

Diseño y validación de instrumento para el cálculo y gestión de la Huella Hídrica en producciones lecheras de Ubaté. Cundinamarca, Colombia

Lourdes Elvira Rodríguez Guzman¹

lourdeselvirar@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9081-4627>

Universidad de Cundinamarca
Colombia

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto diseñar y validar un instrumento para la recolección de información que permita el cálculo y la toma de decisiones para la gestión de la huella hídrica en pequeñas fincas lecheras de la provincia de Ubaté, Cundinamarca, Colombia. Esto, debido a que en la mayoría de estas fincas la información primaria específica relacionada con la complejidad del cálculo y gestión del uso del agua, es escasa. Para tal fin, se realizó revisión bibliográfica de artículos y encuestas relacionadas con el tema, posteriormente, se determinaron las categorías a incluir como base para la construcción del instrumento, mismas que se socializaron y ajustaron a partir de diálogos con productores, y finalmente, se procedió a realizar la validación del contenido y confiabilidad del cuestionario. Para el primer caso, se realizó a partir del juicio de expertos por el método Delphi y la confiabilidad mediante la estimación de alfa de Cronbach. Por último, se aplicó una prueba piloto a fin de realizar el peritaje de validez de escala y discriminante, dada la complejidad de la población a estudiar. Se concluyó, que al obtener un índice de validez fue de 0.89 el instrumento se considera válido y confiable.

Palabras clave: *bovinos; leche; confiabilidad; recurso hídrico; consumo; producción*

¹ Autor Principal

Design and validation of an instrument for the calculation and management of the water footprint in dairy farms in Ubaté, Cundinamarca. Colombia

ABSTRACT

This paper aims to design and validate an instrument for the collection of information that allows the calculation and decision-making for the management of the water footprint in small dairy farms in the province of Ubaté, Cundinamarca, Colombia. This, because in most of these farms the specific primary information related to the complexity of calculating and managing water use is scarce. For this purpose, a bibliographic review of articles and surveys related to the subject was carried out, then the categories to be included as a basis for the construction of the instrument were determined, which were socialized and adjusted based on dialogues with producers, and finally, the content and reliability of the questionnaire were validated. For the first case, it was performed from expert judgment by the Delphi method and reliability by Cronbach's alpha estimation. Finally, a pilot test was applied in order to carry out the assessment of scale validity and discrimination, given the complexity of the population to be studied. It was concluded that when obtaining a validity index was 0.89 the instrument is considered valid and reliable.

***Keywords:** cattle; milk; reliability; water resource; consumption; production*

Artículo recibido 01 abril 2023

Aceptado para publicación: 15 abril 2023

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) afirma, que de mantenerse el crecimiento poblacional actual, al período comprendido entre el año 2025 y 2050, se espera que la población mundial sea aproximadamente de 8.100 a 9.600 millones de personas, respectivamente (ONU, 2021). Esto supone que se incremente la demanda de agua para cubrir las necesidades humanas, siendo parte de estas las actividades agrarias (Boretti et al., 2019).

En función de lo anterior, la producción agraria necesaria para la subsistencia de la humanidad, hace uso de recursos valiosos y escasos. Evidencia de ello, es el 72% de representatividad que tiene este sector en la extracción de agua, posicionándolo el consumidor número uno de este recurso. (UNESCO, 2021). En esta misma línea, se deduce que las actividades pecuarias son unas de las actividades humanas que han presionado los ecosistemas y los recursos naturales, no obstante, son la base de un sector fundamental para la seguridad alimentaria de las familias rurales y urbanas (FAO, 2019). Así las cosas, los productos lácteos ocupan un papel significativo en la dieta humana, pero a menudo se asocian con impactos ambientales negativos y dentro de estos, el agotamiento del recurso hídrico (Ibañez y Gonzalez, 2022).

La situación descrita se agudiza con el cambio climático, dadas las múltiples presiones que sobre los sistemas de producción lechera genera, lo que se refleja en estrés calórico, afectando el bienestar de y la productividad de estos, lo que obliga a mitigar este efecto con ventilación y agua. Por tanto, la gestión de este recurso según el contexto es indispensable para poder garantizar el rendimiento de la producción láctea (Grossi et al, 2022). Desde esta perspectiva, la Huella Hídrica (HH), es relevante para el abordaje de en cuanto al uso y su eficiencia del agua, como mecanismo para formentar soluciones orientadas a la gestión de este recurso (Hoekstra, 2008).

La HH es catalogada como un indicador multidimensional, el cual incluye tres dimensiones del agua a saber: verde, azul y gris contextualizadas según el tiempo y espacio. Hoekstra et al., (2011), definen el agua verde como el agua de lluvia total, que en lugar de escurrirse o recargarse las aguas subterráneas, se evapora de la capa superficial del suelo y transpira durante las etapas fenológicas de las plantas, además de la incorporada en el cultivo cosechado. El agua azul, se refiere a la cantidad de agua dulce

procedente de recursos de aguas superficiales o subterráneas que se transpira, se incorpora a un producto o no vuelve a la misma zona de captación, o al menos no en el mismo período. Por último, las aguas grises, definidas como el volumen de agua dulce necesario para diluir un contaminante hasta tal punto que el agua vuelva por encima de las normas de calidad acordadas.

Es de resaltar que, aun cuando existen diversos indicadores para la medición del consumo de agua en los sistemas en mención, las evaluaciones de las mismas presentan desafíos en cuanto a la obtención de datos específicos, sobre todo para aquellas cadenas complejas, siendo la producción de leche a pequeña escala una de las que más dificultad presenta para obtener datos primarios locales, por ello, la mayoría de autores utiliza fuentes secundarios, lo que supone un sesgo en el cálculo, dado que la calidad de la evaluación de este indicador, depende de la calidad de los datos disponible (Pascale & Macedo, 2015; D'Ambrosio et al, 2020).

En este orden de ideas, la evaluación de la HH mayormente se ha sustentado en indicadores volumétricos, sin embargo, autores como Gerbens et al, (2021) recomiendan que la valoración debe enfocarse al impacto local del uso del agua, para lo que es indispensable explorar en las prácticas de gestión, a fin de generar una escala o medición que aproxime a la toma de decisiones fundamentadas en la información según el contexto, trascendiendo a la valoración exclusivamente cuantitativa, dada la dificultad para operacionalizar los aspectos meramente numéricos.

