

Efecto del nitrógeno como fertilizante de liberación lenta e inoculación de micorrizas en producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en sustrato compost

**Adrián Enrique Bustos Costales
Pintac Alberto Guapizaca Jinde**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto del nitrógeno como fertilizante de liberación lenta e inoculación de micorrizas en producción de pimiento (*Capsicum annum* L.) en sustrato compost

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

Presentado por

**Adrián Enrique Bustos Costales
Pintac Alberto Guapizaca Jinde**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2018

Efecto del nitrógeno como fertilizante de liberación lenta e inoculación de micorrizas en producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en sustrato compost

Adrián Enrique Bustos Costales
Pintac Alberto Guapizaca Jinde

Resumen. Los sistemas de producción bajo estructuras protegidas requieren una alta inversión inicial y presentan retos en el manejo de la fertilización, principalmente en el uso eficiente de nitrógeno (N). Una alternativa para incrementar la eficiencia del uso de N son los fertilizantes de liberación lenta (FLL). Una práctica común en producción en campo abierto es el uso de micorrizas (My). Sin embargo, existe poca información sobre la interacción de My y FLL, especialmente en producción bajo estructuras protegidas. El objetivo del estudio fue evaluar la interacción de FLL e inoculación de My en producción de pimiento en sustrato. Se establecieron tratamientos de 100, 75, 50, 25 y 0% FLL balanceados con fertirriego (FR) para completar una dosis de 200 kg/ha de N, en combinación con la aplicación de My. Además, se incluyeron dos tratamientos sin fertilizante con y sin My para un total de 12 tratamientos. Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. No hubo efecto de la My en ninguna de las variables evaluadas. Sin embargo, N total, materia orgánica y carbono orgánico mantuvieron niveles mayores en el medio de siembra con la adición de My. Fertilizantes nitrogenados de liberación lenta en proporciones desde 75 a 50% acompañados de fertilizantes solubles generan mayor producción de pimiento bajo las condiciones establecidas en este estudio.

Palabras clave: Fertilización, inoculación, lixiviación, organismos benéficos.

Abstract. Production systems under protected structures require a high investment and present great challenges in the fertilization management, specifically in the effective use of nitrogen (N). An alternative to increase efficiency in the use of N are the slow-release fertilizers (SRF). A common practice on open field production is the use of mycorrhizas (My) to increase the roots reach surface. Although, there is not a lot of information of the interaction using My and SRF, specifically in protected structure production. The objective of this study was the evaluation of the interaction of SRF and the inoculation of My in the production of pepper under protected structures. Treatments of 100, 75, 50, 25 and 0% of SRF were established, balanced with ferti - irrigation (FI) to complete a dose of 200 kg/ha of N, combined with the application of My. Also, two treatments without fertilizers with and without My to have a total 12 treatments. All the treatments were established in a complete random blocks design with four repetitions. There was not any effect of the My in any of the production and development variables that were evaluated. Even though, the total N, organic matter and organic carbon maintained higher levels in the planting medium with the complementing of the My. Nitrogen fertilizers of slow release in proportions from 75 to 50% supplemented with soluble fertilizers, generate higher pepper production under the conditions established in this study.

Key words: Beneficial organisms, fertilization, inoculation, leaching.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Figura	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES.....	17
5. RECOMENDACIONES.....	18
6. LITERATURA CITADA.....	19

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURA

Cuadros	Página
1. Análisis de sustrato compost pre-siembra generado en la unidad de Agricultura Orgánica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	3
2. Análisis de sustrato compost pos-siembra cuatro semanas después del trasplante (SDT), generado en la unidad de agricultura orgánica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	4
3. Productos, dosis y fechas de aplicación desde el 13 de abril hasta el 24 de junio del 2018, para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	6
4. Programa de fertilización estándar aplicado en el cultivo de pimiento bajo estructura protegida en el lote Parcelas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	7
5. Tratamientos en la evaluación del efecto de dosis de Fertilizante de Liberación Lenta e inoculación con micorrizas, en el crecimiento y desarrollo en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	7
6. Parámetros de cosecha U.S. Departament of Agriculture (USDA).....	8
7. Análisis de micorrizas en el sustrato a cuatro semanas después de trasplante (SDT), en la evaluación de 200 (kg/ha) de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta en diferentes proporciones, en el cultivo de pimiento. Laboratorio de diagnóstico molecular, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras	10
8. Tratamientos promediados (micorriza presente y ausente) dentro de cada tratamiento en la evaluación de fertilizantes nitrogenados liberación lenta, comparación contra controles, en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	11
9. Significancia de la aplicación de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta en diferentes proporciones, para las variables biomasa foliar y biomasa radicular en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas, en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	12
10. Comparación del efecto de la aplicación de 200 kg/ha de nitrógeno en diferentes proporciones como fertilizantes de liberación lenta y fertilizantes solubles, sobre biomasa foliar y biomasa radicular en el cultivo de pimiento, bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	13

11. Significancia de la aplicación de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta en diferentes proporciones, para las variables número de frutos, peso frutos y peso promedio de frutos, en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas, en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	13
12. Número y rendimiento de frutos obtenidos por la aplicación de 200 (kg/ha) de nitrógeno en diferentes proporciones como fertilizantes de liberación lenta y nitrato de amonio como fertilizantes solubles, en el cultivo de pimiento, bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	14
13. Significancia de los factores nitrógeno como fertilizante de liberación lenta (Opticset-38), micorrizas y su interacción para el análisis de compost cuatro semanas después de trasplante (SDT) en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	15
14. pH, potasio y magnesio del sustrato compost a cuatro semanas después de trasplante obtenidos por la aplicación de 200 (kg/ha) de nitrógeno en diferentes proporciones como fertilizantes de liberación lenta y fertilizantes solubles, en el cultivo de pimiento, bajo estructuras protegidas, en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	16
15. Comparación del efecto de micorrizas vesículo-arbusculares en carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno y fósforo, en el compost, cuatro semanas después de trasplante, en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas, en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	16

Figura

Página

1. Temperatura y pluviometría del 28 de abril hasta el 13 de junio del 2018, bajo estructura protegida macrotúnel en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	11
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

1. INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es originario de Centro América y es considerada la segunda hortaliza de mayor importancia económica en el mundo (Botta y Tort 2015). La producción mundial en 2014 fue aproximadamente de 34.5 millones de toneladas, siendo China el mayor productor, seguido por México (FAO 2013). En Honduras, la producción de pimiento ha incrementado progresivamente un 11.7 % en rendimiento a partir del 2014 con un total de 14,400 t/año. Dicho incremento se debe a la adopción de sistemas de estructura protegida (SAGH 2014).

