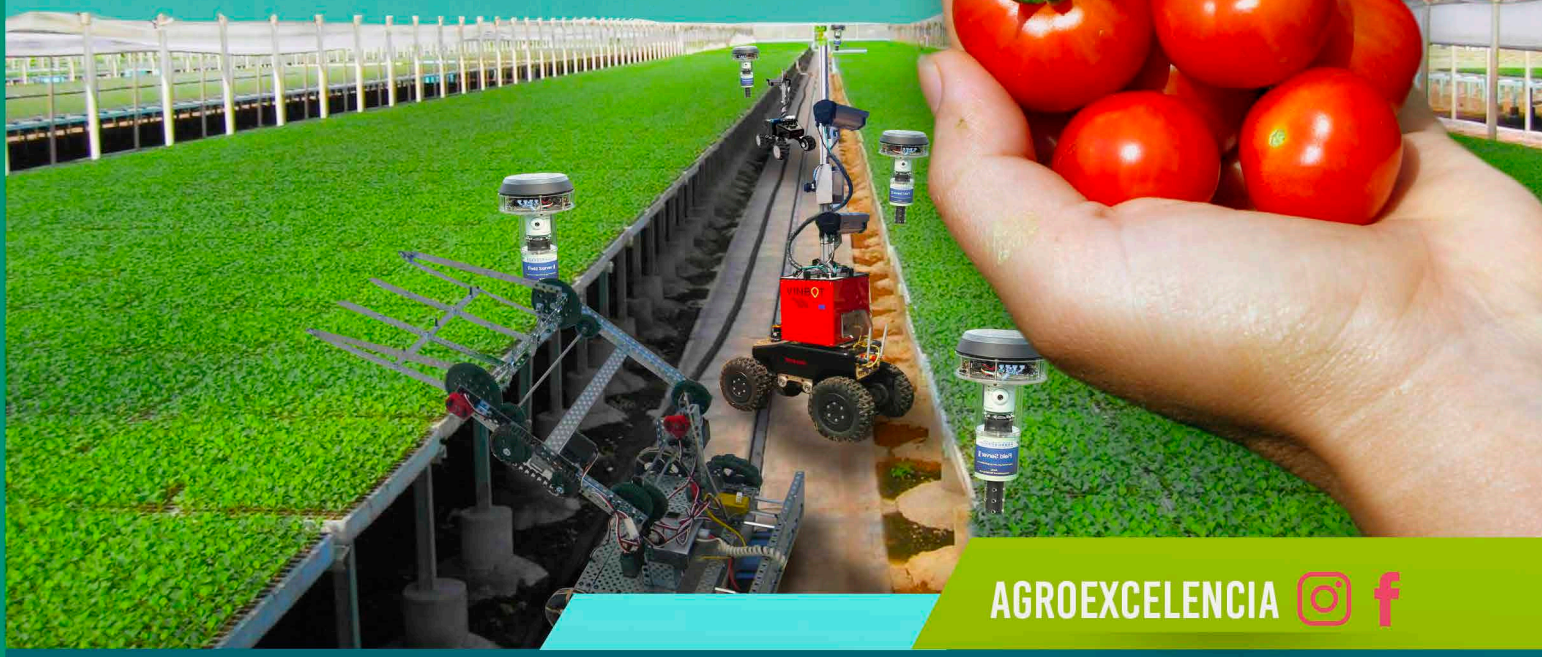
Número 22 | Agosto - Septiembre de 2018

Agro Excelencia es una publicación bimestral, editada y distribuida por Capaciagro®

AGRO EXCELENCIA

LA REVISTA DEL PROFESIONAL DEL CAMPO

LOS NUEVOS CAMBIOS EN EL AGRO: LA REVOLUCION 4.0



AGROEXCELENCIA

AGRICO Y DE GALA AGRÍCOLA:
EXPERIENCIAS EN MANEJO DE NEMATODOS

CELEBRAN CONGRESO
DE NUTRICIÓN EN HORTALIZAS

Agrobionsa MR

Líder en productos biorracionales para el control de plagas y enfermedades agrícolas.

Nuestros productos han sido certificados por la **COFEPRIS**, en las categorías de menor toxicidad y también dictaminados en su efectividad biológica por el **SENASICA.**

(667)715-7712
(667)715-7713

ventas@agrobionsa.com

Río Mocorito 575 Pte.
Col. Guadalupe C.P. 80220.
Culiacán, Sinaloa, MX.

agrobionsa.com

Innovación en Biotecnología Agrobionsa Desde 1994 · Control Biológico Líder · Mención Honorífica 1996 · Registros Cofepris · Premio Estatal 2013 · Certificación ISO 9001 · 2008 Calidad · OMRI Listed For Organic Use

EDITORIAL

Número 22 Agosto - Septiembre 2018. Una publicación de Capaciagro®

La Revolución del conocimiento

En los últimos años en México hemos vivido un proceso larvado que hoy cada vez más emerge en forma madura o adulta, aunque también presenta periodos de diapausa (inactividad). Nos referimos a la Revolución industrial 4.0, también llamada Industria inteligente, ciberindustria del futuro, revolución digital o del conocimiento…

Cuando decimos que existe un proceso larvado es para señalar que desde hace años, la nanotecnología, la robótica, la inteligencia artificial y la automatización en México han venido gestándose en centros de investigación, universidades y empresas. Sin embargo, en países más desarrollados su evolución ha sido más rápida por sus propias necesidades. En México no ocurre todavía lo mismo. Y esto último está relacionado porque el llamado capital humano es muy barato. El actual salario mínimo es de 88.36 pesos diarios; en el 2017 fue de 2216.86 pesos el promedio mensual, sumándose a esto la oferta de trabajo disponible, jornadas de 48 horas semanales, etcétera.

Los impactos en el sector agroalimentario

En este número, se aborda por primera vez esta nueva revolución, centrando el tema en el sector agroalimentario, especialmente en los cambios en los sistemas de producción, el poder del consumidor, la generación y análisis de datos, los nuevos modelos de negocios, la distribución de frutas y hortalizas, entre otros.

Así también, su autor, Raymundo Elizalde, analiza los desafíos y oportunidades del sector agroalimentario. Uno de ellos, por ejemplo, es incluir en los profesionales del campo, la capacitación para incorporar el uso de las nuevas tecnologías a su actividad.

En los cambios por venir en México, es urgente actualizar y preparar el talento para enfrentar con éxito el futuro. Se requieren acciones para que las palabras encarnen los retos en beneficio de nuestro país.

ÍNDICE

1 Editorial

2 Las implicaciones de la nueva revolución industrial en el sector agroalimentario

5 Cómo evaluar control de *Paecilomyces lilacinus*

9 El manejo de nematodos en AgriCo

11 Acciones preventivas en el control de nematodos

14 Suman más de 150 asistentes al Congreso de Nutrición en Hortalizas

18 Voces del IV Congreso de Nutrición

19 II Expo Nutrición

20 La opinión de los patrocinadores

21 Modelación de variables de desarrollo de tomate afectadas por el clima

25 Calendario de eventos

Agro Excelencia
DIRECTORIO
Jaime B. Gálvez Rodríguez / **Director**
Jorge Braulio Gálvez Aceves / **Ventas y distribución**
Daniela Serrano González / **Corrección de estilo**
Rafael Iván Gurrola Delgado / **Diseño gráfico editorial**
JB Publicidad
Domicilio y ventas: Teresa Villegas Norte 1873
Col. Tierra Blanca C.P. 80030. Culiacán, Sinaloa, México

Consejo Editorial

Raymundo Saúl García Estrada, José Antonio Garzón Tiznado, Rubén Félix Gastélum, José Alberto Quintero Benítez, Tirzo Paúl Godoy Ángulo, Edgardo Cortez Mondaca, María Dolores Muy Rangel, José Refugio García Quintero, Adolfo Dagoberto Armenta Bojórquez, José Armando Carrillo Fasio, Alfredo Díaz Belmontes, Alberto Valle Contreras, Raymundo Elizalde Gastelo, Diego Monjardín Ureta y Julio Arciniega Ramos.

Agro Excelencia es una publicación bimestral, correspondiente al periodo agosto - septiembre de 2018 con folio del Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo otorgado por el INDAUTOR: 04-2015-111116160800-102. Editor responsable: Jorge Braulio Gálvez Aceves. Certificado de Licitud de Título y de Contenido: N° 16679. Impresa por: Impresa por: Artes Gráficas Sinaloenses, SA de CV, con domicilio en Cristobal Colón 1096-A oriente Col. Las Vegas, Culiacán, Sinaloa, México. C.P. 80 090. Distribuida por: Capaciagro, SA de CV, con dirección en Teresa Villegas Norte 1873. Col. Tierra Blanca C.P. 80030 Culiacán, Sinaloa, México.

El contenido de la información es responsabilidad de sus autores, colaboradores y anunciantes. Prohibida la reproducción parcial o total de su contenido, sin previa autorización.

LAS IMPLICACIONES DE LA NUEVA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

PREVEEN INNOVACIONES DE GRAN IMPACTO EN LA HORTOFRUTICULTURA

Raymundo Elizalde Gastelo. Maestro en ciencias. Eleven Rivers Growers

Las implicaciones de la Revolución Industrial 4.0 en el sector agroalimentario mexicano son diversas. Vivimos inmersos en una revolución tecnológica que modificará la forma que el sector de alimentos producirá y comercializará sus productos. La biotecnología, la inteligencia artificial, la robótica, la nanotecnología y la genética serán las tecnologías básicas en esta transformación.

Durante este periodo, las agroindustrias innovadoras no solamente serán las que lancen nuevos productos y servicios, sino las que creen nuevos modelos de negocios e implementen estas nuevas tecnologías para solucionar problemas, atender los cambios en la conducta del consumidor y modificar modelos de comercialización y distribución actuales.

Cambios en los sistemas de producción

Mediante la adopción de la Revolución Industrial 4.0 se prevén cambios en los sistemas de producción. Con el desarrollo de la genética, la automatización de los procesos de selección genómica y la generación de nuevas variedades de cultivo será más económico, sencillo y accesible. Por ejemplo, se podrá obtener variedades a un menor precio con mejores características como mayor vida de anaquel, combinación de sabores, enriquecimiento con vitaminas, etcétera, además de tolerancias y resistencias más efectivas contra plagas y enfermedades.

