



Article scientific

Eco-efficiency in the use of water: Diagnosis, analysis, indicators and experiences at the National Agrarian University of La Selva

Angie Tatyana Fernández Escobar ^a, Patricia Pilar Romero Ushuñahua ^a and Elvis Mariano Evangelista Medina ^a

^a Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú 

ITEM INFORMATION

Published: 2022-06-30
Accepted: 2022-06-28
Received: 2022-03-30

Keywords:

Eco-efficiency
Water use
Water balance
Physicochemical indicators
Microbiological indicators

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the eco-efficiency in the use of water on the campus of the National Agrarian University of Jungle in the period from July to December 2019. For the elaboration of the baseline, the methodology proposed by the Ministry of the Environment in the Ecoefficiency Guide (2016) was used, the physicochemical and microbiological parameters were compared with the maximum permissible limits of the DIGESA (2010) and the water balance of the water supply by water accounting. Total water consumption is 3,258.92 m³ / month and, in general terms, the university population practices good water use habits, however, for more than 60% of the total of respondents, both students, teachers, administrative staff and businessmen, the lack of control and maintenance of all the university sanitary equipment is a constant failure, witnessing the existence of faults and water leaks, the same that are not reported by 87.10% of the students. Physicochemical analyzes do not exceed the maximum permissible limits established in the Quality of Water for Human Consumption Regulation (DS N ° 031-2010-SA) of the General Directorate of Environmental Health of the Ministry of Health, for none of the sampled points unlike the microbiological one, where the presence of total coliforms, thermotolerant coliforms as well as Salmonella sp., and molds and yeasts were found. On the other hand, a total of 87 hygienic services and other 05 areas that do not have hygienic services but some sanitary equipment have been recorded. There is a water deficit for the month of August with the value of 0.54 m³/month, finally, and finally, six eco-efficiency measures have been proposed for the use of water resources within the campus of the National Agrarian University of Forest (UNAS).

Ecoeficiencia en el uso del agua: Diagnostico, análisis, indicadores y experiencias en la Universidad Nacional Agraria de la Selva


RESUMEN

Palabras clave:

Ecoeficiencia
Uso del agua
Balance hídrico
Indicadores fisicoquímicos
Indicadores microbiológicos

El objetivo de este trabajo fue evaluar la ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de julio a diciembre del 2019. Para la elaboración de la línea base se utilizó la metodología propuesta por el Ministerio del Ambiente en la Guía de Ecoeficiencia (2016), los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron comparados con los límites máximos permisibles de la DIGESA (2010) y el balance hídrico del abastecimiento de agua por la contabilidad de aguas. El consumo total de agua es de 3258.92 m³/mes y, en términos generales, la población universitaria práctica buenos hábitos de uso del agua, sin embargo, la falta de algún programa de mantenimiento de las instalaciones sanitarias de la universidad manifestado por más del 60% del total de encuestados tanto alumnos, docentes, personal administrativo y comerciantes, es una constante falencia, presenciando la existencia de averías y fugas de agua, las mismas que no son reportadas por el 87.10% de los alumnos. Los análisis fisicoquímicos no superan los límites máximos permisibles establecido en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA), para ninguno de los puntos muestreados a diferencia del microbiológico, donde se encontró presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes así como Salmonella sp., y mohos y levaduras. Por otro lado, se contabilizó un total de 87 servicios higiénicos y otras 05 áreas que no cuentan con servicios higiénicos, pero si con algunos equipos sanitarios. Existe un déficit hídrico para el mes de agosto con el valor de 0.54 miles m³/mes, y finalmente, se ha realizado la propuesta de seis medidas de ecoeficiencia para uso recurso hídrico dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.



