

Resumen del proyecto

Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia (RECAR-BA)



Resumen final del proyecto

"Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia"

Client	RVO - Netherlands Enterprise Agency
Contact	Eveline Mars
Reference	PVW4A20042

Document control

Version	0.1
Date	23-12-2021
Project nr.	11206852
Document ID	

Doc. version	Author	Reviewer	Approver	Publish
0.1	Marta Faneca Betsy Romero	Pieter Pauw	Otto de Keizer	

Introducción

La producción de banano en el departamento del Magdalena en Colombia (que representa el 30% de la producción del país), está amenazada por varios factores, entre otros, la escasez de agua dulce para el riego, la salinización del agua y de los suelos, y la falta de sistemas de riego apropiados. Estos peligros conllevan pérdidas económicas para los agricultores o incluso el abandono de sus tierras. Además, las zonas de producción de banano se encuentran entre dos sistemas de gran importancia y capital natural y cultural (la Ciénaga Grande de Santa Marta y la Sierra Nevada de Santa Marta), por lo que una gestión adecuada del agua es indispensable para mantener y proteger los ecosistemas colindantes.

En diciembre de 2020, el Gobierno de los Países Bajos asignó el proyecto *Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia (RECAR-BA)* a Deltares y entidades socias (IHE Delft Institute for Water Education, Wageningen Environmental Research y Fundación Herencia Ambiental Caribe), con el fin de aportar a sus esfuerzos de cooperación internacional en Colombia a través de la Embajada de los Países Bajos en Colombia, encaminados a mejorar la sostenibilidad de las cadenas productivas del sector agrario. Las empresas comercializadoras de banano Banasan y Tecbaco-Agrovid, la asociación de bananeros ASBAMA, y la asociación de usuarios Asoriofío, han sido las contrapartes del proyecto en Colombia.

El objetivo de este proyecto es explorar técnicas alternativas de gestión del agua y específicamente de los sistemas de recarga artificial de acuíferos (RAA), para contribuir a mejorar la gestión de los recursos hídricos en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, y avanzar en la producción sostenible de banano (y plátano) en la zona. La RAA se define como la práctica de almacenar agua en el subsuelo cuando hay un exceso de agua superficial, y extraerla posteriormente cuando se necesita.

El proyecto está dirigido a los medianos productores de banano de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla en el departamento del Magdalena. Los resultados de este proyecto informan de la viabilidad de las técnicas de recarga artificial de acuíferos en la zona, y propician los primeros pasos para que los productores puedan adaptarlas. La adaptación de las técnicas de RAA contribuirá a que la gestión del agua para los cultivos de banano, avance hacia un esquema sostenible, y de esta forma se facilite que los usuarios del agua puedan tener un acceso justo y equitativo al agua.

Metodología y resultados

Con el objetivo de realizar un estudio de viabilidad de las técnicas de RAA, se trabajó en 1) un análisis hidrogeológico para determinar si las técnicas de RAA técnicamente serían viables en el contexto hidrogeológico de las cuencas estudiadas, y seleccionar las zonas potenciales para su adaptación, 2) un balance hídrico para identificar la disponibilidad de agua para infiltrar, 3) escenarios climáticos para estimar el agua disponible a futuro, 4) la identificación de las técnicas más apropiadas para la zona, 5) la identificación de los factores que podrían limitar su adopción, y 6) un análisis de costo-beneficio.

Las actividades del proyecto están enfocadas en tres escalas de trabajo: 1) la totalidad del área de las cuencas de los ríos Frío y Sevilla y el acuífero cuaternario; 2) la zona de

cultivos de banano en las cuencas de los ríos Frío y Sevilla; y 3) las fincas de producción de banano.

