue significativa, se evaluó así, cuando no fue significativa, se evaluaron los efectos principales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento vegetativo. Para el análisis de altura, cantidad de clorofila y nitrato a los 78 días después del trasplante, la interacción entre dosis y fuente de fertilizante no fue significativa, así que se evaluaron los efectos principales de fuente (Cuadro 4) y dosis (Cuadro 5).

Para las diferentes fuentes de nitrógeno, la altura a los 78 días después de trasplante, plantas con LL (24.9 cm) fueron significativamente más altas que plantas fertilizadas con SA (22.2 cm) o NA+LL (22.1 cm) esto debido a que las plantas absorben en su mayoría nitrato y no amonio y tal vez hubo un efecto negativo entre la combinación entre NA y LL.

La cantidad de clorofila en las planta fue significativamente más alta con LL (42.9) y NA (42.7) que con NA+LL (37.0) esto debido a que posiblemente se produjo un efecto negativo entre la mezcla de NA y LL. El nitrato en la planta fue significativamente más alto en las plantas fertilizadas con NA+LL (2046 ppm) y NA (1996 ppm) que con SA (1728 ppm) pero con todas las fuentes el nitrato estuvo por encima de los rangos recomendados lo cual puede crear problemas de toxicidad en la planta.

Cuadro 4. Altura, clorofila y nitrato en chile dulce a los 78 días después del trasplante a base de fuentes de fertilización.

Fuentes	Altura (cm)	Clorofila (SPAD)	Nitrato (ppm)
Liberación lenta	24.9 ^a ‡	42.9 ^a	1934 ^{ab}
Nitrato de amonio	23.3 ^{ab}	42.7 ^a	1996 ^a
Sulfato de amonio	22.2 ^b	41.0 ^{ab}	1728 ^b
Nitrato de amonio+ liberación lenta	22.1 ^b	37.0 ^b	2046 ^a

‡ Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. Tukey (P <0.05)

Cuando se evaluó la altura, clorofila y nitrato como efecto de dosis de fertilización no hubo diferencia significativa en ninguno de los casos debido a que la cantidad de fertilizante que la planta necesita para su crecimiento sea adecuado esta suplida con las dos dosis.

Cuadro 5. Altura, clorofila y nitrato en chile dulce a los 78 días después del trasplante a base de las dosis de fertilización.

Dosis (kg/ha)	Altura (cm)	Clorofila (SPAD)	Nitrato (ppm)
224	23.4 ^{ns‡}	40.9 ^{ns}	1864 ^{ns}
168	22.8	40.9	1989

‡ Medias (ns) no tienen diferencia significativa entre ellas. Tukey ($P \geq 0.05$)

Número de frutos obtenidos por tamaño. La interacción entre fuente y dosis no tuvo una diferencia significativa, así que se evaluaron los efectos principales. Analizando las diferentes fuentes, no hubo diferencia significativa para frutos pequeños, extra grandes y descartados (Cuadro 6). Para frutos medianos hubo diferencia significativa entre la fertilización con NA (50000) y LL (47300) que con SA (25900). Para frutos grandes hubo diferencia significativa entre la fertilización con NA (25000) que con SA (5900). Estos rendimientos se dieron debido a que la planta soportó gran cantidad de estrés por altas temperaturas de hasta 46 °C y por eso la planta no tuvo las condiciones ideales para desarrollar frutos de mayor tamaño y los rendimientos fueron bajos.

Cuadro 6. Número de frutos obtenidos en base a la fuente de fertilización en chile dulce.

Fuente	Pequeños [‡]	Medianos	Grandes	Extra Grandes	Descartados
NA [♦]	26700 ^{ns‡}	50000 ^a	25000 ^a	5000 ^{ns}	36800 ^{ns}
NA+LL	25000	35900 ^{ab}	16800 ^{ab}	4000	29100
SA	22700	25900 ^b	5900 ^b	1300	33200
LL	22300	47300 ^a	13600 ^{ab}	2200	27300

‡ Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. Tukey ($P < 0.05$)

‡ Número de frutos expresado en frutos/ha.

