

Aspersor eléctrico con carga de panel solar

FLORES-SÁNCHEZ, Verónica *†, ROBLES-MORALES, Javier, REAL-HERNANDEZ, Francisco Javier, LEYVA-GARCIA, Eduardo y VALLEJO-HERNÁNDEZ, Arely

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Recibido Enero 28, 2017; Aceptado Febrero 04, 2017

Resumen

El café se originó en el este de África y se introdujo en México en 1796 en la región de Córdoba, Veracruz. Actualmente su cultivo se ha extendido a toda la República, siendo 12 los principales estados productores (Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Colima, Tabasco y Querétaro) que denominan su producción con 1, 285, 832.10 toneladas y cuyo valor de producción es de aproximadamente \$ 6.807 millones de pesos. México ocupa el quinto lugar en el mundo como productor de café y la producción se concentra en los estados de Chiapas, Veracruz, Puebla y Oaxaca, que representan el 94% de la producción y el 85% del área. En las plantaciones de café se desarrollan enfermedades que dañan el cultivo, una de las más comunes es la roya del café producida por el hongo *Hemileia vastatrix*. Este hongo ataca las hojas de café de todas las variedades comerciales de café que pertenecen a *Coffea arabica* tales como: Typica, Bourbon, Mundo Novo, Caturra, Garnica, Maragogipe, Catuai, Pluma Hidalgo; entre otros. La roya del café hizo su aparición en el cafetalero mexicano en 1981, en el área de Soconusco Chiapas en la frontera con Guatemala. Desde entonces, la enfermedad no ha causado los daños esperados que si ocurrieran en otros países. El 80% de los productores de café en México reducen el daño causado por las plagas antes mencionadas a través de la defoliación. Sin embargo, esta técnica, si se aplica en las primeras etapas de la formación o maduración del fruto, disminuye los rendimientos de la planta. Cuando la defoliación se lleva a cabo en etapas tardías, los cultivos presentan una reducción en los niveles de amarre de la fruta. Analizando la situación en la que se encuentran las plantaciones de café en México, se desarrolla el presente proyecto que consiste en un rociador eléctrico que fumiga y nebuliza las plantaciones de café, ahorrando \$ 6148.22 al mes en combustible.

Aspersor, Café, Niebla

Abstract

The coffee originated in East Africa and was introduced to Mexico in 1796 in the region of Cordoba, Veracruz. At the moment its cultivation has spread to all the Republic, being 12 major producing states (Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Colima, Tabasco and Querétaro) that denominate its production with 1, 285, 832.10 tons and whose production value is approximately \$ 6.807 million pesos. Mexico ranks 5th in the world as a coffee producer and production is concentrated in the states of Chiapas, Veracruz, Puebla and Oaxaca, which account for 94% of production and 85% of the area. In coffee plantations diseases that damage the crop are developed, one of the most common is coffee rust produced by the fungus *Hemileia vastatrix*. This fungus attacks coffee leaves of all commercial coffee varieties belonging to *Coffea arabica* such as: Typica, Bourbon, Mundo Novo, Caturra, Garnica, Maragogipe, Catuai, Pluma Hidalgo; among other. Coffee rust made its appearance in the Mexican coffee grower in 1981, in the Soconusco Chiapas area on the border with Guatemala. Since then, the disease has not caused the expected damages than if they occurred in other countries. 80% of coffee producers in Mexico reduce the damage caused by the aforementioned pests through defoliation. However, this technique, if applied in the early stages of fruit formation or maturation, decreases yields of the plant. When defoliation is carried out in late stages, the cultures present a reduction in the levels of mooring of the fruit. Analyzing the situation in which the coffee plantations in Mexico are located, the present project is developed which consists of an electric sprinkler that fumigates and nebulises the coffee plantations, saving an amount of \$ 6148.22 a month in fuel.

Sprinkler, Coffee, Mist

Citación: FLORES-SÁNCHEZ, Verónica, ROBLES-MORALES, Javier, REAL-HERNANDEZ, Francisco Javier, LEYVA-GARCIA, Eduardo y VALLEJO-HERNÁNDEZ, Arely. Aspersor eléctrico con carga de panel solar. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería 2017. 4-10: 1-6

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: veronica.flores@utcv.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El café es originario de África oriental y se introdujo a México en 1796 en la región de Córdoba, Veracruz, actualmente el cultivo de café se ha extendido a toda la República, siendo 12 los principales estados productores (Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Colima, Tabasco y Querétaro) que denominan su producción con 1, 285, 832.10 toneladas y cuyo valor de producción es de aproximadamente \$6,807 millones de pesos. México ocupa el 5° lugar a nivel mundial como productor de café y la producción se concentra en los estados de Chiapas, Veracruz, Puebla y Oaxaca, que representan el 94% de la producción y el 85% de la superficie.

