

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA GANADERIA
LECHERA EN EL FUNDO CRISTO REY, CENTRO POBLADO DE OTUZCO-
CAJAMARCA”**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

MILAGROS MELISA MALCA AMAYA

ASESOR:

ING. M.Cs. EDUARDO ALBERTO TAPIA ACOSTA

CO- ASESOR:

ING. M.Cs. WILLIAM LEONCIO CARRASCO CHILÓN

CAJAMARCA –PERÚ

2018

**“DETERMINACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA
GANADERIA LECHERA EN EL FUNDO CRISTO REY, CENTRO
POBLADO DE OTUZCO – CAJAMARCA “**

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este periodo.

A mis abuelos María y Víctor, mis segundos padres a quien les dedico esta tesis, por ser ellos quienes siempre guían mi camino desde el cielo.

A mi madre Carmen, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre preservar a través de sus sabios consejos, a mi padre José por siempre apoyarme y darme un buen consejo. Mis hermanos Neythan y Esteban por su apoyo para la culminación de este trabajo. Gracias por el apoyo y consideración a mi esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias escuela de Zootecnia, por formarme como profesional desde que inicié hasta que culminé mi carrera. De igual manera agradecida con el Ingeniero Eduardo Alberto Tapia Acosta por el apoyo y asesoría para la realización de esta investigación, por sus consejos, sugerencias y conocimientos brindados.

Agradezco a la Estación Experimental Agraria Baños del Inca- EEABI y a todo el personal que labora en esta prestigiosa Institución, al Instituto Nacional de Innovación Agraria, por la oportunidad durante el transcurso de la elaboración de esta investigación.

*La presente investigación formó parte del proyecto 012: “Disminución de la Emisión de Gases de Efecto Invernadero en la cuenca lechera de Cajamarca, mediante un manejo tecnificado y aprovechamiento oportuno de la asociación forrajera Rye grass (*Lolium multiflorum*) ecotipo Cajamarquino más Trébol (*Trifolium repens*)” del área de Pastos y Forrajes del INIA.*

Agradecida con el Ingeniero William Carrasco Chilón, Investigador en el Área de Pastos y Forrajes del Instituto Nacional de Innovación Agraria, por su gran apoyo, confianza, y grandes consejos brindados para la elaboración de este proyecto de investigación, al equipo técnico del Área de Pastos y Forraje que laboran allí gracias por su amistad y el apoyo para el desarrollo de este trabajo.

Sobre todas las cosas a Dios, mis abuelos, padres, hermanos y familia por ser un pilar muy importante en mi vida.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 HIPOTESIS Y VARIABLES	4
1.4.1 Hipótesis de la Investigación	4
1.5 VARIABLES	4
1.5.1 Variable Independiente.....	4
1.5.2 Variable Dependiente	4
CAPÍTULO II	
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.2 Bases Teóricas.....	15
2.2.1 Calidad del Agua.....	15
2.2.2 Determinación Huella Hídrica:.....	15
2.2.3 Cambio Climático.....	15
2.2.4 Población de ganado en Cajamarca	16
2.2.5 Ausencia del Agua	17
2.2.6 Relación entre el agua y el sistema productivo bovino	18
2.2.7 Consumo del agua en sistemas pecuarios.....	19
2.2.8 Cálculo de la Huella Hídrica:	20
CAPÍTULO III	
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	21
3.2 TIPO DE ESTUDIO	22
3.3 MATERIAL EXPERIMENTAL Y MANEJO EN CAMPO	22
3.3.1 Material Biológico.....	22

3.3.2 Materiales de Campo	22
3.3.3 Materiales y Equipos de Oficina	23
3.4 METODOLOGÍA	23
3.5 INDICADORES PRODUCTIVOS A EVALUAR.....	25
3.5.1 Peso Vivo.....	25
3.5.2 Número de vacas en ordeño	25
3.5.3 Producción de leche por vaca por día	25
3.5.4 Consumo directo de agua	25
3.5.5 Consumo Indirecto de agua	25
3.5.6 Uso de agua para limpieza de instalaciones y utensilios durante el ordeño	26
3.5.7 Determinación de la Humedad del Forraje	26
3.5.8 Cantidad de agua para la producción de pasto	26
CAPITULO IV	
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	27
4.1.1 PESO VIVO :	27
4.1.2 NÚMERO DE VACAS EN ORDEÑO.....	27
4.1.3 PRODUCCIÓN DE LECHE POR VACA POR DÍA	28
4.1.4 CONSUMO DIRECTO DE AGUA (AGUA AZUL)	29
4.1.5 CONSUMO INDIRECTO DEL AGUA (AGUA VERDE)	32
4.1.6 Uso de agua para limpieza de instalaciones y utensilios durante el ordeño	34
4.1.7 Cálculo de la huella Hídrica	36
CAPÍTULO V	
5. CONCLUSIONES	38
CAPÍTULO VI	
6. RECOMENDACIONES	39
CAPÍTULO VII	
7. BIBLIOGRAFÍA.....	40
8. ANEXOS.....	45

CUADROS

	Pág.
CUADRO 01. Esquema metodológico de Huella hídrica extendida	6
CUADRO 02. Consumo de agua de bebida en el ganado bovino lechero ..	7
CUADRO 03. Cantidad de agua para servicios en las diferentes categorías de vacunos	8
CUADRO 04. Consumo de agua durante la vida del animal en vacunos de leche	12
CUADRO 05. Total de Población Ganadera según región Natural	17
CUADRO 06. Clasificación del hato En el Fundo Cristo Rey	27
CUADRO 07. Número de vacas en producción.....	27
CUADRO 08. Producción de leche en el Fundo Cristo Rey	28
CUADRO 09. Consumo de directo de agua del hato no lechero.....	29
CUADRO 10. Consumos directo de agua –agua azul.....	29
CUADRO 11. Cantidad de agua en bebederos y tanques utilizada en el Fundo Cristo Rey	30
CUADRO 12. Consumo indirecto del hato no reproductor	32
CUADRO 13. Consumo indirecto de agua	32
CUADRO 14. Uso de agua Gris	34
CUADRO 15. Cantidad de agua gris por cada actividad durante el ordeño.....	34
CUADRO 16. Huella Hídrica Total	36

FIGURAS

	Pág.
Figura 01. Relación entre el sistema bovino lechero y los colores del agua	10
Figura 02. Mapa de Ubicación del Fundo Cristo Rey	21

GRÁFICOS

	Pág.
GRAFICO 01: Representación del consumo directo – agua azul	30
GRAFICO 02. Representación del consumo indirecto – agua verde	33
GRAFICO 03: Representación del uso de agua para limpieza- agua gris .	35
GRAFICO 04: Representación de los diferentes tipos de agua	36
GRAFICO 05: Representación de la Huella hídrica por día	37

Determinación de la Huella Hídrica en la ganadería lechera en el Fundo Cristo Rey, Centro Poblado de Otuzco – Cajamarca

Milagros Melisa Malca Amaya¹, Eduardo Alberto Tapia Acosta² y William Leoncio Carrasco Chilón³.

¹Bachiller en Ingeniería Zootecnista. Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. Correo electrónico mily1810@outlook.es

²Docente Principal del Departamento Académico de Ciencias Pecuarias, Facultad en Ingeniería en Ciencias Pecuarias. Universidad Nacional de Cajamarca. Correo electrónico etapia@unc.edu.pe

³Ingeniero adscrito al Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria Baños Del Inca. Jr. S/n Wiracocha, Cajamarca Perú. Correo electrónico wcarrasco@inia.gob.pe

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la Huella Hídrica en la producción de leche del Fundo Cristo Rey C.P Otuzco – Cajamarca. Se trabajó con toda la población ganadera, por lo cual se contó con 35 vacas en producción. Se evaluó el consumo directo (agua azul), consumo indirecto (agua verde) y uso de agua para lavado de utensilios durante el ordeño (agua gris). Los datos obtenidos, se sometieron a un análisis estadístico – descriptivo en Excel. La Huella hídrica estimada fue de 16083 litros de agua a nivel de hato lechero, donde en promedio se requiere 1149 litros de agua para un litro de leche. Con un alto impacto en la huella hídrica verde de 99% donde se sustenta el uso de forraje como alimento básico, la Huella Hídrica azul con un porcentaje de 0.70 % y la Huella hídrica gris representa un porcentaje mínimo del total (0.23%).

Palabras Clave: Huella Hídrica, consumo directo, consumo indirecto

Determination of the Water Footprint in dairy farming in the Fundo Cristo Rey, population center of Otuzco – Cajamarca

Milagros Melisa Malca Amaya¹, Eduardo Alberto Tapia Acosta² y William Leoncio Carrasco Chlón³.

¹ Bachelor in Zootechnology Engineering. Faculty of Engineering in Livestock Sciences of the National University of Cajamarca. Email mily1810@outlook.es

² Teacher Lecturer in the Academic Department of Animal Sciences, Faculty of Engineering in Animal Sciences. National University of Cajamarca. Email etapia@unc.edu.pe

³Engineer assigned to the National Institute of Agrarian Innovation, Baños del Inca Agrarian Experimental Station. Jr. S / n Wiracocha, Cajamarca Peru. Email wcarrasco@inia.gob.pe

ABSTRACT

The present work has an objective to determine the water footprint in the milk production of "Fundo Cristo Rey C.P." in Otuzco, Cajamarca city. The work done with all rancher population, taking 35 cows in production. It was evaluated the direct consumption (blue water), indirect consumption (green water) and the use of water for utensils during the milking (gray water). The result data entered to a statistic and descriptive analysis in excel. The estimated water footprint was 16083 liters of water per 1 liter of milk, where the required average of 1149 liters of water per 1 liter of milk. With a high impact on the green water footprint of 99% where is sustained the use of forage as basic food, the blue water footprint with an average of 0.70% and the gray water footprint with the minimum percentage of the total (0.23%).

Keywords: Water footprint, direct consumption, indirect consumption

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Dado el aumento de la población y el crecimiento económico, la demanda de agua para las ciudades e industria está creciendo mucho más rápidamente que la demanda agrícola. Incluso dentro del mismo sector agricultura, los productos básicos, la ganadería, la pesca continental y la acuicultura, así como los cultivos no alimentarios, existe competencia por recursos hídricos **FAO (2012)**. La actividad ganadera es una de las principales actividades productivas que ejercen mayor presión sobre los recursos agua y suelo a nivel mundial, su consumo en agua azul (superficial y subterránea) alcanza un 9% del total de fuentes de agua azul (3800 km³) y de estas extracciones son destinadas a riego (2700 km³) **FAO (2008)**.

La ganadería en Latinoamérica representa el 5,23 % del PIB total, la carne y leche aportan 18,7% de la alimentación diaria de la población y se prevé aumento en el consumo. Las actividades ganaderas en esta región cuentan con importantes recursos que le permiten una buena posición en la producción como causantes de contaminación y deforestación, lo que afecta la disponibilidad y calidad de las fuentes de agua y la degradación de la biodiversidad **FAO (2010)**.

Por otra parte, se han desarrollado indicadores que permite medir los usos de agua en actividades agropecuarias. La huella hídrica es un indicador que permite cuantificar las cantidades de agua utilizadas para producir un bien o un producto **Hoekstra (2011)**. Este indicador puede contribuir al ámbito público y privado a determinar y proponer modos de producción más eficientes en cuanto al uso de agua **Chapagain y Orr (2009)**. Según **Hoekstra (2012)**, para producir un litro de leche se requiere 1020 litros de agua y 14,415 litros de agua para un kilogramo de carne. En algunos estudios se han recomendado estrategias para reducir la huella hídrica en sistemas ganaderos, entre estos destacan: mantener cobertura vegetal en las pasturas para mejorar la oferta forrajera y reducir las pérdidas de agua debido a la evaporación **Molina (2011)**; establecer sistemas silvopastoriles y bancos forrajeros **Ríos (2012)**; utilizar alimentación eficiente (residuos de cultivos y forrajes), políticas de compensaciones económicas o ambientales **Mekonnen y Hoekstra (2012)**.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El constante crecimiento de la población mundial (tres veces más desde 2009 al 2025) es directamente proporcional con la cantidad de alimentos demandados para el sostenimiento de la población mundial; situación que ha generado altos consumos de agua (7 a 9 veces), que unido al cambio climático y otros problemas ambientales, limita la productividad del planeta, haciendo necesario evaluar los sistemas productivos actuales para proyectar alternativas de manejo a corto y mediano plazo.

