

HUELLA HÍDRICA GENERADA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE UNA HACIENDA GANADERA

**WATER FOOTPRINT GENERATED IN MILK PRODUCTION FROM A
LIVESTOCK FARM**

Recibido: 10/10/2023 – Aceptado: 13/11/2023

Danny Stiven Huera Ordoñez

Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la
Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Tulcán - Ecuador

Postulante a maestría en agropecuaria mención sistemas de producción rumiantes
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

dannystiben1996@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8389-0392>

Washington Orlando Meneses Quelal

Docente de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Tulcán - Ecuador

PhD en Ciencia y Tecnología de la Producción Animal
orlando.meneses@upec.edu.ec
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-9920-5919>

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64.
<https://doi.org/10.32645/26028131.1242>



Resumen

La presente investigación fue desarrollada a 2950 msnm en el norte de Ecuador, provincia del Carchi, cantón Tulcán teniendo como objetivo estimar la huella hídrica para la producción de leche en la hacienda San Guillermo la cual cuenta con 150 hectáreas de las cuales 48,76 hectáreas son dedicadas a la producción de pastos. Para el cálculo de la huella hídrica en leche se determinó las variables de la huella hídrica azul, verde y gris mediante el levantamiento de la información de los siguientes parámetros: rendimiento del forraje verde (kg), porcentaje de materia seca (%MS), consumo de materia seca (cms), producción de leche (l/vaca/día), peso vivo de los animales (kg), consumo de agua directo e indirecto (l), consumo de agua en el establo (l) y consumo de agua para el lavado del equipo de ordeño (l), entre otros. Para el cálculo del consumo de agua en producción de forraje se empleó el software CROPWAT-FAO a través del cual se estimó el requerimiento de agua mediante datos climatológicos del suelo y del cultivo. Se demostró que para producir un litro de leche se necesita 0,81 m³ de agua del cual el 53 % es represando por el requerimiento de agua del cultivo durante todo su ciclo productivo. La huella hídrica por cada litro de leche producido en la hacienda fue de 805,71 litros valor que concuerda con investigaciones de la literatura en donde se manifiesta que por cada litro de leche se necesita alrededor de 1000 litros de agua.

Palabras Clave: Agroalimentarios, consumo, huella hídrica, producción

Abstract

The present research was developed at 2950 meters above sea level in the north of Ecuador, Carchi province, Tulcán canton and had the objective of estimating the water footprint for milk production on the San Guillermo farm which has 150 hectares of which 48.76 hectares are dedicated to the production of pastures. To calculate the water footprint in milk, the blue, green and gray water footprint variables were determined by collecting information from the following data: yield of green forage (kg), percentage of dry matter (% DM), dry matter consumption (cms), milk production (l/cow/day), live weight of animals (kg), direct and indirect water consumption (l), water consumption in the stable (l) and consumption of water for washing milking equipment (l) among others. To calculate water consumption in forage production, the CROPWAT-FAO software was used through which the water requirement was estimated using climatological data of the soil and the crop. It was shown that to produce one liter of milk, 0.81 m³ of water is needed, of which 53 % is dammed due to the water requirement of the crop throughout its production cycle. The water footprint for each liter of milk produced on the farm was 805.71 liters, a value that agrees with literature research which shows that for each liter of milk around 1000 liters of water are needed.

Keywords: Agri-food, consumption, water footprint, production

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

Introducción

El aumento de CO₂ en el aire, la erosión del suelo y la escasez de agua es debido a las actividades de antropización tales como: industrialización, agricultura, deforestación, y aspectos de contaminación, entre otros han ocasionado que el agua dulce de todo el planeta sea cada vez más limitada y la calidad de esta sea amenazada constantemente (Guamán y Ilares, 2019). Superar la escasez mundial de agua dulce es uno de los mayores retos que enfrentan las regiones áridas y deprimidas de todo el mundo.

Las actividades agrícolas y pecuarias han transformado en pradería o potreros las áreas de bosque nativo o de arbustos debido a que ha aumentado el consumo de productos de origen vegetal y animal. El desarrollo de estas actividades requiere aproximadamente el 70% de agua dulce a nivel mundial para producir sus derivados (Molina y Sánchez, 2013). Los sistemas ganaderos son una de las principales causantes de contaminación afectando la disponibilidad y calidad de agua dulce (Muñoz, 2014). Finalmente, la presión sobre los recursos de agua dulce se debe a los efectos del cambio climático y la creciente demanda de productos agroalimentarios impulsados por la urbanización y el crecimiento económico y demográfico.

