

## POLICY BRIEF – USO EFICIENTE DE AGUA DE RIEGO EN ARROZ - PERÚ

### CONTEXTO

Debido al aumento de la población, la urbanización, la industrialización y el cambio climático, se precisa un uso eficiente de agua y una estrategia de reasignación del agua en las regiones con estrés hídrico, que oscile entre un 25% y un 40%. Se prevé que esta reasignación provenga de la agricultura debido a su elevada participación en el consumo de agua a nivel mundial (Banco Mundial, 2019). Aunque el Perú se posiciona como uno de los países con mayor disponibilidad de recurso hídrico, también es uno de los países más vulnerables en cuanto a disponibilidad se refiere (Bernex *et al.*, 2017).

Sumada a esta presión, los fenómenos climáticos extremos se hacen cada vez más frecuentes, generando periodos de sequía más intensos y prolongados en diferentes regiones del planeta. Estos fenómenos extremos tienen un mayor impacto sobre los sectores estrechamente vinculados al clima y a la alta demanda de agua como lo son la agricultura bajo riego (ONU, 2014). En el caso del Perú, este sector consume cerca del 89% del agua disponible (FAO, 2015).

El arroz es un componente esencial en la canasta básica familiar en el Perú y su creciente demanda interna lo ha llevado a ser el primer producto agrícola con mayor área sembrada y cosechada en el país con cerca de 447.000 hectáreas de las cuales el 87% se manejan bajo sistemas de irrigación (MINAGRI, 2018). Además del uso del recurso hídrico para la producción de arroz en Perú, existe preocupación por la afectación de la calidad del agua por la continua aplicación de insumo agroquímicos (MINAGRI, 2018).

La Huella Hídrica (HH) es un indicador de sostenibilidad que permite determinar el impacto del sector agropecuario en el medio ambiente, al cuantificar y evaluar el volumen de agua utilizada directa o indirectamente en un proceso productivo, discriminando los posibles usos que se dan al recurso hídrico y el impacto de las diferentes prácticas de manejo. La evaluación de este indicador, además de cuantificar la magnitud del uso de los recursos naturales, permite identificar los puntos críticos de mayor impacto y así identificar los riesgos potenciales a los cuales se enfrenta el sector y, sobre estos, generar y validar diferentes estrategias que permitan desarrollar sistemas más eficientes y ambientalmente sostenibles.

### MARCO METODOLÓGICO

La cuantificación de huella hídrica depende de la disponibilidad de información, en este caso se partió de información primaria en 5 ciclos de cosecha y de información secundaria. Se asume un nivel de incertidumbre lo que significa que los resultados deben ser interpretados con cautela.

El análisis de información generada de forma local, bajo condiciones específicas, permite generar o validar estrategias o planes de acción más efectivos a condiciones locales (Romero *et al.*, 2016).

Para la cuantificación de la huella hídrica en el cultivo de arroz se utilizó como documento guía el estándar “The Water Footprint Assessment Manual” (Hoekstra *et al.*, 2011). Según la Water Footprint Network (WFN), la huella hídrica se define como el volumen total de agua dulce usado por personas, empresas o países para producir, consumir o utilizar bienes y servicios. Este indicador tiene en cuenta los usos directos e indirectos del agua y tiene especificidad espacio-temporal (Franke *et al.*, 2013; Hoekstra *et al.*, 2011).



### ESPECIFICIDAD ESPACIO-TEMPORAL

El espacio geográfico definido fue: regiones productoras de arroz: costa Lambayeque y selva Amazonas. El espacio temporal fue entre Dic 2018 y Ene 2020, sólo se consideró la fase de cultivo hasta la obtención de arroz paddy, para evaluar las cargas ambientales. Las etapas de poscosecha, distribución, consumo y disposición de residuos quedan fuera del alcance del presente estudio. El enfoque utilizado se le conoce como “De la cuna a la puerta” (“Cradle to gate”). Los datos fueron colectados de estaciones meteorológicas para precipitación, temperatura, y con aforadores de caudal tipo canaleta RBC a entrada y salida de cada lote, con sensores automáticos de lámina de riego, y prácticas de manejo colectadas y digitalizadas. Para la estimación de evapotranspiración (ET), se utilizó el programa CROPWAT de la FAO.

### CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA HH

A partir de los lineamientos de la WFN, la determinación de huella hídrica de un proceso incluye la estimación de tres componentes: huella hídrica azul (HH azul), huella hídrica verde (HH verde) y huella hídrica gris (HH gris). (Romero *et al.*, 2016).



La huella hídrica azul es la cantidad de agua extraída de un cuerpo de agua superficial o subterránea, y está compuesta por los diferentes usos del agua de riego en el sistema (evapotranspiración, incorporación de agua en el producto cosechado, y agua de no retorno), cada uno dividido entre el rendimiento por hectárea, se encontraron valores de cosecha entre 8,49 y 13,02 ton/ha y valores de contenido de humedad en cosecha entre 15,6% y 24,3%, dependiendo de la zona. Se evidenció que en Selva la HH azul por evapotranspiración es menor respecto a costa, los valores de HH azul total son menores en el caso de selva, con un pico más bajo en el segundo ciclo productivo, donde la aplicación de agua de riego fue menor y se obtuvo un mayor rendimiento. Al igual que en la evaluación por componentes, la HH azul total fue elevada en el caso de Chongoyape con cerca de 9.076 m<sup>3</sup> de agua de riego empleadas en la producción de una tonelada de arroz paddy.

Evaluaciones realizadas en sistemas productivos de arroz en los principales países productores, estiman pérdidas por percolación cercanas a 200 mm en cada ciclo productivo (Chapagain y Hoekstra, 2011), valores considerablemente menores a los encontrados al realizar mediciones directas en Uctubamba (390 a 700 mm), Chiclayo (850 mm) y Chongoyape (11.162 mm).

Componente	Selva			Costa	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Chiclayo	Chongoyape
Evapotranspiración (m3/ton)	392,6	310,2	344,4	541,2	504,3
Incorporación (m3/ton)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Agua no retornada (m3/ton)	722,5	408,7	681,1	920,8	8564,2
Total HH azul (m3/ton)	1115,2	719,2	1025,6	1462,1	9076,6

El drenaje (o escorrentía superficial) fue considerablemente elevado en la Provincia de Chongoyape, ya que por cada tonelada de arroz paddy producido, entraron y salieron del sistema en forma de escorrentía 16,783 m<sup>3</sup> de agua (de un total de 21.852,3 m<sup>3</sup> agua/ha). En la Provincia de Chiclayo, por cada tonelada de arroz paddy, se perdió por escorrentía superficial 277 m<sup>3</sup> de agua (2.497 m<sup>3</sup> agua/ha). Mientras que la salida de agua por escorrentía en selva fue cero ya que el agua que ingresó se mantuvo en la poza.

La HH verde es la cantidad de agua lluvia que se utiliza en un proceso, se evapora o se incorpora en un producto (en el suelo se almacena como humedad). Se evidenció que en Selva

(Uctubamba), la HH verde de la campaña 1 y 3 presentaron mayores valores dada la mayor tasa de precipitación (179 y 156 mm, respectivamente); por su parte, en la campaña 2, la tasa de precipitación fue de solo 14 mm/ciclo. En el caso de costa los valores de evapotranspiración verde fueron menores dada la menor relación agua lluvia/agua riego en la zona, siendo aún más acentuado este comportamiento en Chongoyape. Como resultado, los valores de HH verde total fueron menores en el caso de Costa, con un pico más bajo en Chongoyape, donde la aplicación de agua de riego fue mayor y se obtuvo un mayor rendimiento.