El impacto ambiental asociado al sector pecuario de acuerdo con **Muergueritio y Calle (2003)** se presenta durante toda la cadena de producción, desde la primera hasta la comercialización; así como en la degradación del suelo, el calentamiento global y pérdida de recursos hídricos. **Carreño y Hoyos (2010); FAO (2006)**.

Los bovinos requieren cantidades adecuadas de agua, para que su sistema fisiológico del ganado no se vea afectado en el consumo de materia seca, en su sistema reproductivo y productivo.

En cualquier región, y en particular en aquellas con escasez de agua, la medición de la huella hídrica y su análisis resulta sumamente útil para hacer un manejo eficiente sobre el recurso hídrico, y fomentar el diálogo entre el gobierno con el sector pecuario para llegar a propuestas de un uso racional de este recurso.

¿La huella hídrica en la producción de leche bajo el sistema de crianza semi-extensivo es excesiva?

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Considerando que el agua es uno de los elementos indispensables para el mantenimiento y desarrollo de los seres vivos, los sistemas agropecuarios han encaminado metodologías en desarrollar actividades que se encuentren dentro del marco del concepto de indicadores de sostenibilidad, capaces de medir el estado de los agro sistemas y las posibles respuestas a las presiones ejercidas sobre los recursos que lo conforman.

El uso de agua, destinada al consumo y a los servicios de mantenimiento de los animales, así como a la elaboración de alimentos; la contaminación del agua, debida a los desechos del ganado, a la elaboración de productos pecuarios y a la contaminación de productos pecuarios.

La Huella hídrica permite cuantificar los diferentes tipos de agua que se utilizan en el sistema de producción de leche, así como realizar una planificación adecuada de este recurso. Algunos estudios reportan que para producir un litro de leche se requiere de 1200 y 1500 litros de agua.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Determinar la Huella Hídrica en la producción de leche del Fundo Cristo Rey, C.P. Otuzco - Cajamarca.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad de agua dulce extraída para producir un litro de leche.
- Cuantificar la cantidad de agua que hay para la producción de forraje verde y materia seca para producir un litro de leche.
- Determinar la cantidad de agua dulce durante el proceso de ordeño para un litro de leche.

1.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.4.1 Hipótesis de la Investigación

Determinando la huella hídrica para producir un litro de leche, estaremos realizando una planificación adecuada del uso del recurso agua en el proceso de producción de leche.

1.5 VARIABLES

1.5.1 Variable Independiente

- Cantidad de agua dulce extraída para producir un litro de leche.
- Cantidad de agua de lluvia para producir forraje verde y materia seca durante el proceso de producción de leche.
- Cantidad de agua dulce utilizada para diluir contaminantes durante el proceso de producción de un litro de leche.

1.5.2 Variable Dependiente

- Litro de Leche

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Hoekstra Y Chapagain (2008). Definieron que la Huella Hídrica en México es de 1,441 m³/cápita/año, la cual es 16% superior al promedio mundial (1,243 m³/cápita/año). El interés por la huella hídrica se origina por reconocer los impactos humanos en los sistemas hídricos y su relación, en última instancia, al consumo humano. Temas como la escasez o contaminación del agua pueden ser mejor entendidos y gestionados considerando la producción y cadenas de distribución en su totalidad (ibídem).

Pol (2005). Evaluó dos sistemas de utilización del agua para tanques de enfriamiento de leche en un sistema abierto que no reutiliza el agua y el sistema cerrado que, si reutiliza el agua, este no afecta la calidad microbiológica de la leche y el abierto si afecta la calidad microbiológica de la leche.

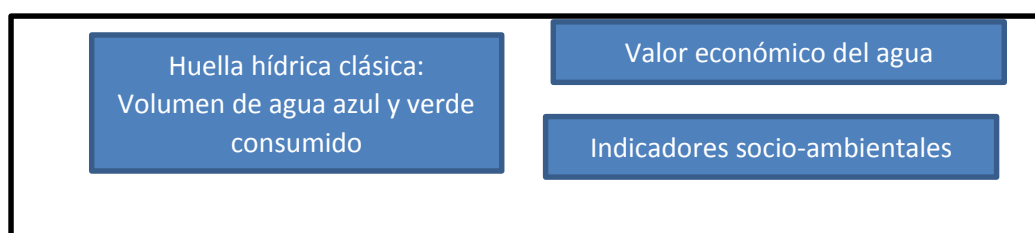
Herrero (2002). Habla sobre la importancia del agua en la producción de leche y evaluó los diferentes usos del agua dentro del sistema lácteo y determinó que el enfriado de la leche es el servicio que más agua consume (4 a 9 l de agua/l de leche producida) dentro del sistema de producción de leche.

Broysain (2011). Llevó a cabo un estudio en donde se analizó el concepto de huella Hídrica y su aplicabilidad en predios lecheros, donde se generan los principales consumos de agua, en el cual se determinó la huella hídrica de un litro de leche cruda en siete predios lecheros y se analizó la disponibilidad de datos para aplicar una fórmula de huella hídrica y por último se propuso una metodología para aplicarla en sistemas lecheros del país, se encontró que el valor de la huella hídrica para producir un litro de leche son necesarios 300 litros de agua y este valor tiende a aumentar si el sistema lechero se torna intensivo, algunas de las recomendaciones del autor es que se deben ahondar en la precisión de algunas metodologías de los datos recabados ya que se trabajaron con datos promedio pues existía mucha variabilidad entre ellos, es necesario generar datos más precisos al calcular este indicador ya que es una contribución a la sustentabilidad de los sistemas lecheros.

Thomas Y Durhman (2003). Comparan diversos estudios de casos realizados en España, EEUU, Australia e Israel realizados bajo el contexto de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos explicando a través de estas investigaciones el porqué del desarrollo de alternativas enfocadas en los recursos hídricos.

Salmoral (2011). Se aplicó para analizar la huella hídrica extendida en la cuenca de Guadalquivir (España). Con el fin de facilitar información para la mejora de la asignación y gestión de los recursos hídricos en la cuenca. Este estudio diferencia entre agua verde y azul (agua de origen superficial y subterráneo). Por otra parte, introduce indicadores económicos, siendo la vertiente económica clave a la hora de analizar los consumos de agua. Presenta por primera vez la integración de la huella hídrica dentro del ciclo hidrológico y su balance a escala de cuenca.

CUADRO 01. Esquema metodológico de Huella hídrica extendida.



Fuente: Tomado de Salmoral et al 2011.

Molina (2011). En un estudio realizado en Palmira – Valle, Colombia, reportó 1780 litros de agua/litro de leche y 609798 litros de agua/animal/año.

Ríos (2012). Realizo una investigación en Nicaragua, en los municipio Jinotega y Matiguás, el estudio consistió calcular la huella hídrica de fincas ganaderas destinadas a la producción de leche, los resultados de dicho estudio indican que para los consumos indirectos de agua en Nicaragua fue de 4352,37 l/día, en Matiguas y 3953,37 l/día en Jinotenga, los requerimientos de agua para producir un litro de leche corresponden a 950 litros de agua en Matiguás y 1500 litros de agua en Jinotega.

Corba (1985). Menciona distintos porcentajes para cada alimento, por ejemplo: Granos y heno (10%), ensilajes y pastos (50%) y forrajes verdes tiernos (85 a 90%), por lo cual existe una relación directa del consumo de agua con la cantidad de materia seca que consume el animal. Uno más de los factores que interviene en el consumo de agua es el estado fisiológico de los animales (cuadro 2). Una vaca en lactancia con un promedio de producción de 40 litros de leche por día, consume entre 144 a 159 litros de agua al día.

CUADRO 02. Consumo de agua de bebida en el ganado bovino lechero por clase de ganado.

TIPO DE BOVINO	EDAD	LITROS POR DÍA
Ternero Holstein	1 mes	6.2
Ternero Holstein	2 meses	7.3
Ternero Holstein	3 meses	9.2
Ternero Holstein	4 meses	12.3
Vaquilla Holstein	5 meses	15.8
Vaquilla Holstein	15 a 18 meses	24.6
Vaquilla Holstein	18 a 24 meses	31.9
Vaca seca preñada	6-9 meses	41.6
Vaca en lactancia	Mitad de lactancia (35 l/leche/día) con 680 kg de PV y con una temperatura de 15 a 20 °c en promedio	105.8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adams y Sharpe, (1995).

Noseti (2002). Reportan el valor de 0.95 l de agua/l de leche por vaca para la limpieza de la ubre, bajo un sistema especializado en vacas lactantes en Argentina. A nivel nacional la CANILEC (2013) reporta en sus estadísticas sobre producción de leche que se necesitan 300 l agua/L de leche en la producción tecnificada para bebederos lavado de instalaciones, riego, forrajes, etc.

CUADRO 03. Cantidad de agua gris utilizada en las diferentes categorías de vacunos.

Agua de servicios (litros/animal/día)			
Animal	Grupo de edad	Industrial	Pastoreo
Ganado vacuno de carne	Terneros	2	0
	jóvenes		
	Adultos	11	5
Ganado vacuno de leche	Terneritas	0	0
	Vaquillas	11	4
	Vacas de leche	22	5

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Steinfeld et al (2009).

Mekonnen Y Hoekstra (2012). refieren que la huella hídrica de los sistemas de producción pecuarios (ganadería) es influenciada por el tipo de sistema de producción, tamaño del sistema, la composición del hato y la geografía. Así mismo indican que existen diferencias entre países, debido principalmente a la conversión de alimento y las cantidades de agua requeridas para la producción de forrajes.

Mekonnen Y Hoekstra (2010). Indican que la huella hídrica para la producción de carne de ganado vacuno es de 15400 m³/ ton.

Carbonell (2010). Plantea que la huella hídrica de la ganadera destinada a leche es de 1000 litros de agua / litros de leche.

Hoekstra (2012). La huella hídrica de un animal puede calcularse con base en la huella de agua del alimento consumido y el agua que consume de forma directa.

Ridoutt (2011). En un estudio realizado en Nueva Gales del Sur, se obtuvo una huella hídrica de 3,3 a 221 litros de agua / kg de peso vivo del animal.

Duarte (1998) Y Cardot (2008). Indican que el consumo de agua directo de vacas depende del contenido ingerido de materia seca, producción de leche y factores ambientales.

Arévalo Y Campuzano (2013). permite evidenciar de una manera gráfica la HH directa (dentro del rectángulo), en la que se refiere al agua de lluvia evaporada a partir de la producción de forraje, la azul se basa en el porcentaje de agua superficial y subterránea bebida por los animales que es transmitida por estos e incorporada en el producto, en este caso la leche y la HH gris se debe a la contaminación del agua a partir del uso de fertilizantes y de excretas ,por lo que la el cálculo de la HH en bovinos en particular, se requiere, el uso de Software para la identificación de requerimiento de agua por parte de los forrajes, información climática, estadísticas del número de animales y del consumo de pasto, además del consumo de agua directo y la necesaria para la higiene, información útil para la HH azul y verde. Por lo último la fertilización nitrogenada y el peso de los animales datos básicos para la HH gris.

