



MOJEÑO T.
BESIRO
QUECHUA
MAROPA
MOVIMA
MOSETEN
MORE
MOJEÑO I.
PUKINA
TACANA
TAPIETE
TOROMONA
PACAWARA
WEENHAYEK
YAMINAWA
YUKI
YURACARE
ZAMUCU
GWARAYU
GUARANI
SIRIONO
AYMARA
ARAONA
BAURE
CHACOBO
CHIMAN
ESE EJA
ITONAMA
LECO
GUARASUWE
MACHINERI
CAYUBABA
CAVINEÑO
CANICHANA
URU-CHIPAYA
MACHAJUYAL



CARRERA DE INGENIERIA EN
ECOPISCICULTURA

MINISTERIO DE EDUCACIÓN

**UNIVERSIDAD INDÍGENA BOLIVIANA
COMUNITARIA INTERCULTURAL
PRODUCTIVA
GUARANÍ Y PUEBLOS DE TIERRAS BAJAS
“APIAGUAIKI TÜPA”**

**CARRERA INGENIERIA EN
ECOPISCICULTURA**

**ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA
POR EVAPORACIÓN EN LOS ESTANQUES
DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA DE LA
UNIBOL GUARANI 2021**

**Tesina para optar el grado académico de Técnico Superior en:
ECOPISCICULTURA**

Autor: Mireya Maza Moy

Asesor Técnico: Ing. Pablo Humaza Machado
Asesor idioma originario: Tec. Antonia Maleca Noza

DICIEMBRE 2021
Ivo-Territorio Guaraní-Bolivia

HOJA DE APROBACIÓN

“Estimación de pérdidas de agua por evaporación en los estanques de producción piscícola de la UNIBOL Guaraní, gestión 2021”

Presentado por: Mireya Maza Moy

Ing. Martin Arias Vaca

Director de la Carrera de Ingeniería. En Ecopiscicultura

Ing. Pablo Humaza Machado

Asesor Técnico

Tec. Antonia Maleca Noza

Asesor Idioma Originario

Ing. Freddy Erland Ortuño Coronado

Tribunal Técnico

Ing. Walberto Taboada Barriga

Tribunal Técnico

Ing. Hipólito Noco Mosua

Tribunal Idioma Originario

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicada especialmente a mi familia, que son mis padres Heriberto Maza Semo a mi madre Juana Innes Moy Yuco los cuales son los que me criaron, y sacaron adelante a sus hijos, el cual me siento orgullosa por tener a unos padres como ustedes y por permitirme se parte de su orgullo.

A mis hermanos los cuales fueron ellos quienes crecieron conmigo en la infancia y adolescencia, aunque no pasemos mucho tiempo juntos por ciertas circunstancias de la vida, pero aun así estuvieron apoyándome moralmente. Siendo la segunda hermana les dedico este trabajo, para que tengan la fuerza y voluntad de seguir estudiando. ¡No rendirse!

A mis amig@s que me ofrecieron su apoyo incondicionalmente, sin pedir nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías, tristezas para que lograr mis objetivos.

Para concluir dedico a aquellas personas que de alguna u otra manera lograron incentivar me para realizar y culminar esta investigación.

Mireya Maza Moy

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de investigación realizado Univ. Mireya Maza Moy agradece el apoyo desinteresado a lucrarse de muchas personas, que posibilitarán que los numerosos obstáculos que surgirán a lo largo de nuestra vida, se quedarán solamente en anécdotas. Y por ello agradezco:

Primeramente, a Dios padre celestial, por proveerme de coraje, sensatez y sabiduría. Por superar cada uno de los obstáculos que se fueron surgiendo, y así poder lograr mi objetivo.

En segundo lugar, a mi familia entera, mis padres, hermanos, tías, tíos, que me apoyaron moral y económicamente dándome siempre sus sabios consejos de superación para seguir logrando mis metas como en mi vida profesional.

A mis compañeros y amigos Raquiela, Luis Miguel, Emiliana, Nayeli, Rubelia, Reina, Cristian, que me brindaron su apoyo y que hicieron un trayecto de vivencias que no podrán olvidarse.

A mi asesor técnico Ing., Pablo Humaza Machado, por cederme su tiempo, paciencia para compartir sus conocimientos y brindarme las herramientas necesarias para poder llevar adelante la investigación.

Mireya Maza Moy

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Breve descripción de la propuesta	2
1.3. Planteamiento del problema.....	2
1.4. Justificación	2
II. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos	4
III. MARCO TEÓRICO	5
3.1. El Agua	5
3.2. Propiedades físicas.....	5
3.3. Productividad del agua de producción.....	5
3.4. Tratamiento de agua de una producción	6
3.5. Productividad del agua en acuicultura	6
3.6. Parámetros fisicoquímicos en una producción piscícola	6
3.7. Evaporación	7
3.8. Pérdidas de agua por evaporación en estanques piscícolas	7
3.9. Caudal	8
3.10. Fórmulas de cálculo de caudal.....	8
3.11. Volumen de agua	9

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	10
4.1. Ubicación geográfica	10
4.2. Contexto.....	10
4.2.1. Climático	10
4.3. Alcance	11
4.4. Enfoque y tipo de investigación.....	11
4.5. Técnica de recolección de datos y procesamiento de datos.....	11
4.5.1. Muestra.....	11
4.5.2. Tamaño de la muestra.....	11
4.5.3. Técnicas de recolección de datos	11
4.5.4. Procesamientos de datos	12
4.6. Materiales.....	14
V. RESULTADOS.....	15
5.1. Determinación del agua evaporada en los estanques de producción	15
5.2. Comparación de las pérdidas de agua por evaporación en los dos estanques	18
5.3. Estimación del pico más alto de evaporación	23
VI. CONCLUSIONES.....	25
VII. BIBLIOGRAFIA.....	26
VIII. ANEXOS.....	28

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas de recolección de datos.	12
Tabla 2 Materiales	14

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evaporación en estanque.....	8
Figura 2. Módulo Piscícola Unibol Guaraní.....	10
Figura 3 Evaporación turno mañana.....	15
Figura 4 Evaporación turno tarde	16
Figura 5 Evaporación turno mañana.....	16
Figura 6 Evaporación turno tarde	17
Figura 7 Comparación turno mañana E-1	18
Figura 8 Evaporación turno tarde E-1	19
Figura 9 Aumento de agua por lluvia	19
Figura 10 Evaporación turno mañana.....	20
Figura 11 Evaporación turno tarde E-2	21
Figura 12 Aumento de agua por lluvia	22
Figura 13 picos más altos de evaporación E-1	23
Figura 14 picos más altos de evaporación E-2	24
Figura 15 Pérdidas de agua en 6 meses	24

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1Planilla mediciones y pérdidas de agua por evaporación	28
Anexo 2Planilla de los datos meteorológicos.....	29
Anexo 3Estanque 1 de investigación.....	29
Anexo 4Estanque 2 de investigación.....	30
Anexo 5Sacando medidas de evaporación	30
Anexo 6Marcando las pérdidas de agua.....	31
Anexo 7Medición tercera semana	31

RESUMEN

El agua en la piscicultura es fundamental para hacer cualquier tipo de producción de peces u otras especies acuáticas, ya que cada vez es más relevante para el desarrollo sostenible a nivel mundial, de manera que unas pérdidas de agua causarían problemas en la producción. Por lo tanto, la presente investigación tiene por objetivo estimar las pérdidas de agua por la evaporación en los estanques de producción en la UNIBOL GUARANÍ exactamente en módulo piscícola. Donde se sacaron datos cualitativos y cuantitativos de los estanques de producción, se aplicó la técnica de observación directa con los materiales adquiridos como cinta métrica, pintura blanca y planillas de registro para determinar las medidas de las pérdidas de agua por evaporación de cada estanque, considerando que el estanque 1 tenía un volumen de agua de 750 m³ así también el estanque 2 tuvo un volumen de 950 m³, el estudio se hizo durante 32 días sacando medidas de la mañana y de la tarde como también se sacó datos requeridos del clima de cada día (temperatura y humedad).