Componente	Selva			Costa	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Chiclayo	Chongoyape
Evapotranspiración (m3/ton)	74,1	7,59	142,7	8,26	0,31
Incorporación (m3/ton)	0,03	0,01	0,05	0,002	0,0001
Total HH verde (m3/ton)	74,2	7,6	142,8	8,26	0,31

La HH gris es el volumen de agua requerido para diluir los contaminantes generados en un proceso hasta alcanzar la calidad exigida por las regulaciones locales, estos contaminantes son principalmente residuos de fertilización (nitrógeno y fósforo) y residuos de plaguicidas, el mayor residuo contaminante fue causado por la fertilización nitrogenada, exceptuando el caso de la campaña 3 de Uctubamba, donde la fertilización fosforada fue el mayor contaminante. Los datos de huella gris presentaron amplias diferencias debido a los manejos contrastantes entre parcelas. Para la zona Selva, los datos de HH gris estuvieron entre 332 y 1.509 m<sup>3</sup>/ton. La primera campaña presentó la mayor HH gris, lo cual estuvo directamente relacionado por una alta aplicación de fertilizantes nitrogenados (ver Tabla 2). Por su parte, la campaña 2, que obtuvo la menor HH gris, se destacó por un uso más bajo de plaguicidas y un mayor rendimiento, por consiguiente, se obtuvo una reducción de 78 y 49% con respecto a las campañas 1 y 3, respectivamente.

Componente	Selva			Costa	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Chiclayo	Chongoyape
Nitrógeno (m3/ton)	1509,2	332,5	332,6	1047,9	963,5
Fósforo (m3/ton)	1178,0	289,2	655,1	432,4	709,8
Pesticidas (m3/ton)	184,5	243,1	89,4	206,2	83,5
Total (m3/ton)	1509,2	332,5	655,1	1047,9	963,5

Dado los resultados anteriores, se presentan consolidados los valores de huella hídrica total dividida en sus componentes azul, verde y gris, más el indicador adicional de escasez de agua.

Selva	Costa
-------	-------

Componente	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Chiclayo	Chongoyape
HH azul (m <sup>3</sup> /ton)	1115,2	719,2	1025,6	1462,1	9076,6
HH verde (m <sup>3</sup> /ton)	74,2	7,6	142,8	8,2	0,3
HH gris (m <sup>3</sup> /ton)	1509,2	332,5	655,1	1047,9	963,5
HH escasez (m <sup>3</sup> /ton)	0	0	0	277,3	16783,7
Total HH (m <sup>3</sup> /ton)	2698,6	1059,2	1823,6	2795,7	26824,1

A nivel mundial se estima que la HH del arroz es aproximadamente 1.325 m<sup>3</sup>/t siendo el 48% HH verde, 44% HH azul y 8% HH gris (Chapagain & Hoekstra, 2011). En Chile, Uribe y Riquelme (2015) indican que es de 953 a 1.225 m<sup>3</sup>/ton compuesta en su mayoría por HH azul (entre 726 y 1.145 m<sup>3</sup>/ton). En Brasil, Chapagain y Hoekstra (2011) estiman que es de 1.521 m<sup>3</sup> de agua. En Argentina la huella hídrica se estimó entre 846 y 987 m<sup>3</sup>/ton de los cuales del 36% al 44% correspondió a HH verde mientras que del 56% al 64% correspondió a HH azul (Marano y Filippi, 2015). Para el caso en específico en Perú, en la literatura se encontró que el valor de huella hídrica estimado es de 6.496 m<sup>3</sup>/ton arroz paddy (Fonseca *et al.*, 2012). Al observar los datos por región, en las provincias de Costa la HH estimada fue de 3.797,75 y 3.536,89 m<sup>3</sup>/ton (Chongoyape y Chiclayo respectivamente), mientras que para el caso de Selva (Utcubamba) el total de la huella fue de 3.961,44 m<sup>3</sup>/ton (Fonseca *et al.*, 2012).

Según los resultados presentados, existe una clara diferencia entre las estrategias de manejo del agua entre las localidades y entre los estudios del 2012 y 2018, mostrando una reducción en el uso de agua en arroz en Perú a excepción de Chongoyape.