Así las cosas, la escases de instrumentos y con ello la estimación y análisis de la HH integrando aspectos relacionados las prácticas de gestión de la misma, sobre todo en pequeñas fincas lecheras, en donde el registro de la información y por ende la recolección de la misma es limitado, da lugar a un brecha de conocimiento en cuanto a otras formas de estimar y evaluar la gestión de la HH, de modo que amplie las alternativas de medición que conduzcan a una gestión integrada, participativa y sostenible del recurso hídrico a esta escala (Barbosa & Cansino, 2022). En este sentido, se hace necesario construir instrumentos que permitan dar sustento no solo a estimaciones de orden cuantitativo sino a los aspectos que identifiquen las prácticas de gestión del recurso hídrico, de acuerdo con las particularidades y características de las producciones lecheras (Martínez et al, 2016; Briones, 2022).

El desarrollo de esta investigación, aporta un instrumento para la recolección de datos que permitan generar información en función de una serie de elementos orientados a la estimación y análisis de la HH

para la toma de decisiones en función de la gestión del recurso hídrico en pequeñas producciones lecheras, por tanto, se constituye en una herramienta que sustenta la medición directa y evaluación del indicador, factores y prácticas que influyen en el uso y consumo del recurso hídrico de acuerdo al contexto. En este sentido, al poder gestionar adecuadamente el recurso, a partir de la participación de los diferentes actores según el contexto, lo que propicia el desarrollo de capacidades que permitirán impactar en el bienestar animal, la productividad de las fincas y sobre todo la sostenibilidad de estas producciones (Hernandez & Pascual, 2018, Barbosa & Cansino, 2022).

De otra parte, es importante resaltar que este trabajo contribuye con la Agenda 2030 para el desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2018), en especial con el Objetivo 6, que se refiere a la calidad, disponibilidad y gestión sostenible del agua, buscando proporcionar elementos para la adaptación al cambio climático y la resiliencia de estos sistemas.

Teóricamente el presente estudio aborda el indicador HH, que como se expuso anteriormente es de tipo multifuncional, por tanto, hacer referencia al uso del recurso en términos de productos, para este caso leche, así como de la contaminación del agua que resulte del proceso productivo en finca. Por ello, sus tres componentes: verde, azul y gris, van configurando la estructura para poder gestionar este indicador, debido a que el agua verde, al referirse al agua lluvia consumida durante el proceso de producción, permite proyectar la gestión del agua lluvia, en función de la precipitación de la región en la que se encuentren las fincas. En cuanto al agua azul, que vincula el uso en términos del volumen del agua superficial y subterránea, permite considerar las prácticas que en función del uso del agua de acuerdo con el proceso productivo y las prácticas necesarias para producir leche. Finalmente, el agua gris, da cuenta del volumen de agua requerido para asimilar la carga de contaminantes generados en la operación del sistema, tal y como el uso de fertilizantes o plaguicidas, entre otros (Ridoutt et al., 2010; Mekonnen et al., 2011; Yerou et al., 2021).

Lo anterior, supone que la HH medir el consumo del agua e impacto del proceso productivo en términos de cantidad y calidad de agua, resulta ser un indicador indispensable para evaluar la sostenibilidad del mismo, y sobre todo gestionarlo (Palhares et al., 2020).

En cuanto a la gestión de la HH, es indispensable para fomentar la sostenibilidad ambiental en los sistemas de producción agrarios, así como la rentabilidad de los mismos al lograr una mayor eficiencia

en la operación de sus procesos (Sultana et al., 2014). Por ello, en la última década, ha sido el indicador de elección que permite sustentar la evaluación de la eficiencia del en agua, y a partir de ello gestionar el reurso hídrico desde las buenas prácticas de uso del agua (Payen et al., 2018). Desde una gestión más holística, resulta fundamental generar estrategias tendientes a la reducción de los impactos del consumo de agua a lo largo de proceso productivo (Hoesktra, 2017; Akgün et al. 2023), lo cual reafirma la intencionalidad del instrumento que permitirá la recolección de la información, teniendo en cuenta la gestión como una categoría que da sustento al mismo (Palhares et al., 2021).

De acuerdo con lo descrito previamente la CEPAL (2021), promueve la gestión del recurso hídrico, a fin de potenciar el bienestar social y económico, sin comprometer los ecosistemas vitales. Por tanto, todo proceso tendiente a transformar los sistemas improductivos insostenible, son de vital importancia. En este sentido, el hecho de que los usos del agua y las necesidades, deben de planificarse y sobre todo involucrar las poblaciones locales en donde es escasa la participación y por ende la aplicación de prácticas que favorezcan la gestión adecuada de este recurso.

Al tenor de los anterior, en la producción de leche es importante enfatizar en dos aspectos en los que la gestión debe enfatizar: el consumo de la misma por parte del animal y el uso para las diferentes actividades que garantizan la operación del sistemas y su finalidad. Por ello, en cuanto al primer aspecto se refiere, la etapa productiva en coherencia con el estado fisiológico del bovino son sensibles a el incremento en el consumo, siendo así como para las fincas productores de leche en donde la gestión del bovino es indispensable para este proceso, el consumo de agua se incrementa gradualmente, de modo que llega a incrementarse entre un 50 a 80% respecto al consumo promedio de agua (Bosire et al., 2019). En este sentido Zhang et al. (2019) afirman que sin tener en cuenta otros factores asociados la producción de leche, la relación agua: lehce es de 6 a 1, lo que se entiende que por cada litro de leche se requiere por lo menos de 6 litros de agua.

De otra parte, y en relación con el uso del agua, es claro que en la producción de leche el lavado de equipos y utensilios de la fase de ordeño, influyen notablemente en la HH, aunado a esto, los procesos de sanitización de tanques de enfriamente, las actividades de aseo de instalaciones, pisos e incluso de operarios y otras áreas, requiera de la gestión adecuada del recurso (Pérez, 2020).

Lo anteriormente expuesto, da a entender la necesidad de gestionar adecuadamente este recurso, sobre

todo de acuerdo a las particularidades de las producciones y en armonía con la finalidad de las mismas, por ello, Fernández et al. (2010) establecen la necesidad de reconocer los factores que determinan el consumo, calidad y uso de este recurso, dada la asociación directa con la salud, producción del animal e inocuidad de la leche, y por ende, el bienestar del consumidor final. De tal forma, que la producción de leche es mejor y mayor en fincas en donde el agua se dispone de forma permanente, lo que ha alterado el uso de la misma.