Los resultados que se obtuvieron fueron que en el estanque 1 se alcanzó a evaporar durante la mañana 62mm y en la tarde unos 173 mm, de igual manera se determinó las pérdidas de agua en el estanque 2 llegando a evaporarse en la mañana unos 65 mm, tarde 164 milímetros, no habiendo mucha diferencia con el estanque 1 y 2 en cuanto al total de pérdidas simplemente hubo días en la que el estanque 1 tuvo más incidencia de evaporación en la tarde por las altas temperaturas del ambiente como también la T°C del agua, teniendo también los picos más altos de evaporación que fueron del turno tarde de los dos estanques llegando a una temperatura de 40°C. Las principales conclusiones fueron que en la evaporación los que influyen son la temperatura del ambiente y la humedad, a altas temperaturas y menor humedad mayor evaporación, por ende, se llegó a analizar el total de una estimación de pérdida de agua en 6 meses unos 141 centímetros aproximadamente es más si las temperaturas llegarían a un nivel alto de 30 a 40°C, tendríamos grandes pérdidas en los estanques de producción

Palabras claves: Evaporación, producción, temperatura, humedad.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

(Gutierrez Sosa & Spotorno, 2018) Realizaron un estudio sobre “Modelización Termodinámica de estanques para piscicultura” el objetivo de su estudio consistió en construir un modelo para predecir la temperatura de estanques destinados a piscicultura y estudiar los efectos de diferentes parámetros en la evaporación del agua. Realizó determinaciones experimentales: de la masa de agua evaporada de un recipiente expuesto a la atmósfera, de las condiciones meteorológicas y de la temperatura del agua, para posteriormente extrapolar los resultados a un estanque.

Utilizó dos bandejas plásticas de dimensiones aproximadamente iguales, un área de 1000cm² y una profundidad de 12cm, ambas expuestas a las condiciones ambientales, con un índice metálico indicando un nivel de referencia y en las que se introdujo un sensor de temperatura tipo Pt100.

La presión de vapor del estanque es función de la temperatura del agua la que a su vez es función de la evaporación, de la radiación solar incidente y de las pérdidas de calor del estanque hacia el medio. La presión parcial del vapor de agua en el aire atmosférico depende a su vez de la temperatura ambiente y de la humedad relativa.

El autor (López Moreno, 2008) hizo un estudio sobre “Estimación de pérdidas de agua por evaporación” el cual su objetivo principal fue cuantificar las pérdidas de agua por evaporación en siete embalses localizados en el pirineo central, de los cuales se ha dispuesto de la información diaria de las condiciones climáticas y de la superficie inundada que ocupan.

La evaporación se calculó por unidad de superficie (mm) ha sido calculada mediante la ecuación Penman para láminas de agua. Como también se dispuso de la información térmica, una aproximación de la radiación solar, humedad relativa, y la velocidad del viento.

Los resultados fueron que hubo una notable variabilidad de las tasas de evaporación entre los casos de estudio, y fuertes contrastes en las cantidades totales evaporadas, que en algunos casos pueden llegar a alcanzar los 20 hectómetros cúbicos anuales. Se ha podido

comprobar que las condiciones climáticas dominantes no son el factor más importante para explicar la magnitud de las pérdidas.

1.2. Breve descripción de la propuesta

La presente investigación dió a conocer la estimación de pérdidas de agua por evaporación en los estanques de producción, en donde primeramente se obtuvieron los materiales requeridos para iniciar el trabajo de campo (cinta métrica, pintura). Se sacaron las medidas de los estanques para determinar el volumen de agua, el apoyo de los materiales de campo se procedió a marcar los estanques, para registrar cada día la pérdida de agua por evaporación, tomando datos meteorológicos, y determinar mediante las fórmulas establecidas la cantidad de evaporación que se registró en los estanques y obtener resultados factibles durante el estudio.

1.3. Planteamiento del problema

En el módulo piscícola de la carrera Ingeniería en Ecopiscicultura se llegó a apreciar que en los estanques de producción presentan pérdidas de agua por evaporación, sin embargo, no se le da mucha prioridad el determinar el agua evaporada, teniendo en cuenta que también no existen estudios realizados referentes al tema de investigación.

Debido a que en las zonas del chaco boliviano en los meses de verano las temperaturas suben de manera precipitada, es cuando hay más incidencia de evaporación, el cual los efectos desfavorables que puede manifestarse en los estanques son una baja producción, grave tensión fisiología.

1.4. Justificación

La presente investigación, de acuerdo a la necesidad de adquirir conocimientos sobre las pérdidas de agua por la evaporación en los estanques de producción, buscó evaluar cuanto puede evaporarse el agua, ya que en las zonas del chaco las altas temperaturas son las que más influyen para que el agua se evapore. Por ende, no existen estudios referentes a la investigación, es por eso que se considerará dar resultados factibles.

Resuelve conocer las pérdidas de agua evaporada, ya que no se le da mucha importancia a los efectos que puede causar si hay un nivel muy alto de evaporación en los estanques.

Por ende, la investigación proporciona a calcular estas pérdidas de agua por la evaporación que se presentan en los dos estanques de producción, el cual esto permite ampliar de manera profunda los conocimientos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Estimar las pérdidas de agua por la evaporación en los estanques de producción de la UNIBOL GUARANÍ.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el agua evaporada en los estanques de producción.
- Comparar las pérdidas de agua por evaporación en los dos estanques.
- Estimar el pico más alto de evaporación durante el periodo de investigación.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. El Agua

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede taem'iirelar el paisaje y afectar el clima. (Fernández Cirelli , 2012).

3.2. Propiedades físicas

El agua pura por sí misma es un líquido inoloro, incolora e insípido. Sin embargo, además tiene cualidades especiales que la hacen muy importante, sus propiedades. Entre ellas se destacan el hecho de que sea un regulador de temperatura en los seres vivos y en toda la biosfera, su alta capacidad calórica, su solubilidad, disolvente universal, como también la propiedad de capilaridad. (Karina, 2010).

3.3. Productividad del agua de producción

La productividad es la relación entre la unidad de resultado y la unidad de insumo. En este caso el término productividad del agua es usado exclusivamente para denotar la cantidad o el valor del producto sobre el volumen o valor del agua consumida o desviada, que en términos generales se expresa por la razón siguiente: (González Robaina, 2015)

$$Productividad\ del\ agua = \frac{Produccion}{Cantidad\ de\ agua}$$

En la razón anterior, el termino producción se puede expresar en términos de peso de producto final, biomasa, dinero etc., y la cantidad de agua utilizada en valores de evapotranspiración, agua total entregada para la producción, agua recibida como riego más lluvia, etc.

