

## Dron detector de plagas en cultivos de maíz

### Dron pest detector in corn crops

TENORIO, Fermín †\*, JUÁREZ, Erik, PÉREZ, Manuel y TENORIO, León

*Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Ingeniería en Mecatrónica*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Fermín, Tenorio*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Erik, Juárez*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Manuel, Pérez*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *León, Tenorio*

Recibido: 05 de Abril, 2018; Aceptado 27 de Mayo, 2018

#### Resumen

El presente proyecto "Dron detector de plagas en cultivos de maíz" muestra la utilización de un dron construido y su utilización en la detección temprana de plagas en cultivos de maíz. La detección de plagas se realiza mediante la toma de fotografías a los cultivos y un posterior procesamiento digital de las imágenes mediante la utilización de software. El dron se utilizó para la detección de plagas en cultivos de maíz, en la población de San Miguel Zozutla, Puebla, México. Se observó un incremento en la producción del maíz por hectárea monitoreada y por consiguiente, una mejora en los ingresos económicos del agricultor, contribuyéndose así; a que dicho agricultor no busque integrarse al sector de la delincuencia, pues la región donde se hace el estudio es parte de la zona conocida como "Triángulo Rojo", caracterizada lamentablemente por un alto índice en el sector del robo de combustible.

**Dron, Maíz, Detección Plaga, Incremento producción**

#### Abstract

The present project "Drone detector of plagues in corn crops" shows the use of a built drone and its use in the early detection of plagues in corn crops. The detection of plagues is done by taking photographs of the crops and a subsequent digital processing of the images by using software. The drone was used for the detection of plagues in corn crops, in the population of San Miguel Zozutla, Puebla, Mexico. There was an increase in the production of corn per hectare monitored and, consequently, an improvement in the economic income of the farmer, thus contributing; that the farmer does not seek to integrate into the crime sector, because the region where the study is made is part of the area known as the "Red Triangle", unfortunately characterized by a high rate in the fuel theft sector.

**Drone, Crop, Plagues Detection, Increase production**

**Citación:** TENORIO, Fermín, JUÁREZ, Erik, PÉREZ, Manuel y TENORIO, León. Dron detector de plagas en cultivos de maíz. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2018 2-6: 8-13

\* Correspondencia del Autor (correo electrónico: ftenorioc@yahoo.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El maíz es un tipo de planta oriunda de las zonas cálidas de México. El maíz es una planta alta, de ciclo biológico anual y crecimiento determinado. Sus hojas ubicadas una frente a otra, son largas y angostas (su ancho, es de aproximadamente una décima parte de lo que miden de largo), insertándose de modo alterno a lo largo de un tallo sólido. La planta se utiliza para producir granos y forraje, los cuales constituyen la base para la elaboración de un gran número de alimentos encaminados para el consumo humano y de animales domésticos y de granja, así como para la industria farmacéutica y manufacturera.

Debido a su adaptabilidad y productividad el cultivo del maíz se expandió de manera rápida alrededor del mundo después de que los españoles y otros europeos exportaron la planta de las Américas en los siglos XV y XVI. Actualmente el maíz es producido en la mayoría de los países del mundo siendo el tercer cultivo por la superficie involucrada (después del trigo y del arroz).

La mayor parte de la producción del maíz se da en los Estados Unidos, la República Popular China y Brasil, países que, en conjunto, obtienen el 73% de la producción global anual estimada en 456.2 millones de toneladas. México, es el cuarto mayor productor de maíz del mundo.

Actualmente en México se producen alrededor de 14 millones de toneladas de granos de esta especie sobre una superficie de 6.5 millones de hectáreas. En México, el cultivo del maíz tiene una enorme importancia cultural y económica siendo la base más importante en la alimentación y unos de los principales ingresos económicos para las familias dedicadas a la agricultura.

En Puebla, en el año promedio 2008/2010 se consumieron 1.74 millones de toneladas de maíz; de estas, 1.24 millones fueron maíz blanco y 0.49 millones maíz amarillo (García y Ramírez, 2012). Puebla se ubica entre los ocho principales estados productores de maíz, aportando una oferta de 1.08 millones de toneladas, lo que representa 4.6 % de la producción anual nacional (SIAP-SAGARPA, 2012a).

Datos del INEGI (2010) indican que, en el estado, de un total de 994 mil hectáreas dedicadas a la agricultura, 60.1% se siembran con maíz y 91.3 % de tal superficie se cultivó bajo condiciones de temporal. Pese a la alta producción del estado, las estimaciones sobre el consumo estatal aparente indican que existe un fuerte déficit del producto; en el año promedio 2008/2010 fue de 395 mil toneladas de maíz blanco y de 497 mil toneladas de maíz amarillo (García y Ramírez, 2012).