 <https://doi.org/10.47422/GreenHorizon.v1i1.3>



INTRODUCCIÓN

La ecoeficiencia es el uso eficiente y racional de la energía y los recursos naturales obteniendo beneficios ecológicos y económicos contribuyendo a la menor generación de residuos y disminuyendo la contaminación ambiental. Las medidas de ecoeficiencia son acciones aplicadas para realizar mejores continuas en los diversos servicios, con el menor uso de recursos y produciendo menores impactos negativos en el medio ambiente (MINAM 2010). En el Perú también se promueve la ecoeficiencia como parte de las políticas públicas, por ello se promulgó la Ley N° 29289 “Ley de Presupuesto del sector público para el año fiscal 2009”, donde el objetivo principal es, que todas las entidades públicas adopten medidas de ecoeficiencia principalmente en el ahorro y cuidado del papel, energía y agua (Decreto Supremo N° 009-2009-MINAM, y su modificatoria Decreto Supremo N°011-2010-MINAM), y posteriormente se publicó la Guía de Ecoeficiencia para Instituciones del Sector Público cuya última versión fue publicada en el 2016. La ciudad de Tingo María posee un déficit de cobertura en el servicio de agua potable, la misma que abastece solo a la zona urbana de la ciudad, por lo que, la Universidad Nacional Agraria de la Selva obtiene el servicio de agua a través de red de agua entubada rudimentaria, abastecida por tres quebradas denominadas “Cocheros”, “Córdova” y “Naranjal”, las mismas que cuentan con autorización de derecho de uso de agua por la Administración Local del Agua Tingo María. Según Bustamante (2005), en el año 2004 existía un déficit promedio de -0.89 miles m³/mes del servicio de agua de la quebrada Naranjal hacia la población universitaria en el mes de junio y la quebrada Cocheros presentó un déficit promedio de -0.0080 miles m³/mes, -0.0073 miles m³/mes para los meses de mayo y junio, respectivamente, la quebrada Córdova presenta déficit en los mismos meses que Cocheros con valores de -0.0065 miles m³/mes y -0.0068 miles m³/mes, además, para el año 2024, la quebrada Naranjal seguirá manteniendo el mismo déficit en el abastecimiento de agua en el mes de junio y lo mismo sucederá para las quebradas Cordova y Cocheros en todos los meses con déficit promedio que oscila entre -4.01 y -1.06 miles m³/mes, excepto diciembre por el periodo lluvioso. Así mismo, la falta de medidores de control de agua, mantenimiento periódico de los equipos sanitarios y las malas prácticas de uso del agua, son factores claves que influyen en el abastecimiento del mismo (Jorge 2017). Considerando que existe un déficit en el servicio de abastecimiento de agua para la Universidad Nacional Agraria de la Selva se plantea como objetivo evaluar la ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado del departamento de Huánuco.

Materiales y equipos

Se utilizó: botellas de vidrio, balde de 4 L, cronómetro, cuaderno de apuntes, lapicero y formatos de registro de consumo de agua, placas Petri, pipetas graduadas de 1 ml, 5 ml y 10 ml, probetas graduadas de 100 ml, tubos de ensayo, vaso precipitado de 50 ml, 200 ml y 500 ml, matraces de 100 ml y 250 ml, crisoles, gradillas y mechero Bussen, laptop marca Toshiba Satellite Intel Core I7, cámara fotográfica Canon para el registro de imágenes y equipo multiparámetro marca Hanna para la lectura de los parámetros fisicoquímicos.

Metodología

Elaboración de la línea base

Determinación del tamaño de muestra

Para el cálculo de la muestra se solicitó a la Oficina de Bienestar Universitario y Oficina de Recursos Humanos el número total de alumnos, docentes y personal administrativo para el semestre 2019-II. Se utilizó la fórmula propuesta por Martínez et al. (2004), siendo lo siguiente:

$$n = \frac{N * k^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + k^2 * p * q}$$

Donde:

N = Tamaño de muestra

N = Población

K = Nivel de confianza al 95 %

P = Probabilidad de éxito

Q = Probabilidad de fracaso (1-p)

E = Error máximo admisible

Se clasificaron en cuatro grupos, de acuerdo al área, para calcular la muestra estratificada y se utilizaron el criterio de “afijación proporcional” (Martínez et al., 2004) para el reparto de unidades de la muestra; es decir, según las proporciones de la población en cada grupo con respecto al total según la siguiente fórmula:

$$n_{h=n*\frac{Nh}{N}}$$

Donde:

Nh = Muestra estratificada

N = Tamaño de muestra

Nh = Tamaño del estrato

N = Población

Consumo de agua

Para determinar el consumo de agua se utilizó la metodología propuesta por Casado (2011), donde se procedió a realizar una encuesta en el mes de octubre (ver Tabla 1), para esto el tamaño de la muestra fue la obtenida según el inciso 5.3.1.1. Para el consumo de un mes de agua por persona (CM), se tuvo en cuenta tres aspectos: consumo de agua para grifo (C1), consumo de agua para inodoro (C2), consumo de agua para urinario (C3) y la medición del caudal para los grifos.

Tabla 1

Consumo de agua según la metodología de Casado (2011)

Nº	Preguntas	Nº veces
1	¿Cuántas veces te lavas las manos o la cara diariamente en los servicios higiénicos?	
2	¿Cuántas veces utilizar el inodoro?	
3	¿Cuántas veces utilizas el urinario?	
4	¿Cuánto tiempo utilizas el grifo del lavado de manos?	Tiempo (min)

Fuente: Casado (2011).

Consumo de agua para grifo (C₁):

$$C_1 = a \times b \times c \times d$$

Donde:

A = Número de veces promedio de uso del grifo por día (usos/día).

B = Días laborados por mes (Nº días/mes).

C = Tiempo promedio de uso por cada vez que se utiliza (min/usos).

D = Caudal promedio del grifo (m³/min).

Consumo de agua para inodoro (C₂):

$$C_2 = a_2 \times b_2 \times e_2$$

Donde:

a₂ = Número de descargas promedio de uso del inodoro por día.

b₂ = Días laborados por mes (Nº días/mes).

e₂ = m³ por descarga promedio del inodoro (m³/descarga).

