

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DISTRIBUIDO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS PARA EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL VALLE DEL CAUCA

Y. Arias Aria¹ y J. Zambrano Nájera²

¹Estudiante Maestría en Ingeniería – Recursos Hidráulicos Universidad Nacional de Colombia.

²Profesora Asociada Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Civil.

E-mail: yoarias@ingeniomayaguez.com, jdzambranona@unal.edu.co

Introducción

En el Departamento del Valle del Cauca (Figura 1), Colombia se vienen presentando conflictos por el uso del agua desde hace algunos años. Estos se atribuyen al incremento de la demanda, a la disminución de la oferta hídrica superficial y a la falta de gobernabilidad. A su vez los incrementos en la demanda se presentan porque los cultivos existentes en el Valle tienen requerimientos de riego suplementarios, y porque otros usos como el doméstico superan las proyecciones de planificación (Arias Arias, 2015).

Con respecto a la demanda el área sembrada en caña de azúcar pasó de 140 mil hectáreas en 1990 a 230 mil hectáreas en 2014, y se ha detectado que las precipitaciones no son suficientes para cubrir las necesidades de agua de la planta, por lo que el riego se ha tomado como práctica habitual en el 95% del área cultivada en el Valle del Cauca (Cruz & Trujillo, 2004).

Adicionalmente a los incrementos de la demanda, la oferta se ha visto reducida principalmente en los períodos secos del fenómeno del Niño que cada vez han sido más prolongados y con precipitaciones con tendencia a disminuir (Arias Arias, 2015). En el Valle del Cauca las fuentes de abastecimiento están constituidas principalmente por el río Cauca, sus tributarios y por pozos de aguas subterráneas, sobre las cuales en los últimos años se han producido conflictos por el uso de agua debido a las grandes presiones hídricas (Arias Arias, 2015).

También se ha constatado que los sistemas de planificación son muy débiles ya que aunque se han realizado estudios diagnósticos como el estudio de balances de agua por cuenca y reglamentaciones de corrientes, por parte de la Autoridad Ambiental, CVC Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, no se han planteado soluciones definitivas con lo que la situación se ha visto agravada.

Por estas razones, este trabajo realiza un análisis espacio-temporal para determinar la variabilidad de los requerimientos hídricos de la planta, así como de las necesidades de riego, según la variabilidad climática de la zona.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realiza en las cuencas ubicadas en la margen derecha del río Cauca en el Valle del Cauca, Colombia. El departamento se encuentra ubicado al Suroccidente del territorio Colombiano, formando así parte de las regiones Andina y Pacífica, contando con una superficie de 22.140 kilómetros cuadrados, presenta una hidrografía de numerosas corrientes que están conformadas en dos vertientes que son: la del pacífico y la del Río Cauca. En las partes planas del río Cauca se encuentran la mayoría de los cultivos de caña de azúcar y otros cultivos como sorgo, soya, café, plátano, así

como ciudades medianas, pueblos y corregimientos, industrias. Por otra parte, en las partes altas de esta cuenca se encuentra vegetación de páramo.

Inicialmente, se realizó un diagnóstico de balances hídrico. Para el cual se utilizó información de balances oferta-demanda de las cuencas de la margen derecha del río Cauca realizadas de manera agregada, así mismo los planes de ordenamiento de cuenca y la reglamentación de corriente que es el procedimiento mediante el cual se distribuye su aprovechamiento de agua, teniendo en cuenta las características biofísicas, sociales y económicas de su zona de influencia, además de las condiciones actuales y futuras de la oferta y manejo del agua.

Con esta información se realizaron cálculos que permitieron establecer que la cuenca del río Bolo, se encuentra entre las zonas que deben tener prioridades de intervención, debido a la baja disponibilidad de agua en periodos secos. La cuenca hidrológica del río Bolo tiene 43.736,52 hectáreas y de acuerdo al balances hídricos de CVC tiene periodos no abastecidos tales los meses de Julio y Agosto.

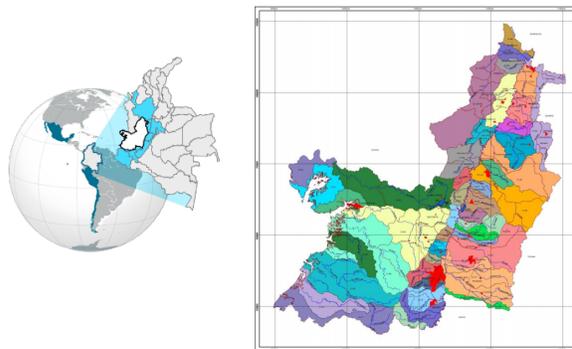


Figura 1.- Cuencas del Valle del Cauca (CVC, 2013).

Metodología

Determinación de la demanda

La demanda, para los diferentes usos: doméstico, servicios, pecuario, recreativo, industrial, y energía, se calcula con información disponible en las reglamentaciones de corrientes, vigentes en las cuencas (Arias Arias, 2015). La demanda se calculó de forma espacial aplicando la ecuación 1, en cada hectárea que se encuentra en caña de azúcar. Para esto, primero se obtuvo el uso agrícola con la información de los mapas de Cobertura y uso del suelo obtenidos de la CVC, en resolución 100x100m. Adicionalmente, se requieren mapas de Precipitación y Evapotranspiración semanal obtenidos mediante la red de estaciones hidrometeorológicas de la CVC y Cenicaña.

$$Da = \sum_{d=1}^{df} \frac{[KcxEtp] - \frac{(Pxke)}{100}}{Kr} xA \quad (1)$$

Donde

Da: requerimiento de agua del cultivo (m³/ha).
Etp: evapotranspiración de referencia potencial
10: es el factor que aplica para convertir a m³/ha
P: precipitación en mm
Ke: coeficiente de escorrentía
lp: duración del periodo de crecimiento
Kr: coeficiente de eficiencia de riego
Kc: coeficiente cultivo

Precipitación y evaporación

Para la información precipitación y evaporación fueron usadas 7 estaciones, las cuales fueron adquiridas a través de Cenicaña (Centro de investigación de la caña de azúcar) y CVC (Corporación autónoma regional del valle del Cauca). Se realizó un control de la calidad de las series utilizadas y se hizo llenado de datos faltantes utilizando el software Suemulador basado en las cadenas de Markov.

