

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Tratamiento de Agua de Bombeo y su relación en el ratio de consumo de
Sulfato Férrico, en una planta productora de Harina de pescado, Chancay,
2021.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

DANAE SIARE PALACIO COLÁN

ASESORADO POR:

ING. JESUS GUSTAVO BARRETO MEZA


Ing. Jesús Gustavo Barreto Meza
DOCENTE - UNJFSC
Reg. CIP. 103027 / DNU 022

HUACHO – PERÚ

2021

Tratamiento de Agua de Bombeo y su relación en el ratio de consumo de Sulfato Férrico, en una planta productora de Harina de pescado, Chancay, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
8	vsip.info Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Tratamiento de Agua de Bombeo y su relación en el ratio de consumo de
Sulfato Férrico, en una planta productora de Harina de pescado, Chancay,
2021.**

Sustentado y aprobado ante el jurado evaluador:

Ing. LUIS MIGUEL CHAVEZ BARBERY

Presidente

Mg. HELLEN HUERTA POMASSONCCO

Secretaria

Mg. TANIA MENDEZ IZQUIERDO

Vocal

ING. BARRETO MEZA JESUS GUSTAVO

Asesor

HUACHO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios por siempre estar presente en cada paso que doy, por cuidarme, protegerme y siempre velar por mis seres queridos. A mis padres, Rosa y Jhonny, por todo su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, a mis hermanos por su compañía y aliento para afrontar cada obstáculo que he superado.

Danae Palacio

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido obtener una experiencia positiva en la presente investigación. A mi asesor por todos los conocimientos que me ha brindado a lo largo de la presente tesis.

A mis colegas, por sus consejos y fuerzas brindadas cuando fue muy necesario para seguir y lograr esta meta.

Muchas gracias.

Danae Palacio

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	2
1.5 Delimitaciones del estudio.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.1.1. Investigaciones internacionales	4
2.1.2. Investigaciones nacionales.....	5
2.2 Bases teóricas.....	7
2.3 Definición de términos básicos.....	14
2.4 Hipótesis de investigación	15
2.4.1 Hipótesis general.....	15
2.4.2 Hipótesis específicas.....	15
2.5 Operacionalización de las variables.....	16
CAPITULO III. METODOLOGÍA	17
3.1 Diseño metodológico	17
Ubicación	17
3.2 Población y muestra.....	17
3.3 Técnicas de recolección de datos.....	17
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	19
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	20
4.1 Sólidos suspendidos totales (ppm).....	20
4.2 Grasa(ppm)	23
4.3 Potencial de Hidrógeno.....	25
4.4 Sólidos suspendidos totales, volumen tratado y ratio de consumo de sulfato férrico	27

4.5 Costo de producción, consumo total y harina producida.....	30
4.6 Características fisicoquímicas del agua de bombeo y ratio de consumo de sulfato férrico.	33
4.7 Promedios ponderados de los parámetros evaluados.....	36
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	38
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
6.1 Conclusiones	40
6.2 Recomendaciones	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características fisicoquímicas del agua de Bombeo.....	9
Tabla 2. Características Fisicoquímicas de la Sanguaza.....	9
Tabla 3. Características Químicas del Agua de Cola.....	10
Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del sulfato férrico.....	11
Tabla 5. Operacionalización de las variables.....	16
Tabla 6: Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses - 2019	20
Tabla 7. Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses - 2020	21
Tabla 8. Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses - 2021	22
Tabla 9. Grasa (ppm) por meses - 2019	23
Tabla 10. Grasa (ppm) por meses - 2020.....	24
Tabla 11. Grasa (ppm) por meses - 2021	25
Tabla 12. pH por meses - 2019	25
Tabla 13. pH por meses - 2020	26
Tabla 14. pH por meses - 2021	26
Tabla 15. Sólidos suspendidos totales, volumen tratado y ratio de consumo de sulfato férrico por meses - 2019	27
Tabla 16. Sólidos suspendidos totales, volumen tratado y ratio de consumo de sulfato férrico por meses - 2020	28
Tabla 17. Sólidos suspendidos totales, volumen tratado y ratio de consumo de sulfato férrico por meses - 2021	29
Tabla 18. Costo de producción, consumo y harina producida, 2019.....	30
Tabla 19. Costo de producción, consumo y harina producida, 2020.....	31
Tabla 20. Costo de producción, consumo y harina producida, 2021.....	32
Tabla 21. Características fisicoquímicas iniciales del agua de bombeo y ratio de consumo de sulfato férrico, 2019.	33
Tabla 22. Características fisicoquímicas iniciales del agua de bombeo y ratio de consumo de sulfato férrico, 2020.	34
Tabla 23. Características fisicoquímicas iniciales del agua de bombeo y ratio de consumo de sulfato férrico, 2021.....	35
Tabla 24.Promedios ponderados de los parámetros evaluados por temporada.	36

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación de la empresa pesquera.....	3
<i>Figura 2.</i> Flujograma del proceso de tratamiento del agua de bombeo.....	12
<i>Figura 3.</i> Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses – 2019.....	20
<i>Figura 4.</i> Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses - 2020	21
<i>Figura 5.</i> Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses – 2021.....	22
<i>Figura 6.</i> Grasa (ppm) por meses – 2019	23
<i>Figura 7.</i> Grasa (ppm) por meses – 2020	24
<i>Figura 8.</i> Grasa (ppm) por meses - 2021	25
<i>Figura 12.</i> Sólidos suspendidos totales con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por meses – 2019.....	27
<i>Figura 13.</i> Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por meses – 2020.....	28
<i>Figura 14.</i> Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por meses – 2021.....	29
<i>Figura 15.</i> Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), 2019.	30
<i>Figura 16.</i> Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), 2020.	31
<i>Figura 17.</i> Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm),	32
<i>Figura 18.</i> Características fisicoquímicas del agua de bombeo vs el ratio de consumo de Sulfato Férrico, 2019.	34
<i>Figura 19.</i> Características fisicoquímicas del agua de bombeo vs el ratio de consumo de Sulfato Férrico, 2020.	35
<i>Figura 20.</i> Características fisicoquímicas del agua de bombeo vs el ratio de consumo de Sulfato Férrico, 2021.	36
<i>Figura 21.</i> Promedio ponderado de los parámetros evaluados por temporada.....	37

RESUMEN

Objetivos. El objetivo primordial de esta tesis es evaluar la relación entre las condiciones fisicoquímicas del tratamiento de agua de bombeo con el ratio de consumo del coagulante Sulfato férrico. **Metodología.** Se caracterizó el agua de bombeo: SST, grasa y pH, se dosificó su coagulante Sulfato férrico, donde se monitoreó el consumo total de este coagulante. Se obtuvo el agua clarificada cumpliendo los Límites Máximos Permisibles para efluentes pesqueros, y la cantidad de harina producida, con lo cual obtuvimos el costo de producción de la harina. **Resultados.** De los datos anuales obtenidos, en el año 2019, se obtuvo SST= 5535 ppm GRASA= 1358 ppm pH= 6.4 Consumo de coagulante= 1176 Kg Ratio de consumo de coagulante= 216 Kg/ tm de harina Costo de producción= 237 \$/tm de harina, en el año 2020 se obtuvo SST= 4438 ppm GRASA= 1525 ppm pH= 6.5 Consumo de coagulante= 1136 Kg Ratio de consumo de coagulante= 212 Kg/ tm de harina Costo de producción= 237 \$/tm de harina , en el año 2021, se obtuvo SST= 6631 ppm GRASA= 1588 ppm pH= 6.1 Consumo de coagulante= 1501 Kg Ratio de consumo de coagulante= 184 Kg/ tm de harina Costo de producción = 189 \$/tm de harina, **Conclusión.** En los años monitoreados hubo variaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua de bombeo, de tal manera también varió el consumo de coagulante como también el costo de producción sin embargo en el año 2021 el costo de producción logró reducirse a pesar de haber obtenido una mayor concentración de sólidos suspendidos totales presentes en el agua de bombeo.

Palabras claves: Sulfato férrico, Sólidos suspendidos totales, pH, Grasa, Agua de bombeo.

ABSTRACT

Objectives. The main objective of this thesis is to evaluate the relationship between the physicochemical conditions of pumping water treatment with the consumption ratio of the coagulant ferric sulfate. **Methodology.** The pumping water was characterized: TSS, fat and pH, its coagulant Ferric Sulfate was dosed, where the total consumption of this coagulant was monitored. Clarified water was obtained complying with the Maximum Permissible Limits for fishing effluents, and the amount of flour produced, with which, we obtained the cost of flour production. **Results.** From the annual data obtained, in the year 2019, TSS= 5535 ppm FAT= 1358 ppm pH= 6.4 Coagulant consumption= 1176 Kg Coagulant consumption ratio= 216 Kg/tm of flour Production cost= 237 \$/tm of flour, in the year 2020 TSS was obtained= 4438 ppm FAT= 1525 ppm pH= 6.5 Consumption of coagulant= 1136 Kg Ratio of coagulant consumption= 212 Kg/tm of flour Production cost= 237 \$/tm of flour, in In 2021, TSS = 6631 ppm FAT = 1588 ppm pH = 6.1 Coagulant consumption = 1501 Kg Coagulant consumption ratio = 184 Kg/tm of flour Production cost = \$189/tm of flour, **Conclusion.** In the years monitored, there were variations in the physicochemical parameters of the pumping water, in such a way that the coagulant consumption also varied, as well as the cost of production, however in 2021 the cost of production was reduced despite having obtained a higher concentration. of total suspended solids present in the pumping water.