En un sector como el hortícola que demanda una gran cantidad de mano de obra, la Revolución Industrial 4.0 ayudará a disminuir costos, mediante la automatización y la robótica. En los próximos 20 años se reducirá hasta 90% la mano de obra que se requiere en los procesos de cosecha y selección, según algunos expertos.

Generación y análisis de datos: claves en el sector agroalimentario

La parte clave de la estrategia a seguir por el sector agroalimentario, radica en situar la generación y análisis de datos como eje central. La mayor utilidad de estas nuevas tecnologías será la posibilidad de crear *big data* (macrodatos) de cada una de las partes que componen el proceso productivo, para después analizarlas, mejorar la toma de decisiones y eficientar las operaciones agrícolas.

La obtención, almacenamiento y análisis de datos serán los ejes con-

ductores de los procesos de producción. Sensores, satélites y drones serán herramientas de obtención de datos básicos para el desarrollo de la agricultura durante los próximos años.

La evolución de la agricultura se centrará en la eficiencia y optimización en el uso de recursos e insumos, como agua, fertilizantes y productos fitosanitarios. Es lo que, en parte, se ha llamado agricultura de precisión en los últimos años.

El desarrollo de bases de datos contribuirá en aspectos como la inocuidad alimentaria: al contar con información suficiente y ordenada, podremos predecir con confianza razonable riesgos de contaminación; instrumentar acciones correctivas y enfocar recursos de manera más eficiente.

El poder del consumidor

En la adopción de la Revolución Industrial 4.0, la conducta del consumidor de frutas y hortalizas frescas será influenciada en sus preferencias al momento de comprar, al aportarle herramientas como *gadgets* multisensoriales, básculas inteligentes, electrodomésticos inteligentes, dispositivos de realidad aumentada para realizar *tours* virtuales a centros de producción, etcétera.

Estos nuevos dispositivos le significarán al consumidor mayor información de los productos que puede comprar, como frescura, presencia de contaminantes, alérgenos, calorías, nutrientes…, así como adquirir de forma automática cuando un producto esté a punto de terminarse en nuestra alacena o refrigerador: es lo que hoy se conoce como consumo pasivo.

La generación y análisis de datos disponibles de los consumidores, llevará a que los comercializadores sean más eficaces para detectar las necesidades de los compradores, incluso ofrecer productos o líneas de productos enfocados a atender perfiles genéticos específicos.

No se debe subestimar el poder del consumidor. Ellos tienen la capacidad de cambiar al sector de la noche a la mañana.

El avance tecnológico ha logrado un gran cambio en el comportamiento del consumidor, en parte motivado por la tecnología: principalmente por la disponibilidad y el uso excesivo de herramientas de comunicación como el teléfono celular y la red mundial de la información: Internet.

Nuevos modelos de negocios y distribución de frutas y hortalizas

La comercialización de frutas y hortalizas frescas está evolucionando a esquemas electrónicos. El mercado busca minimizar las ineficiencias generadas en los procesos comerciales tradicionales, reuniendo a compradores y vendedores en torno a un mercado virtual, consolidando múltiples ofertas o desarrollando subastas electrónicas.

A través de estos nuevos modelos de negocio y distribución, los agricultores pueden reducir significativamente los costos asociados con la comercialización de sus productos. Además, consiguen contactar con un mayor número de proveedores o compradores, y desarrollar sus operaciones más eficientemente.

Debe considerarse que la mayoría de las plataformas digitales de comercialización, desplieguen servicios adicionales de gran impacto para los agricultores, como logística, planificación y predicción; o servicios financieros, asesorías, certificaciones, que amplían la estructura del mercado electrónico.

El volumen de frutas y hortalizas de operaciones realizadas a través de estas plataformas todavía representa una parte mínima del total generado por los sistemas tradicionales. Sin embargo, se espera que en los próximos años, el volumen de negocio conducido por estas plataformas pasará del 4% actual a representar el 60% del comercio mundial de frutas y hortalizas en el 2025.

Desafíos y oportunidades del sector agroalimentario

La adaptación del sector agroalimentario a la Revolución Industrial 4.0 representa beneficios para los agricultores; empero, el sector se enfrenta a grandes retos para lograrlo: equipamiento, conectividad y capacitación.

La implementación de sistemas de producción y comercialización basados en la tecnología 4.0, requiere inversión de los productores; sin embargo, debe tomarse en cuenta los ahorros que pueden representar el mejoramiento de la eficiencia de las operaciones agrícolas.

Debemos reconocer que en México, existen zonas rurales con dificultades para el acceso a comunicaciones móviles de alta capacidad, es decir, se requiere desarrollar sistemas específicos capaces de ofrecer el acceso a servicios en situaciones de baja o nula capacidad de comunicación.

Es necesario incluir en los programas de capacitación de las empresas, el adiestramiento del personal técnico con relación a estas tecnologías, que permitan además una correcta implementación, enfrentar a la barrera psicológica que tradicionalmente ha existido en los profesionales del campo para incorporar a su actividad el uso de las nuevas tecnologías.

Para enfrentar y resolver estos retos, se requiere la participación de la iniciativa privada y la pública, diseñando nuevas formas de trabajar de manera coordinada para que esta modernización actúe a favor del sector agrícola.

Conclusiones

La Revolución Industrial 4.0 representa una evolución sistemática del sector agroalimentario.

El ritmo de crecimiento del desarrollo tecnológico no se detendrá, sino que seguirá creciendo exponencialmente y a toda velocidad.

Hay que estar preparados y aprovechar las increíbles oportunidades que representan para las empresas agrícolas de México.

Solo hay dos formas de enfrentar a la Revolución Industrial 4.0:

1. Convirtiéndose en empresas globalizadas que actúan pasivamente ante estos cambios tecnológicos con el único objetivo de sobrevivir.
2. Evolucionar en empresas globales que toman estos cambios para evolucionar y obtener los beneficios que la modernización ofrece.

Nosotros decidimos quiénes queremos ser.

Literatura consultada

Cruz, M.; Oliete, P.; Morales, C.; Cendón, B. y Hernández, A. 2015. "Las tecnologías dentro de la industria conectada 4.0". *Ministerio de Industria, Energía y Turismo* – EOI.

Evans, P. y Annunziata, M. 2012. "Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Mind and Machines". *Imagination at Work*.

Kagermann, H.; Wahlster, W. y Helbig, J. 2013. "Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industry 4.0". *Acatech*.

Lee, J. 2014. "La industria 4.0: la fábrica en el entorno de los macrodatos", *tecNews- Boletín Tecnológico de Harting*, 26.

Sabo, F. 2015s. "Industry 4.0 – A comparison of the status in Europe and the USA", *FH Kufstein Tirol. University of Applied Sciences*.

CÓMO EVALUAR CONTROL DE *PAECILOMYCES LILACINUS*

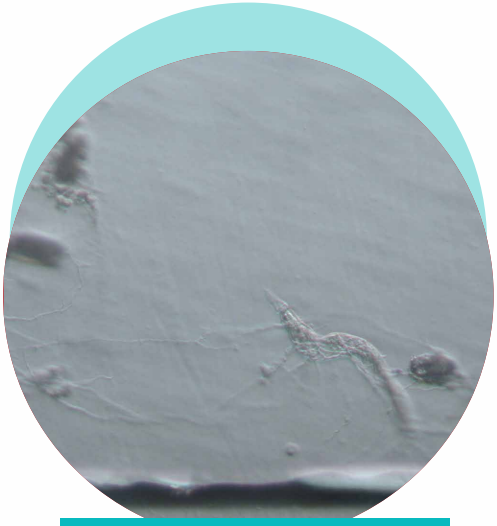
MEDIANTE LA ESTIMACIÓN
DE POBLACIONES DE NEMATODOS

Lluvia Clarisa Cárdenas Grave.
Maestra en ciencias.
Agrobiológicos del Noroeste

El nematodo agallador M*eloidogyne* sp. es reportado como una plaga de distribución cosmopolita y considerado como el de mayor impacto dentro del grupo de los nematodos fitoparásitos que reducen significativamente la producción agrícola.

En Sinaloa, México, los cultivos de tomate, chile, pepino y berenjena son afectados frecuentemente por el nematodo agallador. De acuerdo a su ciclo de vida en el suelo, se puede encontrar en estadios de huevecillo, larva y adulto (exclusivamente macho), debido a que las hembras son estrictamente endoparásitas.

Dentro de los métodos de control biológico del nematodo agallador *Meloidogyne* sp., se incluye el uso del hongo *Paecilomyces lilacinus*, uno de los hongos nematicidas con potencial de uso para el control de nematodos en la agricultura (Neethling, 2002).



Hembra inmadura parasitada.

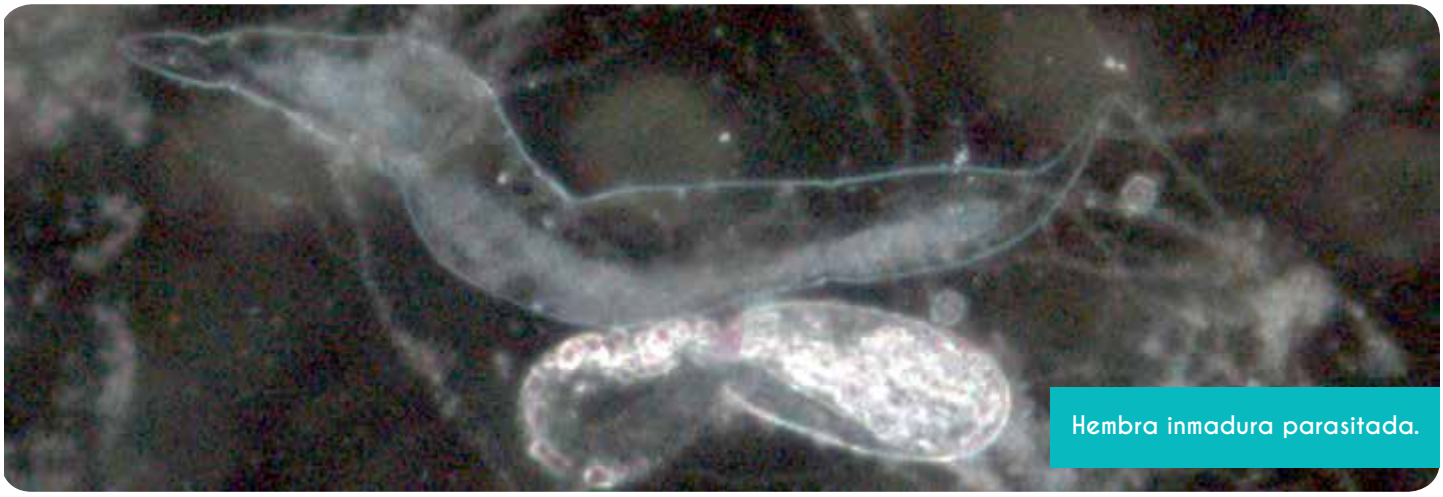
P. lilacinus ha mostrado tener una alta efectividad para parasitar huevecillos y estadios larvales de dicho nematodo (Giraldo *et al.*, 1998; Bernal *et al.*, 2002; Jiménez, 2003). Sin embargo, como cualquier método de control debe ser medido su eficiencia.