La protección de cultivos permite obtener una producción competitiva con productos de alto valor agregado, además aísla al cultivo de efectos ambientales adversos como plagas y enfermedades (Santos *et al.* 2010). Los sistemas de producción bajo estructuras protegidas requieren de alta inversión inicial y presentan retos en el manejo de la nutrición vegetal, principalmente en el uso eficiente de nitrógeno (Magan Cañadas 2016).

El nitrógeno es un nutriente estructural, importante en el desarrollo y producción de cultivos agrícolas. Sin embargo, la aplicación de dosis excesivas del nutriente sumado al indebido manejo del tiempo y frecuencia de riego en relación al volumen del sustrato originan mecanismos de pérdidas como lixiviación o lavado, desnitrificación, volatilización, causando un impacto negativo al medio ambiente, tanto en el suelo, agua y atmosfera (Perdomo *et al.* 2006).

En producción agrícola lo deseable sería que el nitrato (NO_3^-) de cualquier origen fuera absorbido por la planta, pero debido a su carga negativa no es retenida por el suelo y son movidos hacia los horizontes inferiores, proceso conocido como lixiviación o lavado, principales procesos contaminantes del suelo y agua. La desnitrificación es un proceso de reducción biológica de N que emite formas gaseosas como, óxido nitroso (N_2O), nitrógeno molecular (N_2). La volatilización describe la pérdida de N del suelo en forma de amoníaco (NH_3), dos principales mecanismos responsables de la emisión de gases de efecto invernadero (Garzón Zúñiga 2005). Ante esta problemática una alternativa para hacer eficiente la absorción de N son los fertilizantes de liberación lenta.

Según la AAPFCO (1995), los fertilizantes de liberación lenta (FLL), son aquellos que dosifican nutrientes a las plantas por diferentes formas; retardando la disponibilidad de nutrientes al ser captado por la planta para ser usados después de la aplicación y prolongan el tiempo de disponibilidad de los nutrientes. Tradicionalmente, la descomposición microbiológica de compuestos nitrogenados como urea-formaldehído, se comercializa en

forma de fertilizante de liberación lenta y productos encapsulados como liberación controlada.

Las ventajas los FLL son suplir constantemente a la planta de nutrientes en concentraciones iónicas bajas evitando fitotoxicidad y reduciendo el costo de mano de obra, reducción de pérdidas de nutrientes, además contribuye con el medio ambiente al disminuir las pérdidas por lixiviación. El costo de los FLL es alto, por lo que muchos productores no optan por esta alternativa (González *et al.* 2005).

Una práctica común en campo abierto para hacer eficiente la absorción de fertilizantes nitrogenados es la inoculación de micorrizas vesículo-arbusculares (My). Estos hongos colonizan intracelularmente las células internas de la raíz (córTEX) por medio de estructuras especializadas llamados micelios, que actúan como órgano de intercambio de nutrimentos entre la célula vegetal y el huésped. La multiplicación de arbusculos aumenta el área de absorción hídrica y nutricional de la planta además de la protección contra parásitos (Betancourt 2011).

Otra manera para evitar las pérdidas de nitrógeno es el uso sustratos en contenedores de soportes, ya que se puede controlar el volumen, la composición fisicoquímica y la presencia de microorganismos (Cabrera 1999). El compost, tiene propiedades fisicoquímicas adherentes, contiene ácidos débiles que actúan como reguladores de pH. La propiedad más importante para este estudio es el complejo de intercambio, genera una reserva de nutrientes que es retenida por la presencia de coloides y evita la lixiviación del nutriente pasándolo a la solución acuosa, para luego ser fácilmente disponibles para la planta (Masaguer 2015).

Dado que la producción del cultivo de pimiento depende de la eficiencia tanto en el uso y absorción de nutrientes, factores fisicoquímicos del medio de siembra además de la inoculación de micorrizas vesículo-arbusculares, es posible establecer la hipótesis que la respuesta del pimiento a la aplicación de FLL, puede estar relacionada a la interacción con micorrizas inoculadas en sustrato compost; por consiguiente, los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar la interacción de fertilizante de liberación lenta e inoculación de micorrizas en desarrollo y producción de pimiento en sustrato.
- Determinar el efecto de fertilizante nitrogenado de liberación lenta en la producción de pimiento en sustrato compost.
- Determinar el efecto de la aplicación de micorriza en sustrato compost en la producción de pimiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización.

El estudio se realizó del 24 de abril hasta 13 de junio del 2018 (109 días). Se ubicó en el lote de Parcelas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras (latitud 14° 0' 50" N, Longitud 87° 0' 50" O). Ubicado a 30 km de Tegucigalpa vía Danlí, se estableció dentro de una estructura protegida macro túnel, con malla, donde se realizó el experimento.

Condiciones climáticas.

Los factores climatológicos se derivan del análisis de los registros diarios del instrumento "Hobbo Data Loggers" instalado dentro del macro túnel. Dichos registros sirvieron de base para conocer la temperatura y pluviometría durante el estudio.

Cultivo.

Se estableció pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.) variedad Dulce Ikeda. Cultivo de hábito indeterminado de crecimiento, de porte medio, muy productivo, generalmente se comercializa verde. El tamaño promedio del fruto es de 12 cm de largo por cinco de ancho con la base cuadrada y terminado en una base puntiaguda, presenta la pulpa gruesa y su peso promedio por fruto es de 100 g (Enciso Garay *et al.* 2008).

Condiciones de sustrato.

