

DESINFECCIÓN SUSTENTABLE DE SUELO PARA EL CULTIVO DE FRESA EN EL VALLE DE ZAMORA

Julieta Raquel Hernández Vidales Dra.¹, I.E. Javier Barajas Aceves², I.E. José Carlos Campos Pimentel³ y I.A. Rafael Vega del Río⁴

Resumen—La presente publicación tiene como objeto de estudio el cultivo de fresa en el Valle de Zamora. Muestra la primera etapa de una investigación de tipo longitudinal, iniciando por el análisis de técnicas de saneamiento por químicos para manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas; en contrastación, el entanquinado y la solarización como técnicas naturales de limpieza, destacando la última como propuesta de saneamiento sustentable. Para tal efecto se crearán sensores de temperatura, que serán vinculados a dispositivos móviles, en campos empleados en cosecha de fresa en el periodo anterior; seguido por el estudio de la situación del ciclo de cultivo actual la evaluación de las diferentes alternativas de desinfección de suelo, la infraestructura de tecnificación empleada. Se parte de la identificación de la estructura y tipo de suelo, la detección de organismos patógenos, el periodo de plantación, evaluación de la tecnificación empleada, el impacto ecológico y requisitos de exportación.

Palabras clave—Solarización, saneamiento, sensores de temperatura, Atmega16, LM35.

Introducción

“El verdadero progreso es el que pone la tecnología al alcance de todos.”

Henry Ford

En el Valle de Zamora, según Vega (2003), el cultivo de la fresa inició en 1938, y hasta hoy en día se ha convertido en uno de los sustentos económicos de la región por el impacto de la cadena productiva a nivel local, estatal y nacional. Según Sánchez (2008), la fresa (*fragaria spp*), *fragaria* es una palabra que significa fragancia (*fraga*, en latín), relacionada con el aroma perfumado de la fruta. Actualmente es un producto de cruzamiento entre especies y el mejoramiento genético. La planta es no mayor a 50 cm. de altura con numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos que se originan en una corona o rizoma muy corto.

En este estudio se analizan técnicas de saneamiento de suelo, contrastando las químicas con naturales para manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas, proponiendo la solarización (ver imágenes 1 y 2) como método sustentable de control y limpieza.

Para Parra, Sobrero y Pece (2015) “La solarización es un término que se refiere a la desinfestación del suelo por medio del calor generado de la energía solar capturada. Es un proceso hidrotérmico, que tiene lugar en el suelo húmedo el que es cubierto por una película plástica y expuesto a la luz solar durante los meses más cálidos (Chen y Katan, 1980; Melero *et al.*, 1989a; Kumar *et al.*, 1993; de Souza, 1994; Labrada, 1995; Ghini, 1997; Stapleton, 2000; Ghini *et al.*, 2002; Arboleya *et al.*, 2006; Bettiol, 2006; Díaz y Jiménez, 2007) (ver imagen 1), abarcando un complejo de cambios físicos, químicos y biológicos del mismo asociados con el calentamiento solar y tiene valor como una alternativa al uso de ciertos productos químicos para la agricultura (Melero *et al.*, 1989a, b; Ramírez y Montoya, 1992; Labrada, 1995; Elmore *et al.*, 1997; Stapleton, 2000; Abu-Irmaileh, 2004; Montealegre, 2005). La eficiencia de la solarización del suelo para controlar las plagas del mismo, es función de las relaciones entre el tiempo y la temperatura y se basa en el hecho de que muchos patógenos de las plantas, las malezas y otras plagas, son mesófilos (Labrada, 1995; Ghini, 1997; González *et al.*, 2003). En el caso de estos organismos es crítico un umbral de temperatura de 37 °C; la acumulación de los efectos del calor a esta o a temperaturas más altas durante un cierto tiempo, es letal. La solarización del suelo ha demostrado ser efectiva, ambientalmente segura y aplicable a varias situaciones agrícolas para el control de diferentes plagas del suelo, incluyendo fitopatógenos y malezas (Labrada, *op. cit.*; Elmore *et al.* 1997; AbuIrmaileh, 2004), (p.1).

Por tanto una de las variables a considerar para el crecimiento de agentes patógenos del suelo es la temperatura, pues es necesario conocer las características en las cuales se afecta su desarrollo, con el fin de limitar su

¹ Julieta Raquel Hernández Vidales la Dra. es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, Zamora, Michoacán. julietahv1970@gmail.com

² El I.E. Javier Barajas Aceves es Profesor de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, Zamora, Michoacán hilitojhs@hotmail.com

³ El I.E. José Carlos Campos Pimentel es Profesor de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, Zamora, Michoacán c-1610@hotmail.com

⁴ El I.A. Rafael Vega del Río, es Investigador y Asesor técnico en cultivos de fresas y hortalizas en el Valle de Zamora, Michoacán ingrafaelvega@hotmail.com

contaminación. Para lo cual se estima conviene generar un historial de comportamientos en relación a diversos climas, donde se detecte un promedio de la temperatura a la que se encuentran y posteriormente, se analice la estructura de la superficie para observar las diferentes conductas que se suceden.