Consumo de agua para urinario (C₃):

$$C_3 = a_3 \times b_3 \times e_3$$

Donde:

a_3 = Número de veces promedio de uso del urinario por día (descarga/día).

b_3 = Días laborados por mes (N° días/mes).

e_3 = m³ por descarga promedio del urinario (m³/descarga).

Identificación de hábitos en el uso del agua y sus instalaciones

La identificación de hábitos se realizó según la Guía de Ecoeficiencia propuesto por el Ministerio del Ambiente (Ver Tabla 2).

Tabla 1

Preguntas para identificar los hábitos en el uso del agua y sus instalaciones

N°	Preguntas	Si	No	Observaciones
1	¿Posee agua todo el día?			
2	Cada vez que va a los servicios o lugares con grifos de agua ¿encuentra que los inodoros o grifos están mal cerrados y corre el agua?			
3	¿Observa que los inodoros y/o grifos gotean?			
4	En caso de encontrar fugas o averías ¿Usted lo reporta?			
5	Cuando se reporta alguna avería en los grifos o inodoros, ¿la reparación es inmediata?			
6	¿Te aseguras de cerrar bien los caños después de lavarte las manos?			
7	¿Deja correr el agua mientras se asea?			
8	¿Se tiene programa de revisión de fugas y mantenimiento de instalaciones?			
9	Si al momento de usar el grifo surge alguna interrupción o distracción ¿Usted cierra el grifo momentáneamente?			
10	¿Consideras que existe un buen manejo del agua en la UNAS?			

Fuente: MINAM (2016).

Inventario de equipo sanitario

El inventario de equipos sanitarios se llevó a cabo por observación directa, con asistencia del personal encargado de cada oficina administrativa y académica, así como también los servicios higiénicos de los módulos estudiantiles, en los que se verifico los elementos con los que cuentan los servicios higiénicos (urinarios, inodoros, lavamanos), si se encuentran operativos o con averías, esto según el inventario propuesto por el MINAM (2016) (ver Tabla 3 y 4).

Tabla 2

Inventario de equipos de consumo de agua por área en los servicios higiénicos

Área	Servicios higiénicos					Características de los equipos	
	Cantidad de equipos					Estado	Modelo
	Grifos	Inodoro	Urinario personal	Urinario	Ducha		

Fuente: MINAM (2016).

Tabla 4

Inventario de equipos de consumo de agua por área en otras instalaciones

Área	Equipos		Característica de los equipos		Observación
	Grifos	Ducha	Estado	Modelo	

Fuente: MINAM (2016).

Calidad fisicoquímica y microbiológica de las fuentes de agua

Puntos de muestreo

Las muestras fueron obtenidas de las quebradas (Naranjal, Córdova y Cocheros) en los niveles de colina muy alta, alta y baja, con las coordenadas UTM WGS 84 18 S del Tabla 5.

Tabla 3

Puntos de muestreo

Quebrada	Denominación	Este (m)	Norte (m)	Descripción
Cocheros	P ₁	392 148	8 969 936	Colina muy alta

	P ₂	391 560	8 969 821	Colina Alta
	P ₃	391 239	8 969 737	Colina baja
	P ₄	390 470	8 970 069	Vivero de agronomía
Córdova	P ₁	391 863	8 970 197	Colina muy alta
	P ₂	391 396	8 970 167	Colina Alta
	P ₃	391 208	8 969 954	Colina baja
	P ₄	390 437	8 970 480	Escuela de Posgrado
Naranjal	P ₁	391 797	8 970 484	Colina muy alta
	P ₂	391 324	8 970 553	Colina Alta
	P ₃	390 887	8 970 598	Colina baja
	P ₄	390 353	8 970 704	Internado de mujeres

Análisis fisicoquímico

Para la evaluación de los análisis fisicoquímicos se utilizó el reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA –DIGESA: ANEXO II Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica y ANEXO III Límites Máximos Permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.

Todos los métodos presentados en el siguiente Tabla (Tabla 6), son los descritos por las instituciones: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation (APHA/WWA-WEF 1989).

Tabla 4

Parámetros a utilizar en la evaluación fisicoquímica de las fuentes de agua de la UNAS

Parámetros	UM	LMP	Metodología
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5	pH, Conductividad, Sólidos Totales – Método Instrumental
Conductividad (25 °C)	uS/cm	1 500.00	Potenciométrico.
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000.00	Equipo multiparámetro portátil, Modelo HANNA.
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	500.00	APHA-AWWA/WEF 2340 Dureza-Ca-D Calcio: Método Titulométrico de EDTA (APHA 1989)
Cloro	mg/L	5.00	APHA-AWWA/WEF 4500-CL-E, WEF 4500-Cloro: Método colorimétrico DPD (APHA 1989)
Nitratos	mg NO ₃ /L	50.00	APHA-AWWA/WEF 4500-CL-E, WEF 4500-Nitrato

UM: Unidad de medida; LMP: Límite máximo Permissible.

Análisis microbiológico

Para los análisis microbiológicos se utilizó la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano RM N° 591-2008/MINSA ítem XVI.4 (agua y hielos para consumo humano) y el reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA –DIGESA.