En el artículo se plantea cómo evaluar el control que tiene *Paecilomyces lilacinus*, usando el método de estimaciones poblacionales de nematodos en el suelo.

¿Cómo se desarrolló el trabajo?

Se realizó una prueba demostrativa de efectividad. Se midió el nivel de control y presencia del nematicida en el suelo. La prueba fue realizada en cultivo tomate bola bajo malla sombra.

Se utilizó el hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 329, producido comercialmente bajo la marca LILA-SIN de la



Hembra inmadura parasitada.

empresa Agrobiológicos del Noroeste (AGROBIONSA). Se aplicó periódicamente al suelo, vía riego, bajo la dosis recomendada por el fabricante.

Recolección de muestras de suelo

Se recolectaron cada 30 días, en un periodo de cuatro meses, muestras de suelo (por parte de personal de campo). Las muestras se tomaron a una profundidad de 20 a 30 cm. El muestreo consistió en un diseño en forma de zigzag, tomando submuestras de las esquinas y del centro de la hectárea (Tobón, 2005).

Posteriormente, las muestras fueron colocadas en bolsas de plástico, transportadas y entregadas al laboratorio para su análisis.

Estimación de nematodos en suelo

Para la estimación de poblaciones de nematodos en suelo, se realizó la extracción de nematodos/larvas por el método tamiz-embudo de Baerman y la extracción de huevecillos se efectuó por el método de centrifugación con gradiente de sacarosa. Después, se realizó su identificación y cuantificación bajo el microscopio biológico.

El conteo de nematodos del suelo se efectuó por triplicado, contabilizando los nematodos fitoparásitos y de vida libre, contenidos en cada muestra de suelo. Se utilizaron las claves taxonómicas de Mai y Lyon (1996) y de Siddiqui (2001).

Confirmación de la presencia del hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 329 en el suelo tratado

A partir de las mismas muestras de suelo proporcionadas al laboratorio, se realizó la confirmación de la presencia del hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 329 en el suelo.

Se practicó la técnica de dilución y conteo en placa en medio de cultivo agar dextrosa papa (PDA) acidificado para su aislamiento y posterior identificación de acuerdo con las características macroscópicas y microscópicas del hongo *P. lilacinus* cepa 329.

Efectividad *in vitro* del hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 329 sobre el nematodo agallador *Meloidogyne* sp.

Para determinar *in vitro* la efectividad biológica del hongo *P. lilacinus* cepa 329, sobre el nematodo agallador *Meloidogyne* sp., se realizó un ensayo experimental. En él se evaluaron huevecillos y larvas extraídos a partir de muestras de suelo y se evaluaron hembras, extraídas de raíces de las plantas de tomate del cultivo donde se practicó el tratamiento.

Los huevecillos, larvas y hembras del nematodo agallador fueron colocados en una placa de incubación, donde se inoculó con una suspensión conocida de esporas de *P. lilacinus*, para así exponer *in vitro* directamente a los nematodos con el hongo.

Las placas se mantuvieron a temperatura ambiente (28 °C) y fueron evaluadas a las 24, 48, 72 y 96 horas para observar presencia de parasitismo.

Resultados

Después del tratamiento con la cepa 329 del hongo *Paecilomyces lilacinus*, en las muestras analizadas se observó una disminución de las poblaciones de nematodos fitoparásitos (Figura 1). Asimismo, se observó un aumento en las poblaciones de nematodos de vida libre.

La presencia del hongo *Paecilomyces lilacinus* se confirmó en el suelo tratado mediante su aislamiento en el medio PDA.

La patogenicidad *in vitro* sobre huevecillo, larva y hembra del nematodo agallador *Meloidogyne* sp., se demostró por la infección producida por el hongo, como se observa en la Figura 2.

En esta prueba se usó *Meloidogyne* sp., por ser el género predominante entre los nematodos fitoparásitos encontrados en las muestras de suelo analizado.

Conclusiones generales

La estimación de las diversas poblaciones de nematodos en un suelo tratado biológicamente, es una herramienta práctica y útil para valorar el control biológico con la cepa 329 del hongo *Paecilomyces lilacinus*.

Entre las diversas poblaciones de nematodos estimadas en el terreno de cultivo se deben incluir los nematodos de vida libre.

El uso de organismos naturales para el control de plagas y enfermedades, es una práctica que respeta la biodiversidad de organismos que habitan e interactúan en el suelo.

Literatura consultada

Bernal, B., Fernández, E., Vázquez, L. 2002. *Manejo de plagas en la agricultura orgánica*. La Habana, Cuba.

Giraldo, M., Leguizamón, J., Chávez, B. 1998. "Control biológico de *Meloidogyne* sp. Goledi. con el hongo *Paecilomyces lilacinus* (Thom). Samson. en plantas de estropajo (*Luffa cilíndrica* L.)". *Fitopatología Colombiana* 20(1): pp. 20-25.

Jiménez, J. 2003. *El control biológico de plagas en banano*. La Habana, Cuba.

Luangsa, J.A., Houbraken, J., Van Doorn, T., Beon Hong, S., Borman, A.M., Hywel-Jones, N., Samson, R.A. 2011. "*Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*". FEMS Microbiology Letters.

Mai, W.F and Lyon, H.H. 1996. *Pictorial key to genera of plant parasitic nematodes*. 4th (Ed). Cornell Uni. Press Ithaca and London.

Neethling, D. 2002. "The commercialization of *Paecilomyces lilacinus* as an agent for the control of plant-parasitic nematodes". *Fourth International Congress of Nematology Programme and Abstracts*.

Siddiqui, M.R. 2001. *Tylenchida: parasites of plants and Insects*. CAB. International. London.

Tobón, J. 2005. *Cómo tomar una buena muestra de suelo*. ICA, Santafé de Bogotá. p.142.

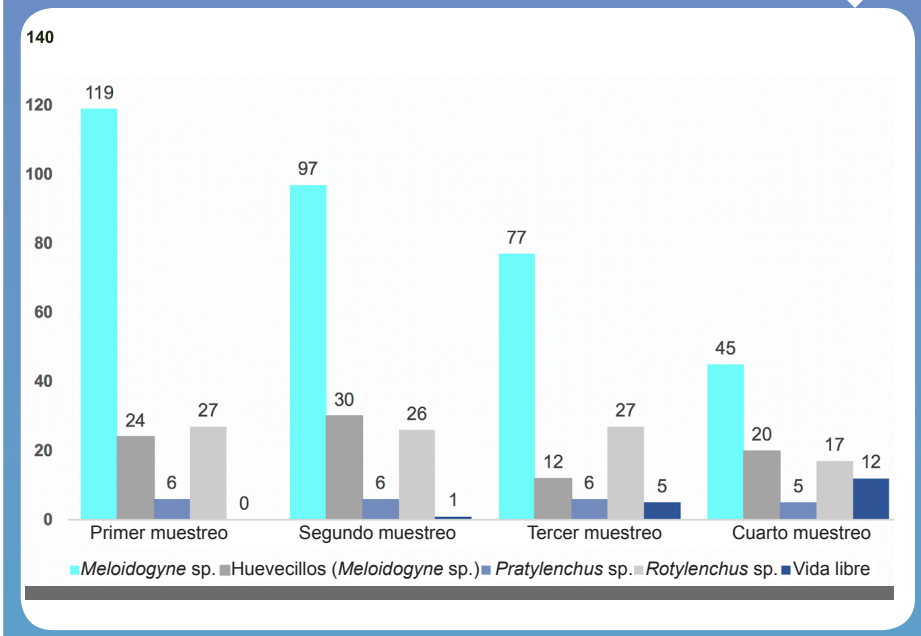


Figura 1. Efecto del hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 329 sobre las poblaciones de nematodos.