Keywords: Ferric sulfate, Total suspended solids, pH, Grease, Pumped water.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Actualmente, las industrias pesqueras adoptaron tecnologías para tratar el agua utilizada para bombear la materia prima para minimizar la contaminación por efluentes en las bahías con actividad industrial pesquera. El tratamiento de agua de bombeo, cuenta con dos etapas, la primera etapa consiste en la recuperación de grasa mediante la diferencia de densidades y agregándole aire asistido de la cual obtendremos “Aceite PAMA”, mientras que la segunda etapa llamada etapa química consiste en la extracción de sólidos suspendidos totales con la adición de coagulante y floculante, los cuales serán añadidos al proceso de elaboración de harina de pescado mediante el nombre de “Harina PAMA” (Larios et al., 2015).

Los residuos industriales líquidos generados por la industria pesquera han contribuido al deterioro de los ecosistemas cercanos a estas empresas pesqueras, por ello el ministerio de producción estableció los Límites Máximos Permisibles para efluentes de industrias pesqueras, brindando un programa de adecuación a las industrias pesqueras (PAMA), con la finalidad que estas inicien la implementación del tratamiento de recuperación de sólidos y grasa a fin de garantizar la preservación de los ecosistemas (Ruiz, 2020).

Para tratar el agua de bombeo en las empresas pesqueras, utilizan trampas de grasa, luego continúa con la adición de coagulantes (orgánicos e inorgánicos) y floculantes para la formación de lodos, posteriormente continúa por una etapa decantación el cual reduce la humedad e ingresa el subproducto como valor agregado en el proceso de las industrias pesqueras (Larios et al., 2015).

Para este proceso de recuperación de sólidos suspendidos totales se utiliza el sulfato férrico como coagulante inorgánico el cual tiene un mayor consumo en el tratamiento de agua de bombeo, obteniendo un consumo elevado, aumentando de esta manera el costo en la elaboración de la harina, por ello se realizaron pruebas modificando las características fisicoquímicas (SST, grasa, pH) del agua de bombeo en el punto de dosificación del Sulfato férrico.

Se redujeron los costos de insumos en la etapa química del tratamiento del agua de bombeo, mediante un menor consumo del coagulante utilizado el cual es el sulfato férrico, insumo que tiene un costo elevado en el mercado nacional e internacional.

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Existe una relación directa entre las condiciones físicas del tratamiento de agua de bombeo y el ratio de consumo del coagulante Sulfato férrico?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influyen las características fisicoquímicas del agua de bombeo en el punto de dosificación del Sulfato férrico?
- ¿Cómo se analiza la cantidad de sólidos suspendidos totales del agua de bombeo respecto el ratio de consumo de sulfato férrico?
- ¿Cuál es el costo de producción de harina PAMA con el consumo de sulfato férrico?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la relación entre las condiciones físicas del tratamiento de agua de bombeo y el ratio de consumo del coagulante Sulfato férrico

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las características físicas del agua de bombeo en el punto de dosificación del Sulfato férrico.
- Determinar la cantidad de sólidos suspendidos totales del agua de bombeo respecto al ratio de consumo de sulfato férrico.
- Establecer el costo de producción de harina PAMA dado el consumo de sulfato férrico.

1.4 Justificación de la investigación

Actualmente la innovación tecnológica se denota por investigación a nivel científico como tecnológico, con la finalidad de implementar o mejorar un proceso, mediante el uso de herramientas y creando nuevos métodos para incrementar la productividad en las industrias. Por medio de la investigación tecnológica en el área de la ingeniería se delimita un ámbito de producción de intelecto tecnológico veraz. Las técnicas de mantenimiento en las industrias realizan inspecciones y pruebas de los equipos y materiales, buscando asegurar las instalaciones de las industrias en los parámetros operativos adecuados. Los equipos instalados en una industria encargados del proceso de la materia orgánica y los insumos químicos son capaces de fallar y descomponerse, reduciendo su rendimiento a causa del tiempo y el uso, y podría ser obsoleto debido a los avances tecnológicos. La investigación tecnológica discierne

con más relevancia la transformación, cuya finalidad es conseguir intelecto para obtener la modificación de la realidad en estudio, persiguiendo el conocimiento práctico.

Uno de los problemas de las industrias pesqueras para tratar el agua de bombeo es el costo excesivo en la producción de la harina denominado PAMA, por ello se busca optimizar este proceso, ya sea mediante la reducción de consumo de insumos químicos, sustitución de insumos químicos, cambios de ingeniería, modificación de procedimientos o cambios estructurales dentro del sistema de tratamiento de agua de bombeo.

En esta presente tesis, se optimizó el proceso mediante la variación en distancia del punto de dosificación del agua de bombeo, se monitoreó los parámetros fisicoquímicos del agua, logrando obtener una reducción en el consumo de insumo químico sulfato férrico.

1.5 Delimitaciones del estudio

La presente tesis se realizó en una planta pesquera, ubicada en el distrito de Chancay, en las siguientes coordenadas UTM (Ministerio de producción, 2020):

P1: -11.577549482824887, -77.26926385499286

P2: -11.577454887889752, -77.26702957486798

P3: -11.578177487277285, -77.26700275277764

P4: -11.578285220116959, -77.2692584905748

ALTITUD: 26 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación de la empresa pesquera.

Fuente: Google Earth (2021).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Figueroa (2016), en su proyecto de investigación implementó un sistema para tratar aguas residuales, con el uso de etapas físicas mediante la homogenización de efluentes, etapa química con el uso de insumos, coagulantes y floculantes, además de un proceso biológico para la desinfección, diseñó este proceso de tratamiento de aguas residuales, en tres fases: Física (homogenización de efluentes), Química (coagulación-floculación mediante el uso del sulfato de aluminio) y biológica (dosificación de cloro o hipoclorito sódico), caracterizó el agua residual obteniendo pH igual a 9.2 y aceites y grasa igual a 29.3 ppm, además logró una eficiencia de 80%, obteniendo pH final igual a 7.5, aceites y grasa final de 0.5 – 1.5 ppm y % de grasa reducido en un 95%.

Campoverde (2019), en su investigación elaboró un conglomerado de etapas para tratar aguas residuales en una empacadora de pescado - Guayaquil, realizó el monitoreo del efluente con la finalidad de conocer los parámetros del agua residual y encontrar el tratamiento adecuado, en el cual obtuvo la cantidad de SST igual a 1375 ppm, en aceites y grasa obtuvo 38 ppm, mientras que en pH fue 7. Utilizó diferentes tipos de coagulantes tales como: moringa, alumbre, agua oxigenada, agua mineral, sulfato de cobre y sulfato de aluminio. Sin embargo, el coagulante con mayor capacidad de clarificación fue el sulfato de aluminio con un valor de sólidos suspendidos de 15 ppm, aceites y grasas 4ppm y pH igual a 7.

Tejeda (2019), en su trabajo de investigación, evaluó el desempeño de una mezcla de coagulantes orgánicos e inorgánicos con respecto al uso de un coagulante inorgánico en el tratamiento de clarificación del agua del río Villalobos – Guatemala, los test de clarificación se realizó en laboratorio, mediante el test de jarras. En estas pruebas realizó 5 corridas, y en ellas encontró las dosis óptimas de cada mezcla realizada y las dosis óptimas utilizando sulfato férrico únicamente. Determinó que la dosis óptima del sulfato férrico varió de 300 – 400 ppm, obtuvo un porcentaje de remoción de sólidos suspendidos totales igual a 84% y la media de la dosis óptima para el sulfato férrico de 360 ppm.

Sánchez & Román (2020), en su trabajo de investigación, diseñó un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa Empacadora y Exportadora de Camarón, en la ciudad de Guayaquil. Realizó el test de jarras de varias maneras y con polímeros

diferentes, el agua cruda contenía 200 ppm de SST y pH igual a 10.1, sin embargo los parámetros fisicoquímicos del efluente antes del tratamiento fueron: pH= 7.9, Aceites y grasas 3.60 ppm y SST= 144 ppm, los cuales sobrepasan la normativa, por ello mediante el tratamiento de coagulación – floculación se obtuvo el agua clarificada con 34 ppm de SST, pH= 8.20, aceites y grasas <0.44 ppm mediante una dosificación del sulfato férrico igual a 4500 ppm, llegando a determinar que el mas adecuado y optimo desde el punto de vista técnico y económico es la utilización del Sulfato Férrico.

Mora (2022), en su trabajo de investigación, evaluó la cantidad de mejora del proceso de sedimentación en efluente municipal, mediante el uso de coagulantes recuperados en el lodo del proceso de potabilización – Medellín, Colombia, realizó análisis de prueba de jarras. En los análisis iniciales tuvo en consideración las siguientes condiciones de trabajo: mezcla rápida con 100 rpm en un minuto, a continuación una mezcla lenta con 20 rpm en 20 minutos y finalmente 30 minutos para sedimentar, usó coagulantes tal como el Policloruro de Aluminio -PAC- líquido y el Sulfato Férrico en presentación líquida, al emplear sulfato férrico obtuvo una dosis de 50 ppm con un pH inicial de 7.47 y un pH final de 6.22, determinó que el sulfato férrico es más eficiente en intervalos de 8 - 11, en ese intervalo será más eficiente en la remoción de la turbidez y otros contaminantes contenidos en el Agua Residual Domestica, además logró reducir la cantidad de SST en el efluente hasta 25 ppm.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Baca & Moore (2016), en su tesis señala que; determinó la dosificación adecuada del sulfato férrico, como coagulante, evaluando el parámetro de pH para tratar el agua de bombeo para recuperar el 95% de harina de pescado en la Pesquera Cantabria S.A., Coishco, utilizó modelos matemáticos y los contrastó mediante el uso de los datos experimentales obtenidos en la etapa de coagulación. Además, en la parte experimental utilizó el test de jarras para identificar la dosis adecuada de dosificación de distintas muestras obtenidas del mes de julio-setiembre, utilizando como coagulante el sulfato férrico. Los valores obtenidos indican que 16 muestras de producción de anchovetas presentan la dosis óptima con pH entre 5-6, los valores de pH obtenidos en el modelo denominado Spline Cubico se corroboró con la prueba experimental realizada en la prueba de jarras y con los datos brindados por la ficha técnica del Sulfato Férrico, cuya dosificación óptima se encuentra a pH superiores a 5.