San Miguel Zozutla es un pueblo del Estado de Puebla, está situado a una altura de 6771 metros sobre el nivel del mar. En la localidad hay 1896 hombres y 2146 mujeres. La relación mujeres/hombres es de 1.132. El factor de fecundidad de la población femenina es de 2.75 hijos por mujer. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 6.61% (4.85% en los hombres y 8.15% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 5.73 (5.84 en hombres y 5.64 en mujeres).

La actividad principal de San Miguel Zozutla, Puebla; es la agricultura, muchos de sus habitantes se dedican al cultivo de diversos granos principalmente el grano del maíz. La pérdida de una cosecha de maíz provoca la alteración económica de todo el entorno familiar del productor.

Ya que esta localidad depende de la agricultura, la pérdida de las cosechas de maíz por diversas causas altera toda la actividad económica de la región.

Una de las principales causas de pérdidas de la cosecha del maíz es por causa de plagas, ejemplo de esta es el chahuistle, la cual es una enfermedad que afecta principalmente a plantas gramíneas como el maíz y el trigo.

La mecatrónica es una rama de la ciencia que combina diversas áreas del conocimiento. Lo ideal sería que dicho conocimiento se utilizara para resolver problemáticas reales para generar una mejora económica en toda una región.

La utilización de conocimientos sobre mecatrónica, junto con los elementos de programación adecuada; permiten diseñar, construir y controlar dispositivos conocidos como DRONES.

Los DRONES son vehículos aéreos no tripulados cuyos motores generalmente se colocan sobre un mismo plano. Los drones actualmente son utilizados en diversas actividades como lo son el ramo de seguridad y de rescate. De igual forma con los drones se pueden tomar fotografías aéreas.

Ya que una de las principales causas de pérdidas de las cosechas de maíz es la no detección a tiempo de las plagas correspondientes. El presente proyecto utiliza a un DRON ensamblado por nosotros para monitorear cultivos de maíz vía una cámara de video y en base al procesamiento en tiempo real de dicho video y las imágenes producidas, detectar plagas en cultivos de maíz en la comunidad de San Miguel Zozutla, Puebla.

La detección a tiempo de plagas en los cultivos permitirá al productor agrícola de la región, tener mínimas pérdidas en sus cosechas y con ello evitar pérdidas económicas, mejorando con ello su propia economía y la de toda la región.

Cabe resaltar que ésta técnica de detección de plagas vía un DRON no se limita a la detección en cultivos de maíz, sino que se puede aplicar dicha técnica a cualquier tipo de cultivo.

## Objetivo del proyecto

### General:

- *Mejorar la economía de la región donde se encuentra la comunidad de San Miguel Zozutla, Puebla, México*

### Particular:

- *Detectar plagas en los cultivos de maíz de la comunidad de San Miguel Zozutla, Puebla; mediante el procesamiento de imágenes adquiridas vía una cámara de video colocada en un DRON construido.*

## Descripción y funcionamiento

El presente proyecto consiste en la construcción de un DRON al cual se le implementa una cámara de video para así poder monitorear la aparición de plagas en campos de cultivos.

En particular, debido a nuestra zona netamente agrícola y productora de maíz; para la detección de plagas con el dron, se eligió monitorear cultivos de maíz de la comunidad de San Miguel Zozutla, Puebla, México.

La importancia del proyecto radica en el hecho de que mediante la utilización de nuestro DRON, se pueden detectar plagas en los cultivos de maíz y con ello avisar al agricultor para que tome las acciones necesarias para combatir a dichas plagas y con ello lograr evitar las pérdidas económicas generadas por pérdidas de cosechas de manera parcial o total.

Si una plaga no es detectada a tiempo, es cuestión de días que pueda afectar a toda una cosecha originando con ello su pérdida total. Caso característico de lo anterior en el maíz es la plaga del “chahuistle”, el cual es un hongo microscópico que ataca las hojas y los tallos del maíz y que se caracteriza por dejar manchas en las plantas.

Toda plaga que ataca a un cultivo se manifiesta por manchas en la planta, por lo que mediante un monitoreo del cambio de color de la planta se puede determinar en primera instancia si hay posibilidad de presencia de una plaga en un cultivo sano cuyo color de hoja sería uniforme.

Para poder construir a nuestro DRON se utilizaron los siguientes elementos:

- 1 Plataforma para Dron
- 4 Motores Brushless A2212 1000KV
- 4 Controladores de velocidad 30A ESC
- 4 Hélices
- 4 Adaptadores de hélice de rosca
- Pila LiPo 11.1 V 6500 mAh
- Tarjeta Arduino
- Giroscopio y acelerómetro MPU6050
- Barómetro BMP180
- Cámara GOPRO Hero Session



**Figura 1** Elementos utilizados en armado de Dro

Se utiliza una tarjeta controladora arduino para manejar al DRON, y se le agregó una cámara de video con transmisión inalámbrica para lograr el monitoreo de los cultivos. La figura 2 muestra al DRON ensamblado.