♦ NA (nitrato de amonio); NA+LL (nitrato de amonio + liberación lenta); SA (sulfato de amonio); LL (liberación lenta)

Cuando se evaluó tamaño de frutos según dosis, no hubo diferencias significativas para frutos pequeños y de descarte (Cuadro 7). Eso fue porque la mayoría de frutos descartados eran muy pequeños y con la dosis menor hubo mayor cantidad de frutos pequeños. La diferencia fue significativamente mayor en frutos medianos, grandes y extra grandes con la dosis 224 kg/ha (46200, 19300 y 4500 kg/ha, respectivamente) que con la dosis de 168 kg/ha (33400, 11300 y 1800 kg/ha, respectivamente) respectivamente ya que debido a la mayor cantidad de fertilizante las plantas tenían más nutrientes para formar frutos más grandes.

Cuadro 7. Número de frutos obtenidos en base a la dosis de fertilización en chile dulce.

Dosis kg/ha	Pequeños [‡]	Medianos	Grandes	Extra Grandes	Descartados
224	22900 ^{ns‡}	46200 ^a	19300 ^a	4500 ^a	27000 ^{ns}
168	25500	33400 ^b	11300 ^b	1800 ^b	36200

‡ Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. Tukey ($P < 0.05$)

‡ Número de frutos expresado en frutos/ha.

Rendimientos Obtenidos por Categoría. La interacción entre fuente y dosis no tuvo una diferencia significativa, así que se evaluaron los efectos principales. Para frutos pequeños, extra grandes y de descarte no hubo diferencia significativa en ninguno de los tratamientos (Cuadro 8). Para frutos medianos hubo diferencia significativa entre los pesos de NA (4700), LL (4000), NA+LL (3500) con el peso obtenido por SA (2000). En frutos grandes hubo diferencia significativamente mayor en rendimientos con NA (3000) que con SA (600). Para frutos comerciales la diferencia en rendimientos fue significativamente mayor con NA (10500) que con SA (4400) y LL (7200). Para el total de frutos producidos la diferencia en rendimientos fue significativamente mayor con NA (12000) que con NA+LL (9300), LL (8300) y SA (5800). Este efecto de reducción general de rendimientos en plantas fertilizadas con SA pudo pasar debido a que el amonio es absorbido en menor cantidad que el nitrato por la planta

Cuadro 8. Peso de frutos (kg/ha) obtenidos en base a las fuentes de fertilización en chile dulce.

Fuente	Pequeño	Mediano	Grande	Extra [£] Grande	Comercial	Descarte	% [♦]	Total
NA [♣]	2000 ^{ns}	4700 ^a	3000 ^a	700 ^{ns}	10500 ^a	1500 ^{ns}	13	12000 ^a
NA+LL	1900	3500 ^a	2100 ^{ab}	600	8200 ^{ab}	1100	12	9300 ^b
SA	1500	2000 ^b	600 ^b	200	4400 ^c	1400	24	5800 ^c
LL	1200	4000 ^a	1500 ^{ab}	300	7200 ^b	1100	13	8300 ^b

¥ Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. Tukey (P <0.05)

♣ NA (nitrato de amonio); NA+LL (nitrato de amonio + liberación lenta); SA (sulfato de amonio); LL (liberación lenta),

♦ Porcentaje de rendimiento total descartado

£ Peso de frutos expresado en kg/ha.

Cuando se evaluaron rendimientos a base de dosis, en casi todas las clasificaciones, la dosis mayor resultó en rendimientos totales (9900 kg/ha) y comerciales (8800 kg/ha) que con la dosis menor (7900 y 6400 kg/ha, respectivamente). (Cuadro 9).

Cuadro 9. Peso de frutos (kg/ha) obtenidos en base a las dosis de fertilización en chile dulce.

Dosis kg/ha	Pequeño	Mediano	Grande	Extra Grande	Comercial	Descarte	% [♦]	Total
224	1500 ^{ns¥}	4200 ^a	2300 ^a	700 ^a	8800 ^a	1100 ^{ns}	11	9900 ^a
168	1800	2900 ^b	1300 ^b	200 ^b	6400 ^b	1400	18	7900 ^b

¥ Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes. Tukey (P <0.05)

♦ Porcentaje de rendimiento total descartado

Los rendimientos obtenidos en este ensayo fueron bajos en comparación a producciones comerciales. Esto se debió a que cuando los frutos estaban desarrollándose la temperatura dentro de la casa malla llegaba a 46 °C por periodos prolongados lo cual produjo abortos de flores y frutos, esto redujo en gran medida los rendimientos ya que a esta temperatura los procesos fisiológicos de la planta se paralizaron por el estrés al que la planta estuvo sometida.