Los métodos indicados en el Tabla 6 son los descritos por las instituciones: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation (APHA/WWA-WEF 1989).

Tabla 7

Parámetros a utilizar en la evaluación microbiológica de las fuentes de agua de la UNAS

Parámetros	Unid. medida	LMP	Metodología
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35 °C	0	APHA-AWWA-WEF (1989). APHA AWWA-WEF Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
<i>Salmonella sp.</i>	N°org/L	0	APHA-AWWA-WEF (1989). APHA AWWA-WEF Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
Bacterias Coliformes Fecales Termotolerantes	UFC/100 mL a 45°C	0	APHA AWWA-WEF Fecal Coliform Membrane Filter Procedure.
Bacterias Heterótrofas	UFC/100 mL a 35 °C	500	APHA-AWWA-WEF Approved By Standard Methods Committee – Recuento de Heterótrofos.
Mohos y levaduras	UFC/100 mL	0	APHA-AWWA-WEF (1989)

LMP: Límite máximo permisible.

Balance hídrico del abastecimiento de agua

Para realizar el cálculo del balance hídrico del abastecimiento de agua se debió obtener la oferta hídrica de las fuentes

de abastecimiento, la misma que se determinó de la siguiente forma como lo expresó Bustamante (2005):

Demarcación de la cuenca (obtener características fisiográficas existentes de área y perímetro).

Datos de precipitación (mm/mes) obtenidos a través de información satelital del programa NASA GIOVANNI con la extensión TRMM_3B43_7_precipitation y temperatura (°C/mes) de la estación meteorológica “José Abelardo Quiñones” de la ciudad de Tingo María, los datos utilizados fueron desde enero del 2000 hasta diciembre del 2019. La media de precipitación y temperatura fueron obtenidos con el programa IBM SPSS STATISTICS 25. Para completar los datos faltantes se utilizaron el método racional deductivo (estimación de valores mensuales faltantes por medio de promedio aritmético).

Cálculo de la capacidad de retención de agua del suelo según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (ONERN, 1976).

Determinación la evotranspiración según la metodología de Thornthwaite con la siguiente ecuación:

$$ETP = 1.6 * \left(\frac{10t}{I}\right)^a$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial media diaria del mes (mm/día)

T = Temperatura promedio diario del mes en cuestión (°C)

I = Índice de calor anual

Cálculo de la oferta hídrica según el caudal disponible.

El valor de la demanda hídrica se obtuvo de la línea base del uso de agua.

Una vez obtenido la oferta hídrica y la demanda hídrica se realizó la siguiente diferencia para obtener el déficit hídrico:

$$\text{Déficit Hídrico} = \text{Oferta hídrica} - \text{Demanda hídrica}$$

Propuesta de medidas de ecoeficiencia en el uso del agua

De acuerdo a lo obtenido en la línea base, se determinaron los ámbitos que más podrían estar afectando el consumo ecoeficiente del agua, ya sea con respecto a los equipos de agua, a los hábitos o prácticas inadecuadas para los cuales se deben ejecutar acciones de mejora.

Según la información obtenida se han evaluó aquellas propuestas que pueden ser aplicadas en el campus, así como, las que pueden ser más inmediatas, detallado en las medidas de ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la universidad.

RESULTADOS

Línea base en el uso del agua

Consumo del agua

El consumo de agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por estratos es de 2253.07 m³/mes, siendo el estrato de estudiantes el que mayor consume con un valor de 1330.67 m³/mes.

Tabla 5

Consumo de agua por estrato

Estrato	Consumo mensual por persona (m ³)	Consumo mensual (m ³)	Consumo per cápita diario (CPD)
Estudiantes	1.67	1330.67	0.06
Docentes	1.19	307.47	0.05
Administrativos	0.94	313.81	0.05
Comerciantes	9.71	301.12	0.49
Total	13.52	2253.07	0.65

Sin embargo, dentro de la evaluación también se ha considerado el consumo mensual de los laboratorios de la universidad cuyo valor es de 1005.87 m³/mes, por lo que el consumo total de agua en la universidad es de 3258.92 m³/mes.

Tabla 9*Consumo de agua total*

	Consumo mensual (m ³)
Consumo de agua por estrato	2253.07
Consumo de agua en laboratorios	1005.87
Total	3258.92

Identificación de los hábitos en el uso del agua y sus instalaciones

Se ha realizado la aplicación de 236 encuestas para identificar los hábitos en el uso de agua y sus instalaciones, divididas en 93 encuestas para estudiantes, 62 para docentes, 72 para el personal administrativo y 9 para los comerciantes.

Donde, el 87.10% de los estudiantes no reporta fugas o averías, mientras que más del 50% de docentes, personal administrativo y comerciantes si reporta en caso de encontrar, además el 100% de los encuestados tanto estudiantes, docentes, personal administrativo y comerciantes manifiestan que se aseguran de cerrar bien los caños después de lavarse las manos y no dejan correr el agua mientras se asean. Por otro lado, más del 60% del total de encuestados en los diferentes estratos manifiesta desconocer de algún programa de revisión de fugas y mantenimiento de instalaciones, mientras que menos del 40% menciona que no existen dichos programas y el 100% de los encuestados tanto estudiantes, docentes, personal administrativo y comerciantes manifiestan que no existe un buen manejo del agua en la universidad.