Un análisis de los actores involucrados permitió definir la estrategia de participación más adecuada de los diferentes actores. Según su interés y conocimiento, los actores participaron en uno o varios de los siguientes espacios: reuniones de trabajo, reuniones de socialización o talleres de codecisión y codiseño. Los actores que participaron en estos espacios además de las contrapartes del proyecto son CORPAMAG, Aguas del Magdalena, Parques Nacionales Naturales de Colombia, WWF, IDEAM, INVEMAR, Good Stuff International, AUGURA, FAO, Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta, y Servicio Geológico Colombiano, entre otros.

Análisis hidrogeológico, balance hídrico y escenarios futuros

Para el análisis hidrogeológico se realizaron modelos conceptuales hidrogeológicos del área de estudio. Esto se hizo a dos escalas: nivel regional y de finca, en base a información recopilada de diferentes instituciones locales y, principalmente, de Banasan y TECBACO-Agrovid. Los datos utilizados consistieron en perfiles litológicos, tomografías eléctricas, niveles hidrostáticos, tasas de bombeo y descensos en el área de estudio. En base a ello se determinó principalmente:

- Presencia limitada del acuífero no confinado, con capas de arcilla generalmente bastante gruesas en la parte superior, y muy probablemente el nivel freático es demasiado superficial para permitir balsas de recarga. No obstante, algunas zonas parecen mostrar una mejor conectividad con la primera capa acuífera principal.
- En el sector de la Aguja también existe una capa continua de gran espesor a relativamente poca profundidad, hacia el este (finca Llanos y parte más oriental de la finca Neerlandia), con valores de transmisividad intermedios.
- La recarga natural del sistema es reducida, más acentuada hacia el piedemonte
- La interacción natural entre el río y el acuífero es limitada, debido a la presencia generalizada de arcilla y otros sedimentos finos.

El balance hídrico fue realizado en base a información local e información satelital. En el caso de la disponibilidad hídrica, se consideraron los ríos Frío, Sevilla y Orihueca, el caudal ambiental, y la disponibilidad de agua por recarga difusa. En relación con la demanda, se consideró la demanda urbana, demanda de la Palma africana, otros usos y, con mayor detalle, la demanda de agua del cultivo de banano. Las principales conclusiones del balance hídrico son las siguientes:

- La disponibilidad de agua en la Zona Bananera está dominada por las aguas superficiales de los ríos Frío, Sevilla y, en menor medida, Orihueca.
- La recarga por precipitación es muy baja en el noroeste debido al mal drenaje y al alto contenido en arcilla de los suelos. Esta aumenta hacia el sureste, en particular debido a los suelos más arenosos y al mejor drenaje, especialmente en el piedemonte. Las precipitaciones también aumentan hacia el sureste.

- La disponibilidad de agua superficial en la estación seca es muy baja e insuficiente para satisfacer la demanda, que es elevada durante esa estación. Existe un déficit hídrico estructural de agua superficial de hasta 68Mm³/año, por lo que la mayoría de las fincas utilizan aguas subterráneas para cubrir parte del déficit. Sin embargo, la disponibilidad de agua en la estación húmeda es mayor, y en términos anuales es suficiente para satisfacer la demanda incluso en los años más secos. Esto incluye la consideración de los caudales ecológicos, lo que significa que sólo un porcentaje (20-30%) del agua disponible puede utilizarse para satisfacer la demanda. En la zona del Río Sevilla la situación es más crítica para las aguas superficiales, ya que el porcentaje del agua disponible para satisfacer la demanda es bajo como consecuencia de la elevada demanda de caudales ecológicos.

El análisis de cambio climático se llevó a cabo utilizando cinco modelos globales y dos escenarios (RCP4.5 y 8.5) y calculando la proyección en tres periodos futuros (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100). Para reducir los sesgos, se ajustaron las proyecciones con los valores históricos utilizados en el análisis de balance hídrico. Los resultados del análisis son los siguientes:

- Existe un claro impacto del cambio climático en la zona, con una previsión de aumento de la temperatura muy consistente.
- El impacto del cambio climático sobre las precipitaciones es más incierto, aunque se espera una reducción significativa.
- El impacto sobre la recarga en la zona bananera es sustancial, con una reducción significativa de la recarga estimada entre el 15% en la primera parte del siglo, incluso para el escenario de cambio climático menos extremo, hasta el orden del 70% para el peor escenario de cambio climático a finales de siglo.
- El impacto del cambio climático sobre la disponibilidad de agua de las cuencas del Río Frío y Sevilla, que son las principales fuentes de agua para satisfacer la demanda, sólo puede estimarse a título indicativo, pero también muestra una clara reducción, que oscila entre el orden del 5% en la primera parte del siglo, el 10% a mitad de siglo, hasta el orden del 25% a finales de siglo, en función del escenario de cambio climático considerado.

Las conclusiones de estos análisis indican que actualmente se riega alrededor del 100% de las necesidades totales de agua. Sin embargo, existe un déficit hídrico estructural (déficit de agua superficial), por lo que la mayoría de las fincas utilizan aguas subterráneas. En caso no se utilizara agua subterránea para suplir el déficit (es decir, si no se llegaran a suplir las necesidades de riego del cultivo), se estima un 9-30% menos de rendimiento de cultivos. Todo esto se agrava durante los eventos de El Niño, ya que hay menos agua disponible y más demanda. Por ello, se espera una mayor dependencia futura del agua subterránea, la cual es de una calidad menor a la superficial, y por ende afecta el rendimiento del banano.

Los sistemas de RAA deberían crear una zona con agua de mayor calidad en el acuífero, principalmente con conductividad eléctrica y dureza más baja que la del agua subterránea.

Técnicas de RAA más apropiadas y evaluación de las zonas con potencial para su aplicación

La selección de las técnicas de RAA más apropiadas para la zona se llevó a cabo en colaboración con las contrapartes en Colombia, teniendo en cuenta la hidrogeología de la zona, el ordenamiento territorial, y la percepción que las contrapartes tienen sobre los aspectos culturales que pueden influir en la selección. Se construyó una tabla en la que se compararon técnicas como las piscinas de infiltración, la modificación del lecho del río, el drenaje invertido y los pozos profundos.

Dada la geometría de los acuíferos (profundos y en gran parte confinados), el espacio disponible para implementar las técnicas de RAA, la necesidad de controlar los caudales de infiltración y extracción, y las prácticas actuales de bombeo de agua, se determinó que la técnica más apropiada son los pozos de infiltración.

Para evaluar las zonas en las que los pozos de infiltración se podrían implementar, se siguió una metodología que consiste en combinar dos grupos de criterios: (1) criterios que definen la urgencia de la demanda de RAA, como la tasa de recarga difusa, la competencia por el uso del recurso, la intensidad de los cultivos y la profundidad del agua subterránea y (2) criterios que definen la idoneidad de las características físicas de la zona para la implementación de la RAA, como la transmisividad del acuífero, la profundidad el techo del acuífero, y el espesor total de capas acuíferas. Los criterios se definieron y evaluaron en talleres con los actores, y después se reforzó su evaluación con la información de la zona (proporcionada por las contrapartes y los actores o recogida en campo). Las zonas evaluadas se clasificaron a las zonas de las que se tenía información.

Los resultados muestran que el mayor potencial para la implementación de las técnicas de recarga está en la zona de la Aguja y de Orihueca.

En base a esta identificación y a otros criterios tales como la accesibilidad, la seguridad, la representatividad de la finca, y el personal disponible para la operación de sistemas de RAA, se seleccionaron las fincas de Banasan y Tecbaco-Agrovid para las que se procedería con el análisis de costo-beneficio y de viabilidad. Las fincas seleccionadas fueron: Neerlandia/Los Llanos, Don Said, Sami, Beatriz-Giselle, Plantación y Manantial.

Estas seis fincas se caracterizaron hidrogeológicamente de forma más detallada. Los perfiles geológicos de las fincas corroboran la viabilidad de realizar la recarga de acuíferos por infiltración por pozos a profundidades específicas al poder encontrarse estratos de material permeable. En el caso de la finca Sami, su configuración geológica permite la posibilidad de realizar recarga de acuíferos por el método de balsas de infiltración debido a la presencia de material permeable en la primera capa.