Quevedo (2016), en su investigación señala que, evaluó las consecuencias de la implementación de nuevas tecnologías para tratar efluentes pesqueros en la planta Pesquera

Pelayo S.A.C. de Puerto Supe, comparó los resultados de caracterización del efluente, tal como aceites y grasas, pH y sólidos suspendidos totales, inicial y final con respecto a la implementación de estas mejoras en la clarificación de efluentes; puntualmente con la implementación de insumos químicos como coagulante (Sulfato férrico) y floculantes de los SST, logró mejorar la eficiencia de recuperación en aceites y grasas igual a 97% y de SST igual a 91.7%, en aceites y grasas logró reducir desde 3224 ppm a 98 ppm, y redujo los SST desde 6834 ppm hasta 568 ppm mediante el proceso de coagulación y floculación.

Aguilar & Yupanqui (2018), en su investigación realizó la evaluación de las dosis óptimas de un coagulante orgánico (LT-7995), un coagulante inorgánico (Sulfato Férrico) y un floculante aniónico (MT FLOC-4253), utilizados en el tratamiento del agua de bombeo con la finalidad de reducir la concentración de sólidos, grasas y aceites contenidas en el agua utilizada para el trasvase de la materia prima en la pesquera de Chimbote. Monitorearon los resultados del comportamiento de los productos químicos a la salida del equipo DAF, así mismo, obtuvo lodos con elevada cantidad de materia orgánica que se añadirá al proceso principal de la empresa (línea de elaboración de harina de pescado). Obtuvieron la dosis óptima para el coagulante inorgánico siendo de 1495 ppm. Además, optimizaron en un 3.774 % la remoción de SST y 11.338% la extracción de aceites y grasa.

Vásquez (2019), en su tesis señala que, comparó dos tipos de coagulantes: ferix 3 (sulfato férrico) y lipesa 1544 para la clarificación de efluentes en la empresa pesquera CFG – Investment, Chimbote, muestreó el agua de bombeo, posteriormente analizó cada una mediante pruebas in situ, utilizó equipos de mediciones los cuales ayudaron a obtener los datos del efluente, la etapa química se realizó mediante el proceso de floculación y coagulación con el uso de dos coagulantes ferix-3 y lipesa 1544, determinó una mayor efectividad con el uso del ferix-3, teniendo en el agua clarificada un pH de 5.54, SST de ingreso con 9738 ppm, SST de salida con 336 ppm, logrando obtener una eficiencia de la etapa química de 96.55%.

Flores & Jiménez (2021), en su trabajo de investigación señala que, evaluó la contribución del tratamiento del agua de bombeo en planta Pesquera Cantabria S.A. - Coishco, identificó una serie de etapas que en conjunto forman el sistema de tratamiento, contando con 3 etapas, sin embargo en la tercera etapa realizó la prueba de jarras mediante el uso del coagulante Sulfato férrico, para lo cual caracterizó el agua de bombeo obteniendo la composición del agua de bombeo con aceites y grasa igual a 4370 ppm y de SST igual a 6772

ppm, mientras que a la salida del trommels obtuvo el efluente con aceites y grasa igual a 2169 ppm y de SST igual a 3432 ppm, a la salida de la trampa de grasa obtuvo aceites y grasa igual a 1020 ppm y de SST igual a 2282 ppm, mientras que como efluente obtuvo una cantidad de aceites y grasa de 294 ppm y de SST igual a 988 ppm.

2.2 Bases teóricas

Etapas para la obtención de harina de pescado

Costa & Denegri (2015), señala que “el proceso productivo para la obtención de la harina de pescado, luego de adquirida la materia prima, comprende las siguientes etapas”:

- a) **Recepción:** Inicia en el artefacto naval estático (chata), a través de una tubería la materia prima es vertida al desagüador rotativo para separar el agua de bombeo, continúa por los transportadores de mallas hacia tolva para su pesaje y almacenaje (Oneproseso, 2011, cómo se citó en Costa & Denegri, 2015).
- b) **Cocción:** Esta etapa funciona a través de un proceso térmico con vapor, transmitiendo energía de manera indirecta. Principalmente coagula las proteínas en fase sólida, mediante la ruptura de enlaces peptídicos logrando la separación del aceite y los residuos viscosos líquidos (Austin Engineering Perú SAC, 2013, como se citó en Cárdenas, 2015).
- c) **Separación Sólido - Líquido:** La materia prima cocida pasa por la Pre Strainer el cual es un desagüador (tambor que tiene toda la pared perforada) que tiene como objetivo retirar el líquido de la masa cocida lo máximo que se pueda, para poder ayudar a la siguiente etapa (Pérez, 2019).
- d) **Prensado:** La masa es comprimida por dos tornillos giratorios de manera inversa, es presionada por mallas de distintos diámetros, obteniendo dos productos: Torta de Prensa y Licor de Prensa, este último se mezcla con el licor filtrado en el pre strainer (Austin Engineering Perú SAC, 2013, como se citó en Cárdenas, 2015).
- e) **Separación y centrifugación:** El licor de prensa ingresa al decanter (separa sólidos suspendidos mediante la fuerza centrífuga), obteniendo la torta de separadora y el licor de separadora. Este último ingresa a la centrifuga, para obtener aceite de pescado, agua de cola y lodos (Alfa Laval, s.f.).
- f) **Evaporación:** Consiste en la eliminación del agua contenida en el agua de cola, luego de la evaporación se obtiene el concentrado, el cual es dosificado al proceso, se mezcla con el keke de prensa, keke de separadora obteniendo la torta integral (Austin Engineering Perú SAC, 2013, como se citó en Cárdenas, 2015).

- g) Secado: Consiste principalmente en la reducción del contenido de humedad, se da generalmente en tres etapas (secado indirecto): rotadisk, rotatubos y secador de aire caliente, la torta integral puede iniciar con 48% finaliza con humedades menores 10% en la harina (TASA, 2009, como fue citado en Pérez, 2019).
- h) Molido: En esta etapa se uniformiza y reduce las partículas del scrap mediante martillos que giran a alta velocidades y son retenidas en una malla para uniformizar, se cuenta con un sistema de aire asistido para dar facilidad al proceso (Pérez, 2019).
- i) Adición de Antioxidante: Se agrega antioxidante para estabilizar la oxidación de la grasa contenida en la harina, evitando el calentamiento. La dosificación del antioxidante es de 500 a 600 ppm de etoxiquina, dependiendo la cantidad de grasa presente y otras características de la harina (Pizardi, 1992 como fue citado en Pérez, 2019).
- j) Pesaje y Envase: El envasado es realizado en sacos laminados de poliuretano de 50 kg \pm 0.5 kg (TASA, 2009, como fue citado en Pérez, 2019).
- k) Almacenado: Se realiza en rumas formadas por 10 cañones de 100 sacos cada uno, por ende, cada ruma contiene 50 Tm de harina. La etapa de almacenado es importante para la estabilización de temperatura y protección contra cualquier tipo de contaminación (TASA, 2009, como fue citado en Pérez, 2019).

Efluentes pesqueros y su tratamiento

Según Coronado (2018), los efluentes obtenidos en las diversas etapas anteriormente descritas son los siguientes:

- a) Agua de bombeo: Líquido empleado para transportar el pescado (anchoveta) desde la chata hacia la planta, debido al sistema presión-vacío u otro sistema de bombeo que utiliza la planta para el transporte de la materia prima (Pesca Perú, 1994, como se citó en Coronado, 2018), las características fisicoquímicas del agua de bombeo dependen del tiempo de captura, la calidad de materia prima, la estacionalidad de la pesca y de la bomba que se utilizará para traslado de la materia prima (CONAM, 1998, como fue citado en Coronado, 2018).

Tabla 1.

Características fisicoquímicas del agua de Bombeo

Parámetros	Medida	
SST	32-79 g/l	2.8%
Grasa	0.16-7.5 g/L	0.10%
Proteína Total	NR	1.00 %
Proteína Soluble	0.3-7.5 g/L	NR
Cenizas	NR	1.40%
Demanda Biológica de Oxígeno	NR	4,600 ppm
Demanda Química de Oxígeno	490 – 12,600 ppm	35,200 ppm
Potencial de Hidrógeno	NR	6.2

Fuente: Nuñez, 2014, como se citó en Coca, 2019.

- b) Sanguaza: Es la mezcla de sangre, agua, sólidos y grasa de pescado originados por la presión del pescado y tiempo de espera en la poza de almacenamiento además de frescura de la materia prima (PRODUCE, 2009, como se citó en Coronado, 2018).

Tabla 2.

Características Fisicoquímicas de la Sanguaza

Parámetros	Medida
SST	4.6 – 7.3%
Grasa	0.8 – 1.2%
Proteína Total	2.2 – 4.4%
Demanda Química de Oxígeno	93,000 ppm
Potencial de Hidrogeno	6.9

Fuente: Del Valle & Aguilera, 1990, como se citó en Coca, 2019.

- c) Agua de Cola: Este producto cuenta con sólidos suspendidos totales aproximadamente de 7% el cual aporta entre el 20 a 25% del rendimiento de harina, es llevada a una etapa de evaporación donde se llega a concentrar entre 36 a 45% °brix (Castro, 2004, como se citó en Coronado, 2018).

Tabla 3.

Características Químicas del Agua de Cola

Agua	Grasa	Proteína (%)	Cenizas (%)	Sólidos Totales (%)
91 – 93 %	0.6-0.8 %	3.50	1.00	7.00-9.00
91 – 94 %	0.2-0.9 %	-	-	6.00-9.00
90 – 94 %	0.3 %	7.10	1.00	9.4

Fuente: Rodríguez, 2002, adaptado de Coca, 2019.