Como puede observarse, el abordaje de la HH como indicador y sobre todo la gestión de mismo, se ha incrementado en las últimas décadas, sobre todo desde la metodologías, prácticas y evaluación de acuerdo con las particularidades del sistema, de modo que de una u otra forma, en los diferentes continentes se ha realizado algún tipo de estudio en función de este tema, a continuación se destacan los más representativos en las dos últimas décadas, que se relacionan con la intención del presente trabajo:

Tabla 1

Relación de estudios relacionados con la Huella Hídrica y su gestión enfatizando en cadenas productivas y producciones de leche en el mundo y la región de estudio.

País	Título	Objeto	Año	Autor
España, Estados Unidos, Australia e Israel.	Manejo Integrado del Recurso Hídrico: Una panorámica completa.	Desarrollar alternativas para el manejo integrado del recurso hídrico.	2003	Thomas & Durham.
Alemania	Análisis de la Huella Hídrica para la evaluación de la producción de leche en Brandeburgo (Alemania).	Calcular la huella hídrica de los procesos de granja y agrícolas de fincas lecheras discriminando por cada uno de los componentes.	2010	Drastig, K., Prochnow, A., Kraatz, S., Klauss, H., & Plöchl, M.
Nueva Zelanda	Huella Hídrica: Una comparación de métodos utilizados en producciones lecheras de Nueva Zelanda, un estudio de caso	Evaluar la huella hídrica en dos regiones productoras de leche, sus métodos e indicadores derivados de los mismos.	2012	Zonderland, M. A., & Ledgard, S. F.
Estados Unidos	Huella de Carbono y de Agua de la Leche en Estados Unidos	Comprender de acuerdo al ciclo de vida de la producción de leche el gasto del agua mediante encuesta a 500 productores.	2013	Miller & Wang
China	Huella Hídrica de la leche y de productos lácteos en sistemas de producción de leche a gran escala en el Noreste de China.	Calcular la HH en sistemas de producción de leche de gran escala en la región de mayor producción de China, para evitar el estrés hídrico en estos sistemas.	2014	Huang, J., Xu, C. C., Ridoutt, B. G., Liu, J. J., Zhang, H. L., Chen, F., & Li, Y.
Argentina	Comparación de dos metodologías de cálculo de huella hídrica en un sistema de producción de leche de Argentina.	Determinar y analizar la Huella Hídrica de un sistema de producción de leche representativo de Argentina, mediante dos metodologías WFN y LCA, en función de los indicadores que aporta.	2014	Charlon, V., Tieri, M. P., Manazza, F., Engler, P., Pece, M. A., & Frank, F. (2014).

Panamá	Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del río La Villa, Panamá.	Calcular la huella hídrica en fincas ganaderas doble propósito como indicador para mejorar la eficiencia de aprovechamiento del agua de la cuenca del río La Villa, Panamá.	2014	Muñoz Quintero, W.
Brasil	Contabilidad de la Huella Hídrica e indicadores de escases en sistemas de producción de leche convencionales y orgánicos.	Evaluar la Huella Hídrica de un sistema de producción de leche convencional y uno orgánico e identificar los componentes del procesos que tienen mayor uso, así como los indicadores de escases de la misma.	2015	Palhares, J.C.P., & Macedo, P.J
Chile	Huella hídrica de la producción de leche en el sur de Chile.	Estimar la huella hídrica en sistemas de producción de leche cuyo sistema de alimentación es pasotero y suplementación con nabo y maíz forrajero.	2015	Martínez Lagos, J., & Salazar, F.
España	Huella Hídrica y de Carbono de determinados productos lácteos: Un estudio de caso en Cataluña	Evaluar la huella de agua y huella de carbono en una planta láctea.	2016	Vasilaki, V., Katsou, E., Ponsá, S., & Colón, J..
Irlanda	Huella Hídrica en granjas lecheras de Irlanda	Determinar el consumo de agua de acuerdo al nivel de explotación y los factores que contribuyen a ello en 24 granjas lecheras de Irlanda.	2017	Murphy, E., De Boer, I. J. M., Van Middelaar, C. E., Holden, N. M., Shalloo, L., Curran, T. P., & Upton, J.
México	La huella hídrica del litro de leche bovina en el norte de México.	Determinar la ecuación de la huella hídrica física de un litro de leche mediante pensamiento lógico, matemático, analítico, sintético.	2017	Flores, J. L. R., Molina, M. C. N., & Torres, J. R.
Colombia	Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá	Evaluar el impacto de la producción lechera sobre el agua, estimando la huella hídrica en estas producciones.	2017	Corredor Camargo, E, Castro Escobar, E y Páez Barón, E
Africa	Evaluación de la huella hídrica y la productividad económica del agua en ocho granjas lechera basada en mediciones de campo.	Determinar la huella hídrica y la productividad económica del agua de 1 kg de leche corregida (grasa y proteína) en ocho granjas lecheras del norte de Túnez.	2020	Ibidhi, R., & Salem, H. B.
Perú	Huella hídrica de la producción lechera en la cuenca ganadera Pomacochas, Perú	Calcular la huella hídrica para la producción de un litro de leche, en sistemas de producción ganadera ubicados en el distrito de Florida, Amazonas.	2021	Yalta, J., Ríos, N., Valqui Valqui, L., Bobadilla Rivera, L. G., Vigo Mestanza, C. N., & Vásquez Pérez, H. V.
Ecuador	Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en fincas ganaderas de la sierra centro norte.	Determinar la huella hídrica de haciendas ganaderas productoras de leche en sierra centro norte.	2022	Briones Zavala, S.P.

Estos estudios, reafirman la idea en cuanto al abordaje que en función de la Huella Hídrica se ha estado realizando en diferentes partes del mundo, de modo que ha sido mayormente cuantitativo y desde aspectos teórico, así mismo, la calidad del cálculo depende de la información que las producciones tengan registrada, por tanto, en donde no se cuenta con dicha información, se hace necesario recopilarla

sobre todo para gestionarla, en este sentido, se hace necesario contar con un instrumento que permita contar con información válida y confiable, a fin de lograr el manejo adecuado de este recurso. (Ibidhi, R., & Salem, H. B, 2020; Yalta et al., 2021).

En este orden de ideas la provincia de Ubaté, catalogada como una de las cuatro cuencas lecheras de mayor importancia en Colombia; representa el 4% de la producción lechera nacional (Gobernación de Cundinamarca, 2020; MADR, 2020), y cuenta con una población bovina estimada de 20.667 animales, (ICA, 2021). Esto supone, una creciente disponibilidad y demanda de agua, sin embargo, su oferta presenta déficits que repercutirían en afectaciones negativas a la producción y el ambiente. Aunado a esto, estudios realizados en la últimas décadas han generado alertas en cuanto a la situación de vulnerabilidad hídrica que presenta esta cuenca, tan es así, que para el 2006 se emitió una política nacional específica, orientada a la generación de una estrategia para el manejo ambiental de la cuenca Ubaté – Suarez (Conpes, 2006).