Por otro lado, el mal uso de los recursos hídricos tiene consecuencias negativas, poniendo en riesgo el desarrollo de la población mundial (Iglesias et al., 2009; Briones, 2022). En este sentido, asegurar el agua para la agricultura es un recurso clave para la sostenibilidad de los medios de vida agrícolas y pecuarios.

En explotaciones ganaderas la falta de agua provoca pérdidas en la producción de leche y carne, en este sentido y con el fin de contrarrestar este tipo de problemas, que al final, son pérdidas económicas para el ganadero se han generado indicadores que permiten cuantificar el uso de agua dentro de las actividades agropecuarias, siendo uno de los indicadores la estimación de la huella hídrica, que permite cuantificar la cantidad de agua que se requiere para producir un producto o sus derivados. Con el estudio de este indicador se puede plantear estrategias de producción más eficaz en el uso racional de agua en haciendas ganaderas (FAO, 2018; Briones, 2022).

El concepto de huella hídrica es el volumen de agua dulce utilizada para producir un producto y se mide a lo largo de toda la cadena de valor del producto, desde la producción de insumos hasta la etapa en que el producto final llega a los consumidores. La estimación de esta huella en el ámbito de la ganadería es un parámetro que ayuda aproximar la cantidad de agua requerida para producir un litro de leche. La huella hídrica medida a lo largo de la cadena de valor del producto se clasifica en azul, verde y gris. La huella hídrica verde es aquella formada por la precipitación, es decir, toda el agua que no se escurre y es consumida por el cultivo. La huella hídrica azul es el volumen de agua consumido por el animal y que puede ser extraída de fuentes superficiales o subterráneas. La huella hídrica gris es aquella que es necesaria para la asimilación de los contaminantes que son generados en el proceso de producción. Finalmente, el concepto de huella hídrica está bien fundamentado en el enfoque de evaluación del ciclo de vida de los productos generados (Briones, 2022 ; Hoekstra, 2013; Vanham y Bidoglio, 2013 citado por Novoa et al., 2016).

El cálculo de la huella hídrica ha sido utilizado como un indicador para realizar estudios medioambientales y de sostenibilidad de consumo de agua dulce. A través de este indicador

se puede identificar el uso indirecto del consumo de agua empleados para producir bienes o servicios, además se puede identificar el consumo directo de agua por individuo o comunidad (Roldan, 2020).

El presente documento se esfuerza por llenar el vacío en la literatura sobre la estimación de la huella hídrica, mientras contribuye positivamente al objetivo de sostenibilidad mediante la evaluación de la huella hídrica en la producción de un litro de leche en el hato de la hacienda San Guillermo.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la “Hacienda San Guillermo” (Figura 1) ubicada a 2950 msnm en el norte de Ecuador (provincia del Carchi, cantón Tulcán), latitud 0,7529 y longitud - 77,7356. La hacienda cuenta con una extensión de 150 hectáreas de las cuales 48,76 hectáreas están dedicadas a la producción ganadera principalmente en el mantenimiento de pastos y mezclas forrajera como: kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), rye grass (*Lolium multiflorum*), trébol (*Trifolium repens*), cada potrero está dividido con cercas eléctricas en los que se aplica un pastoreo rotacional. Además, algunas hectáreas están dedicadas a la producción agrícola de papa, cebada y zanahoria. La hacienda posee un clima ecuatorial frío de alta montaña por lo que su temperatura máxima oscila en los 20 °C y su temperatura media entre 4 y 8 °C. La precipitación anual está entre los 800 y 2000 mm (GADMT, 2021), cuenta con las estaciones de verano e invierno que son cortas y la mayoría nubladas y frescas todo el año (Weather Spark, s.f.). El tipo de suelo es Dystrandept, de origen volcánico: andosoles de color negro con textura franco-arenosa a franca y con materia orgánica (GADMT, 2021).

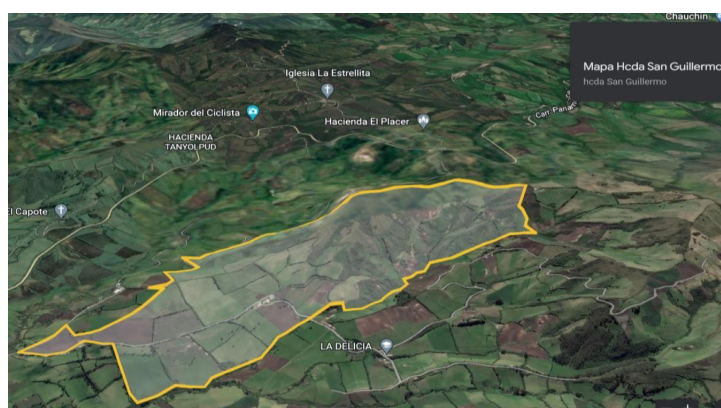


Figura 1: Ubicación de la hacienda San Guillermo en el norte de Ecuador, provincia del Carchi, cantón Tulcán