Recuperación de Sólidos y Grasa del Agua de Bombeo

En 1995, se exige a las industrias pesqueras adecuarse al Programa de Adecuación al Medio Ambiente. Las empresas Pesqueras recurrieron al tratamiento primario y secundario de los efluentes, es decir la separación de los sólidos y grasas empleando métodos fisicoquímicos (Czysz, 1990, como se citó en Terry, Candela & Matienzo, 2018) con lo cual se obtiene un efluente libre de sólidos y grasa vertido al mar. Los otros productos líquidos como la sanguaza y el agua de cola se agregan en su totalidad al proceso de obtención de harina y aceite de pescado (Terry, Candela & Matienzo, 2018).

a) Filtración mediante Trommels

El agua de bombeo es enviada hacia dos filtros rotativos (TROMMEL) de acero inoxidable con mallas de 0.5 mm y 0.3 mm de orificio, los sólidos recuperados son llevados por el transportador helicoidal colector a la poza de almacenamiento y se incorporan al proceso de producción junto con la materia prima (Esquivel & Varas, 2020).

b) Trampas de grasa

El agua de bombeo procedente del trommel continúa para la extracción de aceite debido a la flotación natural permitiendo que los sólidos precipiten y la parte ligera (grasa) inicie a sobrenadar como espuma, posteriormente continuará al proceso de separación y almacenaje (Alva, 2009, como fue citado en Zuta, 2019), luego continúa a la siguiente trampa de grasa para ser sometido a flotación mecánica por inyección de aire, microscópicamente las burbujas de aire se aglutinan con las impurezas ó flóculos haciéndolas flotar (Burgos, 2014, como fue citado en Zuta, 2019).

c) Coagulación

Consiste en la desestabilización de las partículas coloides como consecuencia de neutralizar las fuerzas que los separaban, este proceso consiste en reacciones químicas y

físicas entre los coagulantes, la superficie de la partícula y el agua y su pH (Rodríguez Salcedo, 2008, como se citó en Marka & Pacheco, 2021).

Ferix - 3 (Sulfato férrico): Coagulante primario eficaz en base a hierro trivalente (Fe^{3+}) utilizado en el tratamiento de agua potable y residual. Este producto presenta forma granular. (Kemira Ferix - 3, 2019)

La dosificación recomendada del Sulfato férrico es al 10% Fe, usando agua a temperatura ambiente y mezclando por un periodo de 30 minutos. (Kemira Ferix - 3, 2019)

Tabla 4.

Propiedades físicas y químicas del sulfato férrico

Estado Físico/Apariencia	Gránulos amarillento – grisáceos
Olor	No significativo
Densidad	1.20 - 1.40 g/cm ³
pH	<2 (10% solución)
Límite de Inflamabilidad	No es inflamable
Solubilidad en Agua	Soluble
Punto de descomposición	480 °C

Fuente: Kemira Ferix - 3, 2018.

d) Floculación

Este proceso consiste en agitar la masa coagulada para permitir su unión y crecimiento, al aglomerar los flóculos aumentan en tamaño y peso lo que permite su sedimentación (Diaz Claros, 2014, como se citó en Marka & Pacheco, 2021).

e) Clarificador

El efluente de las trampas de grasa ingresa al tanque equalizador, el cual cumple la función de retención, posteriormente el efluente pasará al DAF donde se agregará aire presurizado, este gas puede salir a presión atmosférica e ir liberando el gas en exceso, este método también se usa en lodos activados y coagulados químicamente (Cano Marín, 2015, como se citó en Marka & Pacheco, 2021).

f) Separadora ambiental

Los lodos ingresan a la separadora ambiental con la adición de compuestos químicos, permitiendo mejorar la eficiencia en la deshidratación de lodos, obteniendo como producto la torta ambiental, siendo añadida al proceso, también se extrae agua clarificada, la cual será integrada al emisor (Urdániga, 2017).

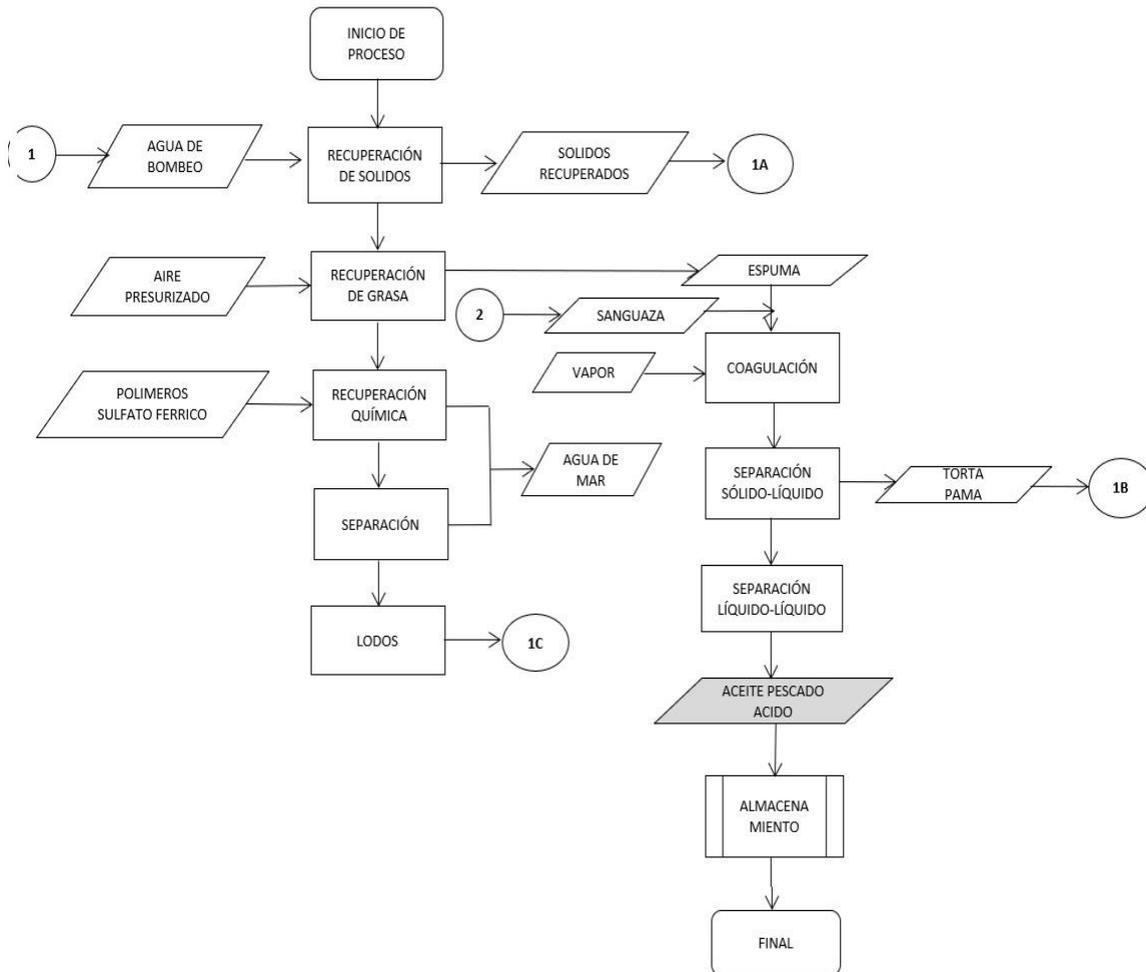


Figura 2. Flujograma del proceso de tratamiento del agua de bombeo.

Parámetros de efluentes pesqueros

Entre los parámetros característicos de los efluentes dispuestos en el D.S. N° 010-2018- PRODUCE tenemos:

a) Potencial de Hidrógeno (pH)

Medida utilizada para determinar la cantidad de acidez (H-) o alcalinidad (OH+) de una sustancia líquida. El pH se denota matemáticamente mediante un logaritmo decimal de la cantidad de iones hidronios, se cuantifican en moles/L (Riaño, 2004, como se citó en Coronado, 2018).

b) Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Concentración de partículas retenidas en un medio filtrante, con un tamaño de filtro de 1.5 micrómetros de diámetro (Sánchez, 2011, como se citó en Pérez 2019), la materia suspendida en el medio acuoso absorbe la luz, logrando que el agua adquiera cierta turbidez (Elías, 2012, como se citó en Coronado, 2018).

c) Aceites y Grasas

La composición de aceites y grasas esta dada por triglicéridos, los cuales son ésteres de moléculas de glicerina que incluyen tres ácidos grasos (Primo, 2007, como se citó en Pérez 2019).

Impactos ambientales de los efluentes pesqueros en el cuerpo receptor

a. Alteración de las características fisicoquímicas del agua de mar:

El aumento de la temperatura disminuye la disolubilidad de los gases y aumenta la concentración de sales, generando más reacciones metabólicas ocasionando la descomposición (Echevarría, 2007, como se citó en Pérez, 2019.), los cambios químicos son generados debido a cantidades amplias de materia orgánica, ocasionando una reducción del oxígeno disuelto, teniendo como consecuencia anoxia, alteraciones del pH del agua (PRODUCE, 2009, como se citó en Pérez, 2019.), la materia orgánica contenida en el agua genera biopelículas impidiendo realizarse del proceso de fotosíntesis, y a su vez obstruye el ingreso de aire ocasionando la falta de oxígeno de las aguas (Jiménez, 2002, como se citó en Pérez, 2019.).

b. Perturbación de la calidad de sedimentos del fondo marino:

Las mayores fuentes de contaminación son la materia orgánica, las cuales ocasionan turbidez provocando ausencia de calidad de vida a la flora y fauna marina, destruyendo áreas que son utilizadas para alimentación y desove de peces (Echarri, 2007, como se citó en Pérez, 2019.), los grados de alteración de los bentos son incrementados debido a la cantidad de sedimentos, provocando cambios en la estructura de diversas especies y el reclutamiento lento (Macdonald et al., 1996, como se citó en Pérez, 2019.).

c. Modificaciones del ecosistema marino:

Las materias orgánicas contenidas en el agua del bombeo se degradan y reaccionan con el oxígeno generando insuficiencia de oxígeno provocando de esta manera la muerte de las especies marinas. Las biopelículas provocadas por los aceites y grasas impide el ingreso del oxígeno para el desarrollo del proceso de la fotosíntesis (Álvarez, 2001, como se citó en Pérez, 2019).

d. Perturbación de la Calidad de Vida:

Los ecosistemas marinos donde se descargan las aguas residuales pesqueras padecen variaciones tales como: pestilencia, alteración del color, provocados por las bacterias (PRODUCE, 2009, como se citó en Pérez, 2019).