Para lograr lo anterior una herramienta útil son los sensores de temperatura. Los sensores de temperatura son dispositivos que reflejan una salida eléctrica proporcional a los cambios climáticos, los cuales son adecuados por dispositivos o sistemas electrónicos. El sensor de temperatura, típicamente suele estar formado por el elemento sensor, la vaina que lo envuelve y que está rellena de un material conductor de la temperatura, para que los cambios se transmitan rápidamente al elemento sensor y del cable al que se conectarán el equipo electrónico. Para lograr una instrumentación adecuada del sensor, es conveniente apoyarse de un microcontrolador como intérprete de la señal arrojada, en esta primera prueba se utiliza el ATmega16, el cual es un microcontrolador de 8 bits de la familia MEGA de la gama AVR de Atmel con bajo consumo de energía, está basado en un arquitectura RISC con 131 instrucciones en ensamblador (disponibles para toda la familia MEGA) de las cuales la mayoría se ejecuta en un sólo ciclo de instrucción, donde su frecuencia de funcionamiento es de 16 MHz como máximo. El sensor a considerar para obtener el muestreo de temperatura es el LM35 (ver imágenes 3 y 4), el cual de acuerdo a los datos del fabricante, cumple con la lectura de rangos adecuados para el análisis que se quiere realizar.



Imagen 1. Aplicación de la capa plástica.



Imagen 2. Efecto de solarización.

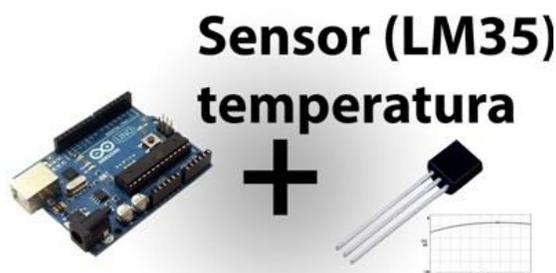


Imagen 3. Programación Sensor LM35.



Imagen 4. Sensor LM35.

Descripción del Método

Esta investigación discurrirá en el paradigma hipotético deductivo; dentro del enfoque mixto ya que integra en preponderantemente aspectos cuantitativos aunados a los cualitativos al examinar los comportamientos de la mano de obra; por tanto su diseño es cuasiexperimental, con un alcance que parte de exploratorio, seguido por el descriptivo para finalizar con el correlacional; es una investigación de tipo longitudinal, ya que se evaluará el ciclo productivo, incluyendo el tiempo de preparación; se trabajará con el método estadístico y fenomenológico; la técnica de investigación será la encuesta, en la cual se emplea como herramienta el cuestionario, se preparará un instrumento para los campesinos y otro para los productores.

Métodos de saneamiento de suelo

Según Sánchez (2008), el suelo del Valle de Zamora, con base en el sistema de clasificación FAO-UNESCO y tomando como referencia el Plano de Suelos del Estado de Michoacán editado por INEGI, los suelos más comunes por su origen aluvial son los vertisoles, de gran importancia para la agricultura, cuya característica es la dominancia

de arcilla expandible, generalmente montmorillonita, ocasionando que al secarse se contraigan y agrieten. Seguido por el andosol, derivado de ceniza volcánica, caracterizado por la presencia de minerales amorfos, teniendo gran capacidad de retención de agua por la presencia de alófono, pero la presencia de fósforo es una limitante para su fertilidad. El tercer tipo son los luvisoles, característicos de un horizonte B argílico, empleados para agricultura temporal y están sujetos a la erosión por su relieve.

Un problema inherente es la presencia de variedades de plagas como arañas, chinches, pulgas, grillos, mosca blanca, nisticuil (gusano), trips, zacate que también se considera plaga, entre otros más. Además los productores agrícolas ávidos de datos empíricos, efectúan un análisis de fertilidad del suelo para establecer el programa de fertilización más adecuado. De acuerdo con la granulometría de los suelos de la zona productora. Para el saneamiento de suelo existen dos métodos: el basado en la aplicación de químicos y el natural. Dentro de los productos químicos se estudiarán tres de los más empleados en el Valle de Zamora, según información proporcionada por agroquímicas de la localidad, siendo éstos: FURADÁN 350 L, el CAPTAN 50 PH y el DENIM 19 CE. Y como técnica natural se presentará la solarización.