Agregando a lo anterior, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en los estudios nacionales del agua en las últimas (IDEAM, 2010, 2014, 2018, 2022), ha evidenciado incremento en el Índice de Vulnerabilidad Hídrica para la esta cuenca en mención, los cual, se agudiza con el reporte del Índice de Seguridad Hídrica para la zona centro de Colombia, el cual se registra en un nivel bajo para dicha cuenca (RAP-E y PNUD, 2021). Por tanto, es necesario conocer la cantidad de agua que se emplea en las operaciones de la producción de lechera la provincia objeto de estudio, de modo, que además de los cálculos teoricas, pueda generarse una aproximación a la realidad de estos sistemas, lo cual es indispensable para el desarrollo y sostenimiento de las actividades productivas, a fin de gestionar integradamente este recurso.

Desde esta perspectiva, y teniendo en cuenta que del censo reportado anteriormente, el mayor volumen de fincas lecheras en la cuenca presentan debilidades en cuanto a las prácticas ambientales, y estrategias que les permitan enfrentar las variaciones en el comportamiento climatico, el manejo alimenticio, la productividad y eficiencia, ademas de la gestión de la información (Garzón, 2018). Desde esta perspectiva, el contribuir con instrumentos que permitan recolectar información que orienten no solo en el cálculo de la HH y sobre todo su gestión, resultaría ser una oportunidad para el fortalecimiento de sus capacidad técnicas en el ámbito ambiental y de eficiencia productiva (Vanegas, 2019).

Se comprende así, que los instrumentos de recolección de información a utilizar tanto en procesos productivos como de investigación, se constituyen en una herramienta fundamental que facilita el análisis y toma decisiones, de donde se desprende el hecho, de que estas herramientas deben ser sometidas a procesos que permitan comprender su confiabilidad y sobre todo idoneidad de acuerdo con la naturaleza de la información a recopilar (Barbosa & Cansino, 2022).

Por lo expuesto hasta ahora, se comprende que los instrumentos válidos y confiables que permitan no solo calcular y gestionar la HH en producciones lecheras son escasos, de hecho, en cuanto a estudios previos se refiere en estos aspectos, se destaca el Barbaos & Cansino (2022), quienes diseñaron un instrumento orientado a la gestión de la HH en la cadena de valor agroalimentaria a escala industrial, sin embargo, se enfocó en evidenciar si la colaboración genera algún efecto en la HH. Dicho estudio, metodológicamente, realizó revisión de literatura a fin de identificar ítems a considerar en la misma, así mismo, el instrumento tipo cuestionario se sometió a juicio de expertos a fin de validar la relevancia y claridad. Finalmente, aplicaron índices de validación de contenido, mediante coeficiente de Kappa, de Aiken y la razón de validez de contenido (CVR) de Lawshe (1975).

Planteadas así la cuestión, el presente trabajo tiene por objeto diseñar y validar un instrumento que permita recolectar información confiable e idónea para el cálculo y gestión de la Huella Hídrica en producciones lecheras en la provincia de Ubaté, Cundinamarca, Colombia.

METODOLOGÍA

El presente estudio se aborda metodológicamente desde el enfoque mixto, así mismo, se desarrolló desde el tipo de investigación descriptiva, cuyo diseño considerado fue no experimental, debido a que no se realizó manipulación alguna de variables, limitándose a la identificación y definición de variables medibles numéricamente (Abreu, 2012; Ramos, 2015)

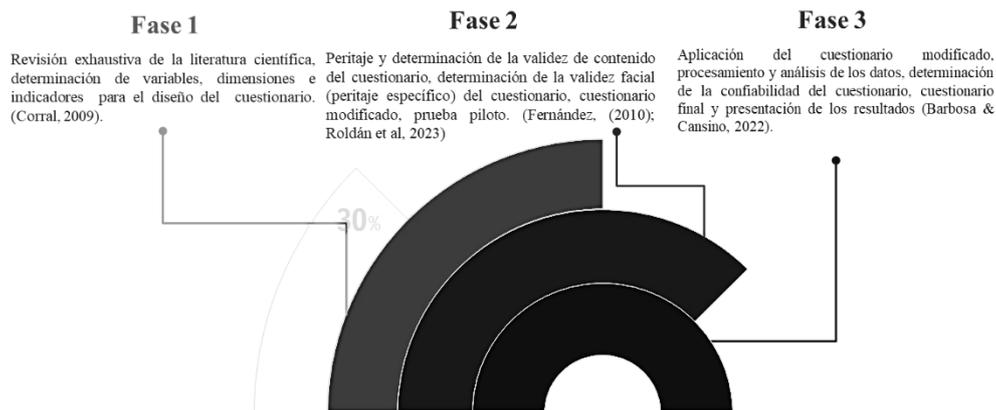
El tamaño de muestra obedeció al tipo no probabilístico, por tanto, se realizó el muestreo fue a voluntad y conveniencia. Por esta razón, la muestra estuvo conformada por dos grupos a saber: el primero de ellos por 10 expertos en el tema de manejo y gestión del recurso hídrico en producciones bovinas, pertenecientes a instituciones relacionadas con el sector: directores, investigadores, líderes técnicos de agremiaciones, analistas, consultores y docentes universitarios, con quienes se realizó el diseño del

instrumento y validación de contenido. Y el segundo grupo, estuvo conformado por 25 productores lecheros que voluntariamente participaron de la validación de consistencia interna del instrumento (Martínez & Juárez, 2019).

Para el logro de los propósitos del estudio, el mismo se desarrolló a partir de las siguientes fases:

Figura 1

Fases de desarrollo para el diseño y validación del instrumento para calcular y gestionar la HH



Para el desarrollo de la fase 1, inicialmente se tomó como base la revisión de literatura exhaustiva acerca de la HH, su composición e indicadores. Así mismo, se tomó como marco de referencia las orientaciones gremiales, sectoriales, estratégicas y políticas en cuanto al manejo del recurso hídrico en el sector de la producción lechera y sus procesos. A partir de esta información se determinaron las definiciones nominales, conceptuales y reales de las variables, dimensiones e indicadores generales, es decir, se operacionalizaron las variables, a fin de proporcionar la base de los ítems a considerar en el instrumento, con criterios de practicidad, medición, interpretación y sensibilidad (Corral, 2009).