Los aceites y grasas contenidos en los efluentes pesqueros son complicadas de metabolizar por las bacterias conllevando a la formación de biopelículas la superficie (Echarri, 2007, como se citó en Pérez, 2019).

2.3 Definición de términos básicos

- **Agua de bombeo**

Efluente de gran cantidad en volumen, originado mediante el traslado de la pesca desde la embarcación hacia planta; incluye materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasas, sangre y agua de mar (Ministerio de producción, 2020).

- **Agua de cola**

Líquido eliminado en su mayor parte del aceite y los sólidos en suspensión del líquido de la prensa luego que pasa por los decantadores y separadores (FAO, s.f.).

- **Coagulación**

Proceso por el que los componentes de una suspensión o disolución estable son desestabilizados por la superación de las fuerzas que mantienen su estabilidad (Aguilar et al., 2002).

- **Estándar de calidad ambiental**

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente (OEFA, 2014).

- **Efluente**

Fluido acuoso, puro o con sustancias en solución o suspensión producto de la actividad pesquera o acuícola, considerado como residuo (Loza, 2014).

- **Floculación**

Proceso por el que las partículas estabilizadas se unen para formar grandes partículas estables o aglomerados (Aguilar et al., 2002).

- **Harina de pescado**

Producto obtenido mediante la reducción de del porcentaje de humedad y grasa de la materia prima (pescado), evitando el ingreso de sustancias extrañas, excepto aquellas que se adicionan para mantener la calidad del producto (Farro, 1996, como se citó en Costa & Denegri, 2018).

- Límites máximos permisibles

Medida de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una emisión, y al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (OEFA, 2014).

- Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA)

Documento donde establece la integración gradual de sistemas de tratamientos químicos, bioquímicos u otros complementarios adecuados, al sistema de tratamiento físico antes de la disposición final de sus efluentes residuales industriales (Pérez, 2019).

- Sólidos suspendidos totales

Concentración de partículas que son retenidas en un medio filtrante de microfibras de vidrio con un diámetro de poro de 1.5 micrómetros o su equivalente (Sánchez & Gándara, 2011).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

- Las condiciones físicas del tratamiento de agua de bombeo se relacionan directamente con el ratio de consumo del coagulante Sulfato férrico.

2.4.2 Hipótesis específicas

- Las características físicas del agua de bombeo son determinantes respecto al punto de dosificación del Sulfato férrico.
- La cantidad de sólidos suspendidos totales del agua de bombeo es determinante respecto al ratio de consumo de sulfato férrico.
- El consumo de sulfato férrico es determinante respecto con el costo de producción de harina PAMA.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEF. OPERACIONAL	TÉCNICAS	INDICADORES
X: INDEPENDIENTE AGUA DE BOMBEO	Agua utilizada para el transporte de la materia prima desde chata hacia la planta, la cual contiene gran cantidad de materia orgánica, donde se recuperan sólidos y grasa con la finalidad de obtener un efluente que cumple el LMP para evitar la contaminación del cuerpo receptor.	<p><u>Técnicas de recolección de datos:</u></p> <p>Se realizó la toma de muestra del agua de bombeo al ingreso y salida del clarificador mediante los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Purgar por 3 minutos antes de tomar la muestra. ● Recolectar la muestra en un balde de 20 litros. ● Homogenizar la muestra ● Enjuagar el envase plástico con la muestra, luego coleccionar 1 litro de esta para realizar sus respectivos análisis: Análisis de sólidos suspendidos totales, Análisis de pH, Análisis de grasa y Test de jarras <p>Documental: Se revisó la información generada por la empresa respecto al sistema de tratamiento de los efluentes pesqueros, tal como Informes del Área Aseguramiento de la Calidad.</p>	<p>ppm</p> <p>Kg</p> <p>\$/tm de harina</p> <p>Tm</p> <p>Kg/tm de harina</p> <p>m³</p>
Y: DEPENDIENTE SULFATO FÉRRICO Y1: Dosificación y consumo del sulfato férrico Y2: Sólidos suspendidos totales Y3: Potencial Hidrógeno Y4: Grasa Y5: Costo de producción	Coagulante inorgánico utilizado en la etapa química del tratamiento de aguas industriales pesqueras, el cual será adicionado en adición al clarificador y en la separadora ambiental para la recuperación de sólidos suspendidos totales.		

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Ubicación

La investigación se realizó en una planta pesquera, ubicada en el distrito de Chancay, en las siguientes coordenadas UTM (Ministerio de producción, 2021):

P1: -11.577549482824887, -77.26926385499286

P2: -11.577454887889752, -77.26702957486798

P3: -11.578177487277285, -77.26700275277764

P4: -11.578285220116959, -77.2692584905748

ALTITUD: 26 m.s.n.m.

- **Diseño:** No experimental, transversal
- **Tipo:** Aplicado
- **Enfoque:** Cuantitativo
- **Nivel:** Descriptivo

3.2 Población y muestra

La población y muestra fue el agua de bombeo para determinar el ratio de consumo de sulfato férrico para clarificar el efluente en diferentes volúmenes de acuerdo al día de producción.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Se realizó la toma de muestra del agua de bombeo al ingreso y salida del clarificador mediante los siguientes pasos:

- Purgar por 3 minutos antes de tomar la muestra.
- Recolectar la muestra en un balde de 20 litros.
- Homogenizar la muestra
- Enjuagar el envase plástico con la muestra, luego coleccionar 1 litro de la misma para realizar sus respectivos análisis.

Análisis de sólidos suspendidos totales

- Con una pinza colocar el papel filtro en el embudo para filtrado.
- Enjuagar el filtro sucesivamente con 20 ml de agua destilada, tres veces, utilizando la bomba de vacío.

- Remover el papel filtro del embudo y colocarlo en una placa petri; colocar en la estufa a una temperatura de 103 a 105°C por una hora, enfriar en el desecador y pesar.
- Colocar el papel en el embudo, verter la muestra de 2.5 ml y filtrar.
- Enjuagar el papel filtro con pequeñas porciones de agua destilada.
- Remover el papel filtro con muestra del embudo a una placa petri y trasladarlo a la estufa a una temperatura de 103-105 °C, dejar enfriar en el desecador y pesar.

Análisis de pH

- Tomar 50 ml de la muestra
- Encender el equipo haciendo girar el botón de encendido
- Retirar la cubierta protectora del electrodo.
- Enjuagar con agua destilada el electrodo y con ayuda de un papel secante limpio retirar
- Sumergir el electrodo en la solución problema, verificando que cubra totalmente el bulbo.
- Tomar la lectura cuando se estabilice el equipo.

Análisis de Determinación de grasa

- Verter 11 ml. de muestra.
- Añadir 10 ml. de ácido sulfúrico y 1 ml. de alcohol amílico.
- Tapar y agitar el butirómetro hasta una clara homogenización
- Conectar el equipo (centrífuga) a la fuente de energía eléctrica.
- Abrir el equipo y colocar los butirómetros conteniendo la muestra uno frente al otro, en forma equilibrada y cerrar.
- Encender el equipo girando la perilla hasta el número 10 que indica el tiempo requerido.
- El apagado es automático.
- Abrir el equipo y retirar los butirómetros.
- Leer directamente el contenido porcentual de grasa en la escala del butirómetro, con ayuda del PIN.

Test de jarras

- Conectar el equipo a la fuente de energía eléctrica
- Colocar los envases conteniendo la muestra en cada agitador.
- Girar hacia la derecha la perilla de velocidad de agitación con el fin de iniciar la función, de acuerdo con lo requerido.

- Girar hacia la derecha la perilla del temporizador para su funcionamiento de acuerdo con el tiempo requerido.
- Adicionar las dosis de los productos químicos (coagulantes y floculantes).
- Finalizado el trabajo, se deja reposar por unos minutos los envases para realizar la lectura.
- Desconectar el equipo de la fuente de energía eléctrica.
- Proceder a su limpieza

Documental

Se revisó la información generada por la empresa respecto al sistema de tratamiento de los efluentes pesqueros, por ejemplo, Informes del Área Aseguramiento de la Calidad.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se utilizó la tabla de obtención de datos y el Microsoft Office Excel – SPSS Estudiantil para obtener productos de salida como tablas y gráficos, que permitan realizar el análisis respectivo.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Sólidos suspendidos totales (ppm)

Tabla 6.

Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses - 2019

MES	SST INICIAL (ppm)	SST FINAL (ppm)
Enero	4421	512
Abril	8429	641
Mayo	6464	584
Junio	3510	504
Noviembre	5487	506
Diciembre	5383	600

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se observa la cantidad de sólidos suspendidos totales (ppm) en el año 2019, el mes de abril presentó mayor cantidad de sólidos suspendidos totales siendo de 8429 partes por millón, seguido del mes de mayo con 6464 partes por millón de SST, mientras que en el mes de junio se presentó la menor cantidad de sólidos suspendidos totales con un promedio de 3510 partes por millón.