El sustrato que se usó fue compost producido en la unidad de Agricultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. Previo al establecimiento se realizó un análisis de sustrato para conocer las condiciones físicas y químicas del medio de siembra (Cuadro 1). A las cuatro semanas después del trasplante se hizo un segundo análisis pos-siembra (Cuadro 2). No se realizó ningún tratamiento físico o químico de desinfección del compost. Siguiendo con el protocolo de experimento (Información proporcionada por Torres (2018) como asesor principal del experimento).

Cuadro 1. Análisis de sustrato compost pre-siembra generado en la unidad de Agricultura Orgánica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Compost	pH	g/100g			mg/kg (extractable)				
		C.O.	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Na
	5.54	17.12	29.52	1.48	2043	3265	5420	1668	308

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de Zamorano (LAZ).

Cuadro 2. Análisis de sustrato compost pos-siembra cuatro semanas después del trasplante (SDT), generado en la unidad de agricultura orgánica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Compost	pH	g/100g			mg/kg (extractable)				
		C.O.	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Na
	6.19	12.78	22.04	1.10	2913	2328	10038	1617	23

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos Zamorano (LAZ).

Estructura protegida.

La estructura de protección que se estableció fue un macro túnel con una malla antivirus Mesh número 50, con dimensiones de 14 m de ancho y 28 m de largo y tres m de alto, con un área útil de 392 m². Contaba con una cámara sanitaria doble puerta y soportes con tubería de acero de dos pulgadas.

Germinación.

La germinación de las semillas, se realizó en la Unidad de Propagación Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Se sembró una semilla por pilón en bandejas de germinación plásticas, usando turba como medio de siembra. Durante 25 días desde la etapa germinativa hasta plántula.

Contenedor.

Se usaron bolsas plásticas de color negro de 5.6 L, que se llenaron con compost a su máxima capacidad.

Sistema de riego.

Se estableció un sistema de riego por goteo dentro del macro túnel el sistema tenía una la tubería secundaria PVC de dos pulgadas, de donde se tomó un hidrante por cada repetición, a su vez las repeticiones contaban con una cinta de riego (Eurodrip[®]) con goteros tipo estrías, separados a 20 cm, con un caudal de 1.1 L/h un gotero por planta. El sistema contaba con un inyector de soluciones tipo Venturi instalado fuera del macro túnel. El tiempo de riego fue 20 minutos y la frecuencia de 8 h/día dos veces al día, estos datos fueron calculados acorde al requerimiento del cultivo y ajustado a los factores de la zona evapotranspiración (ET) y del cultivo; coeficiente de ajuste estrés hídrico (Ks) y coeficiente de ajuste del cultivo (Kc) (Alcobendas Cobo y Moreno Valencia 2006). El riego se suministró diariamente en todo el ciclo del cultivo.

Aplicación de Fertilizante de liberación lenta, pre-siembra.

Se realizó una aplicación de fertilizante nitrogenado de liberación lenta (Optic set 38N) 100, 75, 50, 25 y 0% FLL balanceados con fertirriego (nitrato de amonio) para completar una dosis de 200 kg/ha de nitrógeno, para todo el ciclo de cultivo.

Trasplante.

El trasplante se realizó el día 13 de abril del 2018, con plántulas aproximadamente de 15 cm de altura de la planta, se establecieron dos plantas por bolsa. En el compost se inoculó cepas y micelios de micorrizas usando el producto comercial Mycoral[®] producido y

comercializado por la Unidad de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras, en una dosis de 60 g por planta. No se usó ninguna hormona de enraizamiento o desinfección de raíces.

Arreglo de siembra.

El arreglo de siembra se efectuó a 1.5 m entre camas, dos hileras por cama, distancias de 40 cm entre planta y 40 cm entre hilera con una densidad total de 62,500 plantas/ha.

Control de malezas.

Esta práctica se realizó de forma mecánica usando azadones para la limpieza de los pasillos y desmalezado manual en las bolsas, no se aplicaron herbicidas en ningún tiempo del cultivo.

Tutorado.

Se optó por el tutorado en forma de espaldera con hilos horizontales dobles, se usaron estacas de madera de dos m de largo. En cada repetición se enterraron postes en forma vertical, distanciados a tres m, luego se colocaron filas de hilos plástico. La distancia entre los niveles dependía del desarrollo del cultivo, iniciando a las cinco semanas después del trasplante.

Control de plagas y enfermedades.

Las aplicaciones se realizaron de manera química para el control de hongos, bacterias e insectos, usando productos químicos más una dosis reguladora de pH. En el caso del control de ácaros se aplicó de forma correctiva al encontrar de tres a cuatro ácaros en el envés de la hoja. Los productos, dosis, y fechas de aplicación se explican en el (Cuadro 3), las aplicaciones se realizaron de manera foliar.

Cuadro 3. Productos, dosis y fechas de aplicación desde el 13 de abril hasta el 24 de junio del 2018, para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Plaguicida	Tipo de Producto	Dosis	Fecha
		(m/L)	(dd/mm/aa)
Cupramicin 20SP	Fungicida	6	19/05/18
	Bactericida		01/06/18
			21/06/18
Mancozeb 80WP	Fungicida	4	30/05/18
Vertimec 1.8EC	Insecticida	0.6	07/05/18
	Acaricida		15/05/18
Exsalt 6SC	Insecticida	0.8	19/05/18 22/06/18
Amistar	Fungicida	4	6/6/2018
Flonex	Fungicida	5	12/06/18
			22/06/18
Decis	Insecticida	0.3	12/06/18

Fertilización estándar.

Para cubrir los requerimientos nutricionales de fósforo, potasio, calcio y magnesio, se formuló una solución estándar, usando fertilizantes solubles con una dosis con base en 156 kg/ha del fertilizante súper fosfato triple, con 72 kg de P₂O₅, 268 kg/ha de fosfato de potasio con 134 kg de K₂O, 251 kg/ha de carbonato de calcio con 100 kg de CaO, 201 kg/ha de sulfato de magnesio con 50 kg de MgO y 40 kg de azufre (Cuadro 4). Se inyectó la solución por un sistema Vénturi en dos tiempos, primero la fuente de calcio y luego el resto de fertilizantes, cabe recalcar que la fuente de calcio tapó los goteros por ser una fuente insoluble.

