



Hamil Uribe
Felipe Riquelme

Huella del Agua en Arroz

El concepto de Huella del Agua

El concepto de Huella del Agua (HA) fue introducido por Arjen Hoekstra en el año 2002 por la necesidad de conocer cómo afectan a los recursos hídricos las actividades humanas. Este concepto toma importancia en la medida que aumenta la escasez y degradación de la calidad del agua, asociado a los procesos productivos.

La HA refleja la cantidad de agua que es utilizada para la generación de un producto, como por ejemplo el arroz. Se trata de un indicador que no sólo incluye el uso y consumo de agua fresca por parte del productor, sino que además considera el agua que se contamina durante el proceso productivo.

En términos conceptuales la HA de un producto se representa por la relación entre el total de agua utilizada en su generación y el rendimiento obtenido de dicho producto, es decir volumen de agua por unidad de peso.

La HA se calcula considerando el consumo de agua directo e indirecto asociado a la contaminación en todos los pasos del proceso productivo. De esta forma se llegan a establecer tres componentes que constituyen la huella hídrica de un producto, éstos son la Huella Azul, la Huella Verde y la Huella Gris.

La Huella Azul corresponde al consumo de recursos de aguas superficiales y subterráneas para la producción, refiriéndose a la demanda de evapotranspiración asociada al riego. La Huella Verde se define como el consumo de agua provenientes de la lluvia y almacenada en el suelo. Corresponde a la demanda de evapotranspiración asociada a la lluvia o precipitación efectiva. Por último la Huella Gris se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes basados en las normas vigentes de calidad de agua.

Huella del agua en arroz

Dado que la HA es dependiente de la evapotranspiración, la cual es espacialmente variable, se debe definir claramente la zona donde se hace la estimación. Para estimar la huella del agua del arroz se tiene en cuenta que según el Censo 2007, en Chile existen 21.754,9 ha sembradas con arroz, las cuales se concentran principalmente en la Región del Maule, la que abarca cerca del 80% del total nacional, seguida de la Región del Biobío con un 19% de la superficie y con un pequeño porcentaje la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (Figura 1).

Demanda de agua del arroz y fertilización nitrogenada

Como se mencionó anteriormente la Huella del Agua Azul y Verde se basa en la demanda por evapotranspiración del arroz, la cual se calculó a partir de la evapotranspiración potencial mensual obtenida de los Mapas de distritos agroclimáticos de CIREN y los coeficientes de cultivo (kc) adaptados para Chile de acuerdo a la fenología del cultivo. Los kc, llevados a escala mensual, se muestran en el Cuadro 1.

Parte del consumo de agua por la planta proviene de la lluvia y el resto desde el riego. Para diferenciar estos aportes se estimó la precipitación efectiva (agua lluvia), a partir de precipitaciones mensuales de los Distritos Agroclimáticos, utilizando la ecuación:

$$PP_{eff} = \begin{cases} 0.6PP\left[\frac{mm}{mes}\right] - 10 & PP \leq 70 \frac{mm}{mes} \\ 0.8PP\left[\frac{mm}{mes}\right] - 24 & PP > 70 \frac{mm}{mes} \end{cases}$$

Para la fertilización nitrogenada se consideró una dosis de 100 unidades de nitrógeno por temporada. Se asumió que se pierde un 5% del N aplicado por lixiviación. Bajo estas condiciones se supuso que hay un rendimiento esperado de 8 ton/ha.

Cuadro 1. Coeficientes de Cultivo (Kc) para arroz.

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Arroz	1.2	1.0	0.2							1.1	1.1	1.1

Resultados de huella hídrica en Chile

El Cuadro 2 presenta los valores de huella hídrica para el cultivo de arroz en comunas de las cuencas de los ríos Maule e Itata. Los cálculos se basaron en el rendimiento del arroz con cáscara (8 ton/ha). La huella azul resultó ser siempre la mayor, reflejando la importancia de riego en este cultivo, además de ser creciente hacia el norte, mientras la huella verde crece hacia el sur, asociado al clima que se presenta más lluvioso.

La huella gris fue calculada en forma similar en toda el área arroceras, considerando una fertilización de 100 U de N por hectárea, y un 5% de pérdidas por lixiviación. La metodología aplicada tiene la limitación de ser muy general, pero es la usada normalmente para este cálculo.