Inventario de equipo sanitario

Se realizó el inventario de equipos sanitarios por cada área del campus de la universidad, considerando los equipos dentro de los servicios higiénicos, así como los que se encuentran en otras áreas. Se han excluido de la investigación a los edificios en construcción o cuya entrega de obra aún no se ha llevado a cabo.

Se contabilizó un total de 355 grifos, 344 inodoros, 73 urinarios personales, 11 urinarios compartidos y 71 duchas para las 44 áreas, excluyendo aquellas áreas que no cuentan servicios higiénicos.

Existen 05 áreas (Laboratorio de Operaciones Unitarias, Comercio de Zocriadero, Laboratorio de Suelos, Comercio de Suelos, y Comedor) que no cuentan con servicios higiénicos, pero si con algunos equipos sanitarios, con un total de 8 grifos y 2 duchas.

Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de las fuentes de agua**Análisis fisicoquímico**

Los valores obtenidos en el análisis fisicoquímico de la quebrada Cocheros, Córdova y Naranjal no superan los límites máximos permisibles establecido en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA) de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, para ninguno de los puntos muestreados, detallado a continuación:

Tabla 6*Análisis fisicoquímico de la quebrada Cocheros*

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Conductividad	µS/cm	1 500.00	125	155	165	175
pH	unidades	6.5 a 8.5	7.25	7.02	7.15	7.55
STD	mg/L	1 000.00	73	66	55	43
Dureza	mg/L	500.00	95	85	79	64
Cloro	mg/L	5.00	0	0	0	0
Nitratos	mg/L	50.00	0	0	0	0

P₁ = Colina Muy Alta, P₂ = Colina Alta, P₃ = Colina Baja, P₄ = Vivero de agronomía

Tabla 7*Análisis fisicoquímico de la quebrada Córdova*

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Conductividad	µS/cm	1 500.00	96	121	151	171
pH	unidades	6.5 a 8.5	7.16	7.07	6.96	6.11

STD	mg/L	1 000.00	99	69	61	67
Dureza	mg/L	500.00	90	87	81	61
Cloro	mg/L	5.00	0	0	0	0
Nitratos	mg/L	50.00	0	0	0	0

P₁ = Colina Muy Alta, P₂ = Colina Alta, P₃ = Colina Baja, P₄ = Escuela de Posgrado

Tabla 8

Análisis fisicoquímico de la quebrada Naranjal

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Conductividad	μS/cm	1 500.00	85	109	125	189
pH	unidades	6.5 a 8.5	6.27	6.1	5.85	5.66
STD	mg/L	1 000.00	98	89	85	71
Dureza	mg/L	500.00	91	76	65	59
Cloro	mg/L	5.00	0	0	0	0
Nitratos	mg/L	50.00	0	0	0	0

P₁ = Colina Muy Alta, P₂ = Colina Alta, P₃ = Colina Baja, P₄ = Internado de Mujeres

Análisis microbiológico

Los valores obtenidos en el análisis microbiológico de la quebrada Cocheros, Córdova y Naranjal, se detalla a continuación:

Tabla 9

Análisis microbiológico de la quebrada Cocheros

Parámetros	Unidad de Medida	*LMP	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Coliforme Totales	UFC/100 mL	0	0	0	7	3
Coliforme Termotolerante	UFC/100 mL	0	0	0	9	12
<i>Salmonella sp</i>	Presencia/100 mL	0	1	1	1	1
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	0	1	1	1	1
Mohos y Levaduras	UFC/100 mL	0	3	9	13	17
Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL	500	7	10	13	23

P₁ = Colina Alta, P₂ = Colina Media, P₃ = Colina Baja, P₄ = Colina Muy Baja.

Tabla 10

Análisis microbiológico de la quebrada Córdova

Parámetros	Unidad de Medida	*LMP	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Coliforme Totales	UFC/100 mL	0	0	0	6	11
Coliforme Termotolerante	UFC/100 mL	0	0	0	4	12
<i>Salmonella sp</i>	Presencia/100 ml	0	1	1	1	1
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 ml	0	0	0	0	0
Mohos y Levaduras	UFC/100 mL	0	8	11	19	26
Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL	500	3	7	15	27

P₁ = Colina Alta, P₂ = Colina Media, P₃ = Colina Baja, P₄ = Colina Muy Baja.