Cuadro 4. Programa de fertilización estándar aplicado en el cultivo de pimiento bajo estructura protegida en el lote Parcelas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Fuente.	Concentración (%)	Forma de expresión	Dosis base (kg/ha)	Dosis (g/aplicación)
Superfosfato triple	46	P ₂ O ₅	156	122
Sulfato de potasio	50	K ₂ O	268	195
Carbonato de calcio	40	CaO	251	225
Sulfato de magnesio	25	MgO	201	288

Tratamientos.

Se establecieron 12 tratamientos de los cuales la mitad se inoculó con Mycoral® 60 g/pilón al momento del trasplante, con niveles de aplicación (100, 75, 50, 25, 0%) de FLL Optic-Set 38N, complementando el requerimiento de 200 kg/ha de nitrógeno como dosis base con nitrato de amonio NO₃NH₄ mediante fertirriego. Se contó con dos testigos relativos sin aplicación de nitrógeno de ninguna de las fuentes, pero un tratamiento se inoculó con Mycoral® (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tratamientos en la evaluación del efecto de dosis de Fertilizante de Liberación Lenta e inoculación con micorrizas, en el crecimiento y desarrollo en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Fuente de Fertilizante			
	FLL	Nitrato de Amonio	FLL	Nitrato de Amonio
	(38N) %	(33.5N) %	(38N) kg/ha ciclo	(33.5N) kg/ha ciclo
A	100	0	200	0
A	75	25	150	50
A	50	50	100	100
A	25	75	50	150
A	0	100	0	200
P	100	0	200	0
P	75	25	150	50
P	50	50	100	100
P	25	75	50	150
P	0	100	0	200
P	0	0	0	0
A	0	0	0	0

A= Ausencia de micorrizas P= Presencia de micorrizas

Aplicación de fertilizante nitrato de amonio.

La fertilización complementaria se realizó en forma líquida, diluyendo la dosis establecida por cada tratamiento en 2.8 L de agua, se fraccionó en 36 aplicaciones con una frecuencia de tres aplicaciones por semana durante las 12 semanas del experimento.

VARIABLES EVALUADAS.

Las variables medidas en el presente estudio fueron: Biomasa foliar y radicular de la planta, rendimiento y calidad de los frutos a las cuatro, ocho y doce semanas después del trasplante. El rendimiento se evaluó en categorías comercial y no comercial bajo los parámetros definidos por “U.S. Department of Agriculture” (Cuadro 6).

Rendimiento.

La primera cosecha se realizó el 6 de julio y finalizó con una segunda cosecha el 13 de julio en las 11 y 12 semanas después del trasplante respectivamente. Para las variables de rendimiento se tomó: peso total de los frutos, número de frutos y se calculó el peso promedio de los frutos de cada tratamiento. Se categorizó: comercial y no comercial el mismo día de la cosecha. Tamaño, deformaciones, daño fitosanitario y mecánico fueron los parámetros para determinar la categoría de los frutos. Se consideró como rendimiento comercial la sumatoria de dos categorías (U.S Fancy, U.S. No. 1) (USDA 2005) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Parámetros de cosecha U.S. Department of Agriculture (USDA).

Categoría	Ancho (cm)	Largo (cm)
U.S Fancy	> 6.35	> 7.62
U.S No. 1	> 5.72	> 6.80

Biomasa foliar y radicular.

La biomasa foliar y radicular fue medida en gramos con una balanza digital. Se seleccionó al azar una bolsa de cada tratamiento de cada unidad experimental, la cual contenía dos plantas, de este par se seleccionó una planta, cortando en la base del tallo, separando la biomasa foliar de la radicular para pesarlas individualmente. Estas mediciones se realizaron a las cuatro, ocho y doce semanas después del trasplante.

Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con 12 tratamientos, con cuatro repeticiones, cada unidad experimental contaba 14 plantas, con un total de 672 plantas.

Análisis estadístico.

Las variables fueron analizadas a través de un análisis de varianza (ANDEVA) para los resultados que mostraron homogeneidad y normalidad. En caso de encontrar diferencias entre medias en los tratamientos, estas fueron separadas por un Test de Mínima Diferencia Significativa (LSD) de Fisher. Se usó el programa Statistix[®] versión 9.0 para el análisis de varianza y una separación de medias a una probabilidad ($P < 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La simbiosis de micorriza con la raíz se vio afectada debido a los altos niveles de fósforo encontrados en el sustrato compost pre siembra, por lo que no se observó infección de raíces. Ratnayake *et al.* (1978) afirma que en condiciones bajas de fósforo, aumenta la permeabilidad de la membrana celular en la raíz generando exudación de metabolitos y azúcares en cantidades suficientes para mantener el crecimiento y desarrollo de la germinación de las esporas de micorrizas. Cavagnaro (2018) afirma que la adición de compost aumenta el nivel de fósforo en el medio donde se desarrolla la raíz reduciendo la colonización de micorrizas. Se recomienda que no se aplique fertilizantes químicos ni orgánicos al momento de la inoculación ya que afectan la simbiosis del hongo, si no fertilizar a las cuatro semanas después de trasplante (EAP 2018). El nivel alto de fósforo en el compost utilizado, pudo generar un ambiente inadecuado para que ocurra la simbiosis hongo-planta (Cuadro 1). El sustrato indistinto del tratamiento, muestra presencia de esporas de micorrizas en todos los tratamientos, en niveles bajos y no infección de raíces evaluadas en las semanas cuatro, ocho y doce, lo que aduce que el compost utilizado para este experimento no solo posee las esporas de micorrizas seleccionadas (Mycoral[®]) sino que también esporas de micorrizas nativas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de micorrizas en el sustrato a cuatro semanas después de trasplante (SDT), en la evaluación de 200 (kg/ha) de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta en diferentes proporciones, en el cultivo de pimiento. Laboratorio de diagnóstico molecular, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos			Análisis de micorrizas
FLL (%)	FR (%)	Mycoral®	Número Esporas / g suelo
100	0	A	17
75	25	A	9
50	50	A	16
25	75	A	5
0	100	A	15
0	0	A	4
100	0	P	4
75	25	P	13
50	50	P	8
25	75	P	5
0	100	P	6
0	0	P	10

SDT=semana después de trasplante, FLL=fertilizante nitrogenado de liberación lenta, FR= nitrato de amonio en fertirriego, Al= alto (> 30 esporas/gramo), M= medio (21-30 esporas/gramo), B= bajo (< 20 esporas/gramo), A-P=promedio de tratamientos con y sin aplicación de micorriza, A=sin micorrizas, P=con micorriza.