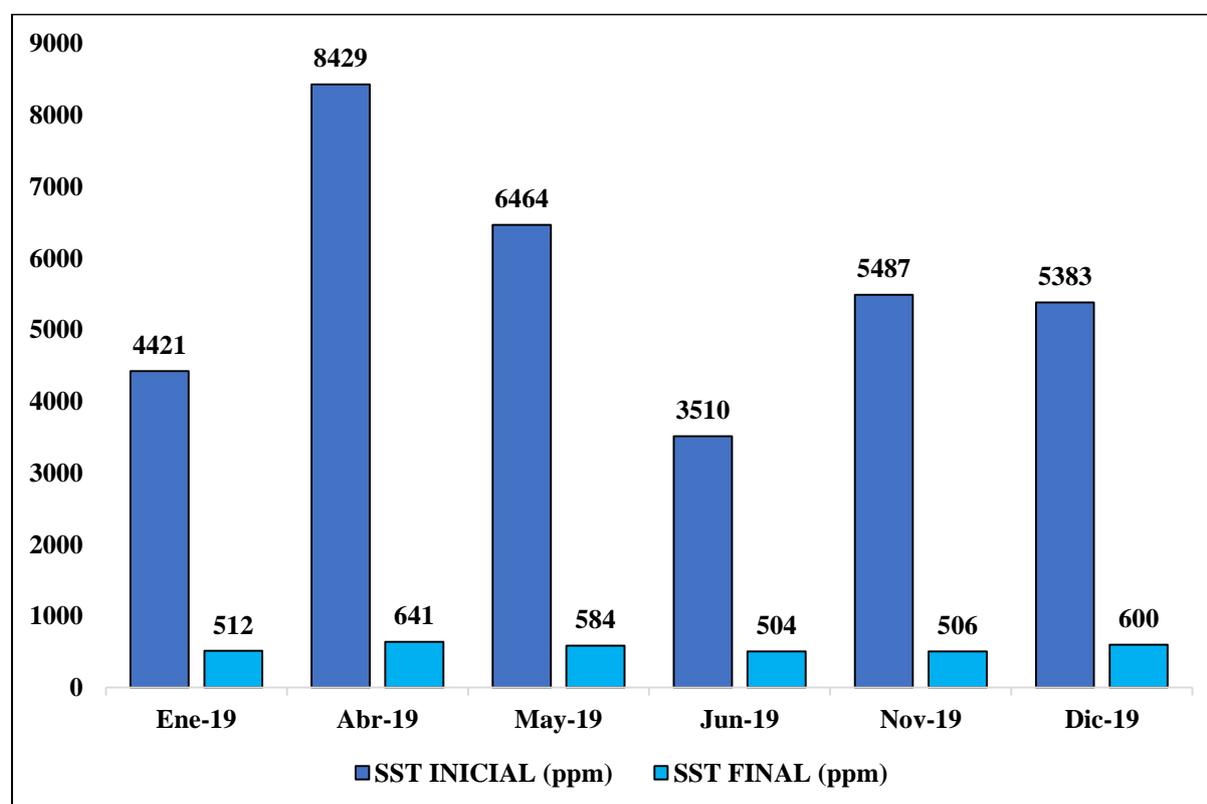


Figura 3. Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses – 2019

Tabla 7.

Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses - 2020

MES	SST INICIAL (ppm)	SST FINAL (ppm)
Mayo	3090	303
Junio	5095	521
Julio	4648	430
Noviembre	3832	543
Diciembre	5017	606

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se presentan las cantidades de SST obtenidas en el año 2020, el mes de junio fue el mes con mayor cantidad de SST con 5095 partes por millón, seguido del mes de diciembre con 5017 partes por millón de SST, mientras que en el mes de mayo se obtuvo la menor cantidad de sólidos suspendidos totales.

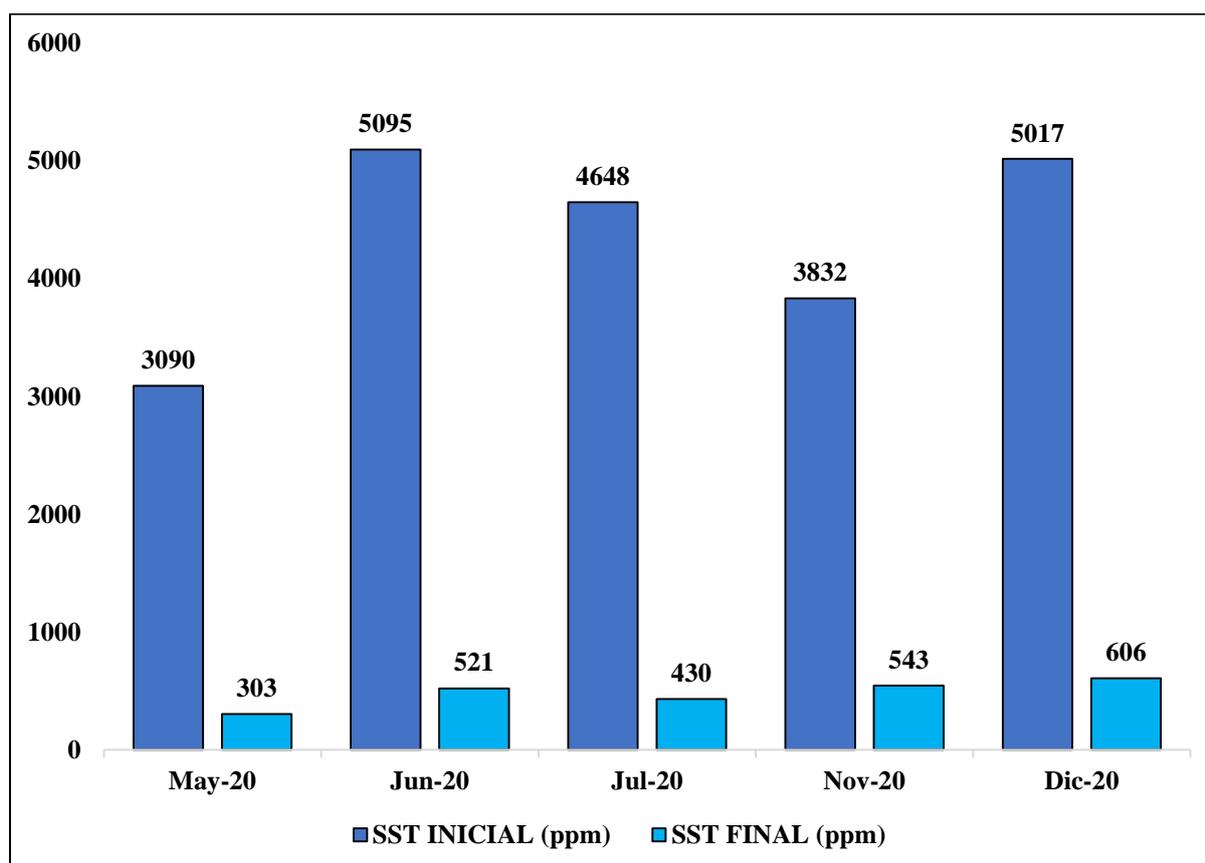


Figura 4. Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses - 2020

Tabla 8.

Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses - 2021

MES	SST INICIAL (ppm)	SST FINAL (ppm)
Enero	4744	569
Abril	4611	541
Mayo	5007	501
Noviembre	9876	1088
Diciembre	7637	636

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, muestra los datos de sólidos suspendidos totales obtenidos en el año 2021, el mes de noviembre presentó la mayor cantidad de sólidos suspendidos totales con 9876 partes por millón, seguido del mes de diciembre con 7637 partes por millón, mientras que en abril se presentó la menor cantidad de sólidos suspendidos totales siendo 4611 partes por millón.

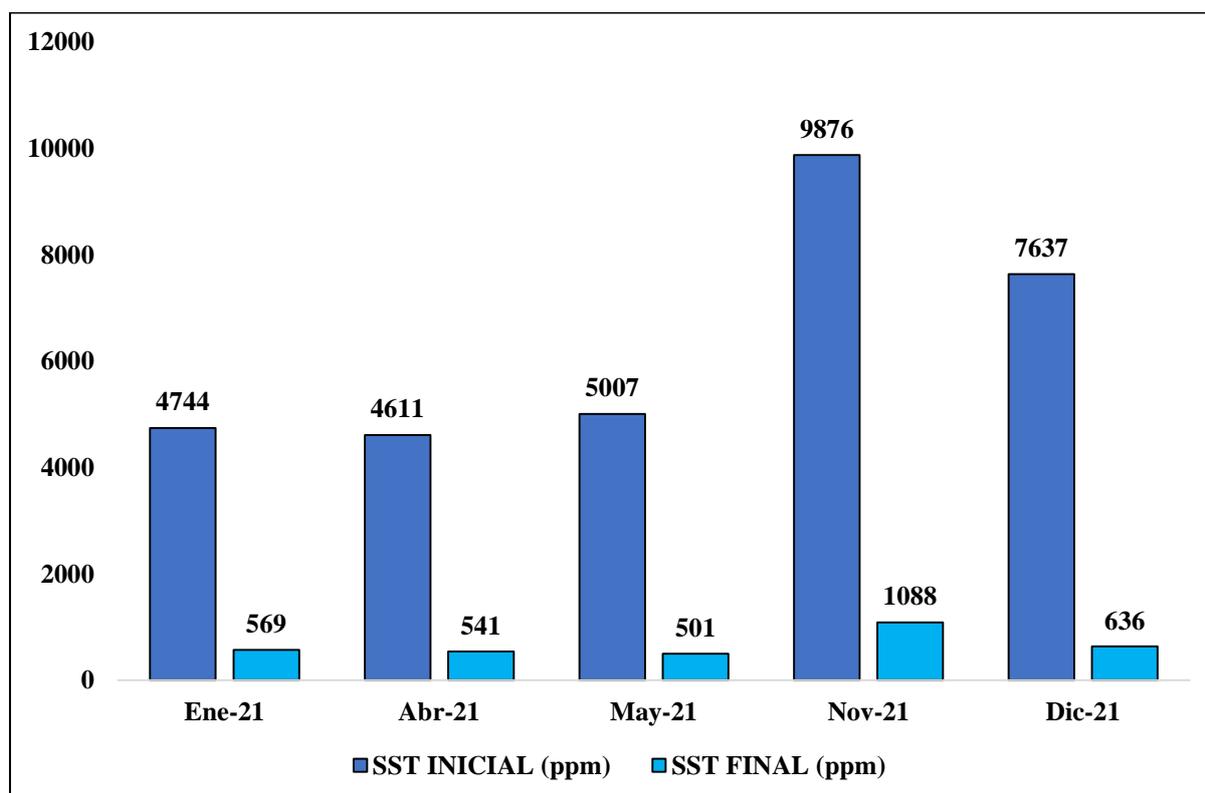


Figura 5. Sólidos suspendidos totales (ppm) por meses – 2021

4.2 Grasa(ppm)

Tabla 9.