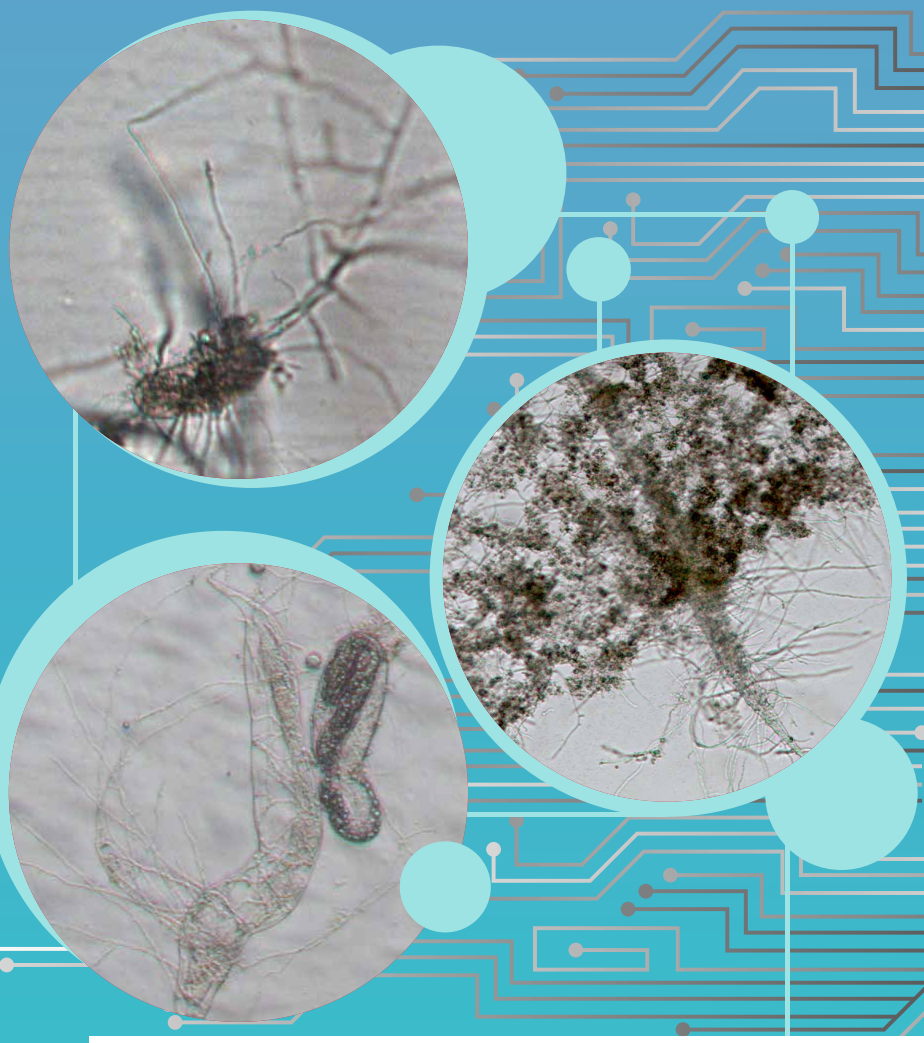


Figura 2. Parasitismo *in vitro* del hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 329 sobre huevecillo, larva y hembra inmadura del nematodo agallador *Meloidogyne* sp.

Bien termina

Lo que bien empieza

Evita el replante

Previene, controla y cura tu cultivo del *Damping Off* o ahogamiento. Te garantiza un inicio existoso.

Uniform®

syngenta®

AMISTAR® Technology
TECNOLOGÍA COMPROBADA

®

MIGUEL ÁNGEL MEDINA EXPONE ALGUNAS DE LAS ACCIONES QUE REALIZAN PARA MANTENER LAS PLANTAS LIBRES DE *MELOIDOGYNE*

EL MANEJO DE NEMATODOS EN AGRICO

Las empresas exportadoras de hortalizas en sistemas protegidos, como la sinaloense Agricultura Controlada (AgriCo), enfrentan un gran reto como es el manejo de nematodos, afirma Miguel Ángel Medina Muñoz, que comparte con Agro Excelencia, algunas de las acciones para prevenir y combatir la plaga.

Como primer punto, Medina Muñoz mencionó que el manejo técnico de los nematodos que la empresa realiza, inicia con la fumigación de suelos, antes del trasplante, con productos como metam sodio y cloropicrina; algunos nematicidas no fumigantes como diclorprop, fluensulfone y fluopiram.

Además de estos productos, están probando otros nuevos, como el dimetil disulfuro, del cual están esperando ver cómo serán los resultados de haberlo usado, con la intención de tener una mejor productividad.

"Estamos abiertos a trabajar y a manejar diferentes alternativas, tanto químicas como biorracionales, extractos botánicos y microorganismos", recalcó el ingeniero.

En AgriCo utilizan también productos aplicados en plántulas, como micorrizas, hongos nematófagos, *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma harzianum*, además del empleo de acolchado, según el fumigante que quieran aplicar.

"Todo dependerá de la capacidad de fumigación y de su manejo en los suelos, lo cual determinar qué tipo de acolchado emplearemos", agregó.

Monitoreo de suelo

Una vez realizado el trasplante, monitorean el suelo para saber si se requiere aplicar fumigante o cualquier otro producto agroquímico o biológico, lo que depende de la diversidad de la población de nematodos.

Con base en esas poblaciones —las especies más comunes son *Meloidogyne incognita* y *M. enterolobii*, precisa— se programa la fumigación.

"Después de esto, algo muy recomendable es analizar los periodos del agua de riego, especialmente para la detección de fitopatógenos, esporas de hongos y la presencia de huevecillos de nematodos", indica Miguel Ángel.

Posteriormente, empieza la rotación de nematicidas, con productos biológicos y botánicos, como *Quillaja, Tagetes*, nim, canela, *Myrothecium verrucaria, Paecylomices y Trichoderma*.

Lavado de raíces

Otro aspecto de relevancia para AgriCo en el manejo de nematodos es el lavado de raíces para ver cómo avanza esa presencia y para verificar la efectividad de los productos aplicados.

"Nosotros señalamos con una bandera el área afectada y empezamos a aplicar tratamientos semanales de manera cacharreada. Es un tratamiento más activo y constante en esa zona de infestación para poder reducir los daños", explica el ingeniero.

Otro punto que destacar para el cuerpo técnico de AgriCo es la humedad en camas, ya que es clave tener el suelo en condiciones al momento de las aplicaciones para optimizar la efectividad de los nematicidas y llegar a las áreas infestadas.

Esta manera de tratar los nematodos les ha dado resultados positivos en los últimos cinco años, asegura Medina Muñoz.

Labores al fin de ciclo

"Al final de temporada, usamos los nematicidas para reducir las poblaciones, estableciendo un monitoreo directamente en cada zona, en cada lote o en cada proyecto de producción. Si hay presencia de nematodos, con base en ese monitoreo, hacemos las aplicaciones", detalla.

En el caso de *Meloidogyne*, realizan un chequeo y corte de raíces para poder eliminar el inóculo.

"Cuando hay plantas con exceso de agallamiento, sacamos esa raíz, hacemos la liberación de esa raíz y la quemamos. Así vamos reduciendo el inóculo que puede quedar para un próximo ciclo. Ese inóculo que sobrevive lo incineramos."

Otros aspectos que destaca Miguel Ángel para realizar al final del ciclo o temporada son:

- Marcar rodetes y elaborar mapas.
- Sembrar sorgo u otras enmiendas; e incorporarlas al suelo.
- Borrar camas. Comenzar por áreas sanas, luego en zonas con presencia de nematodos para evitar su diseminación.
- Solarizar el suelo por 15 días o más, si es posible.
- Empezar a preparar suelos con menor incidencia.
- Lavar y desinfectar equipos con tiocianometiltio benzotiazol (TCMB) más metileno bistiocianato (MBTC) o cuaternario de amonio.
- Eliminar malezas hospederas, entre otras acciones.

ACCIONES PREVENTIVAS EN EL CONTROL DE NEMATODOS

DE GALA AGRÍCOLA EMPLEA UN PROGRAMA DE CALENDARIZACIÓN DE NEMATICIDAS PARA PEPINO *PICKLE*

Epifanio Martínez Martínez, De Gala Agrícola, participó en el panel *Experiencias de manejo de nematodos: la visión de los profesionales del campo*, organizado por Capaciagro en Culiacán, Sinaloa, México, en el que platicó sus buenas prácticas en el manejo de esta plaga en pepino *pickle*, cultivo en el que se ha especializado esta empresa exportadora.

A raíz de que cada día se vuelven más exigentes los registros de inocuidad, De Gala Agrícola investigó y validó 23 nematicidas, en los que utilizó metam sodio, pero concluyó que este no controlaba los nematodos, así que, posteriormente, se determinó usarlo para el control de maleza.

Esos resultados llevaron a implementar un esquema con duración de 80 a 90 días, en el que se aplican dosis de *Trichoderma*, 15 días después de la siembra.

Uso de nematicidas biológicos

"¿Por qué *Trichoderma*? Porque si se aplicó metam sodio como tratamiento de malezas, quiero pensar que dejó limpia la flora. Si no se la acabó, al menos redujo su porcentaje", mencionó el ingeniero agrónomo.

Si se genera maleza, agregó, hay exudados, que atraerán más rápido al nematodo hacia la zona radicular.

"Si mantengo limpio el cultivo de pepino *pickle* de esta manera y aprovecho *Trichoderma*, ahí mismo tengo que pensar en la zona radicular, y favorecer mucho la rizosfera, para optimizar *Trichoderma* al 100% y que realmente actúe bien el nematicida", explicó.

A partir del día 35, se aplica *Paecilomyces lilacinus*, que actúa de modo genérico.

A los 55 días se realiza una aplicación de *Pochonia*, destinado al control de huevecillos de nematodos. En esa etapa, quiero pensar que si se va a presentar el problema, ya lo debo tener en diferentes estadios. Por ello, para proteger más al cultivo, en producción, se aplica otra vez *Paecilomyces*, por las ventajas del producto", explicó Martínez Martínez.

Este es el protocolo que en general aplica el ingeniero en un lapso de 80 o 90 días, proceso durante el cual se pueden usar extractos para nematodos, y al terminar el ciclo, la rizosfera debe mantenerse cien por ciento viva: si no hay raíces, es inútil aplicar algún producto, así sea este el mejor de ellos", dijo.

Rotación de cultivos

Otra acción preventiva que realiza este profesional del campo es colocar plásticos muy temprano para evitar maleza que atraiga a los nematodos. Sin embargo, cuando hay malezas hospederas, como chichiquelites y tomatillo silvestre, se debe actuar antes de que se incremente el problema.

Para ello, una alternativa es la rotación de cultivos: "Hay que descansar las tierras, y establecer una temporada completa de maíces. En otro ciclo vuelvo a sembrar pepinos, y va bien, sin ningún síntoma que nos diga que hay problemas para producir. Tenemos tres temporadas haciendo esto. Afortunadamente, contamos con maestros, asesores y aprovechamos a las compañías proveedoras para desarrollar ensayos", indicó.

Preparación de terreno y tratamiento de madera

Para Epifanio, es imprescindible una buena preparación de suelos. Después de 20 días de tumbar el cultivo, empieza a preparar el terreno.

El responsable de la maquinaria debe saber tratar el suelo para no compactarlo. En el caso de mallas, como es sabido, *Melodoigyne* es muy

sensible a la intensidad de luz. "Es un manejo bien práctico y funcional en la vida real; solarización es un tema. Volteen las tierras, abran bien las mallas, aprovechen cien por ciento la intensidad de luz que hay aquí", aconsejó.