En base a lo anterior, los sistemas de RAA tienen un gran potencial de ser viables en la Zona Bananera, sin embargo, la falta de datos de la calidad del agua superficial (importante factor limitante) evita que se pueda concluir su viabilidad.

Análisis de costo-beneficio

El análisis para evaluar la viabilidad financiera de las técnicas de RAA en las seis fincas seleccionadas, incluyó el análisis de los costos CAPEX (costos de inversión de capital) y OPEX (gastos operativos), y el de los beneficios directos (beneficios de los agricultores) e indirectos (reducción de la presión sobre los recursos hídricos en la época seca y de los ecosistemas asociados). Los beneficios directos de los agricultores incluyen un mayor rendimiento de los cultivos (entre el 9 y el 30%) debido a la mejora de la disponibilidad de agua dulce (cantidad y calidad) en comparación con el agua subterránea ligeramente salina que los agricultores aplican actualmente durante la estación seca; así como la prevención de riesgos de escasez de agua durante fenómenos climáticos adversos (sequía producida por eventos como el Niño). Otra ventaja de prevenir el estrés de los cultivos es una reducción en el uso de agroquímicos (de un 10%), ya que los cultivos saludables requieren menos de esos insumos en comparación con cultivos en situación de estrés.

En este análisis de CBA, los costos y beneficios de las medidas (en este caso la inyección de agua en el acuífero) se comparan con el escenario 'Business as usual - BAU'. En este caso, el BAU se define como el sistema actual de producción de banano que utiliza agua superficial siempre que esté disponible, y agua subterránea, con una salinidad más alta que el agua superficial, de forma complementaria durante los períodos secos.

Los resultados del CBA muestran que la relación costo-beneficio (BCR) es >1 en todos los pilotos, lo que indica que los beneficios superan los costos. Los beneficios netos reales (en millones de pesos por VAN) muestran valores positivos para el período de cálculo de 30 años entre 821 millones de pesos en Giselle Beatriz y 22,502 millones de pesos en Neerlandia / Los Llanos.

En cuanto al retorno de la inversión (ROI), éste es positivo después de 5 años para todas las fincas (entre 310% y 165%) menos para Giselle Beatriz y Plantación (entre -21% y 0%). Después de 10 años el ROI es positivo para todas las fincas y varía entre el 430% (Don Said) y el 2% (Giselle Beatriz), y entre 487% (Don Said) y el 13% (Giselle Beatriz) al cabo de 15 años.

Así, invertir en pozos de recarga de agua subterránea es rentable para todos los pilotos seleccionados teniendo en cuenta el rendimiento obtenido del banano y la reducción de los insumos agroquímicos. El retorno de la inversión es más del 400% después de 15 años para algunas fincas. Además, se espera que la inversión tenga un impacto positivo en la calidad del agua del CGSM que, por lo tanto, puede conducir a la mejora de los servicios ecosistémicos.

Identificación de factores limitantes

Con el objetivo de entender qué factores podrían limitar la adopción y escalamiento de las técnicas de RAA, se llevó a cabo un taller con los actores, análisis que se complementó con información obtenida a lo largo del proyecto. Los factores se dividieron en técnicos, socioculturales y financieros. El resultado del análisis indica que los factores más importantes a tener en cuenta son: la calidad del agua a infiltrar, la presencia de profesionales locales con experiencia en técnicas de RAA, la salinidad de las aguas subterráneas, la existencia de sitios sagrados, y la presencia de grupos armados al margen de la ley.

Las recomendaciones en cuanto a estos factores limitantes son: 1) antes de instalar cualquier sistema de RAA, se requiere iniciar un estudio de calidad de agua que abarque un periodo de como mínimo un año e incluya el muestreo de las aguas superficiales y subterráneas en varios puntos, 2) evaluar la ubicación de los sitios sagrados en la zona, 3) capacitar a expertos locales en el tema de la RAA.