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

Estimación de la huella hídrica

El cálculo de la huella hídrica (HH), se basó en los datos de los parámetros de producción de la finca (Tabla 1), donde se determinó que existe un total de 196 cabezas de ganado, de las cuales 54 vacas se encuentran en producción con un promedio de 13,13 l/leche/vaca por lo que estas vacas en producción fueron el centro de estudio para determinar las siguientes variables: huella hídrica azul, huella hídrica verde, huella hídrica gris y la huella hídrica de la leche. Para cada una de las variables se levantó la información de los siguientes datos: rendimiento del forraje verde (kg), porcentaje de materia seca (%MS), consumo de materia seca (cms), producción de leche (l/vaca/día), peso vivo de los animales (kg), consumo directo e indirecto de agua (l), consumo de agua en el establo (l) y consumo de agua para el lavado del equipo de ordeño (l), entre otros.

En lo que respecta al cálculo del consumo de agua utilizada en la producción de forraje (l/kg) en la hacienda se empleó el programa CROPWAT-FAO, el cual es utilizado para calcular el requerimiento del cultivo mediante los datos climatológicos.

Tabla 1:
Parámetros productivos de la hacienda San Guillermo

Parámetros	Unidades	Valor
Vacas	Uds	62
Vacas en producción	Uds	54
Vaonas	Uds	39
Terneras	Uds	28
Terneros	uds	12
Toros	uds	1
Peso vivo vacas	kg	500
Peso vivo toros	kg	550
Peso terneras	kg	42
Leche/vaca-ordeño	l/día	13,13
Superficie	ha	150
Superficie disponible pastos	ha	48,76

Cálculo de colores de la huella hídrica Agua azul

Para determinar el consumo directo de agua/día en el hato lechero se consideró el número total de vacas en producción, los litros de leche producidos diariamente y los litros de agua consumidos para producir un litro de leche. En la Tabla 2, se muestra los rangos sobre los litros de agua consumidos para producir un litro de leche realizada en diferentes investigaciones. Con base en la Tabla 2, en esta investigación, se consideró 6 litros de agua por vaca, ya que la mayoría de

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

los estudios estiman este valor en función de las condiciones y parámetros considerados en el hato lechero.

Tabla 2:

Estimación de consumo de agua para la producir un litro de leche

Briones (2022)	6
Malca (2018)	6
CONtextoganadero (2019)	3- 5
Callejo (2014)	4,5 y 5
Luque (2018)	5-6

El consumo de agua en producción se estimó a través de la ecuación 1, propuesta por Briones (2022) y Malca (2018).

$$HHa = LLD \times LAC \quad (1)$$

Donde:

- HHa: Huella hídrica azul LLD: Litros leche/día (l)
- LAC: Litros de agua consumido (l)

Agua verde

Para el cálculo de los litros de agua requerida para la producción de forraje se realizó mediante el requerimiento del cultivo (RAC) en l/kg utilizando el software CROPWAT- FAO, el cual permite realizar los cálculos de requerimiento mediante datos climáticos como: precipitación, temperatura (máxima, mínima y media), humedad relativa, insolación y velocidad del viento, en lo que respecta al cultivo requiere los siguientes datos: duración de etapa de crecimiento (inicial, media y final), coeficiente del cultivo Kc, profundidad de raíces, factor de reducción y rendimiento, altura del cultivo, también requiere datos del suelo como: textura, humedad del suelo disponible total, tasa máxima de infiltración de precipitación, profundidad radicular máxima, nivel de agotamiento de humedad, humedad del suelo inicialmente disponible (Ramírez et al., 2011; Briones, 2022). Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la estación meteorológica Santa Rosa (aeropuerto de Tulcán). Teniendo en cuenta que para el consumo de alimento en materia seca se consideró (CMS) 3 % del peso vivo del animal (PV) como le determina los siguientes autores en sus investigaciones (CONtextoganadero, 2017; Hassán, 2011; Lombardo, 2012).