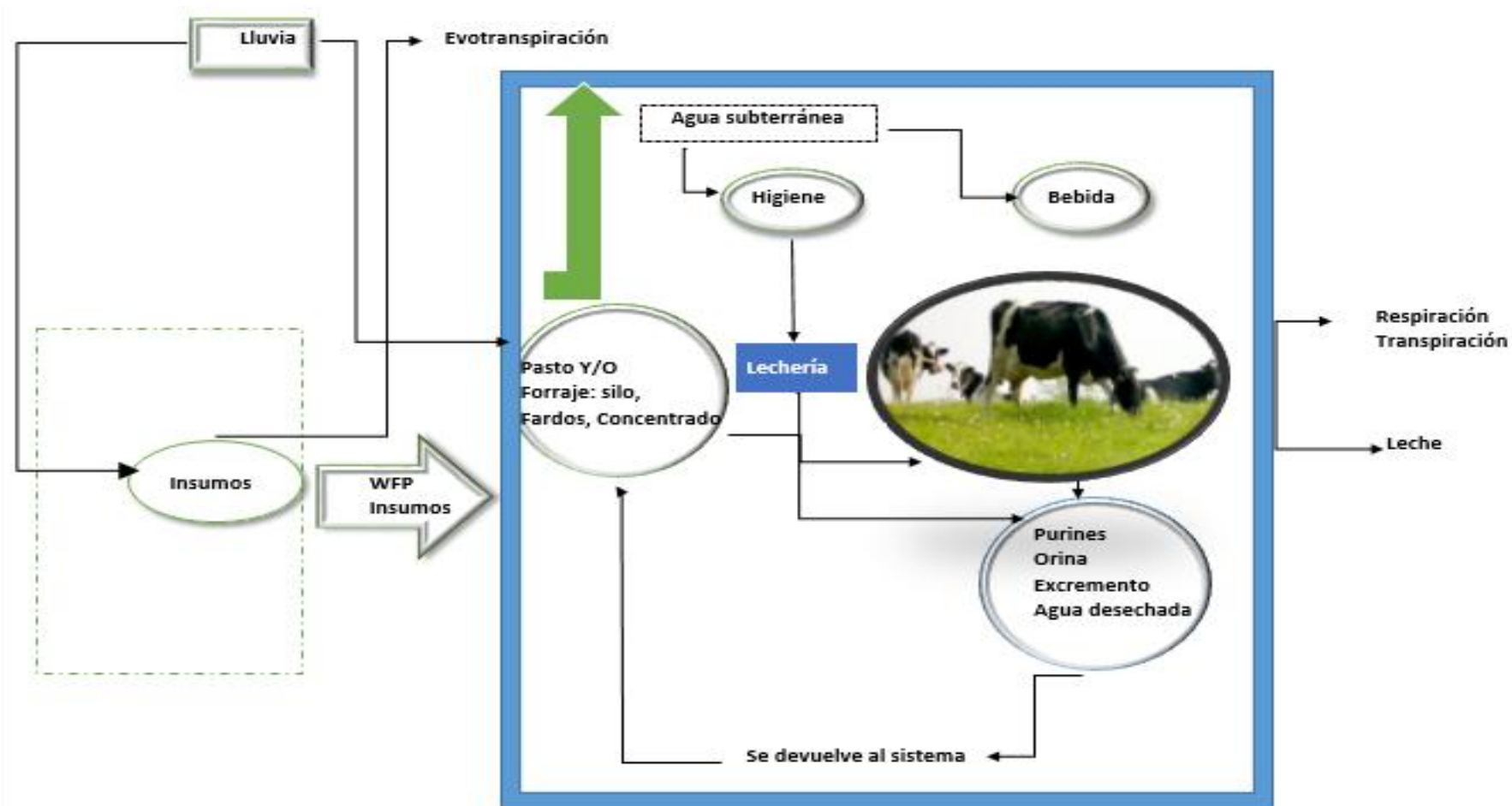


Figura 01. Relación entre el sistema bovino lechero y los colores del agua
 Fuente: Adaptación con base a Olivar

Iramain (2001). Indican que muchas veces la cantidad de agua en el lavado de salas de ordeño, está más asociado a prácticas rutinarias que a la suciedad de las instalaciones.

Mekonen Y Hoekstra (2011). Con base a esta metodología se ha estimado la media global de Huella Hídrica para la producción de leche de 790 a 1.087 lt/kg para la Huella Hídrica verde y de 49 a 82 para la azul.

Alvarenga (2014). Las estimaciones de la Huella Hídrica azul muestran valores de 19, 11 y 7 lt/kg de leche en sistemas estabulados, semiestabulados y basados en pastoreo, respectivamente y de la verde de 1.478, 2.209 y 1.584 para los mismos sistemas.

Alvarenga (2014), Sánchez (2014), Mekonen Y Hoekstra (2011). Valores inferiores fueron estimados en siete predios de Chile variando entre 159 y 335 lt/kg de leche, aumentando levemente a medida que los sistemas se toman intensivos, siendo el componente más relevante para el dato obtenido, el agua utilizada para la productividad de cultivos de alimentos para los animales, esto hace referencia a los kilogramos de materia seca por hectárea (agua incorporada a la planta) y su evo transpiración.

Ríos et al (2012). Se evalúa directamente el consumo de agua para animales seleccionados al azar que fueron aislados y se les suministró agua en volumen conocido. Adicionalmente se midió el agua residual por diez días, para al final tener un promedio del consumo directo del agua.

Alvarenga (2014). El consumo de agua está basado en la materia seca, producción de leche, consumo de sal y temperatura mínima media diaria. Encontrándose diferencias en los resultados, la Huella Hídrica calculada en el primer caso coincide con otras investigaciones y respalda hipótesis de que son necesarios alrededor de 1000 litros de agua para producir un litro de leche, mientras que en el segundo caso varía de 1500 a 2200 lt dependiendo además de variables como el tipo de sistema (estabulado, semiestabulado y en pastoreo).

Hoekstra Y Chapagain (2003). General valores de referencia analizando la cantidad de agua consumida por vaca en la alimentación, bebida y en los servicios de obtención de leche, a lo largo de toda la vida del animal. En estos

estudios se comparan entre sistemas de producción intensiva y de pastoreo como se muestra en el cuadro 4.

CUADRO 04. Consumo de agua durante la vida del animal en vacunos de leche.

Sistema	Agua bebida	Agua Evapotranspirada por cultivos	Agua de Servicios	Litros de leche a lo largo de la vida de la vaca	HH
	(m ³ / animal)	(m ³ / animal)	(m ³ / animal)	(L leche/animal)	(m ³ /leche)
Intensivo	219	39.075	64,4	51.779	0,76
Pastoreo	123,7	32.110	15,7	17.500	1,84

Fuente: Hoekstra y Chapagain (2003)

Kramer (2008) y Nosetti (2002). El consumo de agua de bebida necesaria para producir un litro de leche según lo reportado por diversos autores varía en un rango de 1.9 a 2.8 litros de agua por litros de leche.

Thomas (1975) y Charlón (2005). Reportan un rango de 4- 4.5 litros de agua por litro de leche.

Steinfeld (2009). En cuanto al agua de servicio el bovino requiere para limpieza de área de ordeño, utensilios y del mismo bovino, es fundamental tomar en cuenta este uso dentro del sistema de producción, menciona que el agua utilizada en los sistemas industriales o especializados es mayor comparado con el agua utilizada en los sistemas de pastoreo.

Gerbens (2011). En un estudio llevado a cabo por la UNESCO en los países bajos comparó la huella hídrica de la carne de aves, bovinos y cerdos con diferentes sistemas de producción de diversos países y se concluyó que con base a la dieta de forrajes y concentrados el ganado que consume más concentrado es el que presenta una mayor huella hídrica en su carne.

Meyer (2004). Midió la ingesta de agua diaria en 60 vacas con dos experimentos, obteniendo el valor de 2.6 L de agua para producir un litro de leche.

Martínez y Salazar (2015). Hicieron un trabajo para estimar la huella hídrica de la producción de leche en sistemas optimizados basados en pastoreo y en suplementación con nabo y maíz forrajero. Para la estimación de la huella total se consideró el volumen de agua que se utilizó directa e indirectamente en la producción, determinando las huellas verde, azul y gris. Los resultados indican que en promedio se utilizan 278 y 265 L de agua por litro de leche bajo los escenarios planteados previamente.

Rueda (2014). Realizo una investigación sobre Gestión Hídrica en el Sistema de Producción de leche en pequeña escala en México. Recolectó información de 22 unidades de producción y seis informantes clave de diversas dependencias a nivel federal, estatal, municipal y delegacional. El análisis estadístico se realizó mediante estadística descriptiva. El trabajo muestra los siguientes resultados: en promedio se requiere un total de 6.6 litros de agua (incluye consumo de agua y agua para servicio de limpieza), para producir un litro de leche dentro del sistema.

Muñoz (2014). Realizó una investigación sobre el cálculo de la Huella Hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del Río la Villa Panamá. En su segundo artículo describe que para producir un litro de leche en fincas ganaderas y el consumo de agua por unidad animal. Se seleccionó 3 fincas de cada una de las tipologías definidas en el primer artículo , sumando un total de 9 fincas .Los resultados indican que la huella hídrica por litro de leche para época seca fue : 951.31 , 1082.96 y 1111.3 litros de agua en las fincas de Fincas con nivel tecnológico medio (FNTM) , Fincas con nivel tecnológico alto (FNTA) y Fincas con nivel tecnológico bajo (FNTB) , respectivamente , mientras que en la época lluviosa fue de 692.93 , 962.76 y 1021.39 litros de agua para fincas FNTA , FNTM Y FNTB. La huella hídrica promedio de las épocas para la producción de un litro de leche fue 845.98, 896.97 y 1022.13 litros de agua en fincas FNTM, FNTA Y FNTB respectivamente.

Martínez, Ruiz y Morales (2016). Realizo una investigación sobre la Huella Hídrica de una finca ganadera lechera bajo las condiciones agroecológicas del Valle del Cauca. Los resultados mostraron que para producir un litro de leche se necesita 1,9 m³ de agua, de las cuales el 97,4% son las requeridas por cultivo

(forraje) para su ciclo productivo, todo lo anterior evidencia la necesidad de establecer alternativas para el uso y reúso del agua dentro del sistema ganadero.

Corredor (2017). Se evaluó el impacto de la producción lechera sobre el agua, estimado la Huella Hídrica (HH) en este sistema productivo. Se empleó el enfoque de la Water Footprinter Network en 28 fincas del municipio de Tunja (Boyacá), mediante un muestreo probabilístico discrecional. La huella Hídrica verde se calculó utilizando el programa CROPWAT , para identificar la Huella Hídrica azul se tuvo en cuenta el agua consumida , la pérdida por transpiración y la incorporada al producto , la HH gris se enfocó en la contaminación por nitrógeno .La Huella Hídrica estimada fue de 2007.8 litros / kg que se encuentra por la media global (790 a 1.087 l/kg de leche), con alto impacto de la HH verde (99.3% de la HH total), representada en el uso de forraje como alimento básico y en el alto índice de presión hídrica de la zona. La HH azul (7 l/kg de leche) no tiene impacto significativo. Aunque la HH gris (6,8 l/ kg leche) representa un porcentaje mínimo del total, tiene gran impacto, ya que produce contaminación del recurso hídrico. En relación con el proceso productivo, se encontró que la carga animal y el porcentaje de vacas en ordeño explican el 31% y el 36% respectivamente, de las variaciones en la HH total.

Ibáñez y Saavedra (2017). Realizo una investigación sobre la evaluación de alternativas para la optimización de la producción de leche, mediante la estimación de balances hídricos en el Centro de Investigación y Capacitación Santa María del Puyón de la Universidad de la Salle – Bogotá Colombia. Con base a los datos tomados en campo y analizados posteriormente dieron como resultados que para la cantidad requerida para producir un litro de leche es de 1,4232 m³/lt de leche , lo cual es conocido como huella hídrica , dicho valor permite concluir que el centro de experiencia mantiene una serie de buenas prácticas ganaderas y de ser rentable de una manera sostenible a pesar de un sistema intensivo , debido a que se encuentran dentro del rango general de consumo , teniendo como valor determinado lo que resulta del producto considerado que el 94,6% corresponde a la huella verde , el 3,3% a la azul y el 2% a la gris para la producción de cada litro de leche.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Calidad del Agua

La calidad del agua es un factor que influye de manera significativa sobre la salud y la producción. Para los seres humanos y para los rumiantes, los criterios que definen la calidad del agua son similares y los principales parámetros son: características organolépticas (olor y sabor), características físico químicas (pH, sales totales, dureza), presencia de sustancias químicas (nitratos, sulfatos, sodio, minerales en general), de minerales en exceso, de compuestos tóxicos (arsénico, fosforados, etc.) y de microorganismos (bacterias, parásitos).