Para los laboratorios Pro-Agro, el FURADÁN 350 L (Carbofuran), es un producto altamente tóxico por lo cual se recomienda el cumplimiento de las precauciones durante el uso y manejo de este producto. Evitar su ingesta, el contacto con la piel y ojos, su inhalación, así como no comer ni fumar durante su uso. Dentro de las normas precautorias se recomienda evitar el transporte ni almacene junto a productos alimenticios, ropa o forrajes, mantenerse fuera del alcance de los niños y animales domésticos, no almacenar en casa habitación, no deben exponerse ni manejar este producto las mujeres embarazadas, en lactación y personas menores de 18 años, no se reutilice el envase, destrúyase. El FURADAN® 350 L es un insecticida nematocida sistémico de amplio espectro para el control de nemátodos e insectos.

De acuerdo a los laboratorios Pro-Agro, el CAPTAN 50 PH (N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida), es un producto ligeramente tóxico para humanos y animales. Prohíbe su ingesta, inhalación y contacto con la piel y ojos. Su custodia debe estar bajo llave, transportarlo ni almacenarlo junto a productos alimenticios, ropa o forrajes. Mantenerlo fuera del alcance de los niños y animales domésticos. No deben exponerse ni manejar este producto las mujeres embarazadas, en lactación y personas menores de 18 años. No almacenar en casas habitación, no se reutilice el envase, destrúyase. Recomienda de igual manera las siguientes medidas para proteger al ambiente: “Proteja la vida silvestre. Durante el manejo del producto no contamine el aire, suelo, ríos, lagos, presas o depósitos de agua. En caso de derrames (usando equipo de protección personal) recupere el material, colecte los desechos en un recipiente hermético y envíelos a un sitio autorizado para su disposición final. Aplique el procedimiento de triple lavado al envase vacío y deposite el agua de enjuague en el depósito o contenedor donde preparó la mezcla (salvo por incompatibilidad química o si el envase lo impide). Maneje el envase vacío y sus residuos conforme lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.”

Según AgroEs.es, el PH del suelo mide la actividad de los H⁺ libres en la solución del suelo, es decir, la Acidez Actual y la medida de los H⁺ fijados sobre el complejo de cambio es la llamada Acidez Potencial. “La acidez total del suelo es la suma de la Acidez actual más la Acidez potencial, porque cuando se produce la neutralización de los H⁺ libres se van liberando H⁺ retenidos, que van pasando a la solución del suelo. Los suelos tienen tendencia a acidificarse. Primero se descalcifican, ya que el calcio es absorbido por los cultivos o desplazado del complejo de cambio por otros cationes y emigra a capas más profundas con el agua de lluvia o riego. Después, lo normal, es que los iones H⁺ ocupen los huecos que dejan el Ca²⁺ y el Mg²⁺ en el complejo. Los abonos nitrogenados, en su mayoría, ejercen una acción acidificante sobre el suelo.”

Para los laboratorios syngenta, el DENIM 19 CE (Benzoato deoxiavermectina), “actúa por ingestión, tiene efecto sobre el ácido aminogammabutírico interrumpiendo los impulsos nerviosos de las larvas. Poco tiempo después de la ingestión del producto, las larvas dejan de alimentarse y quedan paralizadas irreversiblemente. La mortandad máxima se obtiene de 3 a 4 días después de la aplicación”. Como normas protectoras se recomienda no comer, beber o fumar durante la manipulación del producto. Usar equipo de protección adecuado: mascarilla contra polvos o neblinas, lentes industriales o careta, guantes de nitrilo, overol y botas de hule. Evitar inhalar la aspersión durante la aplicación o preparación de la mezcla y la aplicación, que la aspersión caiga sobre la piel. Y el aseo personal un vez terminada la jornada de trabajo.

Según Hernández y Medina (2010), el empleo de la solarización facilita la combinación de técnicas de control que utilicen métodos biológicos y culturales con un mínimo trabajo de control químico. Su combinación permite evitar el uso de fumigantes como el Bromuro de Metilo y Vapam de conocida toxicidad y efecto esterilizante sobre el agroecosistema. Herrera (1995), afirma que la solarización también es utilizada en cultivos de alta rentabilidad que los que por alguna razón no se desea aplicar plaguicidas.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En esta primera etapa del trabajo investigativo se estudiaron los métodos de saneamiento de suelo, destacándose tres opciones de químicos y la técnica sustentable de solarización. Se determinaron implícitamente las ventajas y desventajas de cada elemento. Destacando el mecanismo natural como opción viable para los efectos del presente proyecto. Apoyando la parte de la técnica de solarización se inició con la elección y programación de sensores de temperatura, teniendo un alcance de prueba. Empleando la plataforma *Code Vision* se programa el atmega16 obteniéndose lecturas de la temperatura por medio del ADC (Convertidor analógico digital), este dato se censa por medio del LM35.

