

Sistema de Quemadas Controladas (Sqc) de la Agroindustria Azucarera de Guatemala

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático - ICC -
Ing. Agr. Elmer Orrego - eorrego@icc.org.gt
M Sc. Oscar González - ogonzalez@icc.org.gt

RESUMEN

A finales del año 2013, la Asociación de Azucareros de Guatemala –ASAZGUA– aprobó el proyecto para desarrollar el Sistema de Quemadas Controladas (SQC), tomando de referencia el modelo que desarrolló Colombia. El SQC fue desarrollado por el ICC y tiene tres componentes: 1) Estudiar el comportamiento de la pavesa de la quema de caña de azúcar tomando en cuenta las condiciones meteorológicas, para generar bases técnico-científicas que permitan modelar cada quema; 2) Identificar las zonas sensibles en la costa sur de Guatemala a las cuales la pavesa de la quema de caña de azúcar puede generar impactos; y 3) Crear un sistema dinámico y automático para modelar y registrar la dispersión de la pavesa, y verificar sus posibles impactos en las zonas sensibles identificadas.

Durante las zafas 2013-14 y 2014-15, se desarrollaron experimentos en campo, monitoreando las condiciones meteorológicas, el área de quema, la duración de la



quema y el desplazamiento de la pavesa con "Pavesómetros" (Figura 1), estos aparatos utilizan papel "contact" para que la pavesa quede adherida. Se realizaron 46 experimentos durante las dos zafas, creando seis ecuaciones que permitieron modelar el comportamiento de cada quema, tomando de referencia las condiciones meteorológicas. Las ecuaciones que se generaron son: a) Duración de la quema del cañal; b) Tiempo de vuelo de la pavesa; c) Desplazamiento de la pavesa tipo "A", "B" y "C"; d) Ángulo de dispersión de la pavesa.

Las principales zonas sensibles que se identificaron y en donde la pavesa puede causar algún impacto son: a) Cabeceras municipales; b) Carreteras asfaltadas; c) Franja de dos kilómetros a orilla del océano pacífico; y d) Aeropuertos y centros turísticos de la costa sur.

Con base a lo anterior, se desarrolló una aplicación para teléfonos inteligentes, la cual integra las bases técnico-científicas que se generaron en el componente

uno, así como las zonas sensibles del componente dos. Este sistema al que se le ha llamado inicialmente "SQC", utiliza una aplicación para teléfonos inteligentes que está enlazada a la red de estaciones meteorológicas del ICC, las cuales toman lecturas de las variables meteorológicas a cada 15 minutos, lo que hace que la aplicación realice en tiempo real, la modelación de la dispersión de la pavesa. Además el sistema es automático y dinámico.

PALABRAS CLAVE: Aplicación del SQC, velocidad del viento, estación meteorológica, pavesa, zonas sensibles, dispersión de la pavesa.

I. INTRODUCCIÓN

Cada año, durante la cosecha de la caña de azúcar, hay dos temas que causan un efecto visual significativo a la población en general: a) el transporte de la caña de azúcar cosechada, y b) las quemas de los cañaverales. En el tema de transporte, la agroindustria ha desarrollado acciones para que las jaulas no transiten en carreteras nacionales asfaltadas, siendo los logros más importantes, la construcción de más de 2,000 kilómetros de rutas internas dentro de la zona cañera, con esto se ha logrado que de cada 10 jaulas solo 3 transiten en carreteras asfaltadas y el desarrollo de una política de transporte para toda la Agroindustria, la cual establece normas de circulación, entre otras. Estas acciones han ayudado a disminuir accidentes y congestionamientos. En cuanto a la quema de los cañaverales, desde finales del 2013, el ICC trabaja en el desarrollo de un SQC, para disminuir los impactos de las quemas de los cañaverales. Éste sistema toma como referencia el modelo de Colombia, y cuenta con tres componentes: 1) Estudiar el comportamiento de la pavesa de la quema de caña de azúcar tomando en cuenta las condiciones meteorológicas, para generar bases técnico-científicas que permitan modelar cada quema; 2) Identificar las zonas sensibles en la costa sur de Guatemala a las

cuales la pavesa de la quema de caña de azúcar puede generar impactos; y 3) Crear un sistema dinámico y automático para modelar y registrar la dispersión de la pavesa, y verificar sus posibles impactos en las zonas sensibles identificadas.