El consumo de agua de mala calidad lleva a una disminución en el consumo de alimentos, a problemas digestivos, a una menor performance productiva, a una pérdida de estado y a una alteración de la reproducción. Sin embargo, los límites que determinan la calidad del agua son relativos y están asociados a la categoría, a su estado productivo y al grado de acostumbramiento.

2.2.2 Determinación Huella Hídrica:

La Huella hídrica de la producción es una medida del agua utilizada en diferentes países, así como un indicador de la demanda humana de los recursos hídricos **Brito (2011)**. Por otro lado, la huella hidrológica de una persona, colectivo o país se define como el total de agua usada para producir los bienes y servicios consumidos por esa persona, colectivo o país (**Rodríguez et al. 2008, Grajales et al. 2008**). También es conceptualizada como el indicador para medir el uso de agua directo e indirecto **Ertug y Hoekstra (2012).Hoekstra (2011)**, definen que la huella hídrica es un indicador de uso de agua dulce que se ve no sólo en el uso del agua directa de un consumidor o productor, sino también en el uso del agua indirecto. La huella hídrica de un producto es el volumen de agua dulce utilizada para producir el producto, medido sobre la cadena de suministro.

2.2.3 Cambio Climático

De acuerdo con el informe de la **FAO (2006)**, la producción pecuaria es una de las principales causas de problemas ambientales, incluyendo el calentamiento del planeta del que se estima el ganado es responsable del 18% de las emisiones

de gases que producen el efecto invernadero, además de su influencia en el cambio de uso de suelos y la contaminación de las fuentes hídricas. Lo anterior ha llevado al desarrollo de herramientas, técnicas o indicadores tendientes a medir el impacto de las actividades desarrolladas por el ser humano y su influencia en el medio ambiente. Una de esas técnicas de medición está constituida por la Huella Hídrica (HH), indicador que promueve el análisis del uso eficiente y la productividad del agua. Esta medida es multisectorial, geográfica y temporalmente explícita, incluyendo en la estimación tanto el uso de agua directa como indirecta, pudiendo ser calculada para un proceso, producto, consumo y grupo de consumidores o productores.

El cambio climático, al igual que uno de sus factores causantes: el efecto invernadero, son unos fenómenos mundiales que hasta hace relativamente poco se conocen y se aceptan; a partir de entonces se ha iniciado sus respectivos estudios y se ha comprobado que este efecto mundial es muy amplio, tiene muchas causas y afecta a todos los ecosistemas.

En ella, existen dos implicaciones importantes a tener en cuenta: una es la pérdida de energía dietaria de los animales que se ve representada en los gases (de efecto invernadero) que expulsa el sistema digestivo de un rumiante al digerir los componentes que se encuentran en su dieta.

La segunda se refiere al cambio que está sucediendo con los tejidos en los pastos debido al calentamiento global: un tejido menos digerible representa una menor ganancia de peso y una menor producción lechera. Menos energía metabolizada y menos tejidos digeribles en los forrajes representan menores producciones: y menores producciones representan menores ganancias monetarias por animal para el productor.

2.2.4 Población de ganado en Cajamarca

Cajamarca se caracteriza por que la ganadería se desarrolla en zonas de campiñas, valles interandinos y la Jalca, con una crianza semi-intensiva en base a pastos cultivados como el Rye Grass y trébol, con predominancia del ganado lechero de las razas Holstein y Brown Swiss, es la segunda cuenca lechera del país, con una producción anual que supera las 210,000 Tm de leche, con una

población de 106,223 vacas en producción, las provincias de Cajamarca y San Miguel son los principales centros de producción con 71,208 y 40,023 Tm al año respectivamente. Existen alrededor de 37,000 pequeños productores de leche en Cajamarca de los cuales el 95% produce por debajo de los 100 litros/día. La producción promedio de los pequeños productores oscila entre 3.5 a 6 litros por vaca por día.

Cajamarca es de las tres cuencas lecheras la que menos produce, pero es la que mayor identidad quesera posee. A nivel nacional los quesos de Cajamarca son los que gozan de la mayor reputación en cuanto a gusto y calidad. De los derivados lácteos producidos artesanalmente en Cajamarca destacan el queso mantecoso (típico de la región), el queso maduro tipo suizo, el queso fresco y el manjar blanco.

Cuadro 05. Total, de Población Ganadera según región Natural.

(Miles de Vacunos)							
REGION	TOTAL	HOLSTEIN	BROWN SWISS	GYR/CEBU	CRIOLLOS	OTRAS RAZAS	BUEYES
TOTAL	5156,0	527,5	904,0	171,8	3276,8	245,8	30,3
COSTA	612,9	248,8	33,5	37,6	271,2	20,2	1,6
SIERRA	3774,3	208,3	721,7	18,8	2683,3	124,7	26,5
SELVA	968,8	70,5	157,9	115,3	322,3	100,6	2,2

Fuente: Instituto Nacional Estadística e Informática – IV Censo Agropecuario 2012.

2.2.5 Ausencia del Agua

El agua regula el crecimiento de una vaca, la temperatura corporal, la digestión, la lactancia, la vista y lubricación de las articulaciones a la vez que elimina las toxinas del cuerpo. Pero la importancia del agua como nutriente es a menudo pasada por alto en el cuidado del ganado. Los ganaderos deben controlar la calidad y el consumo de agua para el ganado, atento a los síntomas de deshidratación, controlar la temperatura del agua y proporcionar nutrientes a los animales para aumentar el consumo de agua para la salud óptima de los animales.

La cantidad de agua que necesita un animal está influenciada por muchos factores, incluyendo la tasa de aumento de peso, tipo de dieta, temperatura ambiental, la preñez, la lactancia, el nivel de actividad y el consumo de alimento. Las cantidades necesarias van desde uno hasta dos litros al día para terneros de hasta 30 litros al día para las vacas lactantes. Los animales domésticos pueden vivir alrededor de sesenta días sin comida, pero solo siete días sin agua y muy poca agua puede afectar tanto a la audición y a la vista del ganado. Limitar el consumo de agua puede bajar el rendimiento del animal más rápida y drásticamente que cualquier deficiencia de otros nutrientes. El ganado debe tener libre acceso a suficiente agua en todo momento. La calidad de agua también es importante; agua estancada o contaminada puede reducir el consumo de agua. Todos los bebederos deben limpiarse y desinfectarse con frecuencia.

2.2.6 Relación entre el agua y el sistema productivo bovino

Los cambios en la estructura demográfica y en el uso del suelo generados por la expansión ganadera llevaron a una división de sistema Bosque-Agricultura – Ganadería, lo que impactó el ciclo hidrológico, ya que el bosque tiene un importante papel como hidrorregulador, anti erosivo e hidrotector **Ardila y Vergara (2012) ; Renda (2006)**, sumado a esto la implementación de ganadería y el pastoreo intensivo promueve la compactación de los suelos, disminución de la materia orgánica y en general la destrucción de la estructura que concluye en la pérdida de capacidad de retención y velocidad de infiltración de agua de lluvias **Pérez(2006)**.

Para finales del siglo XX e inicios del presente, la agricultura empleaba entre el 70% **FAO (2009)** y el 85% del agua dulce **Olivares (2011)**, con un porcentaje superior al 60% destinada a cultivos para consumo animal y una proyección de aumento del 14% para el 2030. La distribución en el uso de agua en la ganadería está dada principalmente por la consumida en forma libre y la ingerida de manera indirecta a través de los alimentos, especialmente en la producción de forrajes **Sánchez, Delgado, Bueno y Román, (2014)**, destacándose la calidad del agua consumida de manera directa como un elemento fundamental para la salud, la eficiencia de los parámetros de interés zootécnico, así como para la composición

de la leche lo que resulta muy importante a nivel productivo y de salud pública **Revelli, Sbodio, Tercero y Ubert (2002)**. En cuanto a la cantidad, la mayor proporción de este recurso es destinado al riego de forrajes para alimentación de los animales **FAO (2009)**.

La Huella Hídrica es un indicador que promueve el análisis del uso eficiente y la productividad del agua, comprendiendo la eficiencia como la realización de un proceso o generación de un producto o servicio con la mínima cantidad de recurso posible (Lt/ Unidad producto), mientras que la productividad se entiende como la relación existente entre el volumen de la producción o el servicio, con la cantidad de agua utilizada (unidad de producto/lit). En términos generales se basa en la necesidad de producir una mayor cantidad de bienes y servicios con menos recurso hídrico, con el objetivo de otorgarle un uso equitativo y sustentable al mismo. Este indicador es multisectorial, geográfica y temporalmente explícito, incluyendo tanto el uso de agua directo como indirecto, pudiendo ser estimado para un proceso, producto, consumidor, grupo de consumidores o producto **Hoekstra, Chapagain, Aldaya y Mekonnen, (2011); Zarate (2013)**.

2.2.7 Consumo del agua en sistemas pecuarios

Se considera que un animal adulto puede consumir apropiadamente el 8% al 10% de peso en agua **Sager (2000)**. Según **Charlón (2005)** existen tres tipos de fuentes de abastecimiento que puede tener el animal como lo son: el agua de bebida, la contenida en la dieta y la metabólica, la que mayor aporta al agua total del agua consumida es la de bebida. Dentro de los factores que son responsables del consumo de agua son los siguientes: raza, estado fisiológico, producción láctea, temperatura, dieta y la disponibilidad y concentración de sales en el agua.

Uno de los factores que interviene en el consumo de agua y es de lo más conocidos es la temperatura ambiente. En verano siempre hay un mayor consumo, pero también hay mayor evaporación en represas o estanques. Otro de los factores responsables del consumo de agua de bebida en los bovinos es el tipo de alimentación que reciben los animales. Como regla general todos los forrajes secos y/o concentrados demandan mayor cantidad de agua de bebida, que los forrajes verdes, aunque estos últimos contiene mayor cantidad de agua.

2.2.8 Cálculo de la Huella Hídrica:

Agua azul: Se refiere a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, embalses, esteros y nacientes) y subterráneos. La huella Hídrica Azul de un proceso involucra: el agua que se evapora, el agua que se incorpora en el producto, el agua que no vuelve a la misma zona de influencia y que es devuelta a otra zona de captación y el agua que no vuelve en el mismo periodo. Si el agua utilizada regresa intacta al mismo lugar del que se tomó dentro de un tiempo breve, no se toma en cuenta como Huella Hídrica.

Agua verde: Atiende a la evaporación que se experimenta durante los procesos, el volumen de agua evaporada y transpirada desde los recursos globales de agua verde (principalmente agua de lluvia almacenada en el suelo agrícola en forma de humedad durante el periodo de crecimiento de los cultivos).

Agua Gris: se refiere al agua que se contamina como resultado de los procesos, este volumen se suele estimar como la cantidad de agua que es necesaria para diluir los contaminantes de forma que se mantengan o superen los niveles de calidad del agua, exigida por la normativa vigente.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Fundo Cristo Rey, ubicado en el Centro Poblado de Otuzco, Distrito Los Baños del Inca, Provincia de Cajamarca. Se realizó a partir del 15 de enero del 2018 hasta al 15 de agosto del 2018.

Sus características climatológicas son las siguientes:

Latitud Sur:	7° 7' 54.2" S
Longitud Oeste:	78° 28' 7.1" W
Altitud:	2712 msnm
Temperatura Mínima:	5°C
Temperatura Máxima:	21 °C

Fuente: SENAMHI- Cajamarca 2018



Figura 02. Mapa de Ubicación del Fundo Cristo Rey
Fuente: INIA – Proyecto 012

3.2 TIPO DE ESTUDIO

- a) Tipo de investigación: Exploratoria – Descriptiva
- b) Programa De Investigación: Rumiantes
- c) Línea De Investigación: Producción ganadera
- d) Tratamiento estadístico: el tratamiento estadístico de datos se realizó en Excel tanto para estimar la media y desviación estándar, como los cuadros y gráficos.

3.3 MATERIAL EXPERIMENTAL Y MANEJO EN CAMPO

3.3.1 Material Biológico

Para el trabajo experimental se contó con toda la población total del ganado del Fundo Cristo Rey, bajo el sistema semi – extensivo.