Como era de esperar, la huella total tiende a disminuir hacia el sur, sin variar mayormente en dirección este-oeste, esto asociado a los niveles de evapotranspiración del área arroceras.

La Figura 2 presenta una comparación gráfica de las huellas hídricas por cuenca hidrográfica. En estos gráficos se confirma lo antes indicado. La huella hídrica azul es alta en relación a las huellas verde y gris. La huella total decrece hacia el sur, lo mismo que la huella azul, mientras para la huella verde ocurre lo contrario.

Comparación con situación global

La Figura 3 muestra las huellas hídricas calculadas por el "Water Footprint" de los principales países productores de arroz en relación a los valores obtenido por el INIA en Chile.

De 14 países, Chile se encuentra en el quinto lugar, presentando una huella hídrica total 15% menor al promedio mundial de los países arroceros. La huella verde es la más baja (20% del promedio mundial). Sin embargo, eso se compensa con una huella azul alta

Figura 2. Comparación de la huella hídrica del arroz en cuencas de los ríos Maule e Itata.

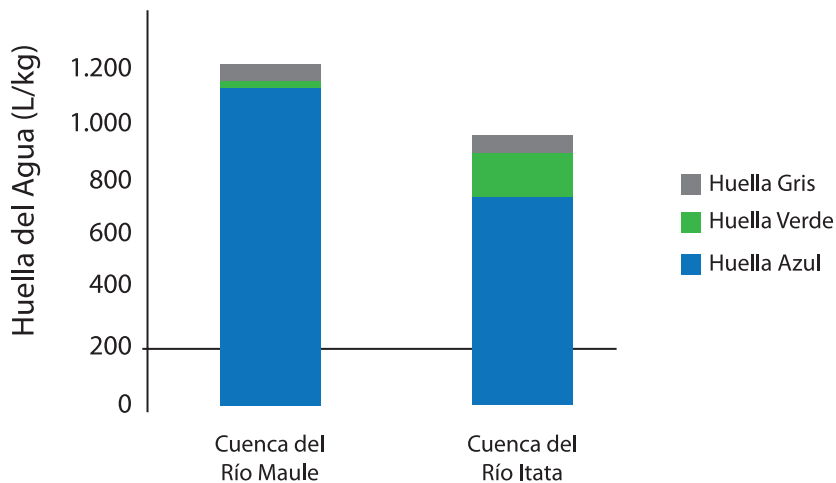
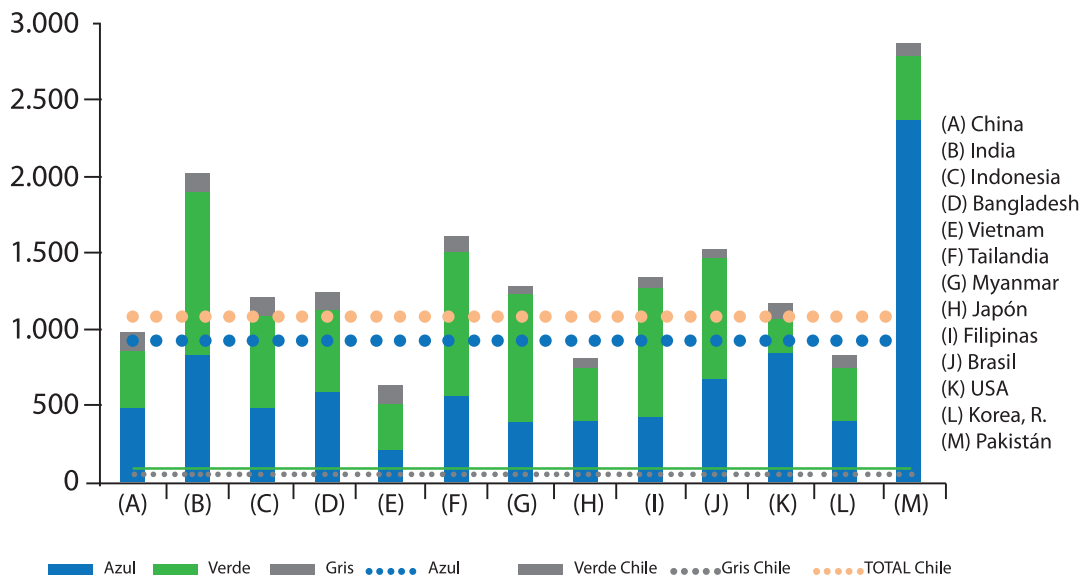


Figura 3. Comparación de huella hídrica del arroz de Chile y los principales países productores.