Para el cálculo HH verde se aplicó la ecuación 2, propuesta por Ríos et al. (2012).

$$HHv = \frac{AC \times A}{H} \quad (2)$$

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

Donde:

- HHv: Huella hídrica verde
- AC: Alimento consumido por el hato (kg/MS)
- A: Litros de agua utilizados para producir 1kg de materia seca (l) H: Número de animales del hato (solo etapa productiva)

Agua Gris

En la estimación de esta huella o agua de servicio están asociadas a las actividades que se realizan en la producción ganadera que corresponden con el lavado de establo y del equipo de ordeño. El agua gris se cuantificó en primera instancia determinando el caudal que tiene la hacienda para realizar las actividades antes mencionadas, posteriormente se determinó el tiempo empleado en realizar las actividades de limpieza. Para el cálculo de la huella gris se aplicó la ecuación 3, propuesta por Briones (2022). En el caso del equipo de ordeño se determinó la cantidad de agua que se utiliza en cada fase de lavado: pre-enjuague, lavado y enjuague.

$$HHg = TXQ \quad (3)$$

Donde:

- HHg: Huella hídrica gris T: Tiempo de lavado (s) Q: Caudal (l/s)

Cálculo de la Huella Hídrica Leche

Para determinar la huella hídrica en la leche se aplicó la ecuación 4, propuesta por Briones (2022); Yalta, (2018); Mekonnen y Hoekstra (2010).

$$HHl = CAA + Uda$$

Donde:

- HHl: Huella hídrica leche
- CAA= Consumo de agua por el animal. Dada por la sumatoria del consumo directo (huella hídrica azul) + consumo indirecto (huella hídrica verde) (l)
- Uda= Uso del agua (huella hídrica gris) (l) PLH= Producción litros leche del hato (l)

Resultados y Discusión

Agua Azul

En la Tabla 3, se muestra la necesidad de 4254,12 litros de agua para la estimación de la huella hídrica azul de 54 vacas en producción, un dato elevado en comparación con la investigación desarrollada por Briones (2022) quien reportó un valor de 3150 litros de agua para 52 vacas

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

en producción. Los resultados evidenciaron la necesidad de un alto consumo directo de agua en el hato, debido a que el animal en producción necesita en promedio 5 y 6 litros de agua para la producción de un litro de leche (Luque, 2018). Además, hay que tomar en cuenta que entre mayor cantidad de animales exista en el hato, mayor será el valor de la huella hídrica independientemente del manejo y la superficie de la finca (Charlon et al., 2014).

Por otro lado, los resultados sobre la estimación del agua azul pueden estar influenciados por el peso vivo del animal ya que a medida que aumente de peso se requiere de más litros de agua (SOMEX, 2021). La condición corporal, estado fisiológico, temperatura, humedad, y precipitación son parámetros determinantes que influyen en la estimación de la huella hídrica azul, ya que de acuerdo con las condiciones climatológicas del sitio de investigación el animal puede consumir mayor o menor cantidad de agua (Malca, 2018). El consumo de agua de un animal es muy importante ya que es un elemento indispensable para el funcionamiento del organismo: digestión de alimentos, metabolismo, transporte de micro y macro nutrientes, oxigenación de sangre, excreción de desechos y control de temperatura, ya que al ser rumiantes producen más calor en comparación con los monogástricos, por lo que una forma de enfriarse es por el aparato respiratorio principalmente en la temporada de verano que es cuando se incrementa el consumo de agua (Pineda, 2019; CONtextoganadero, 2023). También, el requerimiento de agua de una vaca en producción es mayor ya que en la composición de la leche el 90 % es agua (SOMEX, 2021), por lo que mientras más animales haya en producción mayor será el valor huella hídrica azul (Briones, 2022; Charlon et al., 2014). Finalmente, se determinó que cada vaca en producción consume en promedio 78,78 litros de agua, resultados que está entre los rangos óptimos de consumo, es decir, entre 38 y 110 litros de agua/vaca (Duarte, 2011; Molina, 2011; Callejo, 2014).

Tabla 3:
Cálculo de colores de la huella hídrica

vp	ll/v	ll/d	lai/ll	l/v	pv	cms	cms/v	cms/h	laux	ce(l)	clo(l)	la/v	HHa(l)	HHv(l)	HHg
					(kg)	(%)		(kg)	kgms						(l)
54	13,13	709,02	6	78,78									4254,12		
					500	3	15	810	421,53					6322,95	
										817,44	490,46	24,22			1307,9

Nota: vacas producción (vp), litros leche/vaca(ll/v), litros leche/día (ll/d), litros agua ingerida/litro leche (lai/ll), litros/vaca(l/v), peso vivo (pv), consumo MS peso vivo (cms), consumo MS/vaca (cms/v), consumo MS/hato (cms/h), litros agua usados x kg MS (lauxkgms), consumo de agua en el establo (ce), consumo de agua lavado del ordeño (clo), litros agua/vaca (la/v), huella hídrica azul (HHa), huella hídrica verde (HHv), huella hídrica gris (HHg)

Agua Verde

Para el cálculo de la huella hídrica verde se utilizó el software CROPWAT-FAO, en el cual se procesaron los datos climatológicos de la estación meteorológica Santa Rosa (aeropuerto de Tulcán), y los datos del cultivo de la hacienda de estudio. Según la literatura el requerimiento de agua de las praderas de mezclas forrajera de kikuyo, rai grass y trébol, es de 421,53 l/kg/MS (Briones, 2022), lo que supone un aporte del 78,91 % de agua, porcentaje que hace que disminuya la cantidad suministrada de agua en forma directa (Martínez et al., 2016).