4. CONCLUSIONES

- Nitrato de amonio fue la mejor fuente de nitrógeno bajo las condiciones de este ensayo para rendimientos comerciales y tamaño general de frutos.
- Aunque las plantas fertilizadas con liberación lenta tuvieron mayor crecimiento vegetativo, esto no se reflejó en mayores rendimientos.
- La dosis estándar de 224 kg/ha de nitrógeno fue mejor para rendimientos y clasificaciones de frutos en este ensayo.
- La dosis de fertilizante bajo las condiciones de este estudio no afectó nitratos, la altura cantidad de clorofila en chile dulce.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar este estudio en otra época del año con otras variedades y otras condiciones de producción para evaluar tendencias de crecimiento y rendimiento.
- Manejar adecuadamente la humedad del sustrato, ya que dependiendo si es nuevo o se lo reutiliza puede variar la facilidad para retener agua.
- Evaluar rendimientos en cultivos que hayan utilizado sustratos de más de un ciclo ya que estos pueden contener cierto grado de nutrientes de aplicaciones de fertilizantes de la cosecha anterior.
- Evaluar los posibles ingresos de los diferentes programas de fertilización ya que fertilizantes de liberación lenta tienden a ser más caros y menos disponibles en el mercado.

6. LITERATURA CITADA

Barker, A.V. y D.J. Pilbeam 2007. Handbook of Plant Nutrition. Boca Raton, Florida, United States. 22 - 23 p.

Coltein. 2011. Medidor de nitratos Cardi Twin. Consultado el 10 de Febrero de 2011. Disponible en http://www.coltein.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=72&Itemid=89

FAWN. 2011. Florida Automated Weather Network. Consultado el 15 de Febrero de 2011. Disponible en: <http://fawn.ifas.ufl.edu/station.php?id=350>

Florikan. 2011. FlorikoteTM. Consultado el 10 de Febrero de 2011. Disponible en: http://www.florikan.com/d/comp_labels/19-0-19.pdf

Jovicich, E., D.J. Cantliffe, S.A. Sargent y L.S. Osborne. 2004. Production of Greenhouse-Grown Peppers in Florida. Consultado el 5 de Abril de 2011. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/hs228>

Olson S.M., E.H. Simonne, W.M. Stall, G.E Vallad, S.E. Webb, E.J. McAvoy and S.A. Smith. 2011. Pepper Production in Florida. Ed. S.M. Olson and B. Santos, Vegetable Production Handbook for Florida, Citrus & Vegetable Magazine, University of Florida, Vance Publishing Corporation Food 360°, Florida, United States. 212 – 215 p. Consultado el 15 de Febrero de 2011. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/CV/CV13000.pdf>

Santos, B.M., H.A. Obregón y T.P. Salamé. 2010. Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. Este documento, HS1182, es uno de una serie de publicaciones del Departamento de Horticultural Sciences, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). Consultado el 6 de Mayo de 2011. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/hs1182>

Spectrum Technologies Inc. 2011. Medidor de Clorofila SPAD 502 & 502DL. Consultado el 10 de Febrero de 2011. Disponible en: http://www.protolab.com.mx/agr/_archivos_pdf/007_spectrum.pdf

VanSickle, J., S. Smith y E. McAvoy 2009. Production Budget for Bell Pepper in Southwest Florida. EDIS document FE810, a publication of the Food and Resource Economics Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL. Consultado el 6 de Mayo de 2011. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/fe810>

7. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de aleatorización de parcelas en bloques completamente al azar (BCA)

4A SA 168 [♦]	1A NA [♣] 224	6A LL 168	7A NA+LL 224	3A SA 224	8A NA+LL 168	2A NA 168	5A LL 224
8B NA+LL 168	6B LL 168	3B SA 224	2B NA 168	5B LL 224	7B NA+LL 224	4B SA 168	1B NA 224
3C SA 224	8C NA+LL 168	1C NA 224	5C LL 224	7C NA+LL 224	2C NA 168	4C SA 168	6C LL 168
1D NA 224	5D LL 224	7D NA+LL 224	4D SA 168	8D NA+LL 168	3D SA 224	6D LL 168	2D NA 168

♦Unidades expresadas en kg/ha

♣NA (nitrato de amonio); SA (sulfato de amonio); LL (liberación lenta); NA+LL (nitrato de amonio + liberación lenta)