3.4.Tratamiento de agua de una producción

El tratamiento del agua en Acuicultura persigue la eliminación de sustancias inertes, la destrucción de gérmenes patógenos y facilitar intercambios de gas entre la fase líquida y la gaseosa (Galli Merino ,Sal, 2007)

Para seleccionar el tratamiento adecuado que permita la recirculación del agua no solo es necesario saber cuáles son las unidades mayormente recomendadas o usadas, adicionalmente es muy importante tener en cuenta los parámetros y la calidad el agua necesaria en los estanques para permitir la vida, crecimiento y desarrollo de los peces. (Guevara Porras & Gutierrez Pérez, 2021)

3.5.Productividad del agua en acuicultura

La calidad del agua está dada por el conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas del medio acuoso y por sus interacciones con los organismos vivos que lo habitan. Con respecto al cultivo de organismos acuáticos, cualquier característica del agua que afecte de un modo u otro el comportamiento, la reproducción, el crecimiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de las especies acuáticas, es un variable de calidad de agua (Rodríguez Gómez,Anzola Escobar, 2001)

3.6.Parámetros fisicoquímicos en una producción piscícola

Un óptimo monitoreo de los parámetros físicos y químicos de mayor prioridad en la calidad del agua dentro de un estanque piscícola (pH, oxígeno disuelto y temperatura), tiene un papel muy significativo para el correcto desarrollo de las operaciones acuícolas. Dicho monitoreo es efectuado manualmente con la ayuda de instrumentos de medición y/o sensores para conocer el estado de cada variable. Para esto se hace necesario el recurso humano, la cual puede causar disparidades y por lo tanto generar un margen de error en las mediciones debido a la intervención humana. Para disminuir los márgenes de errores de medición dentro de los estanques, se desarrolla e implementa un sistema de monitoreo de tres parámetros muy importantes dentro de la calidad del agua (oxígeno disuelto, pH y temperatura). (Bautista Covarrubias, Velazco Arce, 2011)

En el cultivo de peces se menciona que el crecimiento de los mismos depende en gran parte de la calidad del agua; por lo que, para lograr una buena producción, es necesario mantener las condiciones físico-químicas del agua dentro de los límites de tolerancia para la especie a cultivar. En algunos estudios se reporta que la concentración de minerales influye principalmente en la calidad del agua y los peces se ven afectados a nivel de branquias reduciendo su capacidad respiratoria y metabólica, provocando lento crecimiento que se expresa en bajos rendimientos. (Valle Gonzalez,y Rodríguez Pérez, 2019)

3.7.Evaporación

Se comprende por evaporación, a la operación unitaria, en la cual se lleva a cabo el aumento de concentración de una solución de un líquido, que se denomina solvente, y uno o varios solutos sólidos disueltos en dicho solvente, los cuales son prácticamente no volátiles a la temperatura de operación, la cual es la temperatura de ebullición del solvente, a la presión de operación. (Manzur , Cardoso , 2015)

De entre los fenómenos o transformaciones que el agua sufre en su ciclo natural, sin duda alguna, uno muy importante es el de evaporación. Para estar consciente de su importancia y poder contribuir en las actividades que se deben hacer para asegurar la disponibilidad de tan vital líquido, es necesario cuantificar el fenómeno cuando se produce a temperatura ambiente. (Franco, 2006).

3.8.Pérdidas de agua por evaporación en estanques piscícolas

La evaporación es la conversión de agua en vapor de agua. Este proceso se lleva a cabo casi sin interrupción durante las horas de luz del día y, a menudo también durante la noche. Para cambiar el estado de las moléculas de agua de líquido a gas se requiere de energía (conocida como el calor latente de vaporización), por lo cual el proceso es más activo bajo la radiación directa del sol. (Gómez Santiz y Díaz Ramírez, 2015).

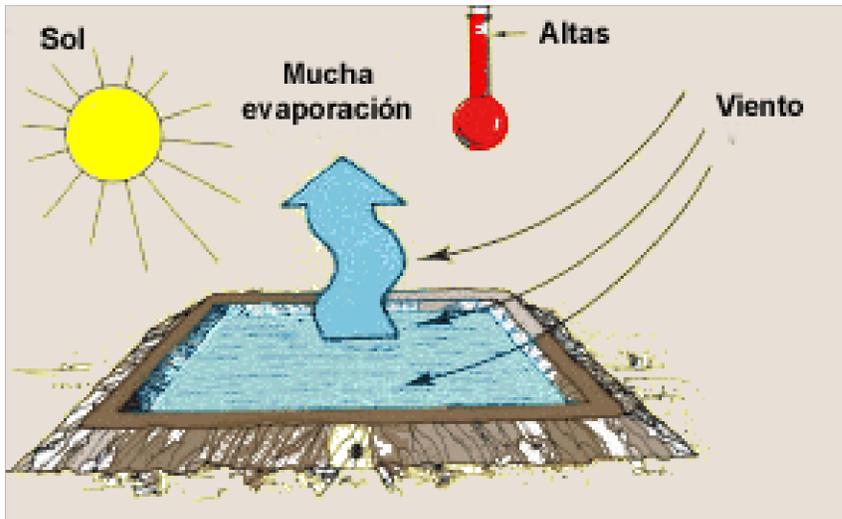


Figura 1. Evaporación en estanque.

3.9.Caudal

Las cantidades de agua que se necesitan para mantener las funciones, usos y beneficios de una cuenca hidrográfica reciben el nombre de caudal ambiental. Las consecuencias de no gestionar el caudal ambiental se van haciendo cada vez más evidentes. Los ecosistemas río abajo y las comunidades que dependen de ellos, están pagando el precio, ya que el acceso al recurso hídrico se vuelve cada vez más limitado. (Casanova O., Figueroa C., 2014).

3.10. Fórmulas de cálculo de caudal.

La determinación del caudal en los ríos es una medición muy importante que usualmente se lleva a cabo durante el monitoreo de cuencas hidrográficas. En algunos casos, esta medición no es una tarea fácil de efectuar dadas las diferencias morfológicas de los ríos, la profundidad y el ancho del cauce, la velocidad de la corriente y la accesibilidad a los puntos de medición. (Calvo-Brenes ,Mora-Molina, 2007).

3.11. Volumen de agua

Para el cálculo de volúmenes de agua se ha realizado para el periodo 1981, 2015 realizando la multiplicación de los raster de precipitación con el raster de coeficiente de escorrentía (CE) tal como se muestra en la siguiente ecuación: (Perez Cordero & Quispe Ramos, 2017)

$$\text{VOLUMEN}=\text{P}*\text{CE}*f$$

Dónde:

P: precipitación total mm/año

CE: coeficiente de escorrentía

F: factor de conversión

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Ubicación geográfica

La siguiente investigación fue desarrollada en la comunidad de Ivo municipio Machareti, provincia Luis Calvo, departamento de Chuquisaca, ubicados entre los paralelos a latitud $20^{\circ}26'31.60''$, y longitud $63^{\circ}24'11.53$. Específicamente en los predios de la UNIBOL Guarani en el módulo productivo de la carrera Ingeniería en Ecopiscicultura.