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

El resultado de la carga animal en esta finca lechera fue de 3,61 UBA/ha; esto significa, que existe una alta carga animal, contrario a los resultados a nivel cantonal, en los que se reporta un promedio de 2,1 UBA/ha (Chuquín et al., 2016). Estas diferencias son debidas a que existe diferentes prácticas agropecuarias de manejo en los hatos del cantón en relación con la producción del pasto, dejando en evidencia que en la propiedad estudiada existe unas prácticas ganaderas adecuadas por parte del productor gracias al buen manejo de las praderas y a la adecuada implementación del sistema rotacional, que permite mejorar la productividad del hato.

En la Tabla 3, se muestra la estimación de la huella hídrica verde de esta investigación, cuyo valor fue de 6322,95 l/vaca/día. El dato reportado fue parecido a los estudios desarrollados por Briones (2022) quien obtuvo 5829,78 l/vaca/día y a los de Yalta (2018) quien obtuvo 4352,4 y 3953,4 l/vaca/día bajo sistemas de pastoreo intensivo. De igual forma Muñoz (2014) obtuvo datos parecidos de 5244,50; 3363,38 y 3075,52 l/vaca/día en época seca, mientras que en verano obtuvo resultados de 5603,60; 3759,04 y 2948,13 l/vaca/día. Además, los resultados obtenidos evidenciaron que el consumo de agua en esta huella en comparación con las huellas hídricas azul y gris es alta debido al consumo de materia seca por parte del ganado de estudio (Briones, 2022).

Agua Gris

En la Tabla 3 se muestra que la huella hídrica gris estimada en este estudio fue de 1307,90 l/día, valor superior a los obtenidos en Colombia por Hernández et al. (2020) quienes obtuvieron un resultado de 800 l/día. De manera similar Briones (2022) y Marca (2018) reportaron resultados de 989 l/día y 750 l/día, respectivamente. Resultados que dependen del tiempo que tarda el trabajador en realizar las operaciones de lavado, tanto del equipo de ordeño como en el establo, de igual forma depende del caudal que tenga la manguera para el desarrollo de estas actividades. Obtenido un resultado de 24,22 l/vaca/día; dato parecido a lo establecido en Chile en la investigación desarrollada por Salazar y Martínez (2013) quienes encontraron un rango de 30-52 l/vaca/día, de manera parecida NRC (2001) en su estudio pudo determinar el consumo entre un rango de 13 a 27 l/vaca/día. Las variabilidades de este último parámetro suelen estar asociadas al tipo de instalaciones de ordeño y establo (Charlon et al., 2014).

Huella Hídrica

La huella hídrica es la cantidad de agua necesaria para producir un producto, en este caso leche, para lo cual una vaca necesita 805,71 litros de agua/litro de leche (Tabla 4). Este resultado es similar al de Briones (2022) según el cual se necesitan entre 1500 a 400 litros de agua para producir un litro de leche. Además, en Panamá se obtuvieron datos que oscilaron entre 692,93 y 1021,39 litros de agua/litro de leche en tiempo de lluvias (Muñoz, 2014), en cambio en Perú se determinó que para producir un litro de leche se necesita entre 1559,5 a 646 litros de agua (Yalta, 2018), en este sentido se evidenció que los resultados obtenidos en la literatura son muy similares a los obtenidos en esta investigación quedando validado el proceso investigativo sobre la estimación de la huella hídrica.

Tabla 4:
Cálculo de la huella hídrica en el hato lechero de la hacienda San Guillermo

HHa (l)	HHv (l)	HHg (l)	HHl (la)	HHl (la/ll)	HHl (m3)
4254,12	6322,95	1307,90	10578,91	805,71	0,81

Nota: huella hídrica azul (HHa), huella hídrica verde (HHv), huella hídrica gris (HHg), huella hídrica leche (HHl), litro (l), litro agua (la), litro agua/litro leche (la/le)

La huella hídrica láctea en el hato lechero de la hacienda San Guillermo es la suma entre la huella hídrica azul, verde y gris sobre el total de leche producida. En la Figura 2, se muestra que el mayor porcentaje de consumo de agua corresponde a la huella hídrica (53 %), quedando en evidencia que la huella hídrica verde tiene mayor contribución en el momento de determinar la huella hídrica total en la producción de leche. La huella hídrica verde representa el requerimiento de agua para el cultivo en este caso el de las mezclas forrajeras presentes en el hato, este dato puede variar de acuerdo con el manejo de las praderas y al sistema de rotación que se aplica en el hato (Martínez et al., 2016; Corredor et al., 2017).