Los pepinos que cultiva De Gala Agrícola están en campo abierto y se maneja madera, la cual debe tratarse preventivamente, pues al transportar la madera de un lugar a otro se llevan también nematodos.

Prevenir, la clave

Para finalizar, el ingeniero agrónomo realizó tres recomendaciones para prevenir y combatir la aparición de nematodos:

1. Elaborar una buena calendarización de nematicidas, conociendo la incidencia de poblaciones de la plaga.
2. Aplicar a conciencia las acciones preventivas mencionadas.
3. Ofrecer condiciones para que los nematicidas actúen bien en la rizosfera.

AMVAC®

CONTACTO AMVAC MÉXICO.S.DE.R.L.DE C.V.
Av. Vallarta No. 6503 Col. Cd. Granja
C.P. 45010. Plaza Concentro Loc. G-21

+52.33.3110.1076
+52.33.3110.1936
01800.00.AMVAC (26822)
info@amvac.com.mx
amvac.com.mx

AMVAC MEXICO

Más vale prevenir

umffaac.org.mx
campolimpio.org.mx

Que lamentar

proccyt.org.mx
Atención a inTOXicaciones 01 800 000 ATOX (2869)

¡EL FUNGICIDA CON CASTA!

¡TAN BRAVO COMO SIEMPRE!

RidomilGold® Bravo® SC

syngenta®

TM

SUMAN MÁS DE 150 ASISTENTES AL IV Congreso Nacional de Fertirrigación y Nutrición en Hortalizas

13 y 14 de junio de 2018
Culiacán, Sinaloa, México

• USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA MEJORAR LA NUTRICIÓN, BENEFICIOS DEL SILICIO EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS, VARIABLES CLIMÁTICAS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE TOMATE, EL PAYASEADO DEL FRUTO DE TOMATE Y ANÁLISIS DE PASTA SATURADA FUERON ALGUNOS DE LOS TEMAS TRATADOS

• RECIBEN RECONOCIMIENTOS LOS MEJOR CALIFICADOS DEL 2017

La cuarta edición del *Congreso Nacional de Fertirrigación y Nutrición en Hortalizas Orgánicas* (CONFENH), organizado por Capaciagro, recibió a 156 personas provenientes de 10 estados de la República Mexicana: Sinaloa, Sonora, Jalisco, Baja California, Coahuila, Colima, Guanajuato, Estado de México, Nayarit y Tlaxcala.

El propósito del evento fue facilitar la interacción entre especialistas experimentados de universidades, centros de investigación, empresas y asesores con los asistentes en estas áreas del conocimiento agronómico.

Reconocimientos a los mejor evaluados

En el marco del evento, desarrollado el 13 y 14 de junio de 2018 en Culiacán, Sinaloa, México, se entregó reconocimientos a los tres mejores calificados de la versión 2017 del Congreso. Estos fueron para Felipe Alejandro García López y José Luis Escobar Álvarez, ambos de la Universidad de Colima; y María Luisa Castro Peñuelos de Agrícola La Primavera.

En el Congreso participaron conferencistas de origen español, israelita y mexicano.

En esta nota se publica una síntesis de los temas presentados durante estas jornadas de capacitación técnica.

Los beneficios del silicio en la producción de plántulas

El hecho de aportar fertilizantes o productos que incorporan silicio tienen un doble efecto sobre el sistema suelo-planta: en primer lugar, refuerzan los mecanismos de protección de las plantas contra enfermedades y contra condiciones climáticas desfavorables.

En segundo lugar, el tratamiento de los suelos o sustratos con silicio puede optimizar la fertilidad, mejorando las propiedades hídricas, físicas y químicas del suelo, incrementando la asimilación de nutrientes, manifestó Jorge Alfredo Ortiz Quintero del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, del estado de Puebla.

En su conferencia "Producción de plántula de hortalizas mediante la adición de silicio en la solución nutritiva", el maestro en ciencias por la Universidad Autónoma de Sinaloa, divulgó las bases para entender los procesos morfológicos y fisiológicos relacionados con el crecimiento y la adaptación en campo de las especies hortícolas, mediante la aplicación de silicio en la solución nutritiva. Además de apuntalar que este elemento sirve como coadyuvante en el manejo de plagas y enfermedades.

Fertilización proporcional y por cantidad

Boaz Ariel Guy en su charla "Fertilización proporcional y por cantidad: ¿Cuál es la diferencia? ¿Cuándo usar cada método? ¿Cómo se calculan y aplican?", recordó que la la fertilización cuantitativa puede ser empleada antes de sembrar o plantar, usando fertilizantes granulados o en el fertirriego, aplicando fertilizantes solubles por el sistema de riego.

La fertilización proporcional, dijo el gerente agronómico de Netafim México y egresado de la Universidad Hebrea de Jerusalén, siempre se aplica

como fertirriego, buscando una proporción o concentración deseada de los nutrientes en el agua.

Bases para el manejo de un cabezal de riego

Leandro Jurado Ojeda destacó los principios básicos de la nutrición vegetal y analizó las diferentes soluciones nutritivas para los principales cultivos protegidos de hortalizas. Presentó ejemplos prácticos de cómo calcular dichos balances nutricionales en su conferencia "Nutrición vegetal: soluciones nutritivas y las bases para el manejo de un cabezal de riego".

El gerente de Symborg abordó las ventajas de tener un cabezal de riego, pero también su manejo eficiente; expuso ejemplos prácticos del cálculo de inyecciones de los diversos tanques de abono y propuso cómo elegir un cabezal de riego, adaptado a las necesidades de la empresa agrícola.

Uso de microorganismos eficientes para mejorar la nutrición

En una segunda conferencia, Leandro Jurado Ojeda, expuso el tema "Cómo mejorar la nutrición y protección en hortalizas, con el uso de microorganismos eficientes". Propuso el uso de estos microorganismos como una estrategia útil y necesaria para ayudar a superar el reto de la agricultura intensiva.

Habló acerca de un modelo integral microbiano, basado en el manejo de especies muy específicas y exclusivas de distintos tipos de microorganismos (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* y *Trichoderma harzianum*), seleccionados por su eficiencia y forma de trabajar en sinergia con el fin de equilibrar la zona rizosférica del suelo y proporcionarle las distintas funciones necesarias al desarrollo vegetal óptimo.

El citado modelo, en opinión del egresado de la Universidad Politécnica de Cartagena, España, permite mantener el sistema intensivo de fertilización y ayuda a la planta a captar del agua los nutrientes necesarios y protegerse de una presión patogénica demasiada alta con el fin de alcanzar su máximo potencial productivo.

Variables climáticas que afectan el desarrollo de tomate

Los factores climáticos influyen en el desarrollo y productividad de los cultivos. La fotosíntesis, la respiración, la traslocación de asimilados, el crecimiento, la floración, la diferenciación floral y la maduración son algunos de los procesos influenciados por la temperatura, la humedad del aire, la radiación solar y el viento, afirmó Ramón Lizárraga Jiménez en su plática

Leandro Jurado Ojeda
Symborg

Jorge Alfredo Ortiz Quintero
Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán

Ramón Lizárraga Jiménez
Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa

"Modelación de variables de desarrollo de tomate afectados por el clima".

El catedrático de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa puntualizó que existe una relación entre la temperatura y el crecimiento del cultivo, o de sus órganos. La luz juega un papel muy importante en la fotosíntesis.

La interacción entre la temperatura, la humedad del aire, la radiación y el viento pueden afectar significativamente la evapotranspiración y la absorción nutrimental de la planta, dijo el también asesor de Agrícola Chaparral.

En la conferencia, explicó el maestro en ciencias, que el conocimiento del efecto climático en los cultivos permite elegir el mejor híbrido adaptado a las condiciones climáticas de cada zona de producción, al programar las etapas de planteo y las actividades culturales como podas, raleo, deshojes, además de predecir rendimientos con mejor precisión.

El payaseado del fruto de tomate y análisis de pasta saturada

Prometeo Sánchez García comentó que el *blotchi* o payaseado del fruto de tomate es una anomalía nutrimental que recurrentemente se asocia con un clima adverso y que genera pérdidas inmensurables a los agroexportadores.

El investigador del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo en la conferencia "El payaseado del fruto de tomate y su control mediante el manejo nutricional" compartió su enfoque de un manejo integral de la nutrición del cultivo de tomate para minimizar los daños del fruto payaseado.

En otra charla, "Los análisis de pasta saturada para el ajuste de los programas de fertirriego en tomate", el doctorado por la Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos confirmó que el análisis de salinidad del suelo o pasta saturada es una herramienta imprescindible para el manejo eficiente de los fertilizantes en fertirriego. Sin embargo, dijo, los ajustes en los programas de fertilización se hacen con base en rangos preestablecidos que han sido generados

Prometeo Sánchez García
Colegio de Postgraduados

para tomates de primera generación.

En la conferencia se discutió la necesidad de establecer rangos y las relaciones nutrimentales óptimas para híbridos de última generación.

Manejo del estrés térmico

El estrés ambiental es una fuerte restricción para el aumento de la productividad, de la calidad y de la extensión de los cultivos, señaló Carlos León Garrido de Lida Plant Research en su exposición de "Manejo de amarre y desarrollo en hortalizas sometidas a estrés térmico"

Los intentos para disminuir un estrés, o para mejorar la resistencia o la adaptación de las plantas a dicho estrés —observó el ingeniero técnico agrícola por la Universidad de Sevilla, España— tendrán mayor alcance si se entiende el trasfondo fisiológico y bioquímico sobre el que transcurren las respuestas de las plantas y cuáles son los mecanismos y sustancias que intervienen en dichos procesos.

En la charla explicó las rutas fisiológicas que se siguen de manera normal en las plantas cultivadas para superar el estrés, y las sustancias mediante las que se regula esa adaptación, con el fin de asegurar la fructificación y desarrollo posterior de los frutos.

Elementos benéficos: una alternativa para mejorar la producción hortícola

Los elementos benéficos son considerados útiles para las plantas porque promueven el crecimiento, aumentan la tolerancia a factores de estrés abiótico, como toxicidad (o deficiencia nutrimental), sequía, salinidad, altas y bajas temperaturas, entre otros.