Figura 2. Módulo Piscícola Unibol Guarani

4.2. Contexto

4.2.1. Climático

La Tercera sección Machareti de la Provincia Luis Calvo, se sitúa en la región subtropical boliviana y tiene un clima cálido. Según la clasificación de Thorthwaite los tipos climáticos son SEMIARIDO D. SUBHUMEDO –SECO C1, SUBHUMEDO-HUMEDO C2, ARIDO.

En la comunidad de Ivo presenta un clima semiárido seco que se extiende casi todo el año. Teniendo un clima húmedo durante tres a cuatro meses (diciembre a febrero).

4.3. Alcance

El alcance es de tipo descriptivo ya que trata de describir la metodología empleada que se hará durante la investigación.

4.4. Enfoque y tipo de investigación

El enfoque es mixta de tipo no experimental longitudinal, ya que se recolectaron datos que de carácter cuantitativo y cualitativo.

4.5. Técnica de recolección de datos y procesamiento de datos

4.5.1. Muestra

Se consideró como muestra a los estanques con agua de la producción piscícola.

4.5.2. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra está representada por 2 estanques, cada uno con una capacidad de 750 y 950 metros cúbicos.

4.5.3. Técnicas de recolección de datos

La técnica que se aplicó es la observación, registro de datos y cálculo.

Tabla 1 Técnicas de recolección de datos.

Técnicas	Instrumentos	Mediciones
Observación directa	Publio metro milimetrado	Medición de la evaporación del estanque.
Archivos de datos	Planillas	Obtención de datos registrados sobre las medidas de los estanques.
Observación	Cuaderno de apuntes(planillas)	Recolección de datos de la evaporación

4.5.4. Procesamientos de datos

Para empezar la investigación se realizó las planillas de los datos meteorológicos (temperatura, viento, humedad, precipitación y nubosidad) como también la planilla de las pérdidas de agua por evaporación y los que sea necesario para recolectar datos.

Se procedió a calcular el volumen de los dos estanques de producción con una cinta métrica, registrando el largo, ancho y profundidad. Así mismo se hizo la marcación del volumen de agua añadida en cada estanque, esto se marcó con una pintura blanca para que no se borre y que sea fácilmente registrar la pérdida de agua, de igual manera se llegó a observar una de las características organolépticas del agua como ser el color y la turbidez.

Durante el tiempo de las semanas de investigación se hizo un seguimiento de análisis de comparación de los dos estanques especificando cuál de los tiene mayor pérdida o si hubo otros factores que influyeron durante el proceso.

En donde se llegó a observar que las pérdidas de evaporación en los dos estanques no son iguales ya que uno de ellos es más grande que la otra.

Se pasará calcular la evaporación ya con los datos registrados mediante la fórmula que está representada de la siguiente manera:

$$E=P \pm AD$$

Donde la P es la altura de precipitación entre las dos mediciones.

AD= la altura del agua añadida (+) o sustraída (-) del tanque.

De esta manera se podrá determinar las pérdidas de agua por evaporación.

Dimensiones de los estanques de investigación

Nº1

34,6m



Largo= 34.6m

Ancho= 14.2 m

Profundidad= 1.8 cm

Nº2

36,9m



Largo= 36.9m

Ancho= 17.2 m

Profundidad= 1.8 cm

DONDE:

$34.6 * 14.2 * 1.8 = 935.496 \text{m}^3 * 1000 = 935,496 \text{litros}$

$36.9 * 17.2 * 1.8 = 1,142.424 \text{m}^3 * 1000 = 1,142.424 \text{litros}$

Total, de agua que contienen los dos estanques es de 2,077.92 litros

4.6. Materiales

Para poder realizar la investigación se utilizarán los siguientes materiales los cuales son lo fundamental para el proceso de investigación.

Tabla 2 Materiales

	DETALLE	JUSTIFICACION DE USO
1	Cinta métrica	Se utilizó para medir los estanques de producción, como los milímetros de evaporización del agua
2	Tablero	Se utilizó para registrar los datos que se realizaran en la medición de los estanques y la evaporización de estas mismas.
3	Lapiceros	Usualmente se usó para anotar datos y otros registros en la investigación.
4	Calculadora	Se usó para calcular los datos obtenidos de la investigación.
5	Computadora	Se utilizó para registrar los datos y todos los procesos de investigación.
6	Cámara fotográfica	Se usó para sacar fotos y otros datos requeridos en el estudio.
7	Agua evaporada	Se registró para el cálculo en la fórmula
8	Pintura blanca	Se usó para marcar el nivel del agua.

V. RESULTADOS

5.1. Determinación del agua evaporada en los estanques de producción

Se inició la investigación el cual se hizo durante 30 días, en donde antes de comenzar se hizo un análisis viendo las condiciones de los dos estanques tomando las mediciones de cada una de ellas, como también el volumen de las mismas, considerando también el color del agua.

Por lo tanto, el volumen del estanque 1 es de largo 34,6m, ancho 14,2m, profundidad 1,8m, como también el estanque 2 tiene de largo 36,9m, ancho,17,2 y una profundidad de 1.8m. Días antes se fertilizó ambos estanques en donde el estanque 1 contaba con peces, sin embargo, el estanque 2 no tenía ni un solo pez. Entonces ambos tenían un color verdoso claro por la presencia de fitoplancton.

Estanque 1

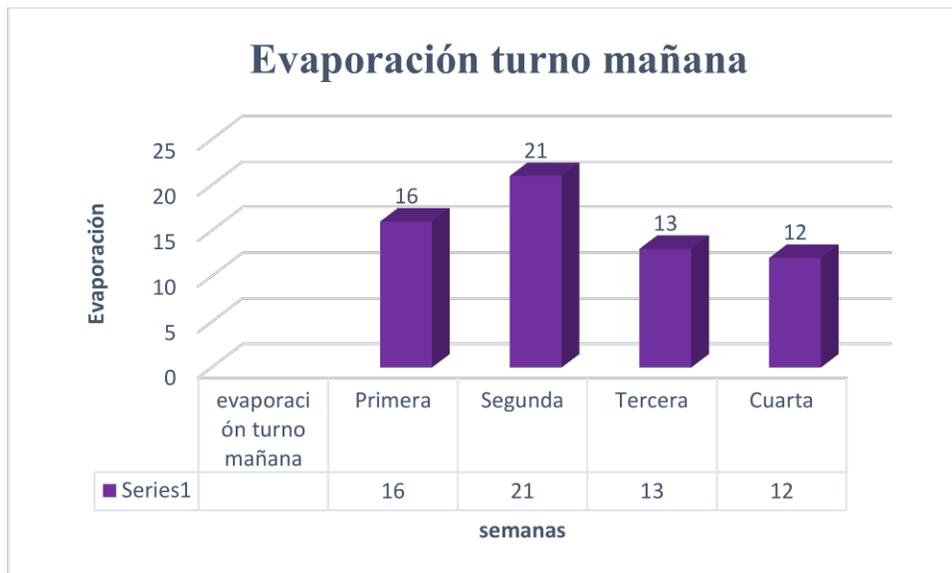


Figura 3 Evaporación turno mañana

En la figura 3 se pudo observar que en el estanque 1 con los datos de la mañana, se determinó las pérdidas de agua por semana en milímetros, donde la primera semana bajó 16 mm, la segunda semana 21 mm, tercera 13 mm y por último la cuarta semana bajó 12 milímetros.