Comuna	Huella Azul (l/kg)	Huella Verde (l/kg)	Huella Gris (l/kg)	Huella Total (l/kg)
Cuenca del Río Maule				
Talca	1.145,2	17,3	62,5	1.225
Maule	1.131,5	20,5	62,5	1.214
San Javier	1.114,7	12,7	62,5	1.190
Villa Alegre	1.131,1	20,2	62,5	1.214
Yerbas Buenas	1.120,5	10,9	62,5	1.194
Linares	1.132,3	21,2	62,5	1.216
Longaví	1.131,1	21,4	62,5	1.215
Retiro	1.125,1	24,1	62,5	1.212
Parral	1.106,5	24,4	62,5	1.193
Cuenca Río Itata				
San Carlos 1	726,3	164,1	62,5	953
San Carlos 2	754,1	138,8	62,5	955

Cuadro 2. Valores de Huella del Agua para las principales comunas arroceras del país.

(40% mayor al promedio), siendo superado sólo por Pakistán. En ambos casos la explicación sería el clima en que se cultiva el arroz en Chile, además de ser un cultivo de primavera verano en que no hay lluvias.

La huella gris resultó ser una de las más bajas (30% menor que el promedio), explicado por el bajo nivel de lixiviación relacionado al tipo de suelo arrocerero de Chile, que presenta baja infiltración y una capa de tosca impermeable a baja profundidad.

Calculadora de huella del agua

Para facilitar la estimación de la HA a nivel de productores y/o asesores técnicos, el INIA desarrolló una Calculadora de Huella del Agua. Se trata de una herramienta simple que permite estimar la HA en cualquier lugar donde exista cultivo, ingresando los parámetros básicos como rendimiento (ton/ha), nivel de fertilización nitrogenada (U/ha) y porcentaje de lixiviación.

La Figura 4 presenta una imagen de la calculadora. Observar que al seleccionar el cultivo arroz aparecen automáticamente valores de rendimiento, fertilización con N y porcentaje de lixiviación predefinidos, los cuales pueden ser cambiados si se cuenta con información más específica. Además, notar que aparece un mapa en colores del área donde se ha cultivado arroz en las últimas temporadas.

La calculadora permite hacer una estimación para puntos determinados del mapa. Por ejemplo, para un productor de Parral se debe pinchar con el cursor del computador sobre Parral y aparecerán los valores de la Huella Azul, Verde, Gris y Total para dicha ciudad (Cuadro al lado derecho), como se ve en la Figura 5. Además, en la tabla inferior aparecen valores de demanda de evapotranspiración del cultivo, precipitación efectiva y requerimientos de riego netos a nivel mensual.

Se puede acceder a la calculadora a través del sitio web <http://iniariego.cl/ha/ha.php>.

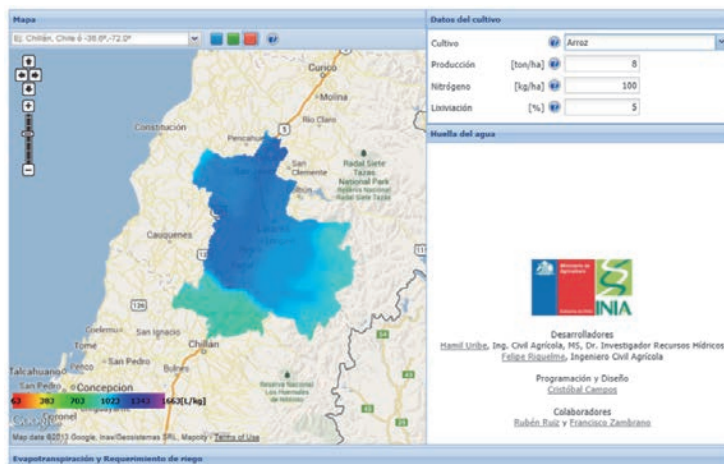


Figura 4. Imagen de la calculadora de HA aplicada en arroz.

Figura 5. Ejemplo de estimación de HA a nivel local (Parral).