En los plantíos de café se desarrollan enfermedades que dañan la cosecha, una de la más comunes es la roya del cafeto producida por el hongo *Hemileia vastatrix*. Este hongo ataca a las hojas de los cafetos de todas las variedades comerciales de café pertenecientes a *Coffea arabica* tales como: Typica, Bourbon, Mundo Novo, Caturra, Garnica, Maragogipe, Catuai, Pluma Hidalgo; entre otras.

La roya del cafeto hizo su aparición en la cafecultora mexicana en 1981, en el área del Soconusco Chiapas en los límites con Guatemala. Desde ese entonces la enfermedad no ocasiono los daños esperados que si ocurrieron en otros países. El 80% de los productores de café en México reduce el daño ocasionado por las plagas antes mencionadas, por medio de defoliaciones. Sin embargo, esa técnica, si se aplica en fases tempranas de formación o maduración de los frutos, disminuye los rendimientos de la planta.

La presencia de la roya y el cambio climático en 2015 generaron pérdidas económicas de 2 mil 430 millones de pesos para Veracruz, aseveró Fernando Celis, representante de la Coordinadora Nacional de Organizaciones Cafetaleras.

En el año 2015 el estado de Veracruz generaba un millón 100 mil sacos, la producción que hubo en 2013-2014 fue de 400 mil sacos. En total alrededor de 500 mil personas se vieron afectadas por esto, se trata de 90 mil productores, todos ellos tienen familias que mantener y dependen de la producción de café que no hubo.

A pesar de que los gobiernos de Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Guerrero solicitaron a la Sagarpa que se declarara una situación de emergencia y se tomaran medidas extraordinarias para enfrentar los daños por la roya del café, la dependencia federal decidió no declarar la emergencia con el argumento de que este hongo está presente desde hace décadas.

Con el objetivo de evitar la reducción del rendimiento de la planta de café a causa de la poda que se realiza para eliminar la “Roya Cafetera” se diseñó un equipo de aspersión que por medio nebulización combata la plaga antes mencionada.

Uno de los métodos convencionales contra la Roya consiste en arrancar las malezas para que no se acumule el agua y el hongo no pueda propagarse, sin embargo es costoso, tardado y poco efectivo.

Otra de las medidas de contención sugiere retirar del suelo las hojas muertas afectadas, ya que ahí se conserva el hongo, sin embargo el hongo se queda en el ambiente y se instala en la planta de café.

Con el aspersor se logrará penetrar en cada rincón del plantío en menos tiempos a un costo bajo, de igual forma se eliminarán los efectos no deseados de los métodos actuales.

En el presente artículo se muestra el trabajo realizado por docentes y alumnos de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, dividiéndolo en tres secciones.

En la introducción se presenta el panorama general de la producción de café y el problema de la Roya, en el apartado de metodología se muestra el trabajo de diseño y validación del aspersor, en la sección de resultados se muestra el impacto del prototipo, por último se expresan las conclusiones del proyecto realizado.

Metodología a desarrollar

Las corporaciones cafetaleras establecieron viveros propios los cuales son más resistentes a la Roya, sin embargo las organizaciones independientes optan por técnicas poco eficaces como la poda de la planra de café, en ese sentido el aspersor impulsado por energía solar es la alternativa.

En la técnica que se propone se seleccionan los componentes del aspersor, el panel solar o módulo solar es el dispositivo que captará la energía de la radiación solar para su aprovechamiento, una celda de silicio de 6 cm de diámetro puede producir una corriente de alrededor 0,5 A a 0,5 V (equivalente a un promedio de 90 W/m², en un campo de normalmente 50-150 W/m², dependiendo del brillo solar y la eficiencia de la celda) Anguiano J. (2012).

La bomba centrífuga ó rotodinámica, transforman la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. El fluido entra por el centro del rodete o impulsor, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba. Debido a la geometría del cuerpo, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente impulsor. Son máquinas basadas en la Ecuación de Euler (Zazueta, F. R, 1992).

Gracias a su diseño son durables y confiables y son ahorradoras de energía ya que usan 60% menos electricidad que las bombas de acoplamiento directo.

Por su potencia y fácil operación y manipulación son la elección perfecta para nuestro prototipo.