Grasa (ppm) por meses - 2019

MES	GRASA INICIAL (ppm)	GRASA FINAL (ppm)
Enero	1055	257
Abril	1120	234
Mayo	1101	149
Junio	1163	180
Noviembre	1485	96
Diciembre	1885	95

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 9, en diciembre se obtuvo la mayor cantidad de grasa siendo de 1885 partes por millón, seguido del mes de noviembre con 1485 partes por millón, mientras que en enero la cantidad de grasa inicial fue de 1055 partes por millón.

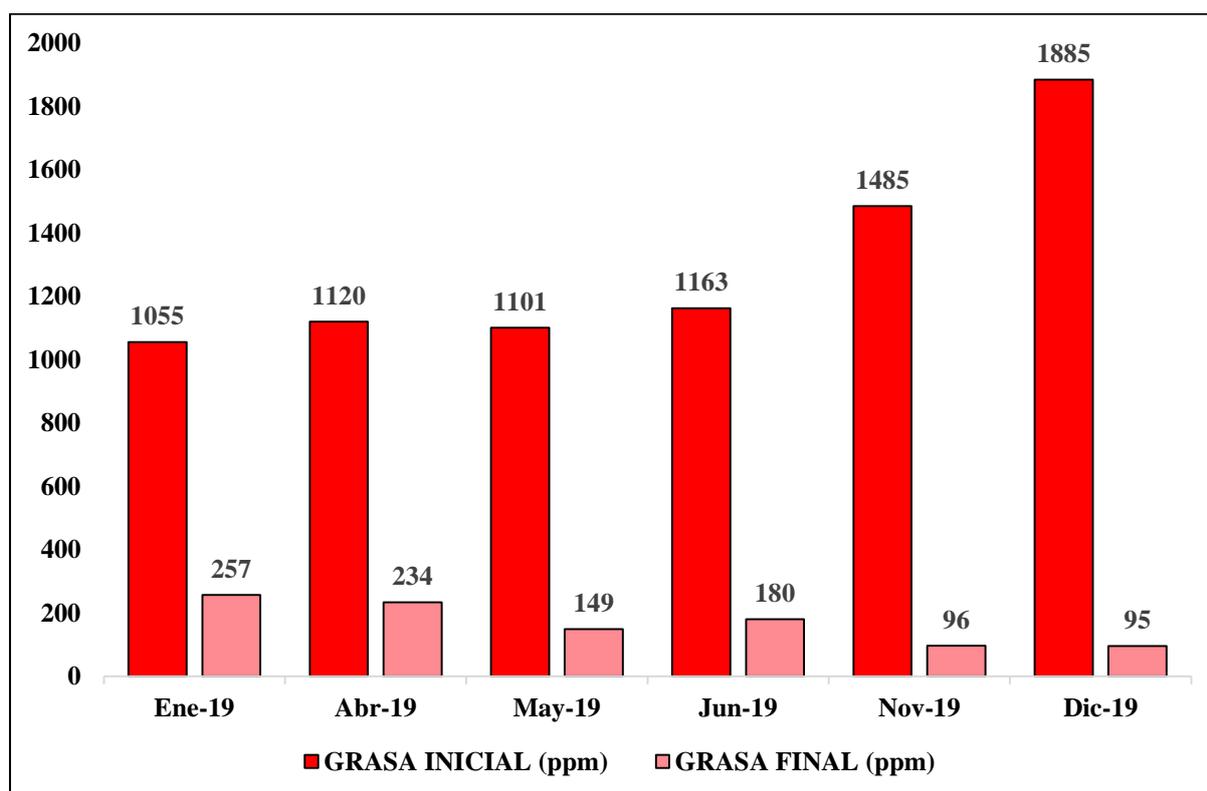


Figura 6. Grasa (ppm) por meses – 2019

Tabla 10.

Grasa (ppm) por meses - 2020

FECHA	GRASA INICIAL (ppm)	GRASA FINAL (ppm)
Mayo	1369	100
Junio	1507	103
Julio	1439	100
Noviembre	1335	120
Diciembre	1869	110

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 10, en el mes de diciembre se obtuvo la mayor cantidad de grasa con 1869 partes por millón, seguido del mes de junio con 1507 partes por millón de grasa, mientras que en noviembre se obtuvo la menor cantidad de grasa en el agua de bombeo con 1335 partes por millón.

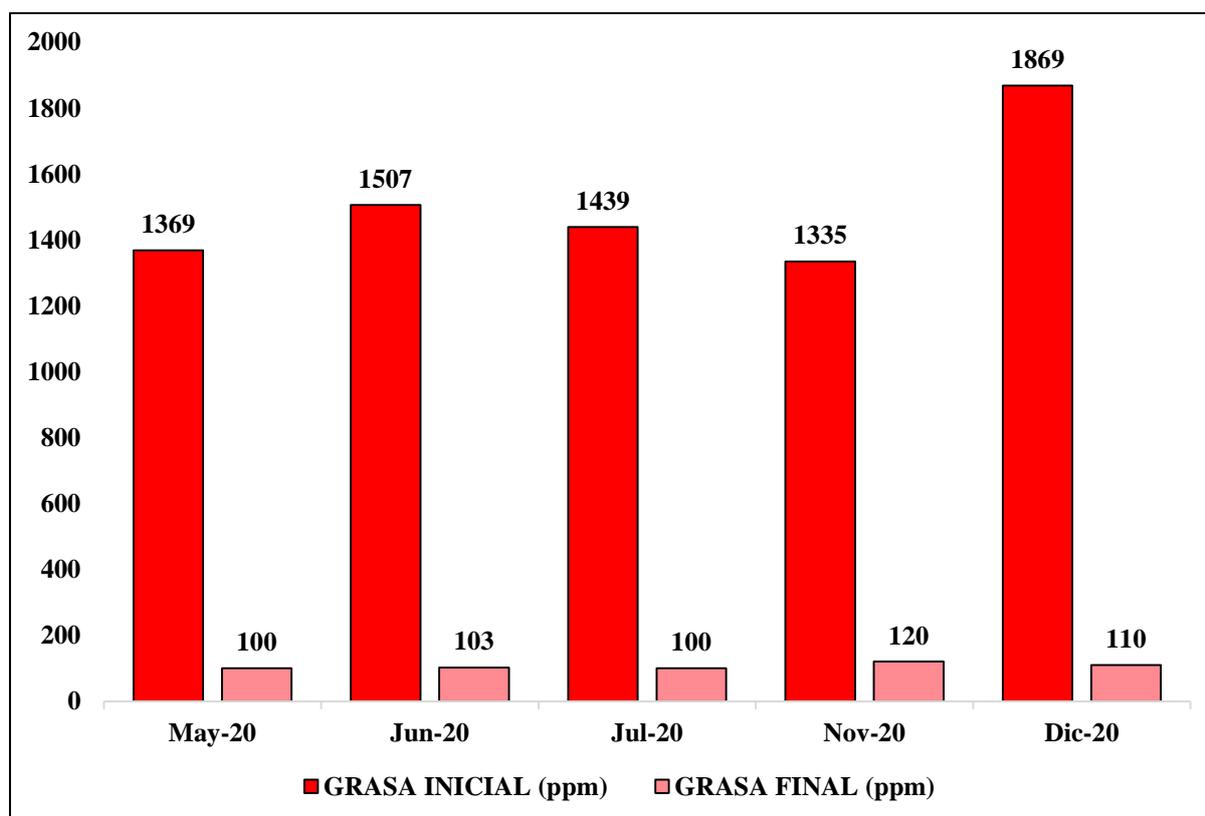


Figura 7. Grasa (ppm) por meses – 2020

Tabla 11.

Grasa (ppm) por meses - 2021

MES	GRASA INICIAL (ppm)	GRASA FINAL (ppm)
Enero	1581	117
Abril	1198	100
Mayo	1691	126
Noviembre	1925	127
Diciembre	1452	109

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 11, en el mes de noviembre se obtuvo la mayor cantidad de grasa con 1925 partes por millón, seguido del mes de mayo con un promedio de 1691 ppm de grasa, mientras que el mes de abril fue el mes con menor cantidad de grasa.