3.3.2 Materiales de Campo

- Calculadora
- Cinta bovino métrica para leche
- Hoz
- Metro cuadrado
- Fichas de campo
- Wincha
- Rafia
- Bandejas
- Balanza
- Estufa
- Cámara Fotográfica
- GPS
- Bolsas de Papel (para recojo de pasturas)
- Frascos
- Drone

3.3.3 Materiales y Equipos de Oficina

- cuaderno de campo
- lapiceros
- lápices
- Bandejas
- Estufa
- Impresora
- Tinta de impresora
- Computadora para el procesamiento de datos y elaboración de documentos para los informes del presente estudio.

3.4 METODOLOGÍA

- Se llevó un control mensual de los pesos del ganado que hay en el Fundo Cristo Rey, los cuales fueron sometidos a una base de datos en el programa Excel.
- El fundo Cristo Rey cuenta con un cuaderno donde anotan a diario la producción de leche de cada vaca para lo cual los datos fueron editados en una base de datos en el programa de Excel.
- Se tomaron los datos meteorológicos: temperatura mínima y máxima, humedad relativa, precipitación pluvial y velocidad del viento mediante la estación meteorológica Augusto Weberbauer del campus de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Tomamos en cuenta la frecuencia de ordeños de dos veces al día, a las 5:00 am y 3:00 pm.
- Para cuantificar el consumo directo – agua azul, se identificó el tanque de agua que era llevado al potrero donde pastoreaban las vacas como también el bebedero que se encontraba en la sala de espera antes de ingresar a la sala de ordeño, estos fueron medidos durante todo un día para determinar qué cantidad de agua están consumiendo el ganado al día.
- Se tomó en cuenta los días de riego que eran dos veces por mes cada quince días, donde utilizaban un riego por inundación.

- Realizamos aforamientos para ver qué cantidad de agua ingresa a los potreros en los días de riego, utilizando el método del flotador para determinar la velocidad del caudal.
- Sacamos muestras de suelo antes y después del riego, teniendo en cuenta la capa arable antes de sacar alguna muestra de las cuales eran llevadas a bandejas e ingresadas a la estufa para obtener el porcentaje de humedad.
- Los potreros fueron muestreados mensualmente, para determinar la disponibilidad de forraje verde se recorrió un potrero destinado para el pastoreo de los animales (4 días antes) y se utilizó un método simple directo mediante una evaluación por corte, tomando tres muestras por lote, utilizando el m².
- Las muestras de forraje fueron debidamente molidas e identificadas se enviaron al laboratorio de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas a fin de realizar un análisis bromatológico y digestibilidad de las mismas.
- Para el agua de servicio – agua gris cuantificamos el agua que se utiliza durante el ordeño del cual para lavar pisos, corrales, ordeñadora mecánica, pezones y utensilios utilizados durante el ordeño.
- Se midió la cantidad de agua en litros que utilizaban para dichas actividades mediante porongos y baldes.

3.5 INDICADORES PRODUCTIVOS A EVALUAR

3.5.1 Peso Vivo

El pasaje de los animales se realizó mensualmente, y se tomaron los pesos a la hora de ordeñar a las vacas, hora donde se comienza con el ordeño y para el resto de animales en campo, para determinar la evolución corporal durante la investigación.

3.5.2 Número de vacas en ordeño

Se contó con 35 vacas en producción, llevando un registro de cada una, diario y mensual.

3.5.3 Producción de leche por vaca por día

Se llevó un registro diario de la producción de leche del fundo Cristo Rey, en la que se practica el ordeño mecánico. Cabe mencionar que el fundo cuenta con un cuaderno donde se registra la producción diaria de cada vaca, donde los datos obtenidos serán procesados mediante una base de datos en el formato del Programa Excel XP.

3.5.4 Consumo directo de agua

El consumo directo de agua se cuantificó mediante el volumen en litros que ingerían las vacas por cada bebedero durante 24 horas, se identificó el tanque de capacidad de 2500 litros y el bebedero, se midieron las dimensiones de los depósitos y estos se llenaron un día antes de la cuantificación para saber su consumo total. La diferencia entre la medición inicial y la final proporcionaron la cantidad de agua consumida.

3.5.5 Consumo Indirecto de agua

Se determinó la cantidad de agua que ingresa al canal mediante aforamientos en los canales de regadío, utilizando diversas fórmulas para determinar qué cantidad de agua que entra en los potreros, mediante un riego por inundación. Como también la humedad que existe en el suelo mediante muestras de tierra, en diferentes partes de los potreros, en días donde se realizó los días de riego en el Fundo Cristo Rey.

3.5.6 Uso de agua para limpieza de instalaciones y utensilios durante el ordeño

El uso de agua para limpieza se cuantificó en función al tipo de ordeño (ordeño mecánico), lavado de máquina, lavado de ubres y el número de utensilios (baldes, trapos, porongos, coladeras, etc.), manejados en el momento del ordeño. Se determinaron los litros de agua o volúmenes utilizados para el lavado de utensilios o maquinaria de forma manual según la capacidad de cada recipiente, es decir se midió un porongo de 35 litros de capacidad y baldes de 5 litros de capacidad.

3.5.7 Determinación de la Humedad del Forraje

Para determinar la humedad del forraje se realizaron visitas a los potreros y mediante el método del metro cuadrado se sacaron muestras de forraje de 0.250 kg que eran muestras dadas al azar, donde eran llevadas al laboratorio de Pastos y Forrajes para su respectiva evaluación.

3.5.8 Cantidad de agua para la producción de pasto

Mediante el aforamiento se pudo calcular la cantidad de agua que ingresa a los potreros, los días que regaron para de esta manera determinar la producción de forraje verde.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.1.1 PESO VIVO:

En el cuadro 06 se presenta la clasificación del hato completo, teniendo como material biológico vacas en producción, vacas en seca, novillas, vaquillas y terneros en cuna del Fundo Cristo Rey.

CUADRO 06. Clasificación del hato En el Fundo Cristo Rey.

HATO COMPLETO	UNIDADES	kg PESO PROMEDIO	EDAD (AÑOS)
Vacas lecheras	35	685	3-7
vacas en Seca	5	650	3-5
Novillas	15	390	2-2,5
Vaquillonas	5	250	2-2,5
Terneros - cuna	7	150	0-1

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de Pastos y Forrajes

4.1.2 NÚMERO DE VACAS EN ORDEÑO

En el cuadro 07 se muestra el número de vacas en producción, con su respectivo peso promedio.

CUADRO 07. Número de vacas en producción.

PARÁMETROS	UNIDADES
Categoría	vacas en producción
Nº animales	35 vacas
Peso promedio	685 kg
Peso total/ hato	23975 kg
Unidades animal	1,52 UA7/Ha
Unidad animal/ vacas producción	53 UA/ categoría

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de Pastos y Forrajes INIA.

4.1.3 PRODUCCIÓN DE LECHE POR VACA POR DÍA

En el cuadro 08 se muestra la producción promedio diaria de leche, que es de 14 litros diarios por vaca en producción.

CUADRO 08. Producción de leche en el Fundo Cristo Rey

CONCEPTO	UNIDADES
Número de vacas producción	35
Número de Ordeños	2
Producción de leche por vaca/día	14
Producción total/ día	365
Tipo de ordeño	mecánico

Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

4.1.4 CONSUMO DIRECTO DE AGUA (AGUA AZUL)

El consumo de agua para el ganado en sus diferentes categorías a excepción de las vacas e producción el consumo directo de agua de acuerdo a su categoría se determinó tomando como referencia el 8-10% del peso vivo del animal y el 86% como contenido hídrico de leche. (Véase en el cuadro N° 09). Este resultado concuerda con los datos del estudio realizados por; Palma (2011).

CUADRO 09. Consumo de directo de agua del hato no lechero.

CATEGORIA	CANTIDAD GANADO	Kg DE PESO	CONSUMO (l/día/animal)
Vacas en seca	5	650	52
Novillas	15	390	31
Vaquillonas	5	250	20
Terneros - cuna	7	150	12

Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

En el cuadro 10 se muestra el consumo de agua azul para las vacas en producción, tomando en cuenta que para producir un litro de leche se utilizan 6 litros de agua. Considerando que una vaca consume 87 litros de agua al día, y por hato 3463 litros.

CUADRO 10. Consumos directo de agua (agua azul).

PARÁMETROS	UNIDADES
Peso promedio	685 kg
Producción prom leche/vaca/día	14 L/día
Total de vacas	40 vacas
Producción total de leche del hato	490 l/leche/hato/día
Consumo directo de agua/ hato	3463 l/agua/día/hato
Consumo de agua /vaca	87 l/agua/vaca
Consumo de agua por litros de leche	6 l/agua/l leche
Porcentaje de agua azul	0.70%

Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

En el cuadro 11 se muestra la cantidad de agua que se utiliza en tanques de capacidad de 2500 litros, y bebederos de capacidad de 1463 litros.

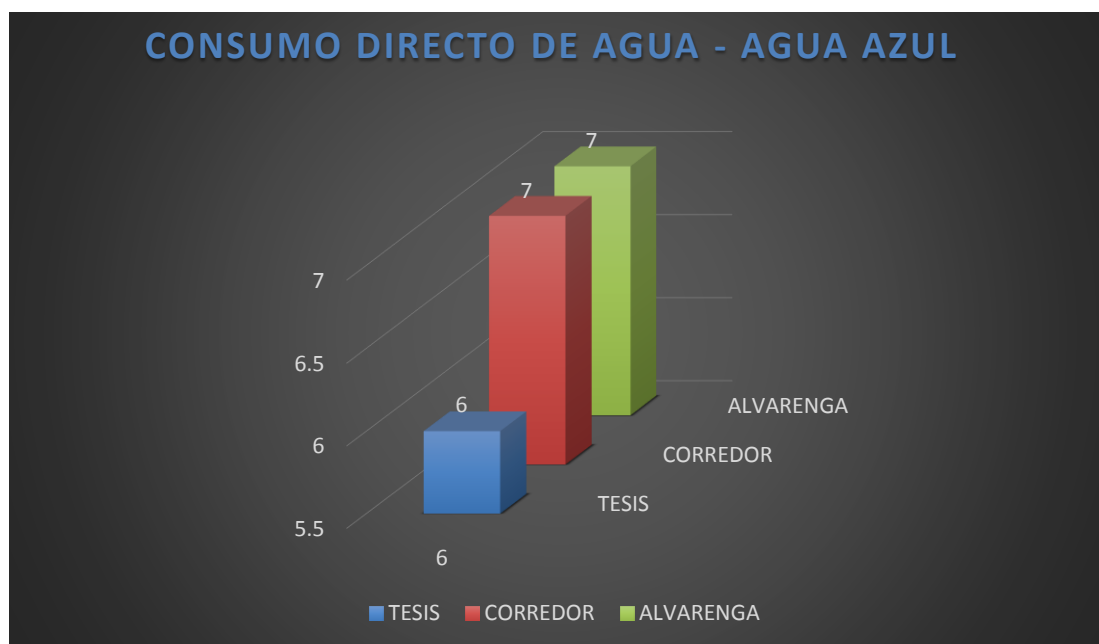
CUADRO 11. Cantidad de agua en bebederos y tanques utilizada en el Fundo Cristo Rey.

Tanques	Día	2500,00
	Mañana	962,68
	Tarde	499,85
Bebedero		
SUMA		3462,68

Fuente: *Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA*

- **Consumo directo de Agua (agua azul) comparada con otros trabajos bajo condiciones similares.**

GRAFICO 01: Representación del consumo directo – agua azul



Fuente: *Elaboración propia- Laboratorio de pastos y forrajes INIA*

Cuando comparamos nuestros datos con los correspondientes trabajos realizados bajo las mismas condiciones encontramos lo siguiente: **CORREDOR (2016)**. Obtuvo resultados para la huella azul encontró 7 l/ kg de leche. Por su parte, **ALVARENGA (2014)** define que las estimaciones de la Huella Hídrica azul muestran valores de 19, 11 y 7 l/kg de leche en sistemas estabulados, semiestabulados y basados en pastoreo. Como se puede observar, en nuestro trabajo para producir un litro de leche, toman 6 litros de agua respectivamente, lo cual es menor comparado con **CORREDOR (2016)**, **ALVARENGA (2014)**. La diferencia está condicionada por el manejo que realizan los ganaderos, el peso vivo, la condición corporal, estado fisiológico, también influye mucho la temperatura, precipitación y humedad.