Descripción de los tratamientos.

Debido a que se determinó que no hubo diferencias en cuanto al número de esporas entre los tratamientos con y sin micorriza, se tomaron los datos de todos los tratamientos con inoculación de micorriza promediándolos con los tratamientos de fertilizantes de liberación lenta para compararlos contra los controles (Cuadro 8).

Cuadro 8. Tratamientos promediados (micorriza presente y ausente) dentro de cada tratamiento en la evaluación de fertilizantes nitrogenados liberación lenta, comparación contra controles, en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Fuente de fertilizante		Mycoral®
FLL	FR (Nitrato de Amonio)	
38N (%)	33.5N (%)	
100	0	A-P
75	25	A-P
50	50	A-P
25	75	A-P
0	100	A-P
0	0	A
0	0	P

FLL=fertilizante nitrogenado de liberación lenta, FR=nitrato de amonio en fertirriego, A-P=promedio de tratamientos con y sin aplicación de micorriza, A=sin micorrizas, P=con micorriza.

Precipitación y temperatura.

El presente año entre los meses de mayo a junio del 2018 se presentó una precipitación muy por encima de lo histórico con un promedio de 832 mm. La temperatura promedio fue de 25.2 °C. Para el mes de abril fue de 21.4 °C (máx. 34.5 °C, min. 8.3 °C), en mayo de 24.1 °C (máx. 35.4 °C, min 12.8 °C), y en junio de 22.65 °C (máx. 32.1 °C, min 18.8 °C) (Figura 1).

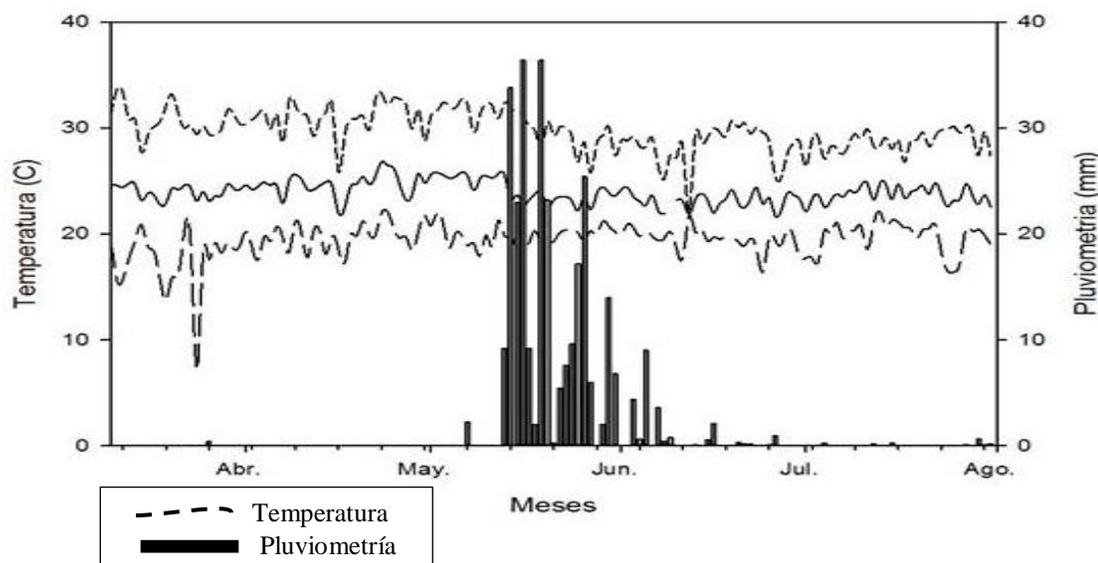


Figura 1. Temperatura y pluviosidad del 28 de abril hasta el 13 de junio del 2018, bajo estructura protegida macrotúnel en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Crecimiento.

La biomasa radicular 12 semanas después de trasplante y biomasa foliar ocho y 12 semanas después de trasplante, el factor nitrógeno como fertilizante de liberación lenta obtuvo una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Significancia de la aplicación de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta en diferentes proporciones, para las variables biomasa foliar y biomasa radicular en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas, en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factor	Semana después de Trasplante (SDT)					
	Biomasa Radicular (g/planta)			Biomasa Foliar (g/planta)		
	4	8	12	4	8	12
FLL+FR	ns	ns	*	ns	**	**
CV%	24	41	41	26	22	21

FLL+FR=Tratamiento, CV%=Coeficiente de variación, * $P \leq 0.05$, ** $P = 0.001-0.0001$, ns=no significancia

Hay mayor biomasa radicular a las 12 semanas después de trasplante al aplicar nitrógeno como fertilizante de liberación lenta en concentraciones de 100% y 75% complementando con nitrato de amonio aplicado por fertirriego. De igual manera, el no fertilizar o fertilizar con menos del 50% de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta limita el crecimiento de raíz por la cantidad de nutrientes a las 12 semanas después de trasplante. Esta tendencia de crecimiento puede estar influenciada por las altas precipitaciones registradas semanas antes de la medición, reduciendo la disponibilidad de nitrógeno, generando una mayor elongación de la raíz, lo que pudo estar relacionado de igual manera con una deficiente tasa de liberación de nitrógeno por parte del fertilizante de liberación lenta. Valentín (2011) no recomienda la aplicación de altas concentraciones de nitrógeno en forma soluble ya que la mayor parte queda afuera del alcance de la raíz, afectando su rendimiento.