El primer componente se desarrolló durante las zafras 2013-14 y 2014-15, y tuvo como resultado la creación de ecuaciones que permitieron modelar el comportamiento de la dispersión de la pavesa. En el segundo componente se identificaron carreteras asfaltadas, cabeceras municipales, aeropuertos, el IRTRA y una franja de dos kilómetros a orilla del océano Pacífico, como las zonas sensibles más importantes. El tercer componente consistió en el desarrollo de una aplicación para teléfono o tableta, que toma en cuenta las ecuaciones del primer componente, y las sobrepone a las zonas sensibles cercanas, logrando con ello predecir los posibles impactos de la pavesa. Esta aplicación es dinámica y automática, porque esta sincronizada con la red de estaciones automáticas del ICC, las cuales toman sus lecturas a cada 15 minutos.

II. OBJETIVO

GENERAL

- Reducir los impactos ocasionados por la pavesa de la quema de caña de azúcar en zonas identificadas como sensibles de la costa sur de Guatemala.

ESPECIFICOS

- Estudiar el comportamiento de la pavesa de la quema de caña de azúcar tomando en cuenta las condiciones meteorológicas, para generar bases técnico-científicas que permitan modelar cada quema.
- Identificar las zonas sensibles en la costa sur de Guatemala a las cuales la pavesa de la quema de caña de azúcar puede generar impactos.
- Crear un sistema dinámico y automático que modele y registre la dispersión de la pavesa, y verifique sus posibles impactos en las zonas sensibles identificadas.

III. METODOLOGÍA

1. Comportamiento de la pavesa

Durante las zafras 2013-14 y 2014-15 se realizaron 46 muestreos, en los cuales se utilizaron de 17 a 26 Pavesómetros y se monitoreo la velocidad y dirección del viento con un anemómetro y veleta portátil (Figura 1). Además se recolectó información de la duración de la quema, el tiempo de vuelo de la pavesa y el área de quema.



Figura 1. Monitoreo de condiciones meteorológicas y caída de pavesa, utilizando el "pavesómetro".

Se utilizaron aparatos llamados "Pavesómetros", elaborados por el ICC, y que consisten en una estructura metálica que soporta una plancha de PVC de 0.60m*0.60m*0.006mm forrada con papel contact, el cual permitió que la pavesa quedara adherida al mismo. La información fue analizada y se utilizó de base para estudiar el comportamiento de la dispersión de la pavesa en cada quema de caña de azúcar.

Además, se crearon categorías para modelar cada tamaño de pavesa, ya que a mayor tamaño menor es su desplazamiento. Se realizó un análisis probabilístico a través del método de Gumbel, para conocer las probabilidades que existen para que cada categoría de pavesa alcance un determinado desplazamiento. Los datos de velocidad de viento y desplazamiento (distancia entre el lote quemado y la ubicación de los Pavesómetros) de cada muestreo, fueron utilizados para realizar un análisis de regresión simple, tomando

en cuenta la velocidad del viento como variable independiente y el desplazamiento como variable dependiente.

Para estimar el cono de dispersión se utilizó la variabilidad de la dirección del viento, ya que esta depende de factores como: la presión atmosférica, la topografía, la temperatura y la velocidad del viento. A medida que aumenta la velocidad, la variabilidad de la dirección del viento disminuye, y a medida que la velocidad disminuye, la variabilidad de la dirección del viento aumenta, generando amplitudes de hasta 180° o más (Venegas y Mazzeo).

2. Zonas sensibles

Las zonas sensibles se definieron con base a la "normas y recomendaciones para la quema de la caña de azúcar" que forman parte de la política ambiental del azúcar de Guatemala. Estas normas fueron desarrolladas a partir de la revisión de legislaciones de países como Colombia, Brasil y Nicaragua, consultas a representantes de ingenios y al estudio del "análisis de la influencia del viento sobre la dispersión de la pavesa en las condiciones de la costa sur de Guatemala" elaborado por el ICC.

3. Sistema de registro dinámico y automático

Este sistema se conforma básicamente en la creación de una aplicación para teléfonos inteligentes y tabletas, que integra toda la información técnico-científica que se generó sobre el comportamiento de la dispersión de la pavesa y las zonas sensibles definidas.

Este sistema es "automático", porque utiliza la red de estaciones meteorológicas del ICC, para triangular y estimar vectores resultantes de la velocidad y dirección del viento, humedad relativa y la temperatura. Es "dinámico" porque utiliza los datos que las estaciones meteorológicas toman cada 15 minutos. "Registra" la consulta que se hace para realizar una quema, lo cual incluye las condiciones meteorológicas y además "verifica" los posibles impactos al traslapar el cono de dispersión con las zonas sensibles.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Comportamiento de la pavesa

Se crearon categorías de pavesa, tomando como referencia la concentración y el tamaño: 1) Alta concentración y 2) baja concentración; A) Gruesa, B) Mediana y C) Pequeña (ver Figura 2). Asimismo, se generaron seis ecuaciones que permiten modelar la dispersión de la pavesa.