Siendo que en total fue de 62 milímetros en a las cuatro semanas de estudio.



Figura 4 Evaporación turno tarde

Se pudo apreciar en la figura 4, las pérdidas de agua de cada semana durante el lapso de la tarde, llegando a 34 mm en la primera, 66 mm en la segunda el cual es el más alto, en la tercera 41mm, y por último la cuarta semana llegó a bajar 32 milímetros.

Sacando un total de 173 milímetros en las cuatro semanas solo en la tarde.

Estanque 2



Figura 5 Evaporación turno mañana

Se determinó en la figura 5 que en la primera semana bajó 18 mm, segunda 20mm, tercera 14 mm y por último en la cuarta semana 13 milímetros con los datos de la mañana, llegando a un total de 65 milímetros en el turno de la mañana.



Figura 6 Evaporación turno tarde

De igual manera como se vió en las anteriores figuras, en la figura 6 se sacaron los totales de cada semana, donde en la primera semana el total fue de 35 milímetros, segunda 66 mm, tercera 37 mm, en la cuarta y última semana tuvo un total de 26 milímetros de pérdidas de evaporación, determinando un total de 164 mm.

5.2. Comparación de las pérdidas de agua por evaporación en los dos estanques

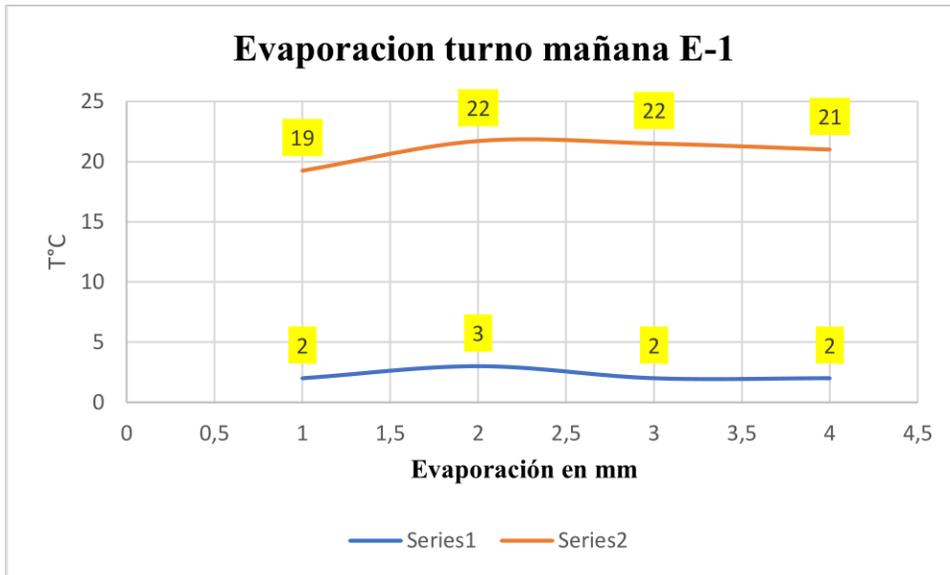


Figura 7 Comparación turno mañana E-1

Para poder comparar entre los dos estanques se llegó a calcular los promedios de cada semana de la misma manera de la temperatura ambiente, como se mostró en la figura 7 el promedio de la primera semana fue de 2 mm, T°C 19, segunda semana 3 mm T°C de 22, tercera semana 2 mm, T°C de 22 y la cuarta semana se sacó un promedio de 2 mm teniendo una temperatura ambiente de 21°C promedio.

Consecuentemente se observó claramente que cuando las temperaturas están elevadas hay mayor incidencia de evaporación, como en la figura 7 se mostró cuando la temperatura estaba en 22 °C bajó 3 milímetros, sin embargo, cuando la temperatura llegó a 19 tuvo una pérdida de 2.

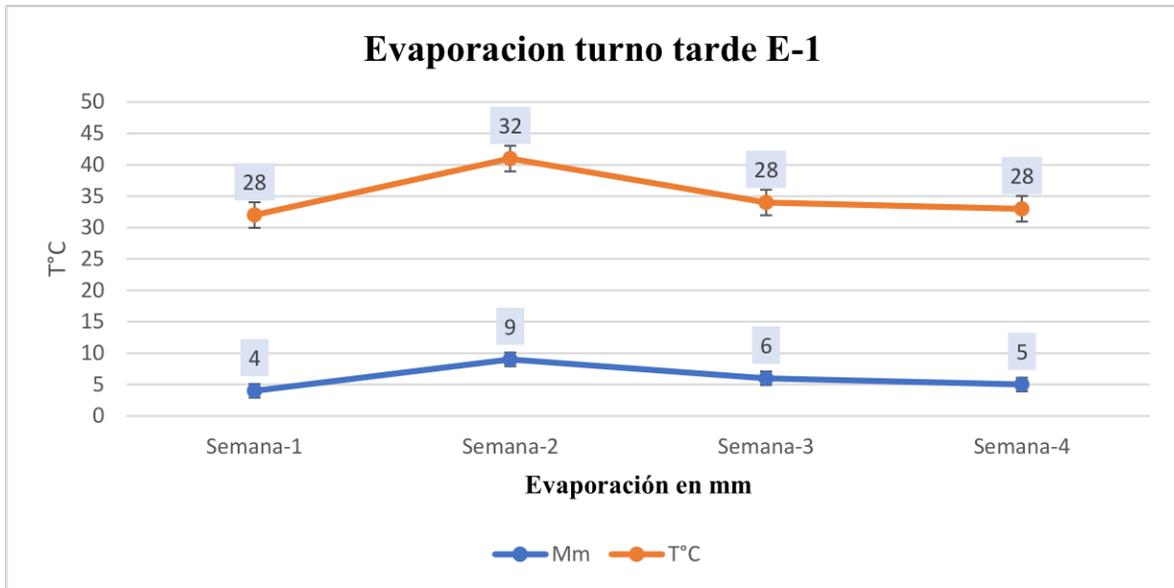


Figura 8 Evaporación turno tarde E-1

En la figura 8 en donde se observó que en la tarde hubo unas altas pérdidas de evaporación esto porque las temperaturas también fueron altas llegando a 28 °C lo cual bajó 4 milímetros de agua en la primera semana, de la misma manera en la segunda semana la temperatura llegó a 32°C teniendo una pérdida de 9 mm, tercera semana bajó a 6 mm con la temperatura promedio de 28°C y así mismo, en la última semana se llegó a evaporar 5 mm con la temperatura de 28°C.