Tabla 11

Análisis microbiológico de la quebrada Naranjal

Parámetros	Unidad de Medida	*LMP	Punto de muestreo			
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Coliforme Totales	UFC/100 mL	0	0	0	7	11
Coliforme Termotolerante	UFC/100 mL	0	0	0	9	13
<i>Salmonella sp</i>	Presencia/100 ml	0	1	1	1	1
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 ml	0	0	0	0	0
Mohos y Levaduras	UFC/100 mL	0	6	11	19	25

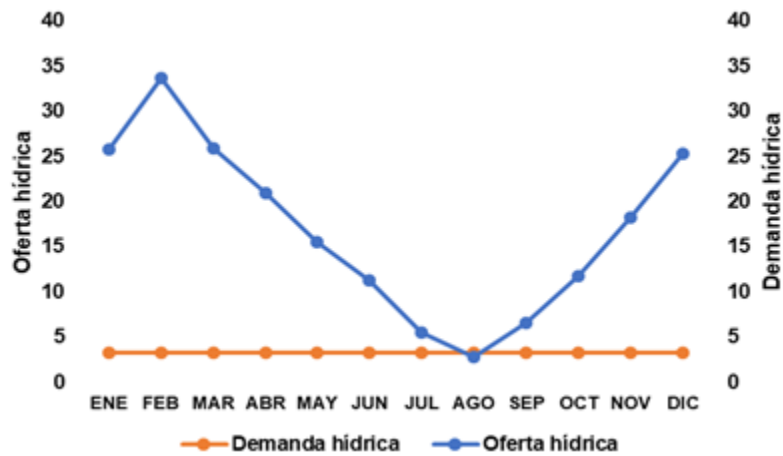
P_1 = Colina Alta, P_2 = Colina Media, P_3 = Colina Baja, P_4 = Colina Muy Baja.

Balance hídrico del sistema de abastecimiento

El déficit hídrico fue calculado con la información de oferta y demanda hídrica donde existió un déficit hídrico para el mes de agosto con el valor de 0.54 miles m^3 /mes.

Figura 1

Curva de oferta y demanda hídrica del recurso hídrico de la UNAS



Propuestas de medidas de ecoeficiencia en el uso del agua

En base a las encuestas realizadas a los alumnos, como al personal docente, administrativo y comercial, así como a la observación realizada de las instalaciones durante el inventario, se han identificado características y prácticas que van en contra del uso ecoeficiente del agua, para las cuales se ha planteado las siguientes propuestas:

Tabla 16

Propuestas de medidas de ecoeficiencia en el uso del agua

Prácticas en contra del uso ecoeficiente del agua	Propuestas para el uso ecoeficiente del agua
Uso de caños convencionales todavía persiste en los ambientes antiguos de la universidad a excepción de algunos, como el Paraninfo y oficinas administrativas de la Facultad de Agronomía, lo cual no permite controlar o disminuir el flujo abundante. Solo se ha implementado los caños ahorradores en las edificaciones nuevas.	Cambiar los inodoros, caños y duchas gradualmente, por unos que sean ahorradores, se recomienda comenzar por las instalaciones que ya se encuentran en mal estado, las mismas que consumen agua de manera innecesaria.
Inexistencia de medidores de agua en el sistema de abastecimiento (quebrada Córdova, Cocheros y Naranjal), evitando llevar un control del consumo de agua para mejorar la calidad del servicio.	Colocar medidores de caudal y volumen en los sistemas de abastecimiento para las tres fuentes de agua que utiliza la universidad (Córdova, Cocheros y Naranjal), de esta forma se pueda detectar épocas de mayor consumo y aplicar medidas de control más específicas.
El 60.22 % de los estudiantes, 79.03% de docentes, 59.72% del personal administrativo y el 22.22% de comerciantes manifiestan que encuentran los inodoros o grifos mal cerrados y que corren el agua cuando ocupan los servicios higiénicos.	Identificar los puntos de fuga de agua en las instalaciones, de modo que puedan ser reparados inmediatamente.
Los usuarios dejan el caño abierto mientras se asean, lo cual ocurre con los comerciantes en mayor medida (50%), mientras que el 20% de estudiantes y personal administrativo también lo realiza.	Realizar campañas de sensibilización para el uso ecoeficiente del agua, dirigido a toda la población universitaria. Además, en cocinas y cafeterías, en las que se realiza un uso intenso durante gran cantidad de horas al día, la elección de electrodomésticos eficientes puede suponer una importante reducción de consumo de agua.
Las fugas o averías no son reportadas principalmente por los alumnos (87.10%), mientras que más del 50% de docentes, personal administrativo y comerciantes si reporta en caso de encontrar.	Delegar personal capacitado para llevar un registro de las instalaciones de agua y su funcionamiento, además de encargarse de la reparación de averías, fuga y otros que sean necesarios, y hacer de conocimiento de todos los usuarios,

Prácticas en contra del uso ecoeficiente del agua	Propuestas para el uso ecoeficiente del agua
Más del 60% del total de encuestados tanto alumnos, docentes, personal administrativo y comerciantes, manifiesta desconocer de algún programa de revisión de fugas y mantenimiento de instalaciones, mientras que menos del 40% menciona que no existen dichos programas.	quiénes son las personas a las cuales pueden acudir para reportar una avería en alguna instalación de agua. Establecer un cronograma de mantenimiento de las instalaciones como son los caños, inodoros, duchas, así como tanques y tuberías, además de realizar evaluaciones periódicas a las instalaciones de agua verificando su correcto funcionamiento.