Una vez se construyó, la primera versión del instrumento se procedió a la validación de contenido por parte de los expertos, mediante el método Delphi tomando en consideración el número de participantes de acuerdo con los criterios de Okoli & Pawlowski, (2004), quienes afirman que el número de expertos recomendado para este método es de 10 a 18. Posteriormente, se siguió la secuencia del método como los fueron los preliminares, exploratoria y final. Siendo la primera en la que se seleccionaron los expertos, la segunda en la que se sometió al juicio de expertos mediante envío del instrumento por correo electrónico y análisis en función de la suficiencia e intencionalidad respecto al propósito y la final en la que se recepcionó el juicio final y ajuste final a instrumentos (Fernández de Castro, 2013).

De acuerdo con los resultados de la fase anterior, se procedió a realizar el peritaje facial el cual se efectuó teniendo en cuenta los siguientes parámetros: ante expresión negativo, modificaciones en el ítem, para facilitar la claridad y comprensión del ítem, así mismo, existencia de un consenso de acuerdos entre los expertos igual o mayor de 50%. Para eliminar un ítem, ante expresión negativa, existencia de un consenso de acuerdos entre las expertos igual o mayor de 60%, así mismo, debe haber obtenido un puntaje menor de 0,80 según el promedio de pertinencia y relevancia. (Polit & Hongle, 2000), el contenido se evaluo para cada uno de los ítems del instrumento, teniendo en cuenta dos criterios: pertinencia, es decir, el ítem evalúa lo que se pretende evaluar, y relevancia, definida como la importancia del ítem para la evaluación de las prácticas de manejo y gestión del recurso hídrico; se tuvo en cuenta la siguiente escala: Pertinencia: 1. no pertinente, 2. poco pertinente, 3. pertinente, 4. muy pertinente.

Relevancia: 1. no relevante, 2. poco relevante, 3. relevante, 4. muy relevante.

En la fase tres, se procesió a realizar el cálculo del índice de validez de contenido (IVC) para cada experto, se aplico la siguiente fórmula:

$$IVC = \frac{\text{Número de ítem con puntuación entre 3 y 4}}{\text{Número total de ítems}}$$

Y el índice de validez de contenido general se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IVCG = \frac{\text{Suma del IVC para cada uno de los expertos}}{\text{Número de expertos}}$$

La interpretación de índice de validez está dada monotómicamente, de tal forma que valores mínimos adecuados estaría entre 0.29 y 0.78 y valores de grado máximo de acuerdo sería entre 0.80 a 0.99 (Lawseh, 1975: Roldán et al., 2023).

El peritaje se realizó teniendo en cuenta la evaluación cualitativa realizada según los criterios de claridad y comprensión. En esta validez participaron los mismos 2 expertos, las cuales evaluaron cualitativamente cada ítem y el cuestionario en general según la claridad y la comprensión, que evaluaron cualitativamente la claridad y comprensión del cuestionario en general (Fernández, 2010).

De otra parte, la validez de escala fue determinada de acuerdo con los planteamientos de Tristán (2008),

la cual evalúa la calidad de la prueba, de modo que busca establecer la correlación entre la recta teórica y la recta empírica, por tanto se utilizó la fórmula producto-momento de Pearson, dada por:

$$r = \frac{\sum xy}{N \sigma_x \sigma_y}$$

Donde:

r= correlación entre las variables X,Y

x= desviación de una puntuación X respecto a la media $M_x=(X-M_x)$

y= desviación de una puntuación Y respecto a la media $M_y=(Y-M_y)$

σ_x = desviación estándar de la distribución de puntuaciones X

σ_y = desviación estándar de la distribución de puntuaciones Y

Seguidamente se analizó la validez discriminante mediante la propuesta de Tristan (2007), la cual identifica la variable que mide el cuestionario, en contraposición con las otras variables que pudieran estar presentes, pero que corresponden a otros rasgos o constructos. En este estudio se decidió utilizar el análisis de la correlación ítem-total (correlación punto-biserial), definido por:

$$r_{pbis} = \frac{M_p - M_q}{S_t} \sqrt{pq}; 0 \leq r_{pbis} \leq 1$$

Donde:

r_{pbis} = Correlación punto – biserial, igual a la correlación producto – momento de Pearson.

M_p = Media de puntuaciones de los sujetos que contestan correctamente al ítem.

M_q = Media de puntuaciones de los sujetos que contestan incorrectamente al ítem

S_t = Desviación estándar de las puntuaciones de los sujetos

p= proporción de respuestas correctas en el ítem, igual a la proporción de casos que están en el grupo superior en el ítem.

q= proporción de respuestas incorrectas en el ítem ($q= 1-p$), igual a la proporción de casos que están en el grupo superior en el ítem.

pq= varianza del ítem.

El análisis de la correlación ítem-total (correlación punto-biserial) se realizó según los siguientes tres casos posibles:

- Correlación positiva (superior a 0,196)
- Correlación negativa (inferior a 0,196 y negativos)
- Correlación baja (inferior a 0,196)

Se consideró que cada una de estas agrupaciones discriminaba si cumplía con los siguientes criterios de los conjuntos de ítems (agrupados en cualquiera de estos tres casos); se considera como una posible variable si se satisface que:

La variable cuenta con cuatro ítems por lo menos.

Los ítems correlacionan positivamente con el conjunto (valores superiores a 0,196).

El conjunto produce valores altos del coeficiente de consistencia interna, alfa de Cronbach con un valor mínimo aceptable según la teoría clásica de 0,60 (Grady, 1988).

La correlación ítem-total es de gran relevancia porque indica la correlación lineal entre el ítem y el puntaje total. Teniendo en cuenta la correlación ítem-total que reportaba cada ítem del cuestionario mediante el programa estadístico SPSS versión 12.0, se establecieron tres grupos de discriminación: uno conformado por las correlaciones negativas, otro por las correlaciones menores de 0,196 y el último por las correlaciones mayores de 0,196.