Figura 2 Nuestro dron ensamblado

Una vez ensamblado el DRON, se procedieron a realizar pruebas de control sobre sus motores para poder comenzar a volarlo.

A la placa controladora se le agregó un acelerómetro, un giroscopio, un barómetro y un GPS para poder tener un control más preciso sobre nuestro DRON.

Para realizar el procesamiento de video en los cultivos, se utilizó el software LABVIEW de la empresa National Instruments.

Dicho software es bastante amigable para realizar procesamiento de imágenes a través del video filmado.

Se realizaron con el DRON varias pruebas de vuelo en laboratorio antes de que se utilizara para realizar ya el monitoreo real en el campo de cultivo.

Algunas pruebas de vuelo realizadas en los campos de cultivo de San Miguel Zozutla, Puebla; se muestran a continuación:



Figura 3 Pruebas de vuelo con el Dron

Para lograr el procesamiento de video se utilizó el software LABVIEW para así, determinar cuando en alguna planta existe plaga.

Mediante la toma de video, se analizaban las secuencias que nuestro DRON obtenía al momento de hacer el monitoreo de cultivos de maíz en la comunidad de San Miguel Zozutla, Puebla.

Cabe mencionar que nuestro DRON, es controlado de manera automática, mediante su programación y los sensores correspondientes, y no vía un control de radiofrecuencia.

El video tomado por el DRON, se envía de manera inalámbrica a una computadora donde radica la interfaz gráfica para realizar el procesamiento digital de video e imágenes y en base a ello, poder detectar las plagas en el cultivo.

Las siguientes figuras muestran la interfaz gráfica de procesamiento de imágenes obtenidas a través de toma de video para la detección de plagas en cultivos de maíz.

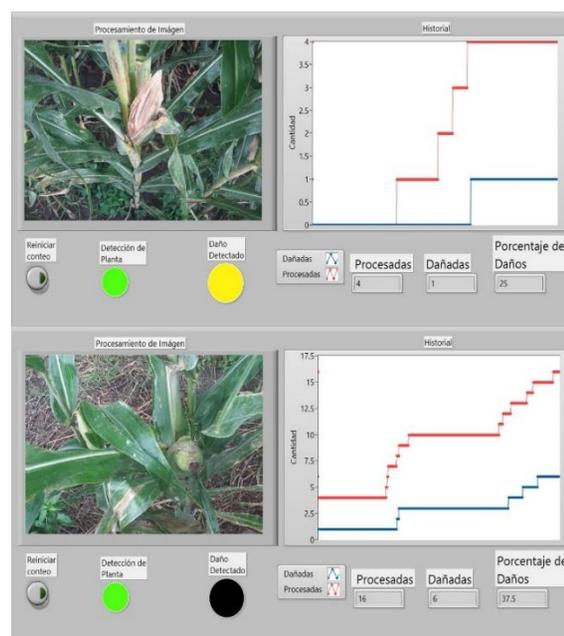


Figura 4. Interfaz gráfica para detección de plagas

## Resultados obtenidos

El presente proyecto tuvo como objetivo lograr que la economía de una región mejorará.

En la comunidad de San Miguel Zozutla, Puebla; la actividad económica más importante es el cultivo del maíz. Los habitantes de esta comunidad dependen económicamente de ello.

Las pérdidas de las cosechas de maíz por ataque de alguna plaga a los cultivos, es una situación que ha provocado una alteración completa de toda la economía de la comunidad.

Si se pudiera de alguna manera detectar la plaga en los cultivos antes de que su efecto provocara la pérdida de la cosecha esto evitaría el daño económico al agricultor y en general a la economía de la comunidad. Para lograr el objetivo anterior, se utilizó a un DRON provisto con una cámara de video para que, de manera autónoma, recorra los cultivos detectando mediante el análisis de las imágenes extraídas del video, si existe algún tipo de plaga en la cosecha para poder así tomar la acción correctiva correspondiente. Esto le permitirá al agricultor proteger su inversión económica, además de mejorar tanto su inversión como la de toda la comunidad.