La biomasa foliar, ocho semanas después de trasplante, el usar solo fertilizantes de liberación lenta o no fertilizar resultó en un menor peso, pudo ser causado por la baja tasa de liberación de nitrógeno en el fertilizante de liberación lenta a este tiempo. Valle (2010) aclara que a partir de los 28 hasta los 56 días después del trasplante, la planta aumenta su absorción de nitrógeno para crecimiento vegetativo y la disponibilidad solo al aplicar fertilizantes de liberación lenta 100% o no fertilizar no cubren la demanda de absorción. A las 12 semanas después del trasplante aplicar 50% o 25% de fertilizante de liberación lenta generó mayor biomasa comparada al resto de dosis de fertilizante o no aplicar. Valle (2010) discute que de 56 hasta los 84 días después de trasplante ocurre el proceso de llenado de fruto donde son translocados la mayor cantidad de nutrientes al fruto. En estos tratamientos el aumento de biomasa foliar es por la disponibilidad de nitrógeno de forma soluble equilibrado con la reserva de nitrógeno en fertilizantes de liberación lenta, que mejoran el desarrollo foliar (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación del efecto de la aplicación de 200 kg/ha de nitrógeno en diferentes proporciones como fertilizantes de liberación lenta y fertilizantes solubles, sobre biomasa foliar y biomasa radicular en el cultivo de pimiento, bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos			Semanas después de trasplante		
			Biomasa radicular (g/planta)		Biomasa foliar (g/planta)
FLL (%)	FR (%)	Mycoral®	12	8	12
100	0	A-P	102.8 ab	275.0 b	281.8 c
75	25	A-P	127.9 a	413.1 a	319.1 c
50	50	A-P	80.8 bc	424.5 a	412.5 ab
25	75	A-P	83.1 bc	464.6 a	464.0 a
0	100	A-P	51.4 c	442.4 a	351.8 bc
0	0	A	54.0 c	269.0 b	180.8 de
0	0	P	58.3 c	289.5 b	198.5 de

FLL=fertilizante nitrogenado de liberación lenta, FR= nitrato de amonio en fertirriego, A-P=promedio de tratamientos con y sin aplicación de micorriza, A=sin micorrizas, P=con micorriza.

Producción.

En los componentes del rendimiento: número y peso de fruto, el nitrógeno en fertilizante de liberación lenta obtuvo una diferencia significativa en el número de frutos comerciales (U.S. Fancy) y en el peso fruto comercial por planta (Cuadro 11).

Cuadro 11. Significancia de la aplicación de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta en diferentes proporciones, para las variables número de frutos, peso frutos y peso promedio de frutos, en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas, en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factor	Rendimiento de cultivo							
	Número de frutos				Peso (kg/m ²)		Peso promedio (g/fruto)	
	FC1	FC2	FCT	FNC	FC	FNC	FC	FNC
FLL+FR	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV%	22	32	21	28	18	30	8	21

FLL+FR=tratamientos, CV%=coeficiente de variación, *P< 0.05, **P 0.01-0.001 FC1=fruto comercial (U.S Fancy), FC2=fruto comercial (U.S No 1), FCT=fruto comercial total, FNC=fruto no comercial, FC=fruto comercial

Hay mayor número de frutos comerciales (U.S. Fancy) al aplicar 75% y 50% de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta complementando con nitrato de amonio de forma soluble por fertirriego, lo cual está relacionado con la cantidad de biomasa foliar. Estos tratamientos presentan más biomasa foliar en la semana ocho después de trasplante cuando inicia el llenado de fruto (Cuadro 10). Valle (2010) argumenta que a mayor biomasa foliar hay mayor intercepción de luz y mejor metabolismo que dan mayor tamaño y calidad de frutos. En este estudio, la tendencia no es muy clara, esto pudo ser generado por las prácticas al momento de la cosecha y los estándares de clasificación del fruto que fueron utilizados. El rendimiento al aplicar nitrógeno como fertilizantes de liberación lenta al 75% y 50% fue mayor. Aplicar todo el nitrógeno como fertilizante de liberación lenta no es efectivo en la liberación oportuna de nitrógeno, lo cual se refleja en el bajo peso de fruto con este tratamiento. Aplicar todo el nitrógeno de manera soluble tampoco es recomendable ya que generan pérdidas de nitrógeno por lavado. La alta concentración de nitrógeno en el medio de siembra y la capacidad de adaptación pudo traslocar parte de nitrógeno disponible a los frutos (Cuadro 12).

Cuadro 12. Número y rendimiento de frutos obtenidos por la aplicación de 200 (kg/ha) de nitrógeno en diferentes proporciones como fertilizantes de liberación lenta y nitrato de amonio como fertilizantes solubles, en el cultivo de pimiento, bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos			Número de frutos comerciales (U.S. Fancy)	Rendimiento
FLL (%)	FR (%)	Mycoral®	(fruto/planta) FC1	(kg/m ²) FC
100	0	A-P	1.2 cd	17.1 b
75	25	A-P	1.9 a	23.4 a
50	50	A-P	2.0 a	25.1 a
25	75	A-P	1.7 ab	21.2 ab
0	100	A-P	1.5 abc	21.1 ab
0	0	A	1.3 bcd	20.2 ab
0	0	P	1.0 d	16.1 b

FLL=fertilizante nitrogenado de liberación lenta, FR= nitrato de amonio en fertirriego, A-P=promedio de tratamientos con y sin aplicación de micorriza, A=sin micorrizas, P=con micorriza. FC1=Fruto comercial (U.S Fancy), FC=Fruto comercial.

Sustrato.

Se observó un decremento del contenido orgánico y de macronutrientes (N, K, Ca, Mg), solo el fósforo fue mayor a las cuatro semanas después del trasplante respecto al análisis inicial del sustrato (Cuadro 1 y 2). En los componentes pH, potasio y magnesio del sustrato compost el factor nitrógeno como fertilizante de liberación lenta, tuvo diferencia significativa ($P < 0.05$). En el carbono orgánico, la materia orgánica y fósforo, el factor

micorriza tuvo diferencia significativa ($P<0.05$) (Cuadro 13). No hubo interacción entre el factor nitrógeno como fertilizante de liberación lenta y la micorriza.