Los datos de precipitación y evaporación fueron espacialmente representados, en ArcGis de forma semanal obteniendo 52 mapas de cada variable climática, por el método La interpolación mediante distancia inversa ponderada IDW que determina los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de estaciones.

El coeficiente del cultivo de caña de azúcar (Kc), se obtuvo a partir de reportes de experimentos realizados por Cenicaña (J. R. V. Cruz, 2015). Dicho estudio reportó que en condiciones ambientales del Valle del Cauca, la caña de azúcar puede desarrollar valores según la edad que van desde 0.3 hasta 0.8. Para generar los mapas de edad de la caña se adjudicó un atributo por polígono según la distribución teórica de edad de la caña como se puede observar en la **Figura 2.-** Cuencas del Valle del Cauca (CVC, 2013)

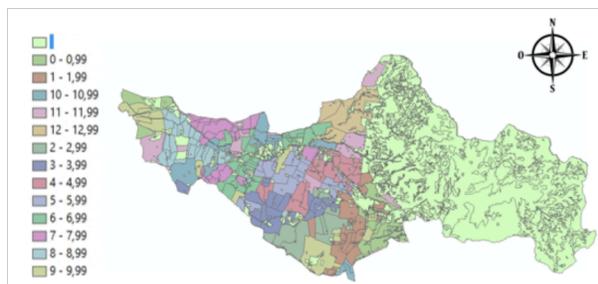


Figura 2.- Cuencas del Valle del Cauca (CVC, 2013).

La eficiencia de riego (**Kr**), en el sector azucarero de Colombia presenta estos rangos: 40-60% para aplicación de riego por surcos, 60-80% para aspersión con cañones. Adicionalmente, el volumen de agua para el riego por surcos promedio para el sector es de 1300 m³/ha (Cruz Valderrama, 2015).

La precipitación efectiva en el cultivo de la caña de azúcar (**Ke**) es alrededor del 80% en precipitaciones entre el 1-12 mm y del 90% en precipitaciones superiores al 12mm (Cruz Valderrama, 2015). Se asume para el cálculo de la demanda un 85% de precipitación efectiva.

Finalmente, se diseñó en Matlab una herramienta de cálculo de la demanda, para las 52 semanas del año con datos medios,

utilizando los mapas antes citados (en forma de matrices en ascci). El programa realiza automáticamente el cálculo celda por celda lo que corresponde a una hectárea, a partir del cual se obtienen salidas gráficas de demanda en cada semana con su matriz de cálculo como se puede observar en la **Figura 3.**

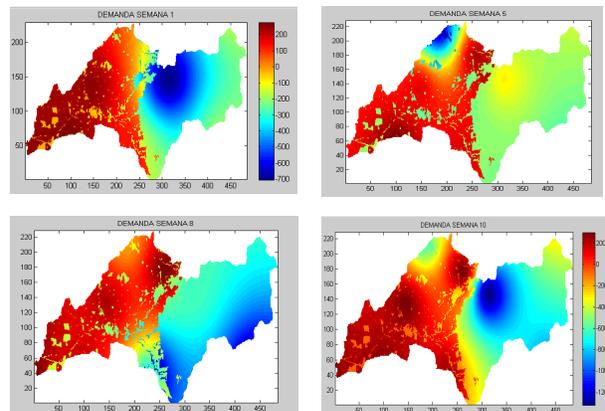


Figura 3.- Mapas resultados de la oferta y demanda.

Resultados

Esta herramienta permite realizar análisis de las épocas críticas, discriminándola por cada semana. Además permite realizar el análisis de las zonas con dificultades de abastecimiento por precipitación, es decir de aquellas zonas de cultivos de caña con déficits y superávits de humedad.

Por ejemplo en la **Figura 3** se observa el cambio de comportamiento de los requerimientos de agua al cabo de 10 semanas, las celdas más rojas representan mayor demanda mientras las azules muestran que no tiene requerimiento hídrico o superavit. Aunque el estudio continua y está pendiente validar los resultados la herramienta ya permite hacer análisis para diferentes temporadas (secas, normal y húmeda).

Aplicaciones

La agricultura de la caña de azúcar depende para el establecimiento adecuado de los cultivos, de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, por tanto poder tener una herramienta que presente la demanda de forma espacial permitirá realizar planificaciones del uso de recurso de una forma más certera y por tanto eficiente en la agricultura, así mismo a nivel de agrupaciones de usuarios, adecuar turnos de riego de forma semanal con una adecuada distribución de recurso hídrico superficial en campo según su prioridad en el territorio.

Referencias bibliográficas

- Arias Arias, Y.** (2015). Anteproyecto: Alternativas de abastecimiento para cultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca. Manizales, Colombia.
- Cruz Valderrama, J. R.** (2015). Manejo eficiente del riego en el cultivo de la caña de azúcar en el valle geografico del río cauca. Cali, colombia.
- Cruz, R., & Trujillo, F. V.** (2004). Y El Manejo Del Riego En Caña De Azúcar (33). el valle del Cauca. Manizales.