La utilización de un Dron para la detección de plaga en cultivos de maíz en la comunidad de San Miguel Zozutla, Puebla, resultó benéfico para el agricultor en muchos aspectos, por ejemplo; puesto que generalmente los cultivos de maíz se encuentran retirados de su domicilio, el agricultor para trasladarse a ellos (generalmente en camioneta) para monitorear si no ha aparecido algún tipo de plaga esto le genera gastos en combustibles para su traslado. Lo que el Dron hizo fue facilitar el monitoreo de los cultivos de una manera rápida, eficiente, y el agricultor se vio beneficiado puesto que ya que no invirtió en combustibles y su tiempo lo pudo utilizar en otras actividades que le proporcionarían más ingresos.

En el tiempo que se lleva monitoreando los cultivos, la utilización del DRON le facilitó al agricultor detectar si su cultivo ha sido dañado por alguna plaga de una manera más eficiente comparado a años anteriores, lo que le permitió establecer una reducción en las pérdidas por plagas de un 20 a 25% en su cultivo. Esto se traduce hacia el agricultor en que no se ve afectado por pérdidas en su cultivo y se generan mayores ganancias y principalmente su economía y la de la región no se ven afectadas.

Además, se propicia que el agricultor de la zona monitoreada, no se vea en la necesidad de integrarse a las filas de la delincuencia organizada en el robo de combustible; pues San Miguel Zozutla se encuentra dentro de la denominada zona del "Triángulo rojo".

Las producciones más altas de maíz generalmente se lograron con rendimientos promedio por planta de 150 a 180 gramos.

En una parcela se obtuvieron 12 toneladas de grano por hectárea cuando la densidad de plantas fue de 75 mil, dos toneladas más con respecto al año anterior al detectarse plaga de manera oportuna. En otra parcela se obtuvieron 8 toneladas de grano con una densidad de plantas de 50 mil, media tonelada más que un año anterior.

### Conclusiones

Como se mencionó anteriormente, en la comunidad de San Miguel Zozutla, Puebla, México; para la mayor parte de la población, su principal fuente de ingresos es la agrícola, siendo el cultivo de maíz para el consumo y la venta del mismo, la principal actividad económica.

La comercialización del grano, es de \$8.00 por kilogramo, que generalmente se les vende a las tortillerías de la región.

En una cosecha de 12 toneladas por hectárea, se estima que hay una pérdida del 30% a causa de plagas no detectadas, lo que significa que 3.6 toneladas de maíz son pérdidas y 8.4 toneladas son las que se van a cosechar, lo que equivale a la cantidad de \$67,200.00.

Con el uso de un Dron para la detección oportuna de plagas en los cultivos de maíz, se reduce al menos a un 20% esa pérdida, y así se pueda obtener un 80% real del grano de maíz para la venta.

Lo anterior es el equivalente a 9.6 toneladas de grano, con una estimación de \$76,800.00 recuperando la inversión de \$20,719.50, teniendo como ganancia la cantidad de \$56,080.50 por hectárea, y con el suficiente efectivo para volver a re-invertir en la siguiente cosecha.

Con la ayuda de nuestro DRON, pruebas realizadas hasta el momento indican que si se puede realizar la detección oportuna de cualquier tipo de plaga y con ello DISMINUIR la pérdida económica en un aproximado de \$9,600.00 por hectárea, equivalente al 20% de pérdida por plaga no detectada a tiempo.

La inversión en el sistema de monitoreo mediante un DRON le costaría al agricultor alrededor de los \$12,000.00 lo que implicaría que con lo que el agricultor recupera de pérdidas en hectárea y media se recuperaría la inversión realizada.

Cabe resaltar que ésta técnica de detección de plagas en cultivos de maíz mediante la utilización de un DRON puede ser utilizada para la detección de plagas de cualquier otro tipo de cultivo.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a **PRODEP** por el financiamiento otorgado para llevar a cabo este proyecto con **CLAVE UTTEPU-CA-9**.

### Referencias

García Salazar, José Alberto, y Rocío Ramírez Jaspeado. 2012. *Demanda de Semilla Mejorada de Maíz en México: Identificación de Usos y Zonas de Producción con Mayor Potencial de Crecimiento*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Texcoco, Estado de México. 156 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Censo de población y vivienda. Disponible en <http://www.inegi.gob.mx>

SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012a. Información básica, agricultura, producción anual. Disponible en [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx)

William Bolton, *Mecatrónica Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería*, 5ª Edición, Alfaomega, 2013.

R. Martínez Fernández, *Programación en C*, 1ª Edición, DEXTRA, 2014.

Rajesh Sing, *Arduino-Based Embedded Systems*, 1ª. Edition, CRC Press, 2017.

Vergara Angel, Salazar Eduardo, Zapata Oscar. (Diciembre 2017). *Obtención de la función de transferencia de un motor de DC mediante el análisis de la curva de reacción*. Revista de Aplicación Científica y Técnica, 3, 1-10.