El agua utilizada para la producción de alimento para vacas lactantes representa aproximadamente el 87 % del total de la huella hídrica. Además, como se evidenció en este estudio se requiere agregar mayor valor al agua verde en lugar del agua azul y gris. Sin embargo, el uso de recursos hídricos verdes debe verse desde una perspectiva competitiva porque el uso de agua verde puede causar privación de agua para los ecosistemas y puede reducir la renovabilidad de las aguas subterráneas y superficiales, lo que representa una grave deficiencia. Preferiblemente los ganaderos deberían centrarse en una mejor gestión de las precipitaciones para aumentar la eficiencia del uso del agua verde y, por tanto, reducir los volúmenes de riego.

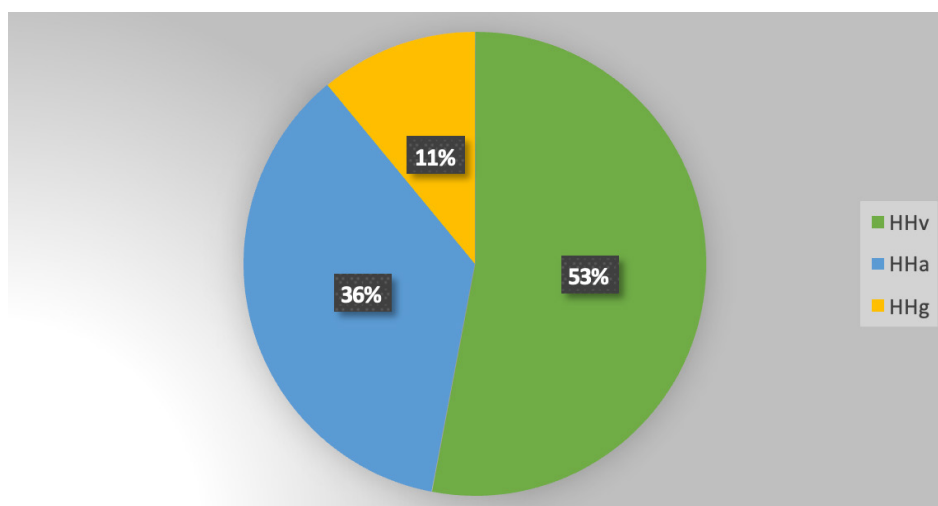


Figura 2: Porcentaje de colores Huella Hídrica
Nota: huella hídrica verde (HHv), huella hídrica azul (HHa), huella hídrica gris (HHg)

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

Al comparar los valores obtenidos de esta investigación con otros estudios previamente realizados (Tabla 5), se pudo determinar que para producir un litro de leche se necesita entre 400-1900 litros de agua, aproximadamente. En esta investigación se determinó que se necesita 805,71 litros de agua/litro de leche un dato que está dentro de los rangos en donde se manifiesta que se necesita entre 1000 litros de agua por cada litro de leche (Lucas y García, 2018; Briones, 2022).

Tabla 5:
Huella Hídrica estimada en la literatura.

Autor	Objetivo de investigación	HHI (la/l)
Briones (2022)	“Determinar la huella hídrica de haciendas ganaderas productoras de leche en la sierra centro norte”	400-1500
Yalta (2018)	“Determinar la huella hídrica, cantidad de agua usada para producir un litro de leche, en las fincas ganaderas del distrito de Florida, Amazonas, Perú”	646-1559,5
Muñoz (2014)	“Calcular la huella hídrica en fincas ganaderas doble propósito como un indicador para mejorar la eficiencia de aprovechamiento del agua de la cuenca del río La Villa, Panamá”	692,93-1021,39
Malca (2018)	“Determinar la Huella Hídrica en la producción de leche del Fundo Cristo Rey, C.P. Otuzco – Cajamarca”	1149
Martínez et al. (2016)	“Determinar la huella hídrica de un hato lechero bajo las condiciones agroecológicas del corregimiento de Roza Municipio de Palmira Valle del Cauca”	1900

Nota: huella hídrica leche (HHI), litro Agua/litro leche (la/l)

Conclusiones

Los resultados de este estudio demostraron que la estimación de la huella hídrica azul de cada vaca en producción fue de 78,78 litros/vaca, evidenciando que estos resultados están dentro del rango de consumo estimado en la literatura, 38 a 110 litros de agua diarios. Se demostró que la huella hídrica verde del hato está asociada a la mezcla forrajera de kikuyo, rai gras y trébol y requiere 6322,95 litros de agua por hectárea, es decir, un 53 % del total de la huella hídrica para la producción de un litro de leche, este resultado evidenció que se requiere aplicar estrategias de manejo como aplicación de sistemas silvopastoriles, siembra de leguminosas con el fin de mejorar el balance nutricional del ganado para reducir el porcentaje la huella hídrica.