El cabezal doble estándar, de largo alcance es muy ligero y comodo para mejorar su manipulación, esta fabricado de acero inoxidable de un metro de largo para aumentar la distancia y el alcance de fuigacion, facilitando alcanzar por completo las plantas de café desde su copa asta las raíz, con esto se aumenta la erradicación de la plaga debido al método de fumigación.

El sistema anterior aunmenta la capacidad de riego, la distancia, el fácil uso y manipulación de la bomba, el ahorro de energía eléctrica, no contamina el medio ambiente, contribuye de manera eficaz a la eliminación de las plagas y la roya cafetalera.

Como parte de la validación del prototipo se debe de trabajar durante una jornada de trabajo con distiton operadores y evaluar los recursos ocupados y el impacto en el plantio de café.

Resultados

Durante las pruebas de validación se empleó una maquinas aspersora de capacidad de 50 litros de líquido de riego, que ocupa un litro de gasolina con aditivo. Para regar un litro de plagicida se necesitan 70 segundos ver la tabla 1.

Muestra	Operador	Tiempo en segundos
1	A	68
2	B	71
3	A	70
4	B	69
5	A	70
6	B	70
7	A	68
8	B	70
9	A	69
10	B	70

Tabla 1 Tiempo de riego de un litro de plagicida con aspersora tradicional

Fuente Elaboración propia

Considerando una jornada de horas diarias se tiene un operador podría esparcir 411 litros, tal como se incide en la ecuación 1.

$$\frac{8 \text{ Hrs} * 60 \text{ Min} * 60 \text{ Seg}}{70 \text{ Seg}} = \frac{28800 \text{ Seg}}{70 \text{ Seg}} = 411. \quad (1)$$

A continuación se calcula la cantidad de gasolina que se necesita para trabajar una jornada de 8 horas.

$$\frac{411 \text{ Lts}}{50 \text{ Lts}} = 8.22 \text{ Lts} \quad (2)$$

De tal manera que en una jornada de 8 horas se debe gastar \$146.23 de gasolina, ver ecuación 3.

$$8.22 \text{ Lts} * 17.79 = 146.23 \quad (3)$$

Considerando el costo anterior por día, se tiene que en un mes se gasta aproximadamente \$3,509.61

Como parte del experimento se regó plagicida con la aspersora propuesta, después de 10 horas de pruebas con operadores distintos se tiene que el tiempo promedio de riego es de 40 segundos, ver tabla 2.

Día	Operador	Tiempo en segundos
1	A	38
2	B	41
3	A	40
4	B	39
5	A	40
6	B	40
7	A	38
8	B	40
9	A	39
10	B	40

Tabla 2 Tiempo de riego de un litro de plagicida con aspersora propuesta
Fuente elaboración propia

Para el análisis del costo fijo del tratamiento de la planta ocupando el aspersor de riego con panel solar se tiene que el costo de regar con un trabajador durante una jornada de 8 horas por un mes es de \$ 3509.61. Ver tabla 3.

Tipo	Aspersor Convencional	"EVO-SPRAY"
Tipo de Alimentación	Combustible	Energía Solar
Tipo de motor	Combustión interna	Eléctrico
Capacidad de Líquido	25 Lts	25Lts
Relación de tiempo de trabajo	1 Lt de gasolina por 50 de Líquido de riego	40 Seg por Lt de Líquido de riego.
Precio	\$2900.00	\$3300.00
Gasto al mes	\$3509.61	Se ahorra.

Tabla 3 Comparativo de costos del aspersor convencional VS aspersor propuesto
Fuente Elaboración propia

Con el objetivo de validar el aspersor estadísticamente se realiza un ANOVA, en donde se consideran 10 muestras de tiempo de trabajo de cada uno de los métodos de riego dando como resultado la siguiente tabla:

Muestra	Tiempo en segundos Aspersor propuesto	Tiempo en segundos Aspersor normal	Total	Suma
1	38	68		0
2	41	71		0
3	40	70		0
4	39	69		0
5	40	70		0
6	40	70		0
7	38	68		0
8	40	70		0
9	39	69		0
10	40	70		0
Suma	395	695	1090	59405
Suma ₂	15602.5	48302.5	63905	

Tabla 4 Tiempos en segundos por tipo de aspersor
Fuente Elaboración propia

De desea comprobar a un nivel de confianza del 95% si ambos aspersores generan tiempos equivalentes de riego.