Así, bajo ciertas condiciones, los elementos benéficos podrían ser considerados esenciales. De hecho, expresó Fernando Carlos Gómez Merino, algunos de los elementos benéficos son esenciales para ciertas familias o grupos de plantas. En esta clasificación se encuentran el aluminio, cerio, cobalto, yodo, lantano, sodio, selenio, silicio, titanio y vanadio.

Hasta la fecha se tiene evidencia de que estos elementos son beneficiosos para la producción hortícola, comentó el investigador del Colegio de Postgraduados del Campus, Córdoba, en la conferencia "Elementos benéficos: una alternativa para mejorar la producción hortícola" en el que abordó los hallazgos más sobresalientes sobre el tema.

Carlos León Garrido
Lida Plant Research

Fernando Carlos Gómez Merino
Colegio de Postgraduados Campus Córdoba

VOCES DEL IV CONGRESO DE NUTRICIÓN

Me llevo nuevas técnicas de fertilización

Miguel Ángel Santana Cibrián | Agrimax

Es la primera temporada que acudo a los eventos organizados por Capaciagro. Me han parecido muy interesantes. Tanto así que no pienso faltar a ninguno. Este 2018 he asistido a todos.

De este Congreso me llevo nuevas técnicas de fertilización. Conocí a gente que sabe del tema y pudieran ayudarnos en nuestra empresa.

Invito a los que no conocen este tipo de eventos —como me ocurría a mí anteriormente— a que acudan. Muchas veces por estar inmersos en la operación del negocio, no queremos salirnos de ahí. Estoy haciendo el esfuerzo para asistir y creo que ese esfuerzo está bien compensando.

Un Congreso para mejorar detalles en campo

María Luisa Castro Peñuelas | Agrícola La Primavera

Este Congreso es de utilidad. Permite conocer experiencias de otros campos agrícolas y a ponentes muy bien preparados. Es un evento que aporta información y conocimientos. Nos sirve para afinar detalles en campo y mejorar la calidad y la producción.

Hemos aprendido a enfocar más la atención en los análisis de campo, al uso de los microelementos, a la temperatura… Temas que no les prestábamos la suficiente atención y hoy los valoramos como algo importante.

Recomiendo estas capacitaciones: es como venir a pulir tu trabajo en campo. Espero seguir asistiendo y que continuen organizándose este tipo de eventos.

Una herramienta para la actualización agronómica

Enrique muñoz de Morate | Consultor agronómico

Mis expectativas de este congreso son la actualización de conocimientos prácticos y teóricos. En ese sentido es un evento muy acertado. Hay una combinación de exposiciones prácticas y otras con aporte más científico.

En este Congreso se ha visto una mejoría año tras año. Una mejora, por ejemplo, en el nivel de los conferencistas.

Es recomendable, para cualquier profesional de la agronomía, asistir a este tipo de espacios para su actualización.

Un congreso con enfoque práctico

José Alord Calderón Flores | Monsanto

El IV Congreso de Nutrición fue excelente. Nos llevamos información útil para aplicar en el siguiente ciclo hortícola.

El programa incluye temas actuales. Los puntos tratados están enfocados para su aplicación en campo, es decir, incorpora aspectos muy prácticos.

Hay una buena interacción entre los asistentes y destaca la calidad de los capacitadores. Debemos de continuar con este tipo de eventos. Definitivamente lo recomiendo.

II Expo Nutrición

El 14 y 15 de junio de 2018, los asistentes al *IV Congreso Nacional de Fertirrigación y Nutrición en Hortalizas* tuvieron oportunidad de acceder a la Expo Nutrición que se organizó por segundo año consecutivo, en la que participaron un grupo de empresas originarias de Israel, España y México.

Promoviendo la sustentabilidad

Durante esos días —en Culiacán, Sinaloa, México— los profesionales del campo mexicano entraron en contacto directo con suministradores de productos de alta tecnología con moléculas únicas: orgánicas y de bajo impacto ambiental que representan herramientas viables para resolver problemas en la producción hortícola de México.

En la Expo se ofrecieron productos biológicos aplicados a la agricultura, basados en microorganismos que permiten a los agricultores maximizar sus cosechas con el mínimo de recursos naturales y sin riesgos para la salud humana y el medioambiente.

Empresas internacionales y nacionales innovadoras

En este espacio se contó con empresas internacionales líderes en riego, dedicadas a detectar las necesidades del productor, con el fin de desarrollar soluciones inteligentes para la protección de los recursos hídricos y el medioambiente.

Empresas patrocinadoras participan en la Expo Nutrición y despejan dudas de asistentes.

Algunas de las firmas participantes son pioneros y líderes de mercado en el campo de los fertilizantes líquidos de alta concentración, especialmente productos para protección de cultivos y tecnologías aplicadas para la nutrición vegetal.

Otras compañías presentaron herramientas altamente efectivas y eficientes, como biorreguladores, bioestimulantes, coadyuvantes y nutrición. Unas más exhibieron suministros, equipos y materiales para laboratorios de industria, investigación y equipos de medición para la agricultura, entre otras muchas innovaciones.

LA OPINIÓN DE LOS PATROCINADORES

Un evento con capacidad de convocatoria

Raúl Bou | Fertilis/Agroindustrias Químicas y Biológicas

Nuestras expectativas se cumplieron totalmente. No pensábamos que fuera un congreso que arrastrara tanta gente de todo México. Las personas con las que hablamos en el *stand*, y tratamos en las conferencias nos informaron todo positivamente.

Nos llevamos la experiencia de contactar con gente que está muy implicada en el tema de la agricultura y que nos reportan cosas muy buenas para nosotros.

Al congreso acude el cliente final

Luis Miguel Meza Verdugo | Sumilab

Me agradó el Congreso: acuden los que toman las decisiones, requieren los productos y saben para qué los ocupan. Es la gente ideal.

Me quedo con nuevos contactos y refuerzo a los que ya tenemos. Los *stands* fueron de excelente calidad; los ponentes, capaces, preparados y con bastante experiencia. Escuché buenos comentarios de los asistentes: la mayoría estuvieron muy contentos.

Un congreso con novedades

Rafael Hernández

Quedamos muy satisfechos por la calidad de evento. En este tipo de congresos están las novedades. Algunas, creo, ni en Internet las puedes encontrar.

Hubo conferencias que podemos replicar para nuestros clientes y técnicos de la empresa. Una de ellas fue sobre los equilibrios del calcio, potasio y magnesio para un mejor manejo del "payaseado". Otra fue los elementos benéficos, un tema del futuro muy próximo. Sin duda, debemos capacitarnos una vez al año mínimamente.

Un congreso interactivo

José Andrés Borges Millán | Agrosol

Este no es un congreso típico. Hay polémica; surgen muchísimas preguntas. Se interactúa bastante.

Aprendimos que nos falta crecer. Proponer más soluciones a la agricultura protegida. Requerimos crear nuevos productos y tratar de que estos sean más específicos.

Conocimos a productores a nivel nacional. Esto nos abre puertas. Nos quedamos con muy buena impresión del evento y esperemos seguir participando en él.

Un espacio amplio para el intercambio de opiniones

Carlos león Garrido | Lida Plant Research

Este Congreso me recuerda a uno de España en el ámbito técnico. Las similitudes son bastantes, con una sola diferencia: aquí los ponentes tienen más tiempo de defender sus propuestas e interactuar con el público.

En otros eventos suelen presentarse ponencias cortas: de 30 o 45 minutos. No ofrecen el tiempo suficiente para expresar lo que el conferencista quiere, pero sobre todo para que el público pueda entender el tema y pueda preguntar. Esa es un poco la gran diferencia en beneficio de los asistentes.

Lo recomendaría por el intercambio de tecnología, opiniones y pareceres. En el foro solo estamos puros técnicos. Habemos empresas como nosotros intentando aportar tecnología.

MODELACIÓN DE VARIABLES DE DESARROLLO DE TOMATE AFECTADAS POR EL CLIMA

Ramón Lizárraga Jiménez.
Maestro en ciencias. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa

Crecimiento significa aumento de tamaño. En la medida que crecen los organismos multicelulares, no solo aumentan de tamaño, sino también de peso, número de células, cantidad de protoplasma y complejidad (Salisbury y Ross, 1994).

El crecimiento de la planta se restringe a determinadas zonas que tienen células producidas recientemente por división celular en un meristemo.

El crecimiento y desarrollo celular se debe a tres acontecimientos:

- El primero es la *división celular*: una célula madura se divide en dos separadas. no siempre iguales entre sí.
- El segundo es el *crecimiento celular*: una célula o ambas células hijas aumentan de volumen.
- El tercero es la *diferenciación celular*: una célula, que quizá haya alcanzado su volumen definitivo, se especializa en una o en muchas formas posibles.

Salisbury y Ross (1994) señalan que las curvas de comportamiento en el crecimiento de las plantas es sigmoidal (en forma de "S"). En ella se identifican tres fases principales:

1. La *logarítmica* (o *exponencial*) en la que el tamaño aumenta con el tiempo.
2. La llamada fase *lineal*: el tamaño aumenta a una velocidad constante y usualmente máxima por algún tiempo.
3. La fase de *senescencia*, caracterizada por una velocidad cada vez menor del crecimiento, en la medida que la planta alcanza su madurez, y empieza a envejecer.

El crecimiento de las plantas está marcadamente influenciado por los factores climáticos, la temperatura, la humedad relativa de la atmósfera y la radiación solar, al grado que sus etapas de desarrollo se pueden relacionar con parámetros climáticos acumulados durante su ciclo de vida. Este es el tema de este artículo.

¿Qué es la fenología?

La fenología es el estudio de los fenómenos biológicos, presentes a cierto ritmo periódico, como la floración, fructificación, maduración, etcétera. Torres (1995) señala que estos fenómenos biológicos tienen una relación muy estrecha con las condiciones ambientales como temperatura, luz y humedad.

Las principales variables que controlan la fenología de los cultivos son la fecha de siembra, duración del día, temperatura, suministro de humedad, genética de la planta y el manejo cultural del cultivo.