4.1.5 CONSUMO INDIRECTO DEL AGUA (AGUA VERDE)

Para el hato no lactante el consumo indirecto de agua, de acuerdo a su etapa en crecimiento se determinó tomando como referencia entre el 12% de PV que consume en forraje verde. (Véase en el cuadro 12).

CUADRO 12. Consumo indirecto del hato no reproductor

CATEGORIA	UNIDADES	kg DE PESO	CONSUMO PROMEDIO (12%)
vacas en Seca	5	650	78
Novillas	15	390	47
Vaquillonas	5	250	30
Terneros - destetados	7	130	16

Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

En el cuadro 13, con base a las características climáticas, la humedad del suelo, los días de riego, cantidad de agua que entra en las hectáreas y el forraje como cultivo principal, a través de un estudio mensual se identificó que la huella hídrica verde tiene un promedio de 1289 litros de agua para producir un litro de leche.

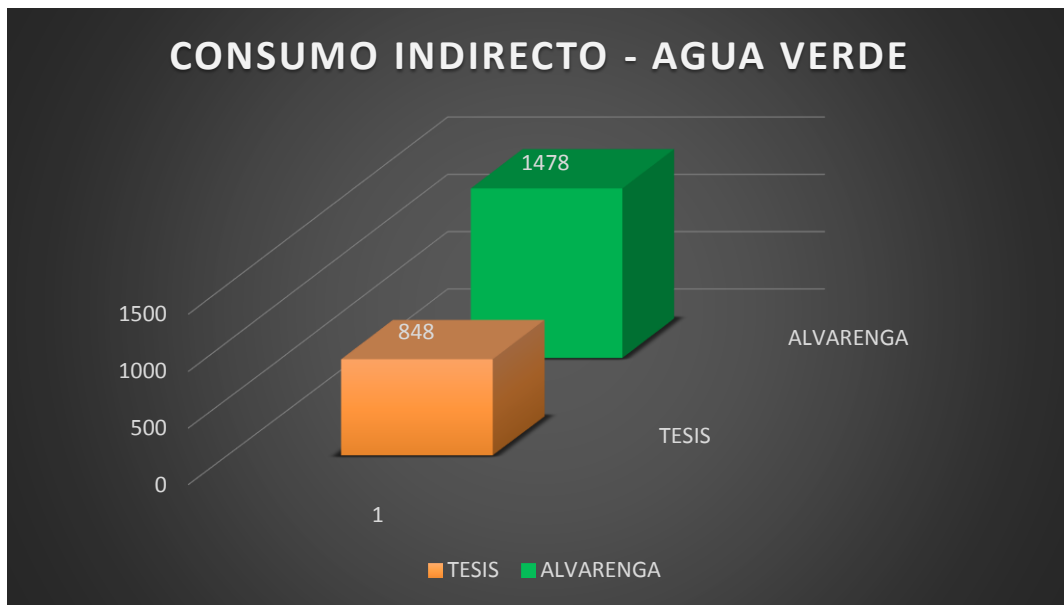
CUADRO 13. Consumo indirecto de agua - (agua verde)

PARÁMETROS	UNIDADES
Peso promedio- vacas producción	685 kg
Producción prom. leche/vaca/día	14 l/día
Total de vacas	40 vacas
Consumo Fv/vaca/día	82 kg
% Humedad del forraje	82%
Consumo de Ms/vaca/día	26 100 kg de MS
Producción de FV	145000 kg de Fv/Ha/año
Consumo de agua – vacas producción	11870 l de agua/ hato/día
Consumo de agua por vaca en producción	848 l de agua / l de leche
Porcentaje de agua verde del consumo total del agua	99 %

Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

- **Consumo indirecto de Agua (agua verde) comparada con otros trabajos bajo las mismas condiciones**

GRAFICO 02. Representación del consumo indirecto – agua verde.



Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

Cuando comparamos nuestros datos con los correspondientes trabajos realizados bajo las mismas condiciones encontramos lo siguiente: **ALVARENGA (2014)**. Obtuvo un resultado para el agua verde de 1478 litros de agua para un litro de leche en un sistema estabulado. Como se puede observar en nuestro trabajo tenemos 848 litros de agua por litro de leche. Las diferencias se deben a que en las diferentes investigaciones se contabilizaron los aportes de agua de cada alimento en este caso en un sistema estabulado a comparación de esta investigación que trabajamos con el consumo indirecto de agua solo en pasturas.

4.1.6 Uso de agua para limpieza de instalaciones y utensilios durante el ordeño (agua gris)

La estimación para la huella hídrica gris o uso de agua para limpieza de instalaciones y/o utensilios de ordeño tiene un promedio de 1,5 litros de agua para producir un litro de leche, esta se basó en la cantidad de agua utilizada para lavar pezones, pisos, corrales, ordeñadora mecánica y materiales que se utilizan durante el ordeño. Basándose el consumo total de agua para limpieza es de 750 litros de agua por día.

CUADRO 14. Uso de agua Gris

PARÁMETROS	UNIDADES
Peso promedio	685 kg
Producción prom leche/vaca/día	14 l/día
Total de vacas en producción	35 vacas
Consumo total de agua para limpieza	750l/agua/día
Consumo de agua para limpieza/vaca	21l/agua/vaca
Consumo de agua para un litro de leche	2 l/agua/l leche
Porcentaje de agua gris	0.23 %

Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

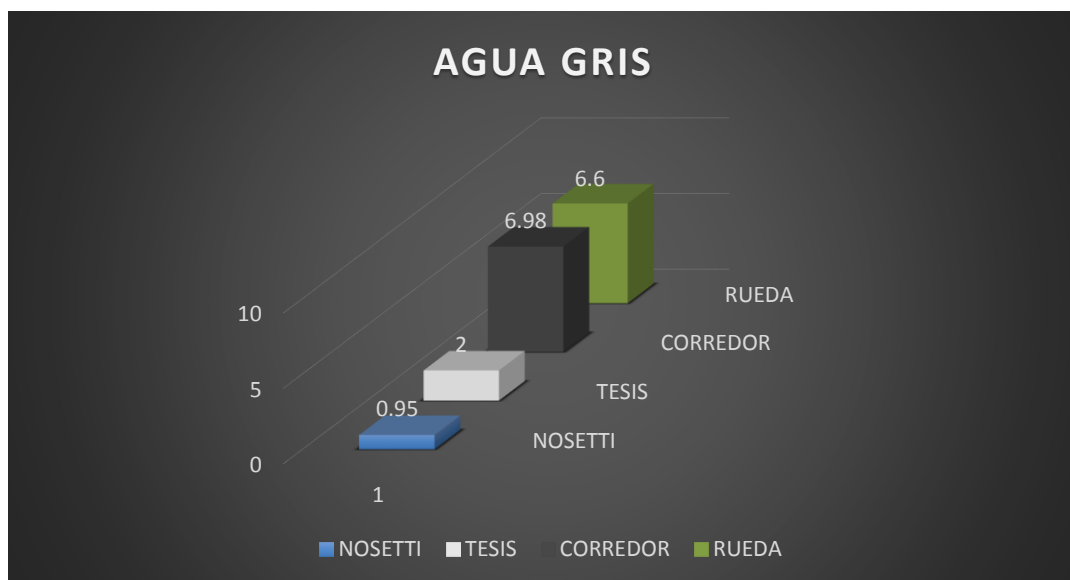
CUADRO 15. Cantidad de agua gris por cada actividad durante el ordeño.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	AGUA UTILIZADA (L/día)
lavado de pisos y corrales	todos los días	350
Lavado de ordeñadora mecánica	todos los días	50
lavado de pezones	todos los días	50
materiales durante el ordeño	todos los días	300
	TOTAL	750

Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

- **Uso de agua para limpieza de instalaciones y utensilios durante el ordeño comparada con otros trabajos bajo las mismas condiciones**

GRAFICO 03: Representación del uso de agua para limpieza- agua gris



Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

Cuando comparamos nuestros datos con los correspondientes trabajos realizados bajo las mismas condiciones encontramos lo siguiente: **NOSETI (2002)**. Reporta el valor de 0.95 l de agua/l de leche por vaca para la limpieza de la ubre. Por su parte **CORREDOR (2016)** obtuvo una HH gris (6,8 lt/kg leche). **KRAMER (2008), KUME (2010), LÓPEZ (1965), RUEDA (2014)**. Obtuvo un total de 6.6 litros de agua (incluye consumo de agua y agua para servicio de limpieza). Las diferencias se deben a que utilizan un sistema de crianza tecnificado, es fundamental tomar en cuenta este uso dentro del sistema de producción, el agua utilizada en los sistemas industriales o especializados es mayor comparado con el agua utilizada en los sistemas de pastoreo.

4.1.7 Cálculo de la huella Hídrica

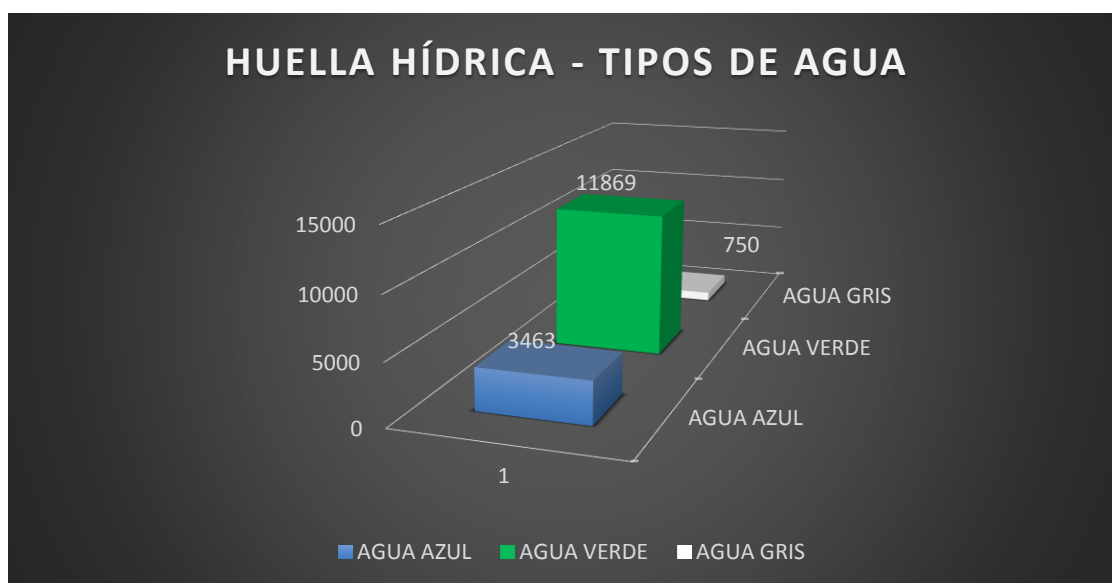
La huella hídrica total es la sumatoria de los colores del agua, teniendo un promedio de 16083 litros por Hato en el Fundo Cristo Rey. Para producir un litro de leche se está utilizando 1149 litros de agua.

CUADRO 16. Huella Hídrica Total: agua azul, agua verde y agua gris (l).