Se realiza el cuadrado de las observaciones y se tiene la tabla 5:

Muestra	Aspersor 1	Aspersor 2	
1	1444	4624	
2	1681	5041	
3	1600	4900	
4	1521	4761	
5	1600	4900	
6	1600	4900	
7	1444	4624	
8	1600	4900	
9	1521	4761	
10	1600	4900	
Suma de cuadrados	15611	48311	63922

Tabla 5 Suma de cuadrados

Fuente *Elaboración propia*

En la tabla 5 se muestra el cálculo de los cuadrados medios:

Cálculo de la suma de los cuadrados				
SCT	63922	menos	59405	4517
SC(Intra)	63922	menos	63905	17
SC(entre)	63905	menos	59405	4500

Tabla 6 Cuadrados medios

Fuente *Elaboración propia*

Para obtener los cuadrados medios se divide la suma de cuadrados entre los grados de libertad y se tiene que equivale a 2250, de igual forma se captura los cuadrados medios intra dividiendo la suma de cuadrados intra dando como resultado 0.94444.

De lo anterior se obtiene el estadístico F (2250/0.944) cuyo resultado supera el valor teórico de F con 2 y 18 grados de libertad, a un nivel de confianza del 95%. Por consiguiente se concluye que los dos métodos de riego generan tiempos distintos, siendo el propuesto el que más conviene.

Agradecimientos

Este estudio se realizó bajo el soporte de PRODEP y los productores de café de la zona centro del Estado de Veracruz.

Conclusión

Este prototipo es factible para la aplicación de los productos químicos a favor de la agricultura, debido a su alto índice de beneficios obtenidos en las pruebas que se realizaron, se tiene un factor de eficiencia mayor a los aspersores agrícolas ya existentes en el mercado, reduciendo los costos por no utilizar combustible y aditivos, de esta manera se elimina la contaminación en el medio ambiente, lo cual favorece en un 100% al plantío y su entorno.

Referencias

Anguiano J. (2012). Constante solar. Pag.15 - 17 Impacto de la temperatura de los módulos en la eficiencia de un sistema fotovoltaico conectado a la red. Recuperado de: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI16030.pdf>

Anguiano J. (2012). Tipos de células fotovoltaicas p. 55, Impacto de la Temperatura de los Módulos en la Eficiencia de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red. Recuperado de: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI16030.pdf>

Arqueros, A. A. (1978). Costos de operación del riego por aspersión. Memoria de Título, Ing. Agron. Chillán: Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Barrientos, C. (1999). Manual de pequeñas obras de riego. Santiago: INDAP. Ministerio de Agricultura.

Blanco I. (2008). Instalación Solar Fotovoltaica Conectada a Red sobre la Azotea de una Nave Industrial. Recuperado de http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6063/PFC_Israel_Blanco_Sardinero.pdf?sequence=1

Flores O. (2014). Green clinic with solar tracker. Mexico. 20 – 32 Pag.

Flores O. (2015). Reducción de la eficiencia energética del sistema fotovoltaico de la planta Aura Solar I. México. 850- 855 Pág.

Guerrero C. (2010). *Propuesta de Diseño de un Sistema Fotovoltaico Interconectado a la Red para una Casa Habitación en Xalapa*. Recuperado de: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32879/1/guerrerogutierrez.pdf>

Jara, J.; Holzapfel, E. A. (2000) Riego presurizado. Curso Formulación de Proyectos de Aspersión para la Ley n° 18.450. Temuco: Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Jutglar L. (2012) Generación de energía solar fotovoltaica. España. 210 Pág.

Moraga, G. J. (1996) Evaluación de un sistema de riego por aspersión. Proyecto de Título, Chillán: Universidad Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola. Riego y Drenaje.

Peri, G.; Hart, W. E. (1979), Norum, D. I. Optimal irrigation depths – a method of analysis. Journal of Irrigation and Drainage Division. ASCE, New York, v.105, n.4, p.341-355.

Prado C. (2008). *Diseño de un Sistema Eléctrico Fotovoltaico para una Comunidad Aislada*. Recuperado de <http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0831t.pdf>

Sánchez M. Á. (2014). Energía Solar Fotovoltaica. México. 314 Pág.

Tarjuelo, M. J. (1999) El riego por aspersión y su tecnología. 2.ed., Madrid: Mundi-Prensa. 585p.

Walker, E. R. (1979) Explicit sprinkler irrigation uniformity: Efficiency model. Journal of Irrigation and Drainage Division, New York, v.105, n.2, p.129-136.

Zazueta, F. R. (1992) Sistemas fijos y portátiles de riego por aspersión. México: ICFA Internacional.