Cuadro 13. Significancia de los factores nitrógeno como fertilizante de liberación lenta (Opticset-38), micorrizas y su interacción para el análisis de compost cuatro semanas después de trasplante (SDT) en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factor	Análisis de sustrato cuatro semanas después de trasplante								
	pH	g/100g			mg/kg				
		C.O	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Na
FLL	***	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	ns
My	ns	*	*	**	*	ns	ns	ns	ns
FLL×My	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV%	2.1	4.6	4.6	4.5	14.6	11.9	4.6	8.8	51

FLL=fertilizante liberación lenta, My=micorriza, * $P\leq 0.05$, ** $P0.01-0.001$, *** $P<0.001$, CV%=coeficiente de variación, pH=potencial log. H, C.O=carbono orgánico, M.O=materia orgánica, N=nitrógeno, P=fósforo, K=potasio, Ca=calcio, Mg=magnesio, Na=sodio

Hay un mayor pH, potasio y magnesio, al no aplicar fertilizantes nitrogenados. Al aplicar fertilizantes nitrogenados altos en NH_4^+ genera la disminución de pH. Ibáñez (2007) explica que el exceso de NH_4^+ disminuye el pH debido a un exceso de cargas negativas en la zona radicular generando que la planta segregue H^+ y acidificando el suelo. Esto permite inferir que el nitrógeno en el sustrato estuvo en forma de NO_3^- y que la aplicación de nitrógeno de manera soluble disminuyó la absorción de magnesio y potasio en el sustrato. Hay que tomar en cuenta que estadísticamente hay diferencia en los niveles de potasio y magnesio, no obstante, en comparación a los rangos adecuados presentan niveles altos en el medio (Cuadro 14).

Cuadro 14. pH, potasio y magnesio del sustrato compost a cuatro semanas después de trasplante obtenidos por la aplicación de 200 (kg/ha) de nitrógeno en diferentes proporciones como fertilizantes de liberación lenta y fertilizantes solubles, en el cultivo de pimiento, bajo estructuras protegidas, en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos			pH	mg/kg	
FLL (%)	FR (%)	Mycoral®		K	Mg
75	25	A-P	5.7 b	2,031 ab	1,457 ab
50	50	A-P	5.44 c	1,876 bc	1,346 b
25	75	A-P	5.38 cd	1,972 b	1,330 b
0	100	A-P	5.25 d	1,649 c	1,334 b
0	0	A	6.12 a	2,292 a	1,577 a

FLL=fertilizante nitrogenado de liberación lenta, FR= nitrato de amonio en fertirriego, A-P=promedio de tratamientos con y sin aplicación de micorriza, A=sin micorrizas, P=con micorriza.

Hay niveles mayores en carbono orgánico, materia orgánica y nitrógeno al aplicar micorrizas vesículo-arbusculares (VAM). Banfield *et al.* (1999) argumentan que los hongos micorrizales presentes en el medio proporcionan carbono, del cual los hongos y microorganismos derivan energía para influir en procesos de meteorización. Smith (1974) acota que el nitrógeno en medios altos en materia orgánica está en forma de nitrato no disponible como humus crudo, generando la fijación atmosférica de nitrógeno por micorrizas. Trapper (1967) encontró que hay hongos micorrízicos que poseen nitrato reductasa, que ayudan a la disponibilidad de nitrato en el medio. El fósforo es menor con la aplicación de micorrizas vesículo-arbusculares (VAM). Marschner (1992) habla que los hongos micorrízicos como la alta población de microorganismos absorben fósforo del medio para su desarrollo y mantenimiento, independientemente de la simbiosis con la planta generando una disminución en la concentración de fósforo en el medio (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación del efecto de micorrizas vesículo-arbusculares en carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno y fósforo, en el compost, cuatro semanas después de trasplante, en el cultivo de pimiento bajo estructuras protegidas, en el lote Parcelas, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento	g/100g			mg/kg
	C.O	M.O	N	P
Con My	13.04 a	22.48 a	1.13 a	2339 b
Sin My	12.44 b	21.45 b	1.07 b	2721 a

My=micorriza, C.O.=carbono orgánico, M.O.=materia orgánica, N=nitrógeno, P=fósforo

4. CONCLUSIONES

- La interacción de nitrógeno como fertilizante de liberación lenta e inoculación de micorrizas no afectaron el desarrollo y producción de pimiento en sustrato compost, bajo las condiciones establecidas en este estudio.
- Fertilizantes nitrogenados de liberación lenta en proporciones desde 75 a 50% acompañados de fertilizantes nitrogenados solubles, generan mayor producción de pimiento bajo las condiciones establecidas en este estudio.
- Bajo las condiciones establecidas en este estudio la micorriza seleccionada no se expresó, lo cual no afectó la producción de pimiento en sustrato compost, bajo estructura protegida.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones en condiciones óptimas del sustrato para la colonización de micorrizas y analizar la interacción entre el fertilizante nitrogenado de liberación lenta FLL y micorriza My.
- Realizar estudios prolongando el tiempo de tres meses a seis meses para medir el tiempo de liberación de nitrógeno en forma de liberación lenta.
- Evitar la aplicación de micorriza en cultivos de alta aplicación de fertilizantes fosfóricos.
- Evaluar el efecto del tiempo, temperatura y humedad en la tasa de liberación de nitrógeno como liberación lenta.