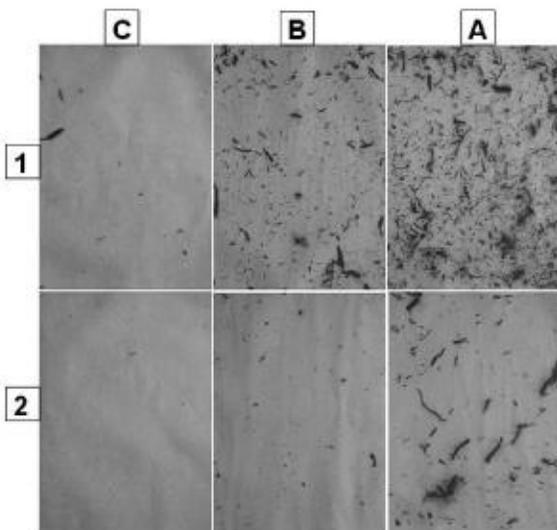


Figura 2. Categorías de la pavesa. Fuente: ICC, 2014.

Se generaron ecuación para estimar lo siguiente:

- Duración de la quema
- Vuelo de la pavesa
- Desplazamiento de la pavesa "A"
- Desplazamiento de la pavesa "B"
- Desplazamiento de la pavesa "C"
- Cono de dispersión

La duración de una quema depende del área y las condiciones de humedad relativa y temperatura. A mayor húmeda relativa y área, mayor es la duración de la quema, la cual puede durar de 15 hasta 90 minutos, dependiendo del área a quemar, la humedad relativa y temperatura. El tiempo de vuelo de la pavesa depende de la velocidad del viento y el máximo desplazamiento de la pavesa "C", ya que a mayor velocidad, mayores son el desplazamiento y el tiempo de vuelo.

Cuando la velocidad del viento va desde 0 hasta 18 kilómetros por hora, la pavesa "A" se desplaza de cero hasta 1,039 metros, la pavesa "B" desde 1,734 hasta 4,837 metros, y la pavesa "C" se desplaza desde 3,438 hasta 4,810 metros. Mientras mayor sea el tamaño de la pavesa, menor será su desplazamiento (ver Figura 3).

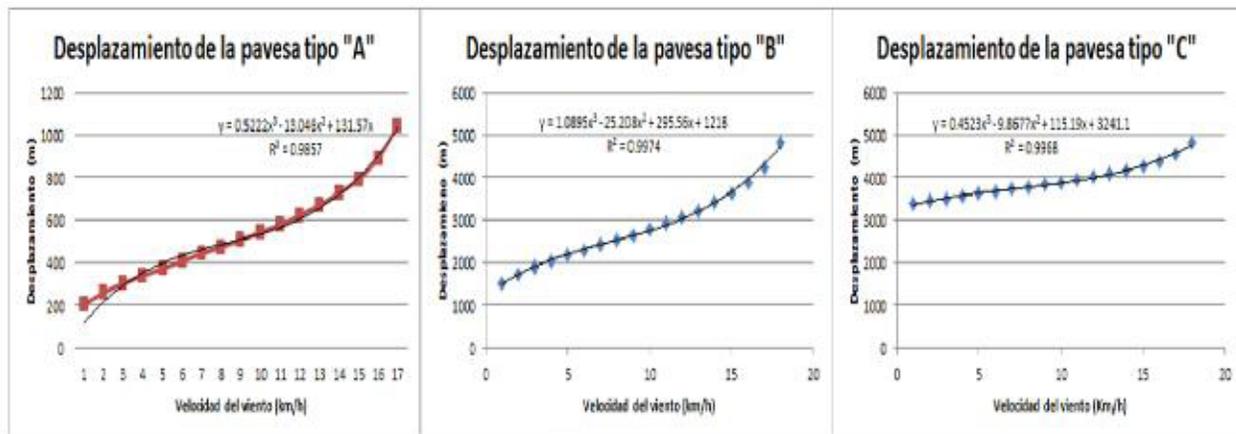


Figura 3. Desplazamiento de cada tamaño de pavesa. ICC, 2014.