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

Los resultados reportados sobre la huella hídrica gris representaron el 11 % del total de la huella hídrica, esto es debido en primera instancia al caudal presente en el hato, como también al tiempo que tarda el trabajador en realizar el lavado del equipo de ordeño y establo. Finalmente, la huella hídrica por cada litro de leche producido en la hacienda fue de 805,71 litros de agua valor que concuerda con investigaciones en donde se manifiesta que por cada litro de leche se necesita alrededor de 1000 litros de agua.

Recomendaciones

El estudio de la huella hídrica en la producción agrícola-pecuaria es un parámetro de investigación que se debería desarrollar a gran escala, específicamente en la provincia del Carchi y de acuerdo con los datos que se puedan obtener de esa investigación plantear estrategias que contribuyan a la disminución del impacto ocasionado por el mal manejo de fuentes hídricas. Los resultados de este estudio podrían considerarse una validación de una práctica de mitigación nutricional para mejorar la eficiencia del agua y podrían usarse como mejor gestión por parte de los agricultores, la industria láctea y los gobiernos como una estrategia de ahorro de agua desde un punto de vista ambiental y económico de costo- beneficio. Futuros estudios deben continuar explorando las prácticas y mejoramiento tecnologías en la eficiencia hídrica, así como otros aspectos productivos como el tipo de sistemas de producción, y el uso y reutilización de agua y efluentes en el manejo productivo.

Referencias Bibliográficas

- Briones, S. P. (2022). Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en fincas ganaderas de la sierra centro norte. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27708>
- Callejo, A. (19 de febrero de 2014). Necesidades de agua en explotaciones de vacuno lechero. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid: https://oa.upm.es/34679/1/INVE_MEM_2014_186611.pdf
- Charlon, V., Tieri, M., Manazza, F., Engler, P., Pece, M., & Frank, F. (Septiembre de 2014). Comparación de dos metodologías de cálculo de huella hídrica en un sistema de producción de leche de Argentina. III Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y II Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/281973097_Comparacion_de_dos_metodologias_de_calculo_de_huella_hidrica_en_un_sistema_de_produccion_de_leche_de_argentina
- Chuquín, H., Ibarra, M., Cruz, E., & Simbaña, P. (2016). Diagnóstico de cumplimiento de las buenas prácticas pecuarias en la provincia del carchi. *Visión Empresarial*(6), 193- 208. doi:1390-6852
- CONtextoganadero . (04 de Enero de 2023). Cantidad y calidad del agua, factores clave en la producción bovina. Obtenido de CONtextoganadero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/cantidad-y-calidad-del-agua-factores-clave-en-la-produccion-bovina>

Cómo citar este artículo:

Huera, D. & Meneses, W., (Enero – Diciembre 2023). Huella hídrica generada en la producción de leche de una hacienda ganadera. *Tierra Infinita* (9), 50-64. <https://doi.org/10.32645/26028131.1242>

- CONtextoganadero. (10 de Agosto de 2017). Requerimientos de consumo de materia seca de los bovinos. Obtenido de CONtextoganadero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/requerimientos-de-consumo-de-materia-seca-de-los-bovinos>
- CONtextoganadero. (01 de Agosto de 2019). ¿Cuánta agua debe dar a un novillo o a una vaca lechera? Obtenido de Contextoganadero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/cuanta-agua-debe-dar-un-novillo-o-una-vaca-lechera>
- Corredor, E., Castro, E., & Páez, E. (2017). Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá. *Ciencia y Agricultura*, 14(2), 7-17. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5600/560062888005/html/>
- Duarte, E. (Agosto de 2011). Uso del Agua en establecimientos agropecuarios. *Plan Agropecuario*, 139, 52-55. Obtenido de <https://www.planagropecuario.org.uy/web/magazine/view/id/149.html>
- FAO. (2018). Ganadería y manejo sustentable del agua. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, 210.
- GADMT. (2021). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Tulcán . Obtenido de GAD Municipal de Tulcán: https://www.gmtulcan.gob.ec/municipio/rendicion2021/pdf/1.%20PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL/PDOT%20CANT%C3%93N%20TULC%C3%81N%202020_2023%20-%20FINAL.pdf
- Guamán, D., & Illares, F. (2019). Análisis de la huella hídrica en el campus de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca mediante el uso de redes de telemetría . Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.
- Hassán, J. (2011). El ciclo de vida en la Producción de leche y la dinámica de las emisiones de gases de efecto invernadero en fincas doble propósito de la península de Azuero, República de Panamá. Obtenido de Tesis de Maestría Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza : <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4944>
- Hernández, A., Hernández, J., & Tejada, J. (2020). Determinación de la Huella Hídrica en los procesos productivos de la leche y su nivel tecnológico en dos ganaderías del occidente de El Salvador. *Revista Agrociencia*, 3(15), 76-86. Obtenido de <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/179>
- Iglesias, A., Estrela, T., & Gallart, F. (2009). Impactos sobre los recursos hídricos Miteco. Lombardo, S. (2012). Asignación de forraje ¿Cuanto pasto hay que ofrecer a los animales?
- Plan Agropecuario(143), 32-35. Obtenido de <https://www.planagropecuario.org.uy/web/magazine/view/id/153.html>