Como medida de la calidad de una prueba, la cual hace referencia a las mediciones repetidas se tengan resultados similares o que la medición se realice con la mayor precisión posible Tristán (2007). En cuanto a la consistencia interna se refiere, busca determinar si las respuestas de los sujetos son consistentes a lo largo de la prueba y el coeficiente alfa de Cronbach se enfoca en la consistencia interna de las respuestas de los sujetos. El coeficiente alfa de Cronbach se define por:

$$\alpha = \frac{N}{N - 1} \left(1 - \frac{\sum Vi}{Vk} \right)$$

Donde:

N= número de ítems

Vi= varianza del ítem i

Vk= varianza de los puntajes brutos de los sujetos

El coeficiente alfa se enfoca en la consistencia interna de las respuestas de los individuos, por tanto, sus valores fluctúan entre [-8, 1], no entre [0, 1] que es lo correcto por ser un cociente de varianzas. Alfa tiende a -8 si N = 1, en cambio alfa tiende a 1 cuando N tiende a +8, independientemente de la calidad de los ítems, pero también cuando los ítems son idénticos o muy homogéneos, independientemente del número de ítems (Tristán, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del trabajo se presentan de acuerdo con las actividades desarrolladas en cada fase, a continuación se da cuenta de cada uno de estos. En cuanto al diseño del instrumento se refiere, se estructuró de la siguiente manera:

Variables de Salida: Huella Hídrica y Gestión del Recurso Hídrico

Tabla 2

Estructura del diseño del instrumento

Variable	Dimensión	Indicadores	Items
Huella Hídrica	Huella verde	2	8
	Huella Azul	2	9
	Huella Gris	3	10
Gestión	Planificación	3	4
	Prácticas	3	10
	Evaluación	3	4

Al aplicar el instrumento se evidenció expresión de claridad y comprensión del cuestionario en general y en el 90% de los individuos acuerdos sobre claridad y comprensión, que se considera un alto porcentaje de acuerdo con el peritaje para la validez facial, lo que concuerda con los planteamientos de Contreras

et al. (2008), en lo que refiere a la expresión de conformidad al enfrentarse con el instrumento.

En referencia a la validez de contenido, se encontró que los ítems 1, 6, 7, 11, 19, 28, 29 y 3 obtuvieron puntajes menores de 0,80, por lo cual se hizo necesario contrastarlos con la evaluación cualitativa de los expertos. Por otro lado, se resalta que el 90% de los ítems fueron calificados con el valor máximo de pertinencia y que los restantes ítems del cuestionario puntuaron con validez de pertinencia elevada.

Teniendo en cuenta que la relevancia se encontró que los ítems 1, 19 y 30 obtuvieron un valor inferior a 0,80, por lo que fue necesario contrastarlos con la evaluación cualitativa de los expertos, a fin de realizar el ajuste. Por otro lado, se resalta que los ítems 4, 6, 12, 13, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 27, 31, 32 y 33 fueron calificados con el valor máximo de relevancia y que los restantes ítems de los cuestionarios puntuaron con validez de relevancia elevada.

De acuerdo con los resultados de la validez de contenido de cada dimensión, se presentaron las seis dimensiones con validez de contenido elevada y una con validez de contenido buena. En general, se puede considerar que el análisis cuantitativo del peritaje de los cuestionarios pone en evidencia que este presenta validez de contenido tanto en pertinencia como en relevancia.

Tabla 3.

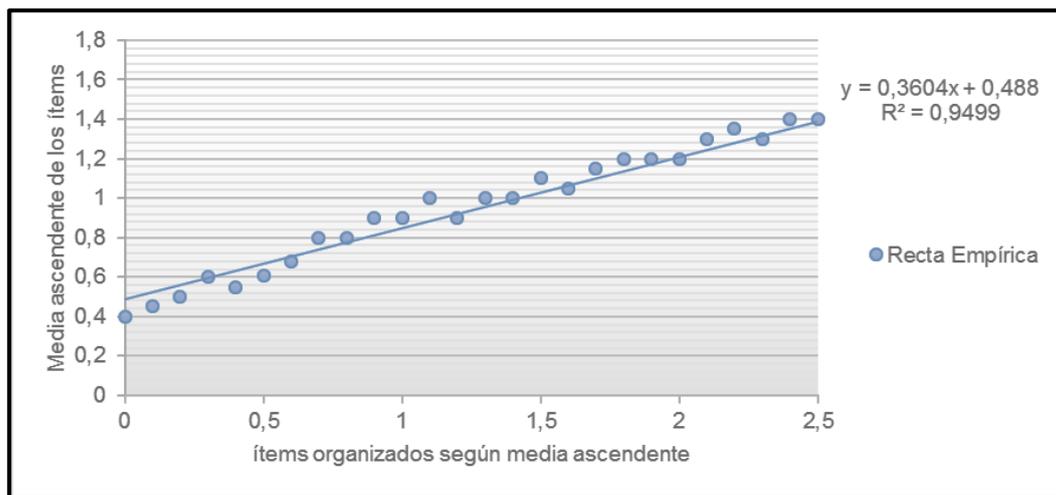
Validez de contenido por cada dimensión

Variable	Dimensión	Validez de contenido
Huella Hídrica	Huella verde	0.85
	Huella Azul	0.84
	Huella Gris	0.90
Gestión	Planificación	0.92
	Prácticas	0.96
	Evaluación	0.89

Los resultados de la validez de escala se visualizan en la Figura 2, de modo que se observa que la recta empírica no se ajusta a la recta teórica 20-80; asumiendo una DAM de 0,12 para un ajuste 0,8-2,3, se obtiene una correlación de Pearson de 0,94, lo cual permite certificar que existe una correlación casi perfecta entre los datos y la recta teórica sugerida.

Figura 2

Validez de escala ajustada a escala 0.8 – 2,3



Pese a la correlación obtenida y considerando las falencias métricas de escala, se puede afirmar que queda en tela de juicio que el cuestionario diseñado sea una escala verdadera. Lo anterior debe someterse a verificación en futuros estudios.

Finalmente, la confiabilidad del cuestionario se calculó mediante el coeficiente alfa de Cronbach obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 4.

Alfa Cronbach, cuestionario 6 dimensiones, 45 ítems

Alfa de Cronbach	No de ítems
0,89	45

Por tanto, para la interpretación de estos puntajes se tuvo en cuenta que el cuestionario mide 6 dimensiones y que según Barbosa & Cansino (2022) las pruebas multidimensionales, es decir, aquellas que miden diferentes aspectos de un constructo, están formadas por sub pruebas. Este tipo de instrumentos tienden a presentar coeficientes de confiabilidad de consistencia interna de magnitud moderada, indicando que no son totalmente homogéneas; sin embargo, sus respectivas sub pruebas pueden serlo, lo cual se evidenció igualmente en una investigación en que el coeficiente alfa de Cronbach fue de 0,66 y cuyos cuestionarios eran multidimensionales (Roldán et al., 2023).