DISCUSIÓN

El consumo de agua diario recomendado por la Organización Mundial de la Salud es de 100 L a más, considerándose un acceso óptimo y de abastecimiento continuo, atendiendo todas las necesidades de higiene (OMS, 2003), sin embargo estos consumos dependen de las situaciones particulares de las instituciones, debido a que, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva los estudiantes tienen un consumo de 55.67 L/día, los docentes 39.67 L/día y el personal administrativo 31.33 L/día, haciendo un total de 126.67 L/día, contrario a lo que sucede en la Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia), donde según Manco (2017), los estudiantes tienen un consumo de 11.5 L/día y los docentes más el personal administrativo 36.7 L/día, haciendo un total de 48.2 L/día, es decir, tres veces el inferior del consumo en la UNAS, la variación en estos valores se debe al uso de agua en cada institución, que corresponden con las actividades que se realizan, demanda de la población universitaria y los servicios que ofrece como internado y comedor.

Según la Ley de Recursos Hídricos (2010) en el artículo 9, la Autoridad Nacional del Agua, a través de sus sedes a nivel nacional, debe asegurarse que se cumpla lo establecido en los derechos de uso de agua otorgados, además, en el artículo 40, se menciona que el operador debe buscar una correcta gestión del recurso hídrico, a través de la implementación de equipos y de un programa de capacitaciones. Sin embargo, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, no existen equipos de medición de caudal ni volumen de agua y para asegurar un uso ecoeficiente del agua se necesitan mediciones reales, porque una “estimación del consumo de agua” puede generar errores y por lo tanto, la aplicación de medidas no serían las adecuadas.

En los puntos muestreados de colina baja y muy baja para la quebrada Cocheros, los valores obtenidos en la evaluación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Salmonella sp.*, se encuentran superando el valor de 0 UFC/100 mL establecido en los límites máximos permisibles (DIGESA 2010), contrario a lo manifestado por Sias (2014), cuyos valores de coliformes totales y termotolerantes es de 0 UFC/100 mL, es decir, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles. Además, también se detectó la presencia de *Salmonella sp.* y *Vibrio cholerae*, bacterias patógenas cuyo principal medio de eliminación es la desinfección del agua (Ríos et al. 2017), esto se ha podido contrastar con el análisis fisicoquímico, donde el valor obtenido para el muestreo de cloro en todos los puntos ha sido de 0 mg/L.

Existe un déficit hídrico para el mes de agosto con el valor de 0.54 miles m³/mes para el servicio de abastecimiento de agua del campus de la universidad para una población de 3624, por otro lado, el déficit hídrico encontrado por Bustamante (2005), en el año 2004 fue de 0.89 miles m³/mes para una población universitaria de 736, esta diferencia evidencia el déficit hídrico de la fuente de agua superficial que asegura la disponibilidad hídrica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva frente a la tendencia del crecimiento de la población universitaria.

La Universidad Nacional Agraria de la Selva, tiene derecho de uso de agua, por volúmenes de 729 467.53 m³ (Resolución Administrativa N°059-2004-GR-DRA-HCO/ATDR-TM) y 65 594.88 m³ (Resolución Administrativa N°033-2013-ANA-ALA-TM) haciendo un total de 795 062.41 m³ anuales, es decir, 66.26 miles de m³ por mes, sin embargo, según los resultados de la presente investigación en la línea base se determinó que el consumo fue de 3.26 m³ por mes, esta diferencia de valores puede darse a la falta de controles permanentes y con equipos para su medición, lo que implica un reporte errado del consumo de agua y un gasto económico exagerado, consideradas parte de prácticas no ecoeficientes y las que responden al mal manejo del recurso manifestado por el 100% de alumnos, docentes, personal administrativo. Además, la UNAS debe regularizar las licencias de uso de agua para asegurar su derecho y cumplir con sus obligaciones.

El consumo promedio por persona es de 109 m³/año, alrededor de 9 m³ al mes (SUNASS 2018), mientras que, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde el consumo de agua fue 3.25 miles de m³ al mes para una población universitaria de 3625, es decir, 10.76 m³ al año, además existe un déficit hídrico para el 2019 en el mes de agosto con 0.54 miles de m³, es decir, 600 personas no podrán satisfacer su consumo promedio de agua en el campus universitario,

además es obligación del usuario (UNAS), buscar el uso eficiente del recurso, desde la distribución, consumo y mantenimiento, así como la satisfacción de las necesidades básicas de toda la población universitaria y del ente fiscalizador vigilar que esto se cumpla.

CONCLUSIONES

El manejo del uso del agua en la Universidad Nacional Agraria de la Selva no es ecoeficiente, los problemas se aprecian en toda la ciudad universitaria, desde equipos sanitarios con fugas, averías y descompuestas, la inexistencia de un programa de mantenimiento y la falta de control (medidores) del consumo de agua contribuyen al mal uso del recurso hídrico.