- Lucas, S., & Garcia, R. (2018). El agua en la industria alimentaria. Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica, 33(2), 157-171. Obtenido de [http://hidromed.org/hm/images/pdf/BSEHM%202018_33\(2\)157-171_Mu%C3%B1oz-S.pdf](http://hidromed.org/hm/images/pdf/BSEHM%202018_33(2)157-171_Mu%C3%B1oz-S.pdf)
- Luque, J. (2018). Calidad de agua para bebida de animales. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/416088623/Calidad-de-Agua-Para-Bebida-de-Animales-2018#>
- Malca, M. (2018). Determinación de la huella hídrica en la ganadería lechera en el fundo Cristo Rey, centro poblado. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2847/%e2%80%9cDE%20TERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20HUELLA%20H%C3%8dDRICA%20EN%20LA%20GANADERIA%20LECHERA%20EN%20EL%20FUNDO%20CRISTO%20REY%2c%20CENTRO%20POBLAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, C., Ruiz, X., & Morales, S. (Julio-Diciembre de 2016). Huella Hídrica de una finca ganadera lechera bajo las condiciones agroecológicas del valle del Cauca. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 12(2), 47-56. doi:10.18684/BSAA(14)47-56
- Molina, R. (26 de Mayo de 2011). Sostenibilidad de los sistemas ganaderos localizados en el parque nacional natural de las hermosas y su zona de influencia. Obtenido de Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7347>
- Molina, R., & Sanchez, H. (2013). Estimación de la huella hídrica en fincas ganaderas de alta montaña en el Valle del Cauca. Conference: XII encuentro nacional y V internacional de los investigadores de las ciencias pecuarias ENICIP, 26.
- Muñoz, Q. W. (2014). Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del río La Villa, Panamá. Obtenido de CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA.
- Novoa, V., Rojas, O., Arumí, J., Ulloa, C., Urrutia, R., & Rudolph, A. (2016). Variabilidad de la huella hídrica del cultivo de cereales, río Cachapoal, Chile. Tecnología y Ciencias del agua, VII(2), 35-50. Obtenido de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:WJ7FHR0p2yEJ:https://www.redalyc.org/pdf/3535/353545556003.pdf&cd=12&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- NRC, N. R. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Sciences, 234.
- Pineda, O. (18 de Diciembre de 2019). El consumo de agua por parte de los bovinos. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/consumo-agua-parte-bovinos-t44660.htm>

- Ramírez, R., & Montiel, V. V. (2011). Programa cropwat para planeación y manejo del recurso hídrico . Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2(2), 179-195. Obtenido de <file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ProgramaCropwatParaPlaneacionYManejoDelRecursoHidr-4181854.pdf>
- Roldan, L. (10 de Agosto de 2020). ¿Qué es la huella hídrica? Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-huella-hidrica-2186.html>
- SOMEX. (30 de Abril de 2021). El agua en la nutrición del ganado. Obtenido de SOMEX: <https://somex.com.co/el-agua-en-la-nutricion-del-ganado/>
- Weather Spark. (s.f.). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tulcán. Recuperado el 29 de Agosto de 2023, de https://es.weatherspark.com/y/20630/Clima-promedio-en-Tulc%C3%A1n-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette
- Yalta, J. (2018). Determinación De La Huella Hídrica Para La Producción Lechera En Fincas Ganaderas En El Distrito De Florida, Amazonas. Obtenido de Tesis de Maestría Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas, Chachapoyas-Perú: file:///C:/Users/Sandy%20Briones/Desktop/TESIS/Juan%20Yalta%20Vela_%20De%20terminacion%20de%20la%20produccion%20de%20leche.pdf