CONCLUSIONES

El cuestionario demostró validez facial por su claridad y facilidad de comprensión de cada uno de los ítems tanto para los expertos como para los individuos que participaron en el estudio. El cuestionario presentó un índice de validez de contenido general de 0,89, lo cual garantiza la validez de contenido desde la literatura científica relacionada. Al realizar la validez de escala se evidenció que es una escala corta y que queda para comprobación, posterior a futuros análisis según expertos y población de estudio. La validez discriminante determinó los ítems que tenían mayor correlación y agrupó los que tenían correlaciones bajas; por tanto, al constituirse en una aproximación a la validez de constructo, permitió evidenciar la necesidad de seguir en el análisis de los ítems que se retiraron del cuestionario como propuesta de mejoramiento.

La confiabilidad determinada por el alfa de Cronbach en el cuestionario confirma que el cuestionario tiene reactivos que miden lo mismo y que, contrario a lo que se considera en la teoría clásica, acortar la prueba hace que la confiabilidad aumente.

LISTA DE REFERENCIAS

- Abreu, J. (2012). Hipótesis, método & diseño de investigación (hypothesis, method & research design). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 7(2), 187-197.
- Akgün, M., Katanalp, B., Can, A. V., & Kıvraklar, M. K. (2023). Adapting the activity-based costing method for water footprint accounting. *Journal of Cleaner Production*, (400). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136691>
- Barbosa, M.W. & Cansino, J.M (2022). A Water Footprint Management Construct in Agri-Food Supply Chains: A Content Validity Analysis. *Sustainability*. (14). <https://doi.org/10.3390/su14094928>
- Boretti, A., & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the world water development report. *NPJ Clean Water*, 2(1), 15.
- Bosire, C. K., Rao, E. J. O., Muchenje, V., Van Wijk, M., Ogutu, J. O., Mekonnen, M. M., ... & Hammond, J. (2019). Adaptation opportunities for smallholder dairy farmers facing resource scarcity: Integrated livestock, water and land management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. (284). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106592>

- Briones Zavala, S.P. (2022). Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en fincas ganaderas de la sierra centro norte (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27708>
- Charlon, V., Tieri, M. P., Manazza, F., Engler, P., Pece, M. A., & Frank, F. (2014). Comparación de dos metodologías de cálculo de huella hídrica en un sistema de producción de leche de argentina. Proceedings of the Actas del III Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y II Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica ENARCIV.
- Comisión Económica para America Latina y el Caribe. (2021). Reflexiones sobre la gestión del agua en America Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46792>
- Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos. Revista ciencias de la educación, (33), 228-247.
- Corredor Camargo, E, Castro Escobar, E y Páez Barón, E. (2017). Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
<https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7144>
- Contreras, A., Florez, I. & Herrera, A (2008). Un instrumento para evaluar la adherencia: su validez facial y confiabilidad. ISSN 0121-4500.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-45002008000200004&lng=en&nrm=iso.
- D'Ambrosio, E., Gentile, F. & De Girolamo, A. (2020). Assessing the sustainability in water use at the basin scale through water footprint indicators. Journal of Cleaner Production. (244).
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118847>
- Drastig, K., Prochnow, A., Kraatz, S., Klauss, H., & Plöchl, M. (2010). Water footprint analysis for the assessment of milk production in Brandenburg (Germany). Advances in Geosciences, 27, 65-70.
<https://doi.org/10.5194/adgeo-27-65-2010>
- Fernández, C., Schenone, N., Pérez, A., & Volpedo, A. (2010). Calidad de agua para la producción de especies animales tradicionales y no tradicionales en Argentina. AUGM DOMUS, 1, 45-66.
<https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/view/89>
- Fernández de Castro, Astrid, & López P, Alexander. (2013). Validación mediante método Delphi de un

- sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto sobre el desarrollo local de los proyectos de investigación en el sector agropecuario. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3), 54-60. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000300010&lng=es&tlng=es.
- Fernández, R. (2010). Pericial psicológica y técnicas de evaluación: la entrevista cognitiva. *Boletín Galego de Medicina Legal e Forense* n°17. https://agmf.es/az/Pericial_psicologica_y_tecnicas_de_evaluacion._La_entrevista_cognitiva._Fernandez_Rodicio_CI.pdf
- Flores, J. L. R., Molina, M. C. N., & Torres, J. R. (2017). La huella hídrica física del litro de leche bovina en el norte de México. *Avances en Medicina Veterinaria*, 24.
- Garzón Nivia, L. B. (2018). Caracterización y tipificación de los sistemas de producción de leche de pequeños y medianos productores de la provincia de Ubaté, Cundinamarca. Departamento de Ciencias para la Producción Animal. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63674>
- Gerbens-Leenes, W., Berger, M., & Allan, J. (2021). Water Footprint and Life Cycle Assessment: The Complementary Strengths of Analyzing Global Freshwater Appropriation and Resulting Local Impacts. *Water*, 13(6), 803. <http://dx.doi.org/10.3390/w1306080>
- Gobernación de Cundinamarca. (2020). Estadística básicas Provincia de Ubaté. <http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/d72ea00b-424a-4ace-86a5-3367cc5e64a1/Ubate.pdf?MOD=AJPERES&CVID=l4W1mat>
- Grady, K. E., & Wallston, B. S. (1988). *Research in health care settings*. Sage Publications, Inc.
- Grossi, G., Vitali, A. & Lacetera, N. (2022). Impact of summer cooling management on milk water footprint in dairy cows. *Journal of Cleaner Production*, (367). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133062>.
- Hernández, H.A., & Pascual Barrera, A. E. (2018). Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación del sistema de gestión ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 157–164. <https://doi.org/10.22490/21456453.2186>
- Hoekstra, A.Y.(2008). The water footprint of food. In J. Förare (Ed.), *Water for food* (pp. -). The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning

- (Formas). <http://www.waterfootprint.org/Reports/Hoekstra-2008-WaterfootprintFood.pdf>
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M.M. (2011). The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Routledge.
- Huang, J., Xu, C. C., Ridoutt, B. G., Liu, J. J., Zhang, H. L., Chen, F., & Li, Y. (2014). Water availability footprint of milk and milk products from large-scale dairy production systems in Northeast China. *Journal of Cleaner Production*, 79, 91-97. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.043>
- Ibañez Olvera, M. y González Macías, M. del C. (2022). Un planeta hambriento en el futuro: ¿Habrá suficientes alimentos para todos? *Comunicación Científica*. México. <https://doi.org/10.52501/cc.059>
- Ibidhi, R., & Salem, H. B. (2020). Water footprint and economic water productivity assessment of eight dairy cattle farms based on field measurement. *animal*, 14(1), 180-189. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001526>
- ICA (2021). Censo bovino y de predios. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018/censo-bovino-2021-1.aspx>
- IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (D. C. Bogotá, Ed.). https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3696
- IDEAM. (2014). Estudio Nacional del Agua 2014. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (D. C. Bogotá, Ed). http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf
- IDEAM. (2018). Estudio Nacional del Agua 2018. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (D. C. Bogotá, Ed). . <https://cta.org.co/biblionet/estudio-nacional-del-agua-2018/>
- IDEAM. (2022). Estudio Nacional del Agua 2022. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (D. C. Bogotá, Ed). https://www.andi.com.co/Uploads/Estudio%20Nacional%20del%20Agua%202022_compressed.pdf
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4), 563-

575.