La calidad del agua para infiltrar es un factor limitante sobre el cual se requiere mayor información. La salinidad del agua subterránea medida es generalmente más alta que la del agua superficial (es decir, el agua a infiltrar es de mineralización más baja) por lo que se considera que la salinidad es un factor limitante intermedio. No obstante, es necesario considerar otros problemas de la calidad del agua superficial, como por ejemplo la turbidez, el carbono orgánico disuelto y los metales disueltos.

Otras actividades llevadas a cabo dentro del proyecto son el desarrollo de un plan de trabajo para la implementación de un proyecto de demostración de RAA, y el desarrollo de la demostración conceptual de un sistema de apoyo para decidir la idoneidad de implementar un sistema de RAA en un lugar concreto.

Recomendaciones y pasos futuros

Los sistemas de RAA pueden ayudar a hacer una gestión más sostenible de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Frío y Sevilla, ya que permitirían el uso conjunto de aguas subterráneas y superficiales, y conllevarían los siguientes beneficios:

- Quitar presión sobre el recurso superficial en la época seca y dejar más agua para otros usuarios, incluyendo la naturaleza
- Reducir la dependencia de los cultivos del agua superficial en la época seca, reduciendo así el riesgo de no tener suficiente agua y el riesgo de estrés del cultivo
- Reducir el riesgo y las incertidumbres de un descenso de los niveles de agua subterránea, y por ende de su disponibilidad para los diferentes usuarios
- Aumentar el rendimiento del cultivo (se estima en un 10%) y los beneficios de los productores al permitir un acceso a agua subterránea de mayor calidad

Así, se recomiendan las técnicas de RAA como una solución para evitar la pérdida de producción del banano y reducir la presión sobre los recursos hídricos en la cuenca.

También se recomienda llevar a cabo una demostración de RAA en la región. Éste permitirá: 1) generar confianza por parte de los potenciales usuarios para adoptar una técnica nueva para la región y 2) ajustar el análisis de costo-beneficio, con lo cual contar con datos precisos y locales que estimulen la adopción de las tecnologías.

Uno de los aspectos que requiere atención, es el estudio de la calidad del agua a infiltrar, y de su efecto en el aumento del rendimiento del banano. Se recomienda hacer un estudio específico sobre la calidad del agua que se infiltraría y se podría recuperar, y el potencial efecto de esta en el rendimiento del banano.

A mediano y largo plazo, existen iniciativas de uso eficiente del agua en el territorio que son interesantes para escalar la implementación de técnicas de RAA en el territorio, como lo son el proyecto GEF para la conservación y recuperación de la CGSM, las iniciativas del Programa Herencia Colombia, entre otras, o como las lideradas por CORPAMAG para el sector bananero y por WWF en el marco de la Plataforma de Custodia del Agua.

Más información

Explicaciones más detalladas de las actividades del proyecto se pueden encontrar en los siguientes documentos:

- Para una introducción al proyecto, a la zona de estudio, y a las escalas de trabajo, el lector debe referirse al informe de la Fase I: *Plan de trabajo actualizado - Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia.*
- Para referencias a los resultados del balance hídrico y del estudio hidrogeológico (Fase II), el lector debe referirse al informe: *Análisis de la cantidad y calidad de agua y caracterización de los acuíferos - Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia.*
- Para referencias a los resultados de las zonas potenciales de recarga (Fase III), el lector debe referirse al informe: *Zonas potenciales y beneficiarios - Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia.*
- Para los resultados del análisis costo-beneficio, identificación de factores que afectan la implementación de un sistema de recarga artificial de acuíferos (RAA), plan de trabajo para su implementación y la demostración conceptual de un sistema de apoyo a la toma de decisiones (Fase IV), el lector debe referirse al informe: *Análisis técnico - económico y factibilidad - Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia.*