El cono de dispersión de la pavesa se ve influenciado por la velocidad del viento. A una mayor velocidad del viento menor es el ángulo de apertura del cono, por lo que la dispersión es de menor rango. Si la velocidad disminuye, el ángulo de apertura se hace más grande

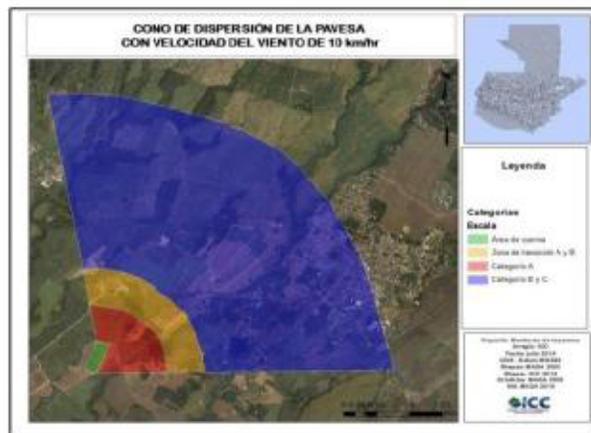


Figura 4. Cono de dispersión de la pavesa. Fuente: ICC, 2014.

Al integrar las ecuaciones del desplazamiento de los tamaños de la pavesa y dispersión se puede dibujar el cono de dispersión de la pavesa (Figura 5).

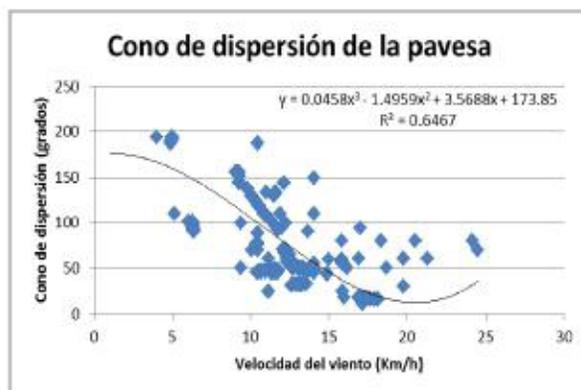


Figura 5. Cono de dispersión y desplazamiento de la pavesa cuando el viento tiene velocidad de 18 km/h y 10 km/h. Fuente: ICC, 2014.

2. Zonas sensibles

Las zonas sensibles fueron definidas como áreas donde la pavesa puede causar un impacto económico y/o visual. Las zonas sensibles identificadas fueron:

(ver Figura 4). Cuando la velocidad del viento va de 0 a 18 km/h, es importante mencionar que el ángulo de apertura del cono no puede ser mayor a 180°, debido a que siempre existen dirección predominante y ráfagas de viento.

- Las principales carreteras asfaltadas de la costa sur.
- Las cabeceras municipales.
- Una franja de dos kilómetros desde la orilla del mar (franja del litoral)
- Centro turísticos como el IRTRA de Retalhuleu
- Los aeropuertos del Puerto de San José y el de la base militar de Retalhuleu.

3. Sistema de registro dinámico y automático

El Sistema de Quemadas Controladas (SQC) desarrollado por el ICC, realiza el proceso siguiente:

- A través del GPS del teléfono inteligente, estima automáticamente las coordenadas del lote a quemar.
- Realiza una triangulación con las estaciones meteorológicas del ICC más cercanas al lote a quemar.
- Estima los vectores resultantes de las variables meteorológicas: temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.
- Estima el desplazamiento de cada tamaño de pavesa y el cono de dispersión.

- Dibuja el cono de dispersión y lo traslapa con las zonas sensibles que se encuentren alrededor.
- Estima el tiempo total de la quema del lote de caña de azúcar (duración de la quema más el tiempo de vuelo de la pavesa) y lo traslapa con los horarios de transición (cambio de dirección del viento que generalmente ocurre de 6:00 a 9:00 Am y de 6:00 a 8:00 Pm) de la estación más cercana.
- Proporciona una recomendación para realizar o no la quema.

Las ventajas de utilizar la aplicación del Sistema de Quemadas Controladas (SQC) son las siguientes:

- Crea un registro de quemadas de caña de azúcar por frente de corte y por ingenio
- Modela los posibles impactos de cada quema programada y no programada para la que se realice la consulta.
- Verifica las condiciones meteorológicas en tiempo real (en el momento de la quema).
- Es automático y dinámico.

La aplicación crea el registro de cada frente de cosecha por ingenio y esta base de datos puede ser consultada por el frente de cosecha o los supervisores. Cada ingenio únicamente puede descargar la información de sus registros en una hoja de cálculo en Excel para su análisis. ASAZGUA puede visualizar todos los registros de todos los ingenios para su análisis.