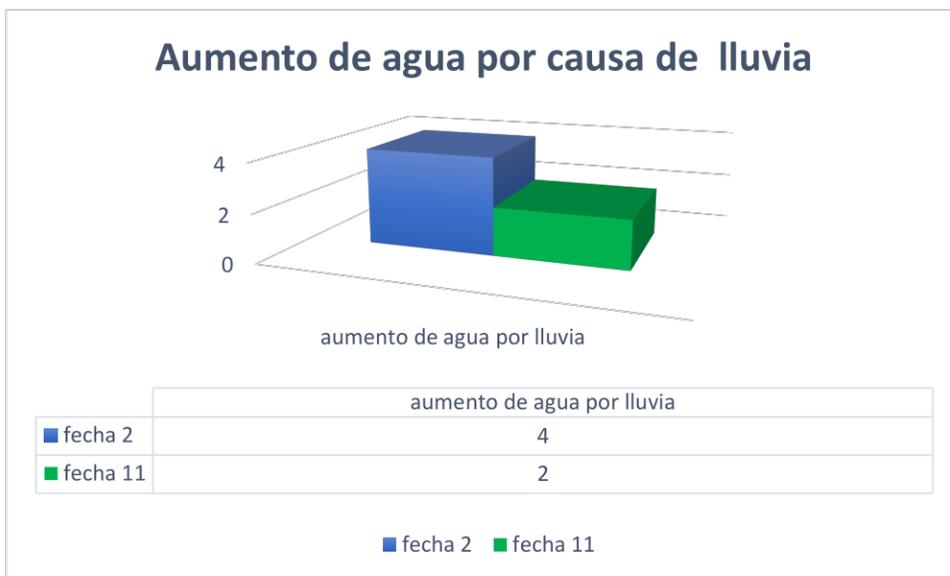


Figura 9 Aumento de agua por lluvia

En la fecha 2 y 11 de noviembre hubo un aumento de agua en el estanque 1 ya que cayó una intensa lluvia bajando la temperatura a 22 y 24 °C. Tal hecho en el que se produjo un aumento de 4 y 2 cm en las fechas mencionadas.

Estanque 2

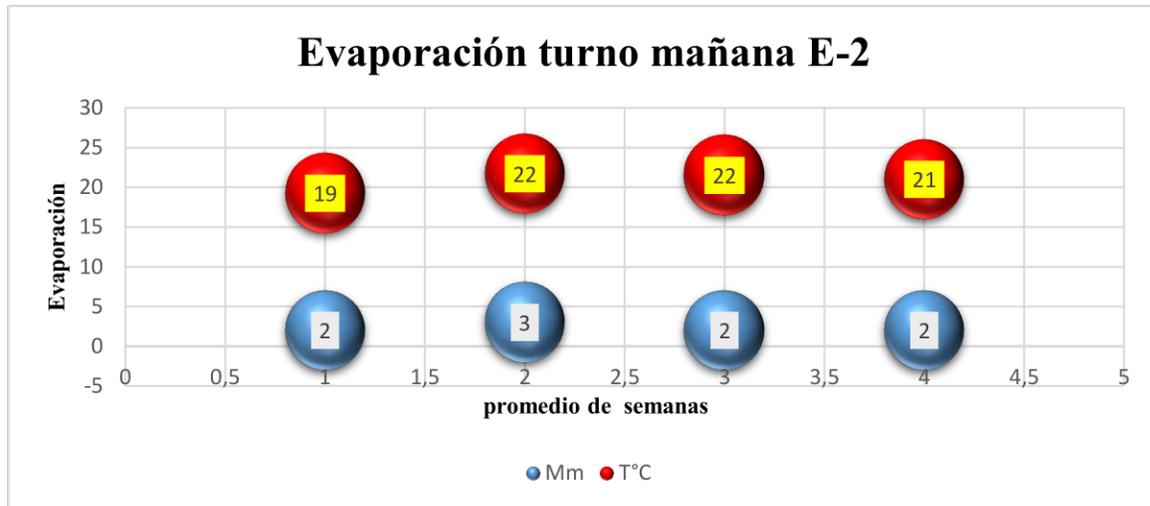


Figura 10 Evaporación turno mañana

La evaporación que se produjo en el estanque 2 durante la mañana fueron variando según los datos del tiempo, para ello los promedios que se obtuvo de cada semana fueron de 2 en la primera con la temperatura de 19°C , para la segunda ,en el cual hubo más evaporación con 3 mm y con la temperatura promedio de 22°C, la tercera semana se manteni6 el promedio de 2 mm y temperatura 22 °C, de igual manera en la cuarta semana se manteni6 en 2mm con temperatura de 21°C.

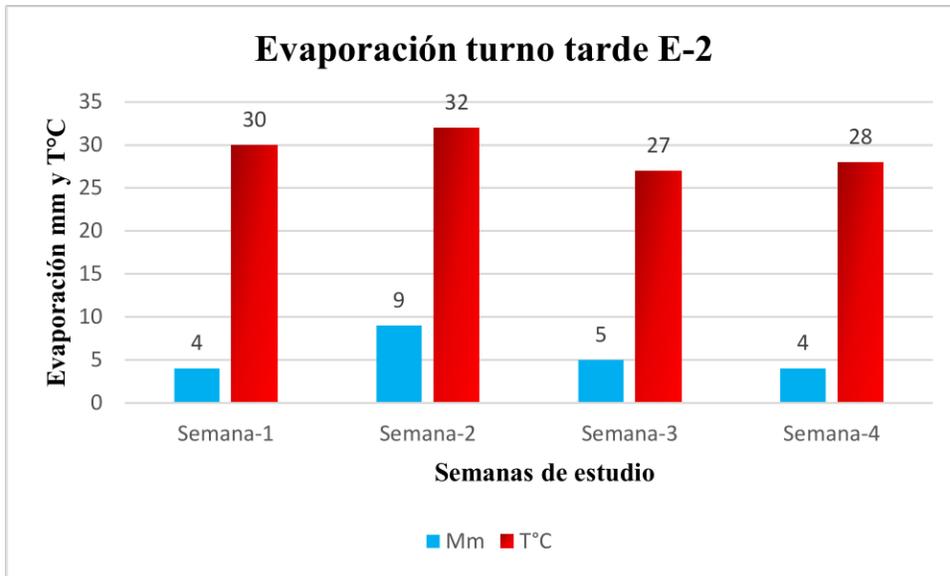


Figura 11 Evaporación turno tarde E-2

Se obtuvieron resultados de las pérdidas de agua durante la tarde, el cual se observó que los promedios de evaporación subieron, por el hecho de que las temperaturas promedio fueron más altas a comparación de la mañana.

Alcanzando en la primera semana unos 4 mm con temperatura de 30°C, la segunda semana con 9 mm con la temperatura promedio más alta que fue de 32°C, la tercera con 5 mm con temperatura de 27°C, en la cuarta y última semana ya los datos del clima bajaron a 28° evaporándose un promedio de 4 milímetros.