Villalpando y Ruiz (1993) señalan que es posible definir el comportamiento de una planta en relación con su medio, así como las necesidades agroecológicas; es posible también pronosticar fechas de floración, maduración y cosecha.

Unidad calor (GDD o °C-día)

Rodríguez (1989) define una unidad de calor como el equivalente a una temperatura de 1 °C por encima del umbral térmico mínimo de una especie por 24 horas. Menciona que la acumulación de horas calor por etapas fenológicas de una planta es más o menos constante, y se pueden usar para predecir su crecimiento y desarrollo.

Brown (1989) señala que las unidades calor se utilizan para cuantificar el ambiente térmico en el que crecen y se desarrollan los organismos y que numéricamente representan los °C-día acumulados entre las temperaturas umbral superior e inferior.

Investigaciones en Sinaloa

Según Villegas (1997), las constantes térmicas para el cultivo de tomate determinado, medidas en el valle de Culiacán, Sinaloa, México se resumen en el Cuadro 1.

De acuerdo con un estudio de Edeza (2018), la planta creció hasta una altura de 390.3 cm y acumuló 1512 grados-día de desarrollo (GDD) hasta el capado de la planta.

Con base en la Figura 1, podemos apreciar que la planta para crecer un centímetro requirió de 3.8 GDD. La altura de la planta de tomate indeterminado, con relación a la acumulación de horas calor, presentó muy buena correlación a un modelo de tipo polinómico con un coeficiente de correlación r^2 de 0.99.

La altura de planta para el híbrido Imperial en el ciclo 2017-2018, de acuerdo a la acumulación de horas calor, se ajustó a un modelo matemático polinomial con excelente correlación, como se muestra en la Figura 2.

Edeza (2018) asegura que el cultivo de tomate (híbrido Arameo) requiere un total de 3208 megajoules[1] por metro cuadrado (MJ)/m² para completar su ciclo; en la etapa de desarrollo, 422 MJ/m²; en floración y cuaje de fruto, 736 MJ/m² ; en producción, cerca de 2050 MJ/m².

Crecimiento de fruto

El fruto alcanzó, de acuerdo con Edeza (2018), un diámetro ecuatorial máximo de 71 mm y acumuló cerca de 420 °C-día durante su desarrollo hasta la madurez.

El diámetro creció proporcionalmente con la acumulación de GDD.

Cuadro 1. Constantes térmicas en el valle de Culiacán.

Evento fenológico	Días acumulados	Grados-día de desarrollo acumulados
Germinación	5	108.4
Primer botón floral	59	1001.7
Primera flor abierta	66	1104.4
Primer fruto	73	1200.8
Corte 1	120	1689.1
Corte 2	127	1761.8
Corte 3	134	1829.9
Corte 4	141	1899.6
Corte 5	148	1978.0
Corte 6	155	2061.0
Corte 7	162	2140.8
Corte 8	169	2206.1
Corte 9	176	2285.9
Corte 10	183	2364.8

Figura 1. Altura de planta de tomate y su acumulación de horas calor.

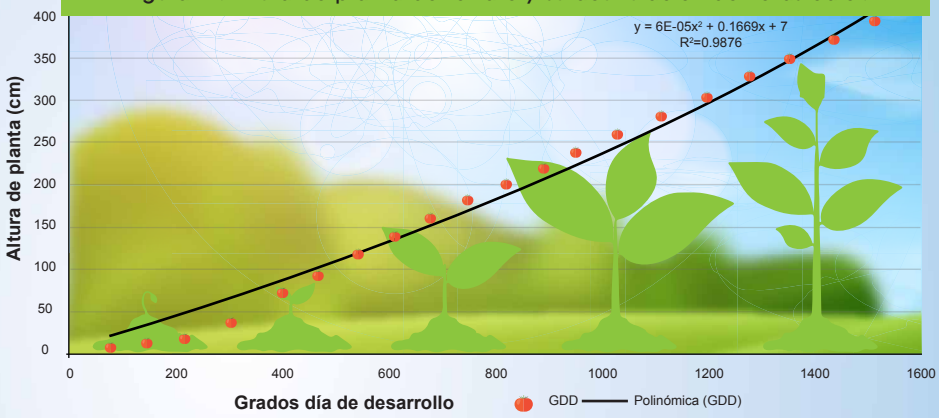


Figura 2. Relación altura planta- horas calor para híbrido imperial.

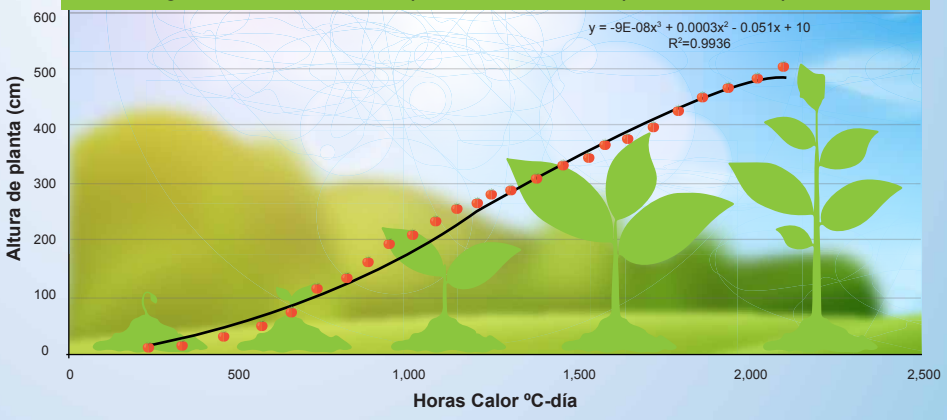
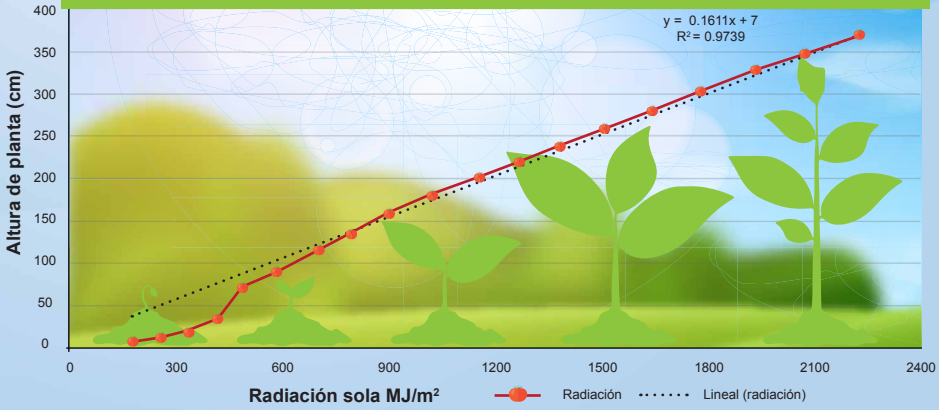


Figura 3. Acumulación de energía solar en crecimiento de planta de tomate.



[1] MJ es un millón de joules. Este último es la unidad para medir energía, trabajo y calor.

Figura 4. Relación del diámetro ecuatorial de fruto respecto a unidades calor.

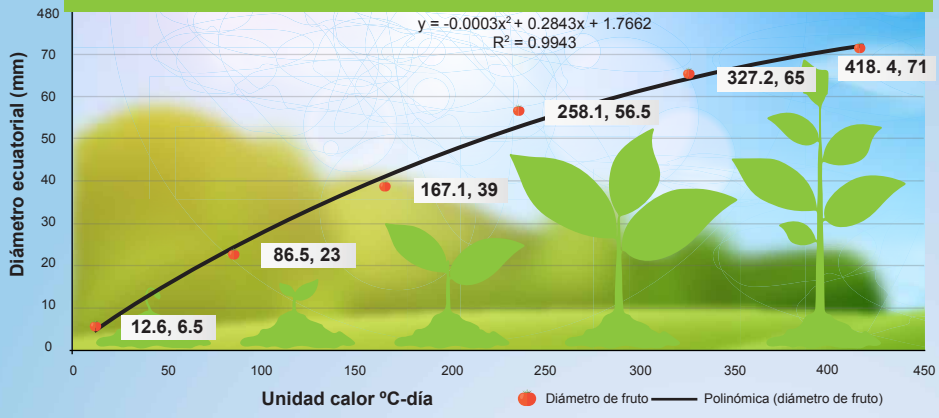


Figura 5. Crecimiento de fruto en relación a la energía solar.

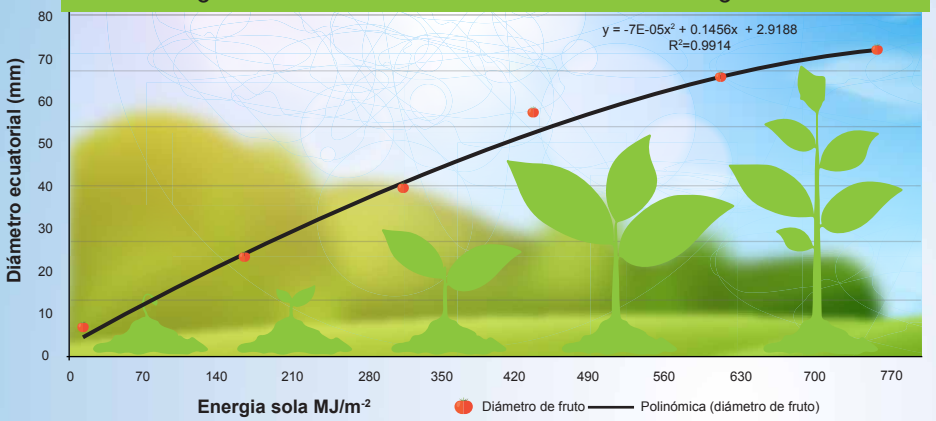


Figura 6. Rendimiento de fruto en relación a unidades calor.

