

# Efectos de la expansión agroindustrial sobre los ríos

Respuestas desde el modelamiento hidrológico

Jonathan Nogales-Pimentel<sup>a</sup>, Carlos A. Rogéiz-Prada<sup>a</sup> y Thomas Walschburger<sup>a</sup>

El modelamiento hidrológico permite simular diferentes escenarios de desarrollo y prever sus consecuencias a largo plazo. Esta herramienta es útil para el diseño de políticas que minimicen los impactos negativos sobre la naturaleza y aseguren la sostenibilidad de las actividades económicas en la región.

En las últimas dos décadas, la frontera agrícola de la Orinoquia se ha expandido de 1000 km<sup>2</sup> a 8000 km<sup>2</sup> de área cultivada<sup>1,2</sup>. Según el Departamento Nacional de Planeación<sup>3</sup>, más de 150 000 km<sup>2</sup> de esta región son aptos para la agricultura, lo que representa aproximadamente el 45 % de la cuenca del Orinoco. Esta expansión de la actividad agrícola en la Orinoquia plantea desafíos para la gestión del agua. Según el Estudio Nacional del Agua (2022)<sup>4</sup>, se espera que la demanda hídrica de la agricultura se duplique para el 2040 debido al aumento en las áreas de cultivo. En particular, se prevé un incremento del 13 % en la demanda de agua para el cultivo de arroz, una de las principales actividades en la región.

Una **modelación hidrológica** del desarrollo agroindustrial en la Orinoquia<sup>5</sup> revela variaciones significativas en los

Escenarios de área agrícola transformada en la Orinoquia



## Escenario 1

Expansión del 1,51 % de la palma aceitera, el 0,12 % del arroz, el 0,08 % de la silvicultura y el 0,04 % de la soya.

## Escenario 2

Conversión del 14,27 % del paisaje en agricultura, dividiendo el área en partes iguales entre los cinco productos básicos (palma de aceite, arroz, silvicultura, soya y pastos para el ganado).

## Escenario 3

Expansión del 10,61 % de la agricultura (dividida en partes iguales entre arroz y soya), el 13,53 % de la ganadería, el 6,97 % de la silvicultura y el 12,54 % de los cultivos agroforestales (asignados a la palma de aceite).

## Escenario 4

Expansión del 10,61 % de la agricultura (dividida en partes iguales entre arroz y soya), el 13,53 % de la ganadería, el 6,97 % de la silvicultura y el 12,54 % de los cultivos agroforestales (asignados a la palma de aceite).

potencial de generar cambios drásticos en la hidrología de la región, aumentando la **vulnerabilidad** de los ecosistemas y las comunidades locales a eventos extremos como sequías e inundaciones.

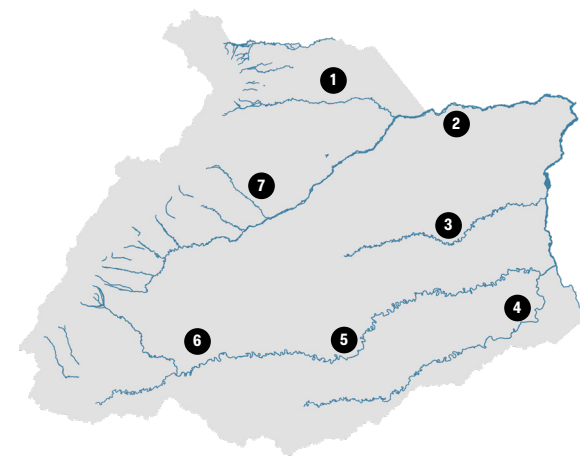
Dada la complejidad de los impactos de la expansión agroindustrial, es crucial que los tomadores de decisiones utilicen herramientas de modelación que ofrezcan una perspectiva integral y detallada de la macrocuenca. Estas herramientas son fundamentales para simular diferentes escenarios de desarrollo y prever sus consecuencias a largo plazo, ya que permiten identificar y evaluar los riesgos asociados a la alteración de los flujos hídricos y la capacidad del ecosistema para soportar cambios.

Así mismo, es urgente que los procesos de planificación territorial

flujos de agua durante periodos de lluvia reducida y reducciones de hasta un 85 % en más del 50 % de la cuenca del Orinoco colombiano. En los escenarios más extremos, los ríos Meta, Vichada y Guaviare experimentarán reducciones en sus flujos de hasta 95 %, 98 % y 50 %, respectivamente. Estos cambios no solo impactarían la disponibilidad de agua, sino que también podrían alterar los ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen de ellos.

Si se consideraran los efectos potenciales del **cambio climático**, el panorama resulta aún más crítico. Las tendencias climáticas para la región indican un aumento en las temperaturas y una disminución en las precipitaciones, lo que podría exacerbar la reducción de los flujos hídricos<sup>4</sup>. Estos factores climáticos, combinados con la expansión agroindustrial, tienen el

adopten enfoques multidisciplinarios que integren la modelación hidrológica con la planificación del uso del suelo. Esta integración es fundamental para comprender cómo las actividades agrícolas y la **transformación del uso del suelo** impactan **servicios ecosistémicos** (como la regulación natural de los flujos hídricos) esenciales para el mantenimiento de los **socioecosistemas**. Además, es vital para evaluar cómo estos cambios afectan la **resiliencia** de los ecosistemas y el bienestar humano frente a las intervenciones humanas. Un enfoque colaborativo y bien coordinado puede generar estrategias más efectivas y sostenibles, promoviendo un desarrollo agrícola que respalde la sostenibilidad socioambiental en la Orinoquia colombiana.



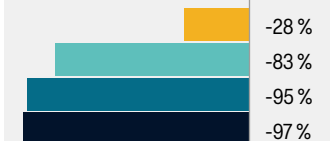
## Cambio porcentual del Q95 de la curva de duración de caudales

Escenario 1  
Escenario 2  
Escenario 3  
Escenario 4

### 1 Río Casanare



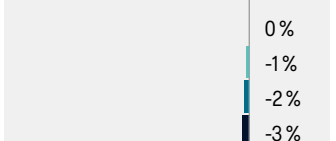
### 2 Río Meta



### 3 Río Vichada



### 4 Río Inírida



### 5 Río Guaviare



### 6 Río Ariari



### 7 Río Cravo Sur



El índice **Q95** se refiere a un valor específico del caudal de un río o corriente de agua. Representa el caudal que es igualado o excedido el 95 % del tiempo en un periodo dado. Es decir, indica el límite de caudal bajo o el nivel mínimo de agua que se espera la mayor parte del tiempo.