## CONCLUSIONES

- En selva, donde el manejo de agua se realiza en pozas cerradas sin salida de agua, la necesidad de lámina es considerablemente menor respecto a Chiclayo donde el volumen de agua aplicado puede ser superior en un 40% y se obtienen rendimientos similares.
- En Chongoyape, la mayor disponibilidad de agua, lleva a un uso de hasta 30 veces más volumen de agua respecto a las demás provincias, lo cual genera una tasa de pérdida de hasta el 98% en percolación profunda y escorrentía superficial, esto no justifica el mayor rendimiento obtenido.
- El uso eficiente de agua en el cultivo de arroz debe encaminarse a la adecuación del terreno para retener mayor cantidad de agua en el lote.
- En selva se evidencia una alta tasa de percolación profunda, la implementación de lámina de agua en épocas específicas del cultivo, contribuirá al uso eficiente del agua.
- Según los resultados los altos valores de contaminación se atribuyen a fertilizantes nitrogenados, por tanto, las prácticas que permitan un uso eficiente de los mismos, van a resultar en menor impacto en cuerpos de agua.

## RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

- La reducción del uso de agua en los sistemas productivos de arroz requiere de la implementación de mecanismos, herramientas e incentivos que permitan controlar y monitorear el ingreso y salida del agua en las parcelas.
- Incentivar el uso de tecnologías digitales para monitorear el uso del agua desde las fuentes naturales hasta el regreso a ella.
- Labores de campo tales como adecuación de suelos con landplane, caballones con nivelación laser y manejo controlado del caudal de entrada, reportan reducciones de hasta el 42% de agua de riego, (Romero *et al.*, 2016), generar incentivos para estas labores conllevará a un mejor aprovechamiento y distribución de agua en la agricultura de Selva y Costa.
- Promover programas de investigación o transferencia en fertilización con base en el análisis de los suelos, fraccionamiento de las aplicaciones, uso de materiales recubiertos de lenta liberación, la incorporación de especies fijadoras de nitrógeno en rotación, con el fin de reducir la fertilización nitrogenada que contamina cuerpos de agua, como también el uso de controladores biológicos que lleven a la reducción del uso de plaguicidas.
- Incentivos y/o apoyo financiero para la construcción de canales revestidos o tubería para la distribución de agua.
- Validación del concepto de usuarios de agua y no consumidores, para los arroceros.
- Establecer planes de propagación y venta de variedades de ciclo corto para épocas con baja disponibilidad de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial, 2014, El agua en la Agricultura, <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>
- Bernex, N., Apaéstegui J., Peña F., Yakabi K., Zúñiga A., Asto L., Verano C., Bauer J., Castro J., Chung B., Gastañaga M., Sánchez C., Espinoza J., Güimac M., Tamariz A., Rosazza E., Robert J., Guyot J., Pastor J. 2017. El Agua en el Perú: Situación y Perspectivas. Instituto Científico del Agua.
- Marano R. and Filippi R. 2015. Water Footprint in paddy rice systems. Its determination in the provinces of Santa Fe and Entre Ríos, Argentina. *Ecological indicators*, 56, 229-236.
- FAO 2015. AQUASTAT Perfil de País - Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia.
- Organización de las Naciones Unidas, 2014. Un Objetivo Global para el Agua Post-2015: Síntesis de las Principales Conclusiones y Recomendaciones de ONU-Agua,
- Romero M., Quintero M., Monserrate F. 2016. Elementos técnicos para la medición de huella hídrica en sistemas agrícolas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 52 p. (Publicación CIAT No. 419).
- MINAGRI. 2018. Informe Coyuntura arroz.
- Hoekstra A., Chapagain A., Aldaya M. and Mekonen M. 2011. The water footprint assessment manual: Setting the global standard, London: Routledge.
- Franke N., Boyacioglu H. and Hoekstra A. 2013. Grey Water Footprint Accounting: Tier 1 supporting guidelines, Value of Water Research Report Series No. 65.
- Chapagain A. and Hoekstra A. 2011. The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. *Ecological Economics*, 70(4), 749-758.
- Marano R. and Filippi R. 2015. Water Footprint in paddy rice systems. Its determination in the provinces of Santa Fe and Entre Ríos, Argentina. *Ecological indicators*, 56, 229-236.
- Fonseca S., Verano Z. and Mariluz S. 2012. Huella hídrica del arroz. *ANA, Perú*.