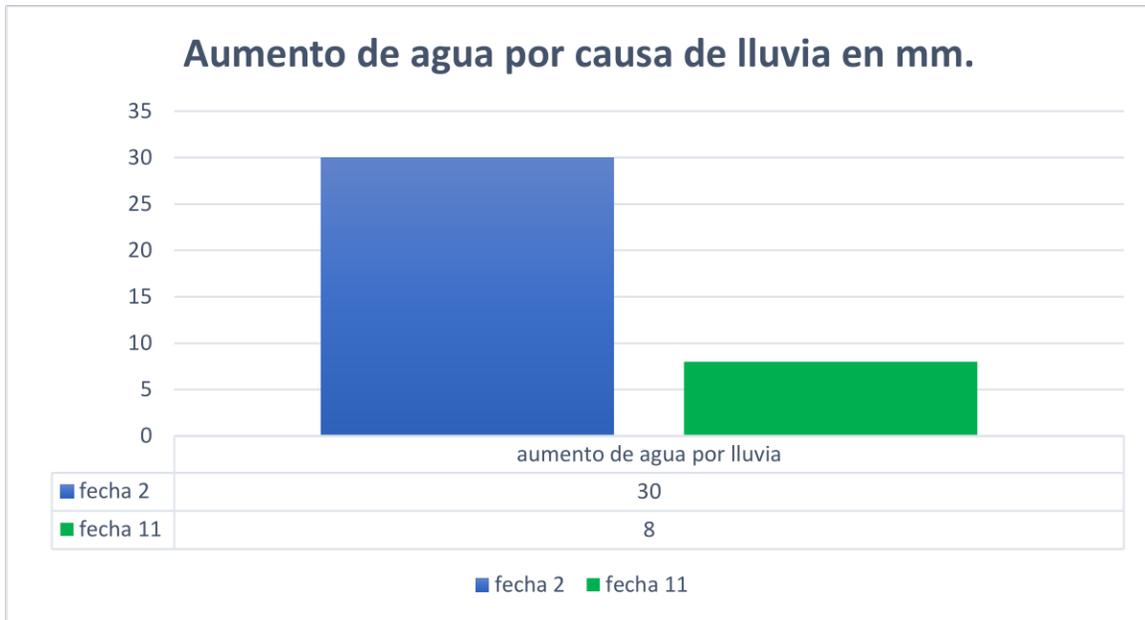


Figura 12 Aumento de agua por lluvia

Fechas 2 y 11 de noviembre se produjo una lluvia intensa, donde de igual manera bajo a 22 y 24 °C la temperatura, por lo cual provocó a que aumentara el nivel del agua a 30mm y 8 mm en diferentes fechas ya mencionadas.

5.3. Estimación del pico más alto de evaporación

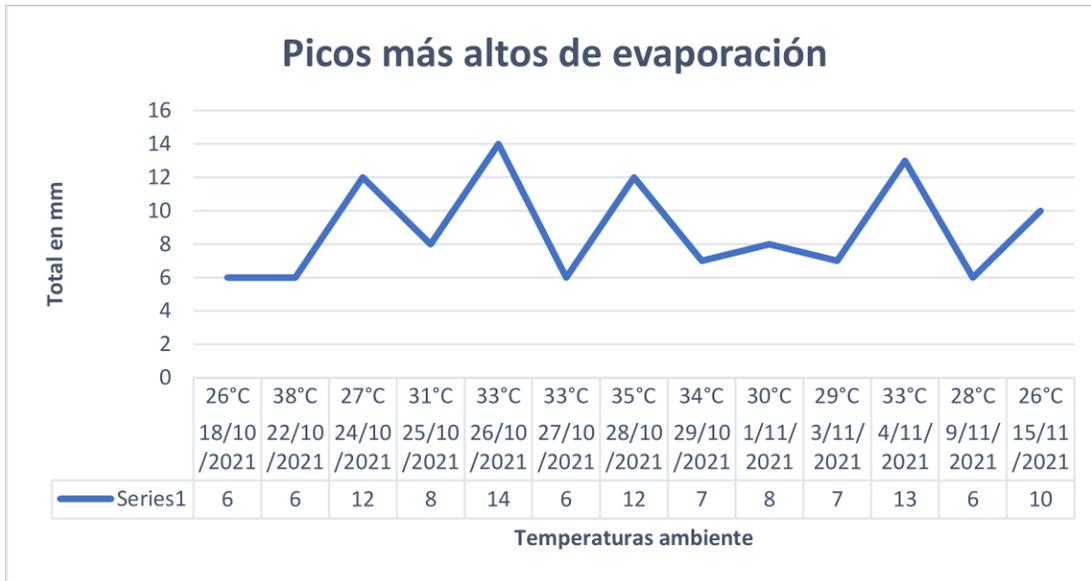


Figura 13 picos más altos de evaporación E-1

Se apreció en la figura 13, que los picos más altos de evaporación que se determinaron en los resultados fueron desde 6 mm hacia arriba donde las temperaturas del ambiente llegaron de 26 a 38 °C, causando notables pérdidas de agua durante 13 días en diferentes fechas del lapso de la investigación, como también se tomó en cuenta la humedad obteniendo un promedio de 35%.



Figura 14 picos más altos de evaporación E-2

Vemos que los niveles más altos de evaporación son cuando las temperaturas del ambiente están muy altas, llegando desde 22 a 40°C, eso hace que el día esté mayormente soleado en donde esto provoca a que la humedad llega a 22 o 25 % y existe más probabilidad de que haya más evaporación durante el día. Sin embargo, debemos considerar que en la tarde se ve el resultado de los milímetros que bajó.