- Martínez Lagos, J., & Salazar, F. (2015). Huella hídrica de la producción de leche en el sur de Chile. In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015).
- Martínez, C.A., Ruiz., X. & Morales, S. (2016). Huella Hídrica de una finca ganadera lechera bajo las condiciones agroecológicas del Valle del Cauca. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2). 47-56. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)47-56](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)47-56)
- Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y.(2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop. *Hydrol. Earth Syst.* 15, 1577-1600.
- Miller, G. D., & Wang, Y. (2013). Carbon and water footprint of US milk, from farm to table–Special issue. *International Dairy Journal*, (31), <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.01.001>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2020). Cadena Cánica Bovina (SIOC). <https://sioc.minagricultura.gov.co/Bovina/Documentos/2020-12-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Muñoz Quintero, W. (2014). Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del río La Villa, Panamá. t
- Murphy, E., De Boer, I. J. M., Van Middelaar, C. E., Holden, N. M., Shalloo, L., Curran, T. P., & Upton, J. (2017). Water footprinting of dairy farming in Ireland. *Journal of Cleaner Production*, 140, 547-555. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.199>
- Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.
- Organización de las Naciones Unidas. (2022, 11 de julio). La población mundial llegará a 8.000 millones el 15 de noviembre de 2022. [Nota de prensa]. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_press_release_es.pdf
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & management*, 42(1), 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Palhares, J.C.P., & Macedo, P.J. (2015). Water footprint accounting and scarcity indicators of

- conventional and organic dairy production systems. *Journal of Cleaner Production*. (93). 299-307. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.035>.
- Palhares, J.C.P., Novelli, T. I., & Morelli, M.. (2020). Best practice production to reduce the water footprint of dairy milk. *Revista Ambiente & Água*, 15(1). <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2454>
- Palhares, J. C. P., Morelli, M., & Novelli, T. I. (2021). Water footprint of a tropical beef cattle production system: The impact of individual-animal and feed management. *Advances in Water Resources*, 149, <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2021.103853>.
- Payen, S., Falconer, S. & Ledgard, S.F (2018). Water scarcity footprint of dairy milk production in New Zealand – A comparison of methods and spatio-temporal resolution, *Science of The Total Environment*. (639), 504-515. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.125>.
- Pérez, J. (2020). Huella hídrica de la leche y el queso en un tambo-fábrica de Tandil (Doctoral dissertation, Tesis De La Licenciatura En Diagnóstico y Gestión Ambiental), Universidad Nacional Del Centro De La Provincia De Buenos Aires, Buenos Aires-Argentina. [https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2401/Perez% 20Jesic a. pdf](https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2401/Perez%20Jesic%20a.pdf)
- RAP-E, PNUD. (2021). Plan de Seguridad Hídrica (PSH) - Región Central. Marco estratégico y programático. RAP-E, PNUD. Bogotá D. C., Colombia. PNUD.
- Polit, D., & Hongler, B. (2000). *Investigación científica en ciencias de la salud: Principios y métodos* 6^º Edición. Mc Graw Grill Interamericana. México.
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances En Psicología*, 23(1), 9–17. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167>
- Ridoutt, B.G., Williams, S.R.O., Baud, S., Fraval, S. & Marks, N. (2010). Short communication: The water footprint of dairy products: Case study involving skim milk powder, *Journal of Dairy Science*, (93)11, 5114-5117. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3546>
- Roldán, J. A. B., Alvarez, R. M., Vera, Y. A. M., & Brie, S. (2023). Diseño y validación de un instrumento de investigación para proponer metodología de gestión de proyectos. *Revista de Iniciación Científica*, 9(1), 71-80. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v9.1.3660>
- Sultana, M.N., Uddin, M.M., Ridoutt, B.G. & Peters, K.J.(2014). Comparison of water use in global milk production for different typical farms, *Agricultural Systems*. (129). 9-21.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.002>

Tristán, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances en medición*, 6(1), 37-48.

Tristán, A. (2007). Elementos de diseño y análisis de instrumentos objetivos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de evaluación de Ingeniería Avanzada.

Thomas, J. S., & Durham, B. (2003). Integrated water resource management: looking at the whole picture. *Desalination*, 156(1-3), 21-28. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(03\)00320-5](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(03)00320-5)

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2021). UN World Water Development Report 2021: Valuing Water. Paris. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375724>.

Martínez Valdés, M. G., & Juárez Hernández, L. G. (2019). Diseño y validación de un instrumento para evaluar la formación en sostenibilidad en estudiantes de educación superior. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(19), 37-54. <https://doi.org/10.33010/ierierediech.v10i19.501>

Vanegas Pinilla, J. N. Apoyo en el desarrollo del plan de acción 2016-2019 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca con el proyecto 12 “Espacios de participación y concertación ciudadana para la gestión ambiental”, a través de la formulación y ejecución de propuestas en la provincia de Ubaté. <http://hdl.handle.net/11349/15303>

Vasilaki, V., Katsou, E., Ponsá, S., & Colón, J. (2016). Water and carbon footprint of selected dairy products: A case study in Catalonia. *Journal of cleaner production*. (139). 504-516. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.032>

Yalta, J., Ríos, N., Valqui Valqui, L., Bobadilla Rivera, L. G., Vigo Mestanza, C. N., & Vásquez Pérez, H. V. (2021). Huella hídrica de la producción lechera en la cuenca ganadera Pomacochas, Perú. *Livestock Research for Rural Development*.

Yerou, H., Belguerbi, B., Homrani, A., & Benabdeli, K. (2021). Water footprint of milk production systems in semi-arid plains of north Africa. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 37(1), 27-43.

ISSN : 1450-9156

Zhang, Y., Huang, K., Yu, Y., & Yang, B. (2017). Mapping of water footprint research: A bibliometric analysis during 2006–2015. *Journal of Cleaner Production*, 149, 70-79.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.067>

Zonderland, M. A., & Ledgard, S. F. (2012). Water footprinting—A comparison of methods using New Zealand dairy farming as a case study. *Agricultural Systems*, 110, 30-40..