Se puede consultar el impacto de cada quema no programada (especialmente de las criminales). Para realizar estas consultas la aplicación tiene una opción para modelar dichas quemadas, ingresándole la siguiente información: a) Área quemada; b) Coordenadas del lote quemado; c) Fecha; y d) Hora. La aplicación del SQC modela la dispersión y verifica los impactos de la quema no programada.

El equipo que se recomienda para el uso de la aplicación del SQC es un teléfono inteligente con sistema Android 4.2 o mayor. Las consultas se deben de realizar en el lote que se desee quemar, siempre y cuando existe señal de teléfono. En los lugares donde no exista señal de teléfono, la consulta se puede realizar directamente en el ingenio, utilizando radio comunicación para enviar la información al ingenio, en donde se realizará la consulta a través de una computadora, ingresando un código que le brinda la aplicación en la dirección; <http://redmet.icc.org.gt/quemas/quemamanual>.

En la figura 6 se muestra la pantalla de inicio de la aplicación, la medición del área de quema y el dibujo de la dispersión de la pavesa. La aplicación verifica las condiciones meteorológicas en tiempo real (cada 15 minutos), al estar sincronizada a la red de estaciones del ICC, y la almacena en un servidor.

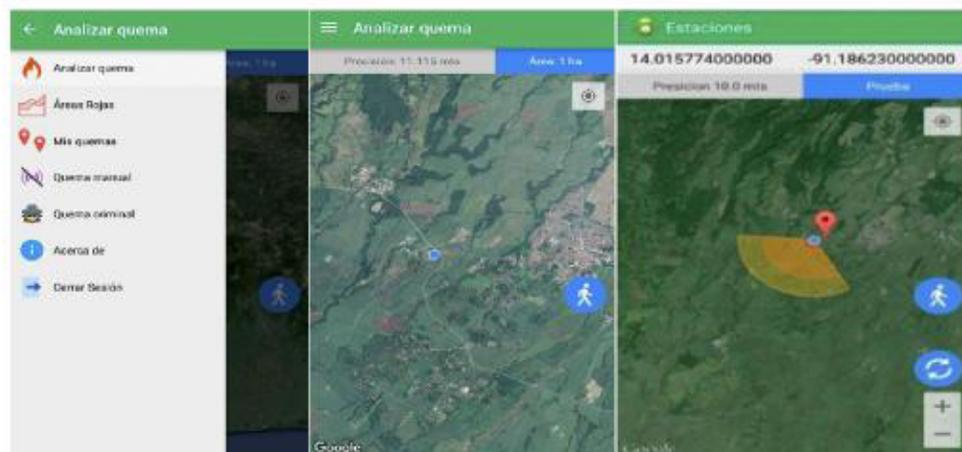


Figura 6. Pantalla de inicio, medición del área y el cono de dispersión.

V. CONCLUSIONES

1. A través de varios muestreos realizados durante las zafra 2013-2014 y 2014-2015, se generaron seis ecuaciones, a través de las cuales se puede modelar el comportamiento de la dispersión de la pavesa, tomando como referencia las condiciones meteorológicas. Las ecuaciones generadas corresponden a los siguientes aspectos: a) Duración de la quema; b) Tiempo de vuelo de la pavesa; c) Desplazamiento de las categorías de pavesa "A", "B" y "C"; y d) El cono de dispersión de las mismas.
2. Las zonas sensibles que se identificaron son: a) Cabeceras municipales; b) Carreteras asfaltadas; c) Una franja de dos kilómetros de la orilla del océano pacífico; d) Tendido eléctrico, aeropuertos y el IRTRA.
3. Se creó una aplicación para teléfonos Android, la cual modela, registra y verifica los posibles impactos de cada quema para la que se realice una consulta con el sistema. Además es automática y dinámica, por estar enlazada a la red de estaciones meteorológicas del ICC.
4. La aplicación del SQC ayudará a reducir los impactos en las zonas sensibles, a respaldar las quemas programadas y verificar los impactos de las quemas no programadas.
5. Durante la zafra 2015-16 será el lanzamiento y prueba, para seguir el proceso de mejora y desarrollo de la aplicación, además será un periodo de aceptación y adopción.

VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Venegas, L. y Mazzeo, N. S/año. La velocidad del viento y la dispersión de contaminantes en la atmósfera. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional. Argentina. Ar.

ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático). 2014. Análisis de la influencia del viento sobre la dispersión de la pavesa en las condiciones de la costa sur de Guatemala. Orrego, E. Suarez, A. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. 49 pág. Gt.

VII. AGRADECIMIENTO

Al personal de cosecha de los ingenios: Magdalena, Madre tierra, Pantaleón y La Unión, por el apoyo para el desarrollo del SQC.