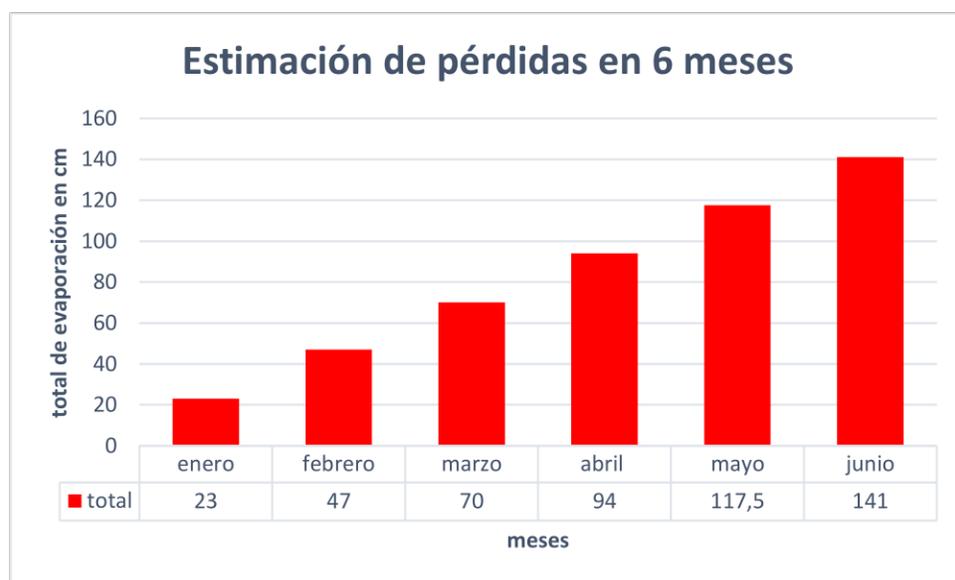


Figura 15 Pérdidas de agua en 6 meses

Si bien se obtuvo el total de evaporación en un mes que fue de 23,5cm, considerando las variaciones de cada día del clima, ya en la figura 16 se estimó las pérdidas de agua por evaporación durante 6 meses, el cual esto dependerá mucho de la temperatura del ambiente y la humedad, como se mostró en la figura en junio, en total llegaría a bajar unos 141 centímetros significaría que en un año bajaría unos 2,82 metros, aproximándose a los 3 metros.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó las pérdidas de evaporación por semanas, en donde influyeron mucho los datos del tiempo, el cual hubo días donde la temperatura y la humedad bajaba o viceversa llegando a mostrarse que en el estanque 1 hubo más incidencia de evaporación bajando a 62 mm durante la mañana en 30 días exactamente. Seguidamente se determinó las pérdidas de la tarde de las 4 semanas, el cual fue de 173 milímetros. De manera que en el estanque 2 las pérdidas durante la mañana fueron de 65mm y durante la tarde se determinó 164 milímetros totales.
- Comparando entre los dos estanques se calculó los promedios de temperatura y evaporación de las cuatro semanas, se llegó a tener resultados que en el estanque 1, durante la mañana no hubo grandes pérdidas de agua por las bajas temperaturas que se presentó en las cuatro semanas, sin embargo, en el lapso de la tarde hubo grandes cambios con las pérdidas llegando a evaporarse más, en donde influyó las altas temperaturas que se produjeron en el estudio.

Por ende, en el estanque 2 se evaporó de igual manera que en el estanque 1 durante la mañana, en la tarde se presentó más evaporación al igual que en el estanque 1, teniendo como resultados que en los dos estanques bajaron de manera aproximadamente igual, alterando solo en los días de evaporación.

- Se llegó a considerar los picos más altos desde 6mm para adelante, donde hubo 13 días que llegaron a estimar estos rangos, teniendo en cuenta que las temperaturas estaban desde 26 a 38°C, solamente en el estanque 1. Posteriormente en el estanque 2 de la misma hubo 13 días donde se observó los datos de pérdidas de agua desde 6, 7 llegando a 15mm, con temperaturas de ambiente de 22 a 40 °C.

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1 Casanova O., Figueroa C., J. (2014). "Determinación del caudal ambiental y su relación con variables indicadoras de calidad del recurso hídrico". *Revista Luna Azul*, 24.
- 2 Fernández Cirelli , A. (2012). El agua: un recurso esencial . *Química Viva* , 170.
- 3 Franco, J. (2006). "Diseño de un simulador por computadora de procesos de evaporación en una línea de evaporadores de múltiple efecto". *Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar*, 16.
- 4 Galli Merino ,Sal, O. (2007). Sistemas de . *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos CENADAC (Santa Ana- Corrientes)* , 36.
- 5 Manzur , Cardoso , A. (2015). Velocidad de evaporación del agua. *Revista Mexicana de Física* 61 (2015) 31–34 .
- 6 Bautista Covarrubias, Velasco Arce, J. (2011). Calidad de agua para el cultivo de Tilapia. 1, 14.
- 7 Calle Mamani, B. (2013). Evaluación de los recursos hídricos, con fines de riego en la OBT,"La algarrobilla", del Municipio Machareti-Chuquisaca. *Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica*, 111.
- 8 Calvo-Brenes ,Mora-Molina, G. (2007). Evaluación y clasificación preliminar de la calidad del agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón Parte II: Taem'iereo utilizado en la medición de caudales investigados. *Instituto Tecnológico de Costa Rica*.
- 9 Gómez Santiz y Díaz Ramírez, J. y. (2015). "Diseño de un medidor de niveles de. *Instituto Tecnológico de*, 56.
- 10 González Robaina, H. P. (2015). Indicadores de productividad del agua por cultivos y técnicas de riego en Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*.
- 11 Guevara Porras & Gutierrez Pérez, M. C. (2021). "Evaluación de la eficiencia de un sistema de tratamiento de agua". *Facultad de Ingeniería - Ingeniería Ambiental y Sanitaria*, 94.
- 12 Gutierrez Sosa & Spotorno, M. (2018). Taem'ierealización termodinámica de estraques para piscicultura". *IV Congreso Argentino de Ingeniería – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*, 12.
- 13 Karina. (2010). "Las propiedades del agua". *Microsoft® Word 2010*, 5.
- 14 López Moreno, J. (2008). "Estimación de pérdidas de agua por evaporación en embalses de pirineo". *Universidad de la Rioja*, 81.

- 15 Perez Cordero & Quispe Ramos, M. E. (2017). "Estimación de volumen superficial en las cuencas de río Totaré,Coello y Totaré - Coello en el municipio de Ibagué, departamento de Tolima aplicando el taem'iirelo hidrológico disapro I". *Centro de investigación y desarrollo - CIAF*, 66.
- 16 Rodríguez Gómez,Anzola Escobar, H. (2001). La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)*.
- 17 Valle Gonzalez,y Rodríguez Pérez, A. (2019). Automatización en la toma de parámetros físico-químicos para los estanques piscícolas de la Universidad del Magdalena. *Universidad del Magdalena*, 43.

VIII. ANEXOS

Estanque N° 1	MEDIDAS DE EVAPORACIÓN DE AGUA					
Dia	temperatura ambiente °c		Pérdidas de agua en(mm)		Profundidad	Volumen del estanque(m ³)
Fecha	mañana	tarde	Mañana	Tarde		
16/10/2021	13	21	3	4	1,8	750
17/10/2021	18	24	2	3	1,8	750
18/10/2021	21	26	2	6	1,8	750
19/10/2021	20	27	1	4	1,8	750
20/10/2021	11	28	2	3	1,8	750
21/10/2021	21	33	1	4	1,8	750
22/10/2021	24	38	2	6	1,8	750
23/10/2021	26	41	3	4	1,8	750
24/10/2021	25	27	2	12	1,8	750
25/10/2021	17	31	2	8	1,8	750
26/10/2021	16	33	5	14	1,8	750
27/10/2021	17	33	4	6	1,8	750
28/10/2021	31	35	2	12	1,8	750
29/10/2021	19	34	3	7	1,8	750
30/10/2021	27	28	1	4	1,8	750
31/10/2021	27	33	2	3	1,8	750
1/11/2021	27	30	2	8	1,8	750
3/11/2021	25	29	2	7	1,8	750
4/11/2021	27	33	2	13	1,8	750
5/11/2021	13	19	1	2	1,8	750
6/11/2021	13	22	2	3	1,8	750
7/11/2021	23	24	2	5	1,8	750
8/11/2021	17	25	2	3	1,8	750
9/11/2021	26	28	1	6	1,8	750
10/11/2021	19	26	2	3	1,8	750
12/11/2021	21	28	3	4	1,8	750
13/11/2021	25	31	1	1	1,8	750
14/11/2021	30	28	1	4	1,8	750
15/11/2021	22	27	2	10	1,8	750
16/11/2021	27	28	2	4	1,8	750

Anexo 1 Planilla mediciones y pérdidas de agua por evaporación

Oct/ Nov.		Temperatura °C		Humedad (%)		Viento(km/h)	Precip.mm	Nubosidad
Fecha	Día	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		

Anexo 2 Planilla de los datos meteorológicos



Anexo 3 Estanque 1 de investigación



Anexo 4 Estanque 2 de investigación



Anexo 5 Sacando medidas de evaporación



Anexo 6 Marcando las pérdidas de agua



Anexo 7 Medición tercera semana