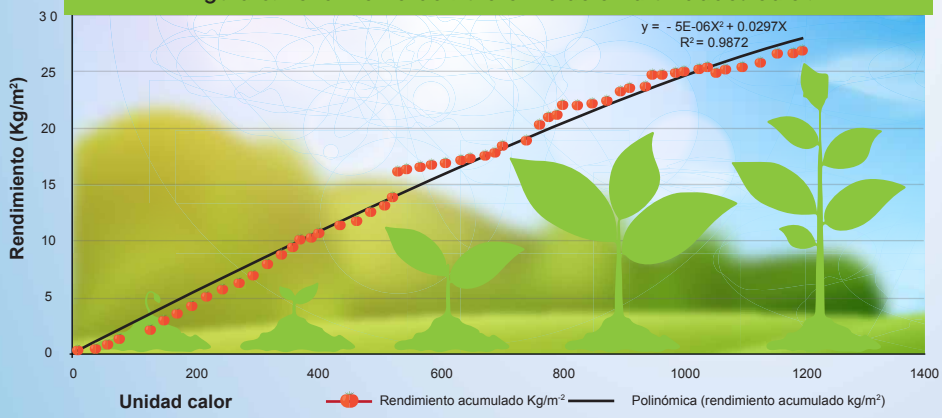
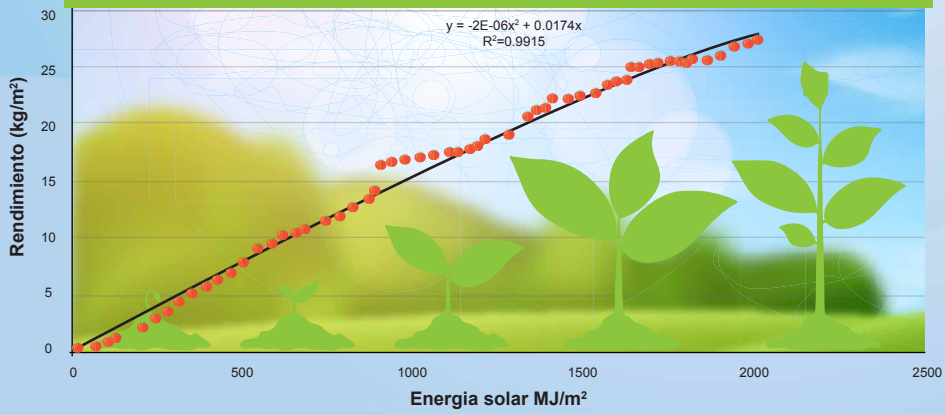


Figura 7. Relación entre rendimiento de fruto y energía solar.



En promedio por cada milímetro de crecimiento acumuló 5.8 GDD, como se muestra en la Figura 4. Los datos se ajustaron a un modelo polinómico con un coeficiente R^2=0.99.

En la Figura 5 se aprecia que para un diámetro de 71 mm se acumularon 758 MJ/m^2. Hasta los 40 mm de diámetro, la tasa de crecimiento fue de 0.11 mm/MJ/m^2, mientras que la tasa máxima fue de 0.14 mm/MJ/m^2.

La radiación en la etapa de producción es muy importante: la planta requiere —para llevar a cabo su fotosíntesis y sintetizar compuestos que dan vigor a la planta— gran parte de esta energía, la cual se dirige a los frutos, el punto principal de demanda.

Producción de fruto

La etapa de producción de tomate requirió cerca de 1200 unidades calor. Se produjo un total de 26.8 kg/m^2.

De acuerdo con la Figura 6 se estima que para producir 1 kg/m^2 de tomate son necesarios 44.4 unidades calor.

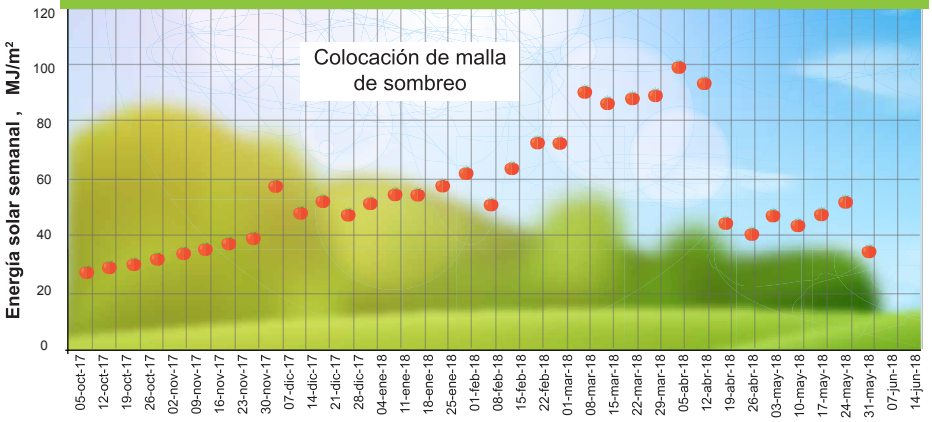
Como lo muestra la Figura 7, la etapa de producción para el híbrido Arameo requiere alrededor de 2000 MJ/m^2. Se estima que para producir un kg/m^2 de fruto se necesitan de 74.5 MJ/m^2.

Efecto de la malla de sombreo en la radiación solar

En la Figura 8 se muestra la energía acumulada por semana en Agrícola Chaparral (empresa sinaloense, exportadora de hortalizas) dentro de las casas sombra. Obsérvese el "bajón" en la semana del 12 de abril de 2018, que coincide con el extendido de la malla de sombreo colocada para evitar el daño de quemadura por sol.

La energía solar inició con 24 MJ/m^2 por semana en el mes octubre de 2017 por la gran cantidad de días nublados y se terminó con casi 100 MJ/m^2 a finales de mayo.

Figura 8. Radiación solar bajo una casa sombra.



CONCLUSIONES

- Los factores meteorológicos del clima tienen un efecto muy marcado en el desarrollo de los cultivos.
- Se debe continuar midiendo y correlacionando las diferentes respuestas del cultivo a las variaciones de temperatura, humedad, radiación y, sobre todo, a la interacción entre ellos.
- Lo anterior es para conocer mejor la sensibilidad de cultivo y para ser más eficientes en su manejo cultural, nutricional y sanitario.

Literatura citada

Brown P.W., 1989. *Heat Units.* Cooperative Extension. The University of Arizona. College of Agriculture. Tucson, Arizona.

Edeza S.J.R., 2018. *Efecto de factores climáticos en el desarrollo y producción de tomate.* Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sin. En proceso de impresión.

Rodríguez A.J., 1989. *Modelos matemáticos aplicados a la agricultura.* CIDH-CAADES, Culiacán, Sinaloa, México.

Salisbury F.B. y Ross C.W., 1994. *Fisiología vegetal.* Grupo Editorial Iberoamérica, Cuarta Edición, México, DF.

Torres R.E. 1995. *Agrometeorología.* Editorial Trillas. México, DF.

Villalpando Y.J. y Ruiz J.C. 1993. *Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura.* Editorial LIMUSA, SA. México, D. F.

Villegas O.J.R. 1997. *Influencia de la temperatura en la fenología del tomate* (Lycopersicon esculentum *Mill) con riego por goteo en Culiacán, Sin.* Tesis de Maestría en Ciencias de la Producción Agrícola, UAS. Culiacán, Sin.

CALENDARIO DE EVENTO 2018

AGOSTO

V Congreso Nacional de Fitosanidad e Inocuidad en Hortalizas
15 al 17 de agosto
Culiacán, Sinaloa, México
www.fitosanidad.com

XX Congreso Internacional y XLV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología
20 al 24 de agosto
Saltillo, Coahuila, México
http://socmexfito.org/programa

X Congreso Anual de la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida
22 al 24 de agosto
Cancún, Quintana Roo
http://www.amhpac.org/congreso/2018/

OCTUBRE

X Convención Anual de la Industria de Protección de Cultivos en México
18 al 21 de octubre del 2018
Cancún, Quintana Roo
www.proccyt.org.mx

Fresh Summit de PMA
18 al 20 de octubre
Orlando, Florida, Estados Unidos de América
https://www.pma.com/events/freshsummit

AGRO EXCELENCIA
LA REVISTA DEL PROFESIONAL DEL CAMPO

Una publicación de Capaciagro

¡SÍGUENOS EN:
NUESTRAS REDES SOCIALES!
/AGROEX CELENCI A
@AGRO_EX CELENCIA
/AGROEX CELENCI A

www.agroexcelencia.com

Afiliate a:

PURA
Programa para el Uso Responsable de Agroquímicos

NO COMPRE AGROQUÍMICOS ILEGALES
DENUNCIA
UMFFAAC 0155.5601.2619
No. Registro Agente Capacitador Externo
UMF-760915-CX1-0013

ATOX
Atención a inTOXicaciones
01 800 000 ATOX (2869)

umffaac
Por una industria comprometida con el campo
Unión Mexicana de Fabricantes y Formuladores de Agroquímicos, A. C.
Tuxpan 45-a piso 6, Roma Sur, 06760 |Ciudad de México, CDMX
Tels. 5601-2619 | 5601-1100

SUMANDO ESFUERZOS CON RESPONSABILIDAD SOCIAL
campo limpio
Amocal A.C.
campolimpio.org.mx
Socio

AgroCare latinoamérica
info@agrocarelatinoamerica.org
agrocarelatinoamerica.org

ENTREGAS INMEDIATAS
(TRABAJOS URGENTES)
Diseño
Carpetas, Tarjetas de Presentación
Revistas
Calendarios
Etiquetas en Rollo
Posters
Libros
Volantes, Folletos y papelería en general.
DE BUENAS IMPRESIONES 1963 2015 52 AÑOS
Offset • Offset Digital • Flexografía
Imprimimos Calidad a Toda Velocidad
ARTESGRAFICAS SINALOENSES
Cristóbal Colón No. 1096-A Otel. Col. Las Vegas Culiacán, Sin.
Tels. (667) 712.66.56 / 716.87.20
www.agraficas.com

Minecto™ Duo

syngenta

Minecto Duo™ es una marca del grupo Syngenta. Registro: RSCO-MEZC-INAC-0200-0458-40. Producto de uso agrícola. Lea siempre la instrucción de la etiqueta antes de usar el producto. Servicio de Información Toxicológica: (52) (55) 55 98 66 59/ (52) (55) 5611 2634/ 01 800 00 92800. Syngenta Agro, S.A. de C.V., San Lorenzo No. 1009, 1er piso, Col. Del Valle, C.P. 03100, México, D.F. Centro de servicio a Clientes: 01800 711 78 57. www.syngenta.com.mx

TM