PRODUCCIÓN DE LECHE	VACAS ORDEÑO	PROD LECHE HATO	CONSUMO DIRECTO AGUA*VACA (agua azul)	CONSUMO INDIRECTO DE AGUA POR HATO (agua verde)	USO DE AGUA ORDEÑO (agua gris)	HUELLA HIDRICA TOTAL	CONSUMO DE AGUA PARA PRODUCIR 1 LITRO D LECHE
14	35	490	3463	11869	750	16083	1149

Fuente: *Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA*

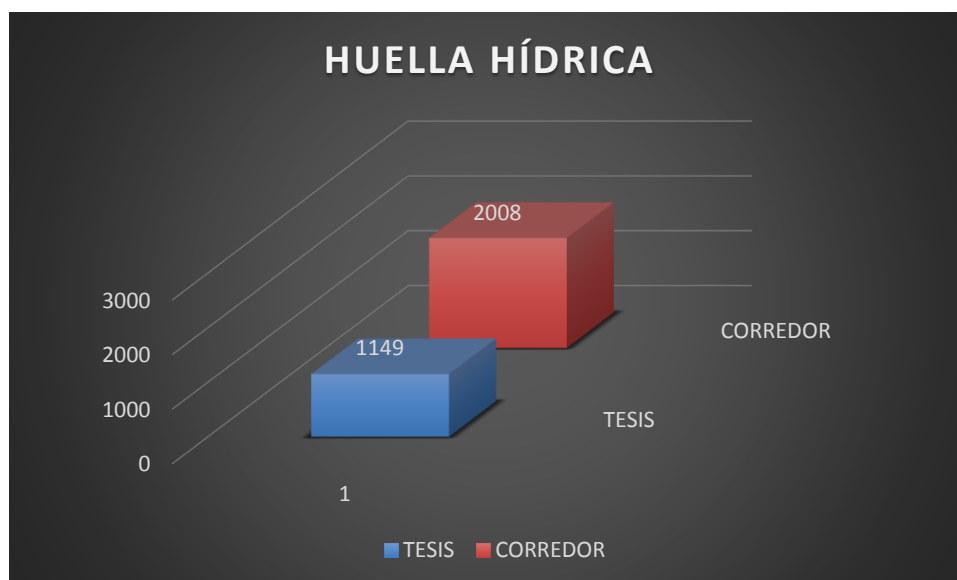
GRAFICO 04: Representación de los diferentes tipos de agua



Fuente: *Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA*

- **Huella Hídrica total comparada con otros trabajos bajo las mismas condiciones**

GRAFICO 05: Representación de la Huella hídrica por día



Fuente: Elaboración Propia – laboratorio de pastos y Forrajes INIA

Cuando comparamos nuestros datos con los correspondientes trabajos realizados bajo las mismas condiciones encontramos lo siguiente: **CORREDOR (2017)** obtuvo una huella hídrica estimada que fue de 2007.8 litros / kg que se encuentra por la media global (790 a 1.087 l/kg de leche). Las diferencias se deben al tipo de sistema, alimentación, cuantificación y uso de las diferentes tipas de agua para determinar la huella hídrica total, se tiene presente que la mayoría de los estudios fueron realizados con factores y condiciones totalmente distintas tales como región geográfica, sistemas de producción de leche, tipo de dieta, riego para obtención de forraje, periodo de lactancia, etapa fisiológica, clima, época del año, etc.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- La Huella hídrica total es la sumatoria de los colores del agua estimados para la muestra, tiene un promedio de 1149 litros de agua por litro de leche, el mayor porcentaje corresponde a la Huella Hídrica verde (99 %), superando ampliamente la Huella Hídrica azul (0.70 %) y la Huella Hídrica gris (0.23 %).
-
- En el cálculo de Huella Hídrica el componente “Consumo indirecto de agua” es el componente de mayor relevancia ya que tiene el mayor consumo de agua destinado a la producción de leche, seguido del consumo directo de agua y finalmente el uso del agua durante el ordeño.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda Implementar buenas prácticas en el uso del agua en el Fundo Cristo Rey como el mantenimiento periódico en tuberías de conducción de agua, sistemas de riego eficiente, eficiente en el uso de agua y a la vez con alta producción y calidad de biomasa que permita mejorar la alimentación del hato.
- Se recomienda utilizar el riego por aspersión ya que es utilizado con facilidad en terrenos colinares, el consumo de agua es menor que el requerido por riego por surcos o por inundación. Utilizando un riego por aspersión permite dosificar el agua con una buena precisión.
- Se recomienda seguir investigando más sobre la huella hídrica en cuanto a diferencias de razas de ganado, como también en las épocas de seca en cuanto a climatología.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

- Arlida, A y Vergara W. (2012). El sector pecuario frente al cambio climático: una realidad incómoda. Rev.Cienc. Anim.nº.5. Pág.107-120.
- Alvarenga, R., Cherubini, M., zanghelini M., Galindro,B. y Soares, S.(2014).Estimating the wáter footprint of milk produced in the southernm región of Brazil. Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector.
- Arévalo y Capuzano (2013). La Evaluación de la Huella Hídrica en la cuenca del río Porce fue liderado por el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia –CTA, y hace parte de la iniciativa SuizAgua Colombia de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación-COSUDE-. Calvo Salazar,Manuel y Sancho Royo , Fernando (2011).Estimación de la huella ecológica en Andalucía y aplicación a la aglomerante urbana de Sevilla. Consejería de Obras pública de Andalucía, España.
- Brito O. (2011). Diagnóstico de implementación de metodología de cálculo de la huella de agua y de huella de carbono de Empresa DSM. Puerto Montt- Chile. 108p.
- Broussain K., Olivares A., Salazar S. y Toledo V.(2011). Análisis y aplicación de una mitología para el cálculo de la huella hídrica a nivel predial de la producción lechera en Chile. Memoria de Ingeniería Civil en la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, Santiago de Chile.
- Carreño-Campo C., Hoyos – Támara N. La Huella ecológica: un indicador potencial de sustentabilidad. Fragua. 2004; 3(6):17-34.

- Carbonell, V.2010. Agricultura y desarrollo sostenible. Madrid, 44p
- Chapagain, Ak; Hoekstra,AY.2004. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: a case of Spanish tomatoes' Environ Manage 90(2):126.
- Charlón V. Taverna M.A y Herrero, M.A (2005). El agua en el Tambo "Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad", 2º ed., INTA. 2005.
- Duarte, E.1998. Uso del agua en establecimientos agropecuarios. Sistema de abrevadero. Sitio argentino de Producción Animal.p.1-4.
- Emma S. Corredor Camargo. Estimación de la Huella Hídrica para la producción de leche en fincas del municipio de Tunja, Boyacá (2016). tesis representada como requisito parcial para optar título de magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.
- FAO 2008. Agua para la alimentación.p.1-9.
- FAO 2009. La ganadería a examen. Estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s00.pdf>
- FAO 2010. Ganadería Bovina en América Latina: Escenario 2008-2009 y Tendencias del Sector , FAO , Santiago de Chile, Consultado en : www.rlc.fao.org/es/ganaderia/pdf/ganbov.pdf
- FAO 2012^a. La Huella hídrica, un indicador de gestión del agua, y su relación con la seguridad alimentaria.7p.
- Geancarlo I. y David S. Evaluación de alternativas para la optimización de la producción de leche, mediante la estimación de balances hídricos en el Centro de Investigación y Capacitación (CIC) Santa María del Puyón de la Universidad de la Salle. (2017). Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria Bogotá D.C.

- Herrero M., Iramain A., Korol M., Buffoni S., Flores H., Pol M., Maldonado M., Sardi V. y Fortunato M (2002). Calidad de agua y contaminación en tambos. Revista Argentina de producción animal. 22, 61-70.
- Hoekstra, AY. Ashok K. Chapagain, AK; Aldaya, M; Mekonnen, M.2011. The Water Footprint Assessment Manual. Earthscan. London, Washington, DC. 2p.
- Hoekstra, AY. 2012. The hidden water resource use behind meat and dairy. Animal Frontiers 2(2):3-8.
- Hoekstra A. Y. and Chapagain, A.K. (2008) Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources , Blackwell Publishing , Oxford , UK , Consultado en: <http://www.huellahidrica.org/?page=files/home>.
- Hoekstra, A.Y., ASHOK , K., CHAPAGAIN , A.K., ALDAYA , M. and MEKONNEN, M. The water Footprint Assessment Manual. Washington DC(USA): Earthscan, London , 2011, 22p.
- Kramer E., Stamer E., Spilke J. y Krieter J. (2008). Analysis of wáter intake , dry matter intake and daily milk yield using different error covariance structures . Vol. 2 N°11: 1585-1594.
- Laura RQ., Análisis de la gestión hídrica en el sistema de producción de leche en pequeña escala en la subcuenta de Anameca , estado de México.(2014). Maestría en Ciencia Agropecuarias y recursos Naturales.
- Meyer U., Everinghoff M. Gaden D. y Flachowsky G. (2004). Investigations on the water intake of lactating dairy cows. Livestock Production Science. Vol.90: 117-12.
- Mekonnen , M. y Hoekstra, A.(2011). The green , blue and grey water footprint of crops and derived crop products , value of Water Research Report Series N°47, UNESCO –IHE , Delft the Netherlands, <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report47->

- Mekonnen , M y Hoekstra, A. (2012). A Global Assessment of the water Footprint of Farm Animal Products, *Ecosystems*. 15: 401-415.
- Molina, B. (2011). Sostenibilidad de los sistemas ganaderos localizados en el parque nacional natural de las hermosas y su zona influencia. Universidad nacional de Colombia facultad de ciencia agropecuarias corrinador general de posgrados Palmira. Recuperado de : <http://www.bdigital.unal.edu.co/3701/1/7408508.2011.pdf>
- MUÑOZ – QUINTERO, W. Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del rio la Villa, Panamá. (tesis de Maestría en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas). Turrialba(Costa Rica): Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Escuela de Posgrado, 2014, 92p.
- Muergueitio, R y Calle, D.(2003). Restauración de Suelos y vegetación nativa, Nombre comercial. Apotema.
- Nosetti , L; Herrero, M; Pol, M;Iramain, M; Maldonado, M; Flores , M.2002. Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros. Universidad de Buenos Aires.7p.
- Pol M., Herrero M., Bearzi C., Catracchia C., Bontá M., Pereyra A., Tirante L., Maito J., Flores M. y Gonzales P.A (2005). Preenfriado de la leche a partir de la reutilización de agua en tambos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 25: 189-197.
- Ríos, N., Lanuza , E., Gámez , B.,Montoya , A., Díaz , A., Sepúlveda , C.e Ibrahim , M (2012). Calculo de la huella hídrica para producir un litro de leche en fincas ganaderas en Jinotenga y Matiguas , Nicaragua. VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agrofloretais para la Producción Pecuaria Sustentável Bélem do para -8, 9 e 10 de Noviembre de 2012. Recuperado de : http://www.intranet.ufsj.edu.br/congresso_la_sapps/

- Steinfeld , H. Pierre G. Wassenaar, V. Castel M.y Rosales , C. (2009). La larga sombra del Ganado. Problemas ambientales y opciones. FAO. Recuperado de : <http://fao.org/3/a-a0701s.pdf>
- Salmoral, G ,Dumont , A; Aldaya , MM, Rodríguez- Casado , R , Garrido, A; R , LM.2011. Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir Madrid, Epaña .18p.
- Thomas J. y Dhurman B. (2003). Integrate Water Resource Management : looking at the whole picture. Desalination N°. Pp 21-28.
- https://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estacion es=472645F0

ANEXOS

ANEXO 1. Peso vivo de las vacas en producción.