6. LITERATURA CITADA

- AAPFCO (Association of American Plant Food Control Officials) 1995. Commercial fertilizers. Inc. West Lafayette, Indiana: AAPFCO. [Consultado 2017 Noviembre 02]. <http://www.aapfco.org/publications.html>.
- Alcobendas Cobo PJ, Moreno Valencia MM. 2006. Necesidades de riego de los cultivos. Primera edición. México: [Consultado 7 de Junio del 2018] https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF_STR/NecesidadesRiego.pdf.
- Banfield JF, Barker WW, Welch SA, Taunton A. 1999. Biological impact on mineral dissolution: application of the lichen model to understanding mineral weathering in the rhizosphere. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 96: 3404–3411. [Consultado 2018 Agosto 4]. (96):3404–3411. English. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.7.3404>
- Betancourt Bastidas RR. 2011. Los beneficios de los hongos simbioses: Hongos. Mushrooms. No. 1. Habana, Cuba: El Cid Editor. [Consultado 2017 Noviembre 14]. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvuzamoranosp/detail.action?docID=3201956>.
- Botta A, Tort V. 2015. Chile en el mundo. Santa Fe: Instituto Superior N°4044 “SOL”. [Consultado 2017 Octubre del 25]. <http://repotur.yvera.gob.ar/bitstream/handle/123456789/5668/El%20Chile%20en%20el%20Mundo%2C%20completa%20pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cabrera IR. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo mx*. [Consultado 2017 Septiembre 13]. Vol. 5:1–4. <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>.
- Cavagnaro TR. 2018. Interactive effects of compost and pre-planting soil moisture on plant biomass, nutrition and formation of mycorrhizas: a context dependent response. *Ngo HTT* [Consultado 2018 Agosto 03]. 1-9. English. Doi: 10.1038/s41598-017-18780-2. <https://www.nature.com/articles/s41598-017-18780-2.pdf>
- EAP (Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano). 2018. Micorriza Arbuscular, biofertilizante que favorece el desarrollo de las plantas. *Mycoral*. [Consultado 2018 Agosto 5]. 1-6. Español. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4168/1/12.pdf>.

- Enciso Garay CR, Ríos Arevalos R, Ortiz W. 2008. Características agronómicas de híbridos y variedades de pimiento. *Investigación Agraria. Universidad nacional de Asunción.* 11(1):5–9. [Consultado 2018 Septiembre 24]. <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/download/32/30/>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Producción mundial de Chile fresco *Capsicum annuum*. Roma, Italia: FAO. [Consultado 2017 Noviembre del 02]. <http://www.fao.org/statistics/en/>.
- Garzón Zúñiga M. 2005. Mecanismos no convencionales de transformación y remoción del nitrógeno en sistemas de tratamiento de aguas residuales: Pérdidas de Nitrógeno, estudios en suelo. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.* [Consultado 2018 Junio 02]. 1:137–149. www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/download/1022/668.
- González M, Rodríguez M, Hernández MI. 2009. Obtención de un fertilizante de liberación lenta y controlada enriquecido con diferentes plantas marinas. *Revista Cubana de Química.* [Consultado 2017 Octubre 28]. Vol. XVII(No 3):1–7. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvuzamoranosp/>
- Ibáñez JJ. 2007. pH del suelo y nutrición vegetal. *Fundación para el conocimiento. Madrid* [Actualizado 2007 abril 17]. [Consultado 2018 agosto 7]. <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/04/10/63196>
- Magán Cañadas JJ. 2016. Manejo eficiente de la fertirrigación en invernaderos. *INIA.* 1(28):23–24. [Consultado 2018 Agosto 09]. https://w3.ual.es/GruposInv/INIA/INIA_RTA2012-00039/Resultados_files/JJM_Cabrils.pdf.
- Marschner H. 1992. Nutrient dynamics at the soil root interface (Rhizosphere). In: Read DJ, Lewis DH, Fitter AH, Alexander IJ. *Mycorrhizas in Ecosystems.* Cambridge UK. CAB International. p. 3-13. [Consultado 2018 Agosto 10].
- Masaguer A, 2015. De residuo a recurso, un camino hacia la sostenibilidad. *Uso del compost como componente de sustratos para cultivo en contenedor.* Madrid: Mundi-Prensa. 244 p. vol. 2). [Consultado 2018 Agosto 09] ISBN: 8484767094, 9788484767091.
- Perdomo C, Barbazán M, Durán J. 2006. NITROGENO: Mecanismos de pérdidas del Nitrógeno. [Publicación Universitaria]. Uruguay, Montevideo: Universidad de la república.. [Consultado 2018 Agosto 10]. <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>.
- Ratnayake M, Leonard RT, Menge JA. 1978. Root exudation in relation to supply of phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal formation. *Departments of plant sciences and plant pathology. University of California, Riverside, California 92521, U.S.A.* [Consultado 2018 Agosto 06]. Pg 543-552 <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1978.tb01627.x>

- SAGH (Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras). 2014. Análisis de coyuntura del cultivo de hortalizas en Honduras. Honduras.: SAGH. [Consultado 2018 Septiembre 20]. <http://sisem.sag.gob.hn/PSME/D15LMU.php?id=634>.
- Santos BM, Obregón Olivas HA, Salamé Donoso TP. 2010. Producción de hortalizas en ambientes protegidos. Estructuras para la agricultura protegida [Publicación Universitaria]. Estado Florida- EEUU: Universidad de Florida. [Consultado 2017 Noviembre 10]. https://horticulture.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk1816/files/extension_material_files/Santos_manual_produccion_de_hortalizas_en_ambientes_protegidas.pdf.
- Smith SE. 1974. Mycorrhizal Fungi. CRC Critical Reviews in Microbiology. University of Adelaide. Adelaide, South Australia. [Consultado 2018 Agosto 10]. p 275-313. English. Doi: <https://doi.org/10.3109/10408417409108753>
- Trapper JM. 1967. Principles of classifying ectotrophic mycorrhizae for identification of fungal symbionts, Proc. 14th In: Union Forest Organ. Kongress. Munich. p.1-46. [Consultado 2018 Agosto 12]
- USDA (United States Department of Agriculture). 2005. Parámetros de cosecha del pimiento dulce. USDA; [Consultado 10 de Agosto del 2018]. [1\(https://www.ams.usda.gov/grades-standards/sweet-peppers-grades-and-standards\)](https://www.ams.usda.gov/grades-standards/sweet-peppers-grades-and-standards). <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/sweet-peppers-grades-and-standards>.
- Valentín MC. 2011. Crecimiento y extracción de macro nutrientes del chile de agua (*Capsicum annuum* L.). [Tesis] Universidad Autónoma de Chapingo, México. 104p. [Consultado 2018 Agosto 12]. <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2011061408126522.pdf>
- Valle JC. 2010. Acumulación de biomasa, crecimiento y extracción nutrimental en pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) [Tesis]. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 106p. [Consultado 2018 Agosto 11]. <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2010062507127096.pdf>