El consumo total de agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva es de 3258.92 m³/mes, donde el 54.57% de los alumnos, el 66.13% de los docentes, 67.01% del personal administrativo y el 76.39% realizan buenas prácticas en cuanto al uso eficiente del agua.

Se ha contabilizado un total de 87 servicios higiénicos de mujeres, 45 de varones y 41 unisex y cinco áreas que no cuentan con servicios higiénicos, pero si con algunos equipos sanitarios, con un total de 8 grifos y 2 duchas.

La calidad del agua de las quebradas Cocheros, Córdova y Naranjal no es óptima para consumo humano en la parte baja de las mismas, después del sistema de abastecimiento, debido a que, supera los límites máximos permisibles del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA) de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud para los análisis coliformes totales y termotolerantes, además se ha identificado la presencia de *Salmonella sp.* y *Vibrio cholerae*.

Existe un déficit hídrico para el mes de agosto con el valor de 0.54 miles m³/mes.

Se han identificado seis prácticas que van en contra del uso ecoeficiente del agua, proponiéndose seis medidas de ecoeficiencia para uso recurso hídrico dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- APHA-AWWA-WEF (American Public Health Association - American Water Works Association - Water Environment Federation, Estados Unidos). (1989). Standard methods for examination of water and wastewater. 17ava Ed.
- Bustamante Scaglioni, EOJ. (2005). Balance hídrico de la parte alta de las microcuencas de abastecimiento de agua del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional Agraria de la Selva
- Casado Cárdenas, P. (2011). Línea base de ecoeficiencia periodo 2009 – 2010 del pabellón central de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Peru, UNAS. 74 p. Informe de práctica pre profesional.
- Chávez Ríos, E. (2016). Plan de ecoeficiencia institucional en el uso eficiente de los recursos públicos en el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo; Lima, 2015 [Tesis de maestría, UCV]. Repositorio Institucional –UCV.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, Perú). (2008). Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”. Perú.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental, Perú). (2010). Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. ANEXO II y ANEXO III. Perú.
- Hernández, R. (2010). Metodología de la investigación. 5 ed. Ciudad de México, México. McGraw-Hill. 656 p.
- IPOGA (Instituto de Promoción para la Gestión del Agua, Perú). (2015). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en Perú. Informe Disponible en <https://www.ipoga.org.pe/articulos/huella.html>.
- Jorge Yauri, LF. (2017). Ecoeficiencia periodo 2015-2016 del pabellón central (área administrativa) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Práctica pre profesional bachiller en Ing. Amb. Tingo María, Peru, UNAS. 129 p. Informe de práctica pre profesional.
- Manco, D. (2017). Estimación de la demanda de agua en centros educativos: caso de estudio Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Rev.Luna Azul 44(9):124-130.
- Martínez, A. (2004). Metodología de la investigación social cuantitativa. Editorial Crative Commons. Barcelona, España. 64 p.

- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). (2009). Decreto Supremo N° 009-2009- MINAM. Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público. Perú.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). (2010). Guía de ecoeficiencia educacional (en línea). Lima, Perú, MINAM. 108 p. Disponible en <http://www.regionica.gob.pe/pdf/transparencia%202010/otros/ecoeficiencia/Guia%20de%20Ecoeficiencia%20Educativa.pdf>
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). (2010a). Decreto Supremo N° 011-2010- MINAM. Modificación de artículo del Decreto Supremo N° 009-2009- MINAM. Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público. Perú.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). (2016). Guía de ecoeficiencia para instituciones del sector público. Lima, Perú. 97 p.
- MINAGRI (Ministerio Nacional de Agricultura y Riego, Perú). (2016). MINAGRI: Uso y manejo del agua. Disponible en <http://minagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/329-uso-y-manejo-de-agua>
- OMS (Organización Mundial de la Salud, Suiza). (2003). Agua, saneamiento y salud: La cantidad de agua domiciliar, el nivel del servicio y la salud. Disponible en https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). (1976). Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú. Disponible en <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/VirtualLibrary/Maps/Mapa-Ecologico-Del-Peru-1976.pdf>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas, Estados Unidos). (2015). Agua y Desarrollo Sostenible. Disponible en https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml
- Reategui Inga, RPG. (2018). Nivel de ecoeficiencia en la Cooperativa Agraria Cafetelera Divisoria Ltda y la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional Agraria de la Selva
- Ríos, S; Agudelo, R; Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev. Fac.Nac. Salud Pública 35(2):236-247.
- Sias Baylon, D. (2014). Evaluación de la calidad del agua mediante índice de oregon en el sistema de abastecimiento poblacional proveniente de la quebrada Cocheros. Práctica pre profesional bachiller en Ing. Amb. Tingo María, Peru, UNAS. 86 p. Informe de práctica pre profesional.
- SUSALUD (Superintendencia Nacional de Salud, Perú). (2011). Plan de ecoeficiencia. Lima, Perú. 56 p.
- SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento, Perú). (2018). Consumo de agua potable. Disponible en http://www.sunass.gob.pe/doc/NotasPrensa/2018/Enero/np012_2018.pdf