N°	VACAS	PESO VIVO
1	Arlingal	680
2	Anniejoc	750
3	Avamys	750
4	Arliwood	842
5	Artista	560
6	Amanda	560
7	Barbara	768
8	Corbeta	578
9	Dixie	702
10	Galia	821
11	Hollywood	702
12	Kemolly	790
13	keky	658
14	lancha	568
15	Lupa	790
16	Mari	800
17	Maju	680
18	Maritza	721
19	Marinera	649
20	Manet	759
21	Melisa	669
22	Orly	710
23	Orlegilda	710
24	Pia	530
25	Regina	587
26	Rubi	721
27	Samoa	680
28	Tiida	750
29	Vista	710
30	Xaravi	669
31	Xarattie	599
32	Xaraña	702
33	Xaralia	613
34	Laika	551
35	Rueca	659
SUMA		23988
PROMEDIO		685

ANEXO 2. Producción de leche por vaca al día

FUNDO CRISTO REY		
N°	Vaca	prod/leche
1	Arlingal	16
2	Anniejoc	15
3	Avamys	14
4	Arliwood	11
5	Artista	13
6	Amanda	13
7	Barbara	19
9	Dixie	21
10	Galia	9
11	Hollywood	9
12	Kemolly	15
13	keky	16
15	Lupa	13
16	Mari	21
20	Manet	19
22	Orly	18
23	Orlegilda	16
24	Pia	13
25	Regina	18
26	Rubi	14
27	Samoa	16
28	Tiida	13
29	Vista	17
30	Xaravi	15
31	Xarattie	17
32	Xaraña	19
33	Xaralia	19
34	Laika	12
35	Rueca	11
	suma	442
	promedio	14

ANEXO 3. Valor Nutritivo de las Pasturas

	Descripción de la muestra	Código	Humedad %	M.S %	Cenizas %	Proteína %	Extracto Etéreo %	Fibra %	ENL %	Fosforo %	Días de desarrollo	
1	Asociación Rye Grass + Trébol	PX001-EEABI-17	79.91	20.09	10	10.68	5.86	22.18	40.28			
2		PX002-EEABI-17	80.4	19.6	10.75	13.3	5.5	20.1	38.35			
3		PX003-EEABI-17	74.62	25.38	11.35	10.46	6.37	21.91	40.41	0.43		
4		PX004-EEABI-17	80.29	19.71	11.43	8.93	3.28	20.37	46.49	0.35		
5		PX005-EEABI-17	58.3	41.7	10.13	8.49	5	28.11	36.81	0.28		
6		PX006-EEABI-17	74.62	25.38	11.35	10.46	6.37	21.91	40.41	0.34	52	
7		PROMEDIO					10.39					
8		DESVIACION ESTANDAR					1.69					

ANEXO 4. Aforamiento del canal de riego

- Primer Aforo

✓ Medición de Velocidad:

$$\text{Velocidad (V)} = \frac{\text{Distancia A-B (metros)}}{\text{Tiempo (segundos)}}$$

$$\text{Velocidad (V)} = \frac{10 \text{ m}}{18 \text{ seg}} = 0.55 \text{ m/seg}$$

✓ Área de sección transversal

$$\text{At} = \text{Ancho (m)} \times \text{Profundidad promedio}$$

$$\text{At} = 0,77 \times 0,23$$

$$\text{At} = 0,18 \text{ m}^2$$

- ✓ Cálculo del caudal

Valores para el cálculo del caudal

TIPO DE CANAL O RIO	FACTOR K
Canal revestido en concreto , profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.8
canal de tierra , profundidad del agua mayor a 15 cm	0.7
Río o riachuelo , profundidad del agua mayor a 15 cm	0.5
Ríos o canales de tierra , profundidades menores a 15 cm	0.25 - 0.25

Fuente: *Evaluación de recursos hidroenergéticos ITDG AL, 2004*

$$\text{Caudal (m}^3\text{/s)} = k \times \text{Velocidad (m/s)} \times \text{Área (m}^2\text{)}$$

Dónde:

- Litro: l
- Metros cúbicos: m³
- Segundo: s
- K: factor k

$$\text{Caudal (m}^3\text{/s)} = 0,80 \times 0,55 \times 0,10$$

$$\text{Caudal (m}^3\text{/s)} = 0,044 \text{ m}^3\text{/ s}$$

- 1 m³/ s = 1000 L/s
- Entonces el Caudal = 0,044 m³/ s x 1000 L/s

$$\text{Caudal} = 44 \text{ L/s}$$

Si el agua es de un canal de riego, es necesario saber los turnos de riego programado por el Fundo Cristo Rey, para el sector donde se encuentran los lotes de terrenos donde el ganado pastorea. Si este es el caso, debemos realizar un cálculo para determinar el caudal equivalente de la siguiente manera:

- Caudal del Canal: 44 L/seg
- Turno de Riego: 24 horas cada 3 días
- Número de horas /día: 24 horas

El caudal continuo equivalente es: $\frac{44 \times 24}{3 \times 24} = 15 \text{ L/ s}$

Por lo tanto, si el módulo de riego es de 15L/ s/ ha entonces se podría regar:

$$\frac{15\text{L/s}}{0,5 \text{ L/s/ha}} = 30 \text{ Ha}$$

Por lo tanto, para asegurar 30 ha , se necesita tener un sistema diseñado para funcionar con un caudal de 44 L/seg , lo cual requiere de diámetros mayores de tuberías tanto en la conducción como en las líneas fijas y móviles , o en su defecto , necesitaríamos un reservorio muy grande (90 m³) , para operar el sistema con caudales pequeños.

- **Segundo Aforo**

- ✓ Medición de Velocidad:

$$\text{Velocidad (V)} = \frac{\text{Distancia A-B (metros)}}{\text{Tiempo (segundos)}}$$

$$\text{Velocidad (v)} = \frac{10\text{m}}{19\text{S}} = 0.52 \text{ m/s}$$

- ✓ Área de sección transversal

$$\text{At} = \text{Ancho (m)} \times \text{Profundidad}$$

$$At = 0,83 \times 0,23$$

$$At = 0,19 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal (m}^3/\text{s)} = k \times \text{Velocidad (m/s)} \times \text{Área (m}^2)$$

$$\text{Caudal (m}^3/\text{s)} = 0,80 \times 0,52 \times 0,10$$

$$\text{Caudal (m}^3/\text{s)} = 0,041 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\blacksquare 1 \text{ m}^3/\text{s} = 1000 \text{ L/s}$$

$$\text{Entonces el Caudal} = 0,041 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 \text{ L/s}$$

$$\text{Caudal} = 41 \text{ L/s}$$

- Si el agua es de un canal de riego, es necesario saber los turnos de riego programado por el Fundo Cristo Rey, para el sector donde se encuentran los lotes de terrenos donde el ganado pastorea. Si este es el caso, debemos realizar un cálculo para determinar el caudal equivalente de la siguiente manera:
 - Caudal del Canal: 41 L/s
 - Turno de Riego: 24 horas cada 3 días
 - Número de horas /día: 24 horas

$$\text{El caudal continuo equivalente es: } \frac{41 \times 24}{3 \times 24} = 13,6 \text{ L/s}$$

Por lo tanto, si el módulo de riego es de 15L/ s/ ha entonces se podría regar:

$$\frac{13,6\text{L/s}}{0,5 \text{ L/s/ha}} = 27 \text{ Ha}$$

Por lo tanto, para asegurar 27 ha, se necesita tener un sistema diseñado para funcionar con un caudal de 41 L/s , lo cual requiere de diámetros mayores de tuberías tanto en la conducción como en las líneas fijas y móviles , o en su defecto , necesitaríamos un reservorio muy grande (90 m³) , para operar el sistema con caudales pequeños.



Figura 5. Aforamiento del canal de regadío

ANEXO 5. Promedio de aforos

	Primer aforo	Segundo aforo	Promedio Aforo	PROMEDIO AL MES	PROMEDIO 8 MESES
lt/seg	44	41	42,5		
lt/dia	3801600	3468600	3635100		
lt/3días	11404800	10405800	10905300	32715900 0	261727200 0

ANEXO 6. Muestras de Suelo

	Peso Inicial de la muestra (g)	Peso Final de la muestra (g)	Agua del Suelo ml	Agua del Suelo L
Antes del riego	1000	750	250	0,250
Después del riego	1000	760	354	0,354
Agua ingresada durante el riego			104	0,104

- En un kilo de muestra de suelo hay 0,104 litros de agua.

ANEXO 7. kg de Forraje verde por año

FUNDO CRISTO RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y MATERIA SECA 2018			
MES	producción FV Tn/ha	producción MS Tn/ha	% de MS
Enero	11	2,3	20,55%
Febrero	20	3,2	16,08%
Marzo	30	5,0	16,62%
Abril	24	4,1	17,15%
Mayo	23	4,0	17,39%
Junio	18	3,0	16,67%
Julio	9	1,6	18,00%
Agosto	11	2,1	18,82%
SUMA	145	25	
PROMEDIO	18	3	18%

ANEXO 8. Capa arable

capa arable	kg de suelo	Agua del Suelo (l)	Cantidad de agua que ingresa l	Cantidad de agua que se pierde l
1 Ha	2000000	208000	363510	155510
30 Ha	60000000	6240000	327159000	320919000

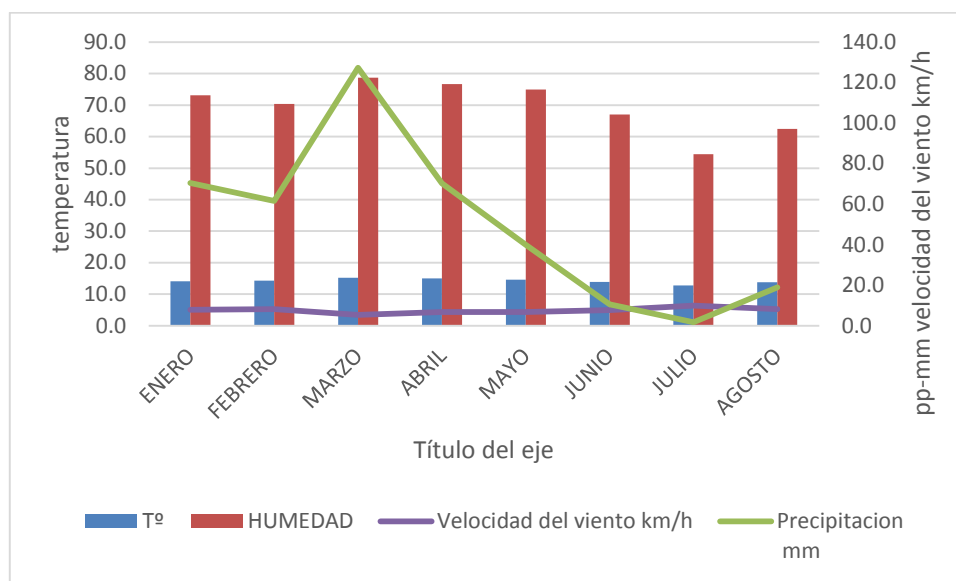
ANEXO 09. Consumo por de Forraje verde por día y mes.

N° Vacas	kg/Día	kg/mes
1	82,8	2484
40	3312	99360
35	2898	86940

ANEXO 10. Datos climáticos

MES	Tº	HUMEDAD %	Precipitación mm	Velocidad del viento km/h
ENERO	14,1	73,1	70,5	5,0
FEBRERO	14,3	70,4	61,6	5,3
MARZO	15,2	78,7	127,4	3,4
ABRIL	15,1	76,6	70,2	4,4
MAYO	14,6	74,9	39,9	4,3
JUNIO	13,9	67,0	10,5	4,9
JULIO	12,8	54,4	1,7	6,4
AGOSTO	13,8	62,5	18,9	5,3
SUMA	113,7	557,6	400,6	39,1

ANEXO 11. Gráfico de los datos meteorológicos



ANEXO 12. Precipitación pluvial

precipitación pluvial	
400,6	mm
0.004006	litros/año

ANEXO 13. Capacidad de bebederos.

Bebedero	Ancho	Largo
Alto	1.02	3.63
0.135	1.02	3.63
Vt	0.962676	962.676
Bebida	0.499851	499.851





Figura 6. Capacidad de bebederos.

ANEXO 14. Consumo de agua directa por animal

N° Vacas	Consumo de agua
40	3462.68
35	3029.84
1	86.57



Figura 7 . Consumo directo de agua

ANEXO 15. Uso de Agua en el momento del ordeño – Agua gris

Porongos/pisos	Mañana	175
	Tarde	175.00
Baldes	mañana	175.00
	tarde	175.00
Baldes	Mañana	25.00
	Tarde	25.00
SUMA		750.00

ANEXO 16. Cantidad de Agua que se utiliza por animal

N° Vacas	Consumo de agua
40	750.00
35	656.25
1	18.75

ANEXO 17. Tiempos medidos de distribución de agua para limpieza.

Porongos	Volumen (l)	Tiempos
		30 litros
	30 litros	1` 37"
	30 litros	1` 35"
baldes	5 litros	40"
	5 litros	40"



Figura 8. Uso de Agua gris en el momento del ordeño