Conclusiones

Los resultados demuestran la viabilidad del proyecto, en el que se espera se determine el óptimo periodo de solarización. Se detecta la necesidad de decidir los colores y grosor de la película plástica, factores que serán variables a analizar. Es indispensable que se decidan las zonas geográficas de experimentación. La ausencia del factor climatológico como variable controlable, considera total la toma de decisiones oportuna para la obtención del objetivo del proyecto. Fue quizás inesperado el haber encontrado que los agricultores del Valle de Zamora no cuentan con la información y el convencimiento para la aplicación del método propuesto. Por tanto el resultado empírico del proyecto dará la pauta y seguridad para decidir por un medio sustentable, de bajo presupuesto que asegura resultados visibles y seguros, ya que está basado en un análisis holísticos de las variables consideradas como sujetos de estudio.

Recomendaciones

Este estudio de preparación ofrece la oportunidad de continuar con la etapa de ejecución, debido a los positivos resultados arrojados en esta etapa de preparación son base indispensable para ello. Da la pauta a futuras investigaciones, se puede sugerir a investigadores interesados en la materia, concentrarse en variables como el estudio de la productividad o rentabilidad de la producción, apertura de mercado, análisis de la tecnificación empleada, impacto ambiental, análisis de la mano de obra y la repercusión en la economía local, estatal y nacional, entre otros.

Referencias

Sánchez, R.G. (2008), *El Cluster Agroindustrial de Zamora, La Red de Valor Fresa, Sistema de Inteligencia de Mercados*. Morelia, Mich., México, Fundación Produce Michoacán.

Vega, R.R. (2003), *Historia de la Introducción del Cultivo de la Fresa al Valle de Zamora, Michoacán (1938 al año 2000)*. Zamora, Mich. México.

AgroEs.es, *PH del suelo agrícola*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2016, de: <http://www.agroes.es/agricultura/el-suelo/148-ph-del-suelo-agricultura>

Calderón, F. L., Gaitán, M. J., González, C. J. y Dardón, E.D. (1995), Experiencias obtenidas con la Solarización en Guatemala. *Taller Solarización del suelo*. Escuela agrícola Panamericana "El Zamorano", Honduras. División de Producción y Protección Vegetal. Organización de Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas FAO, Roma. Recuperado el 23 de Agosto de 2016, de: www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Methyl.../sol_al.pdf

Castro, Díez, López, Díaz y Bello (2011). *Biodesinfección de suelos en producción agrícola*. Dossier SEAE Sociedad Española de Agricultura Ecológica. España. Recuperado el 15 de Septiembre de 2016 de: www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/dossiers/dossier-biodesinfeccion.pdf

Fernández, E. y Labrada, R. (1995), Experiencias en el uso de la Solarización en Cuba. *Taller Solarización del suelo*. Escuela agrícola Panamericana "El Zamorano", Honduras. División de Producción y Protección Vegetal. Organización de Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas FAO, Roma. Recuperado el 23 de Agosto de 2016, de: www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Methyl.../sol_al.pdf

Hernández y Medina (2010). La Solarización del Suelo en el Marco de la Conservación del Medio Ambiente. *Lámpsakos*. N° 4. Recuperado el 18 de Septiembre de: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/798/766>

Herrera, F. (1995), La Solarización en Costa Rica. *Taller Solarización del suelo*. Escuela agrícola Panamericana "El Zamorano", Honduras. División de Producción y Protección Vegetal. Organización de Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas FAO, Roma. Recuperado el 23 de Agosto de 2016, de: www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Methyl.../sol_al.pdf

Parra, M., Sobrero, M. y Pece, M. (2015). Solarización: una alternativa de control de malezas para viveristas. *Foresta Veracruzana. Recursos Genéticos Forestales*. vol. 17, núm. 1, 2015, pp. 9-16 Xalapa, México. Recuperado el 01 de Septiembre de 2016 de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49742125002>

PRO-AGRO, *CAPTAN 50 PH*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2016, de: <http://www.pro-agro.com.mx/prods/bayer/bayer16.htm>

PRO-AGRO, *FURADÁN 350 L*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2016, de: <http://www.pro-agro.com.mx/prods/fmc/fmc18.htm>
Syngenta, *DENIM 19 CE*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2016, de: <http://fria.syngenta.com.mx/denim-19-ce.aspx>