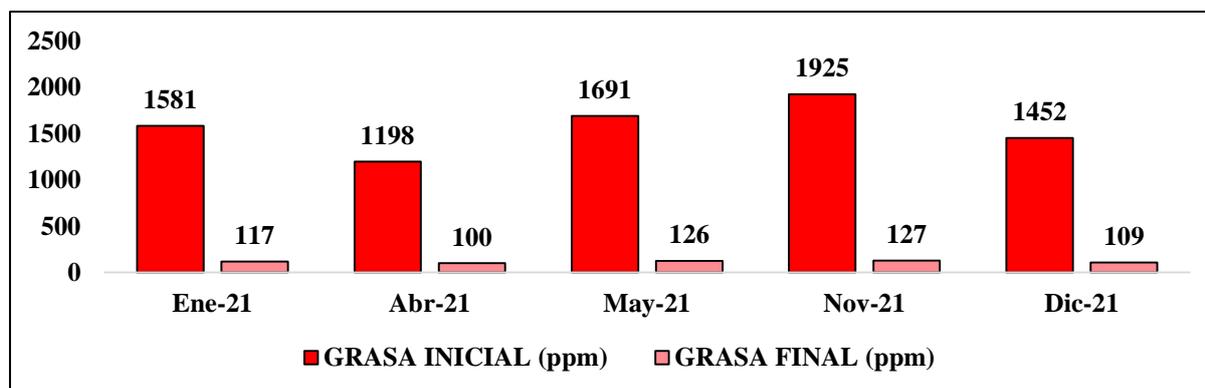


Figura 8. Grasa (ppm) por meses - 2021

4.3 Potencial de Hidrógeno

Tabla 12.

pH por meses - 2019

FECHA	pH INICIAL	pH FINAL
Enero	6.2	5.1
Abril	6.4	5.7
Mayo	6.2	5.0
Junio	6	5
Noviembre	6.4	5.0
Diciembre	6.4	5.4

Fuente: Elaboración propia

Según tabla 12, en los meses de abril, noviembre y diciembre se obtuvo valores iguales de 6.4, mientras que en enero y mayo se obtuvo valores iguales de 6.2, mientras que en junio se obtuvo 6.

Tabla 13.

pH por meses - 2020

MESES	PH INICIAL	PH FINAL
Mayo	6.7	5.5
Junio	6.5	5.4
Julio	6.8	5.6
Noviembre	6.4	5.2
Diciembre	6.4	5.3

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 13, el mes de julio se obtuvo el valor de 6.8, seguido del mes de mayo con un valor de 6.7, en el mes de junio se obtuvo un valor de 6.5, mientras que en noviembre y diciembre se obtuvo el valor de 6.4.

Tabla 14.

pH por meses - 2021

MESES	PH INICIAL	PH FINAL
Enero	6.6	5.5
Abril	6.5	6.1
Mayo	6.2	6.1
Noviembre	5.9	5.7
Diciembre	5.8	5.7

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 14, en el mes de enero se presentó el pH más elevado siendo de 6.6, seguido del mes de abril con 6.5, el mes de mayo se obtuvo 6.2, en noviembre se obtuvo 5.9 y por último en el mes de diciembre se obtuvo 5.8.

4.4 Sólidos suspendidos totales, volumen tratado y ratio de consumo de sulfato férrico

Tabla 15.

Sólidos suspendidos totales, volumen tratado y ratio de consumo de sulfato férrico por meses - 2019

FECHA	VOLUMEN TRATADO (m ³)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
Enero	458	4421	234
Abril	269	8429	262
Mayo	854	6464	218
Junio	448	3510	186.6
Noviembre	594	5487	211
Diciembre	824	5383	209

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, se observan los resultados obtenidos de los sólidos suspendidos totales (ppm), el volumen tratado (m³) y el ratio de consumo de sulfato férrico (Kg/tm de harina producida), en el mes de enero el volumen tratado fue de 458 m³ con 4421 partes por millón de SST y un ratio de sulfato férrico de 234 kg/tm de harina producida, mientras que en el mes de junio el volumen tratado en promedio fue de 448 m³ con 3510 partes por millón de SST y un ratio de sulfato férrico de 186.6 kg/tm de harina producida.

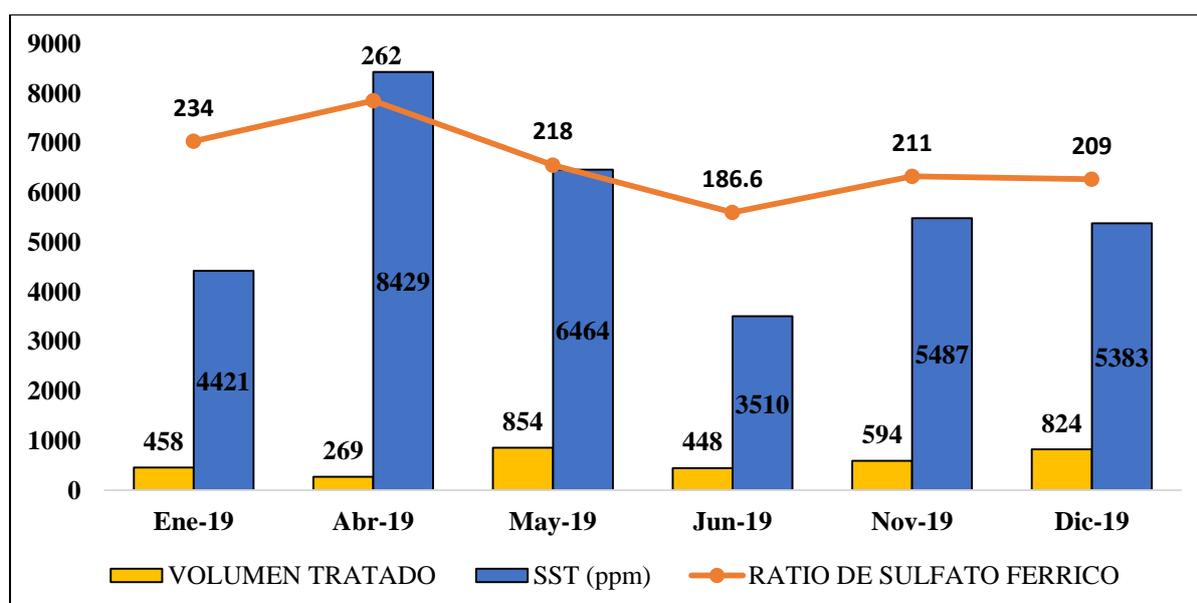


Figura 9. Sólidos suspendidos totales con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por meses – 2019

Tabla 16.

Sólidos suspendidos totales, volumen tratado y ratio de consumo de sulfato férrico por meses - 2020

MESES	VOLUMEN TRATADO (m ³)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE CONSUMO DE SULFATO FERRICO (Kg/tm de harina)
Mayo	538	3090	222
Junio	811	5095	219
Julio	620	4648	241
Noviembre	677	3832	199
Diciembre	815	5017	188

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se observan los datos obtenidos de los SST (ppm), el volumen tratado (m³) y el ratio de consumo de sulfato férrico (Kg/tm de harina producida), el mes de junio se obtuvo un volumen tratado en promedio de 811 m³ con 5095 partes por millón y un ratio de sulfato férrico de 219 kg/tm de harina producida, en el mes de diciembre el volumen tratado fue de 815 m³ con 5017 partes por millón y un ratio de sulfato férrico de 188 kg/tm de harina.

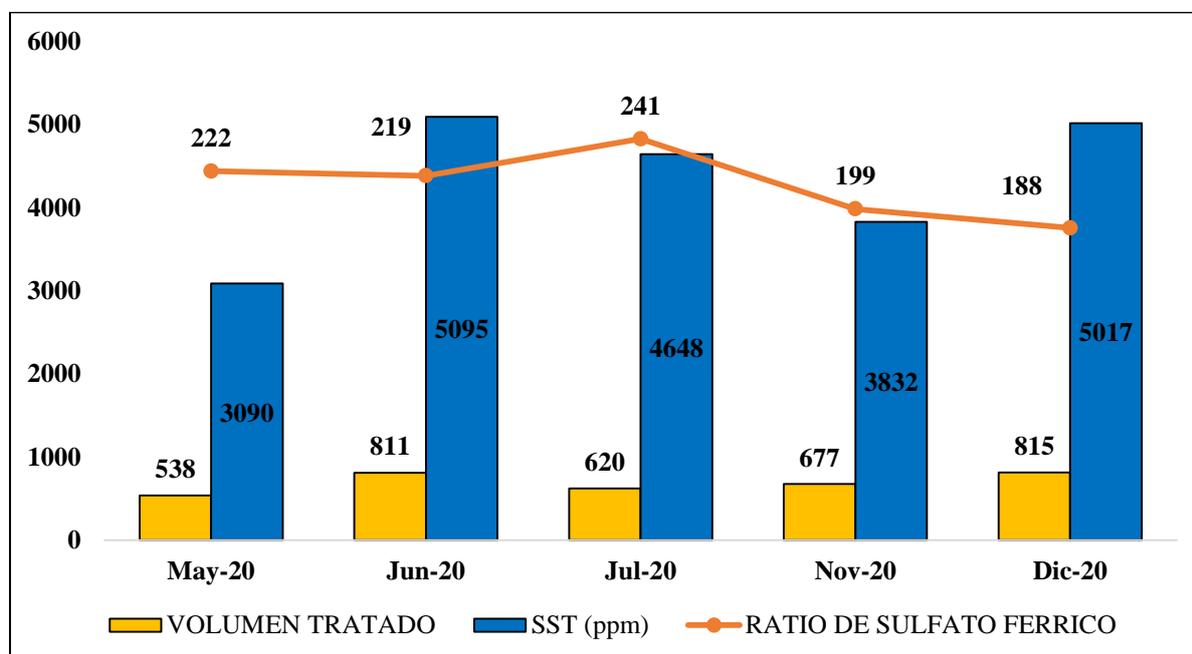


Figura 10. Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por meses – 2020

Tabla 17.

Sólidos suspendidos totales, volumen tratado y ratio de consumo de sulfato férrico por meses - 2021

MESES	VOLUMEN TRATADO (m ³)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (kg/tm de harina)
Enero	518	4744	182
Abril	896	4611	188
Mayo	932	5007	192
Noviembre	1083	9876	175
Diciembre	780	7637	187

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 17, muestra los datos obtenidos de los sólidos suspendidos totales (ppm), acompañada del volumen tratado (m³) versus el ratio de consumo de sulfato férrico (Kg/tm de harina producida), en el mes de enero el volumen tratado fue de 518 m³ con 4744 SST y un ratio de sulfato férrico de 182 kg/tm de harina producida, en el mes de abril el volumen tratado fue de 896 m³ con 4611 partes por millón de SST y un ratio de sulfato férrico de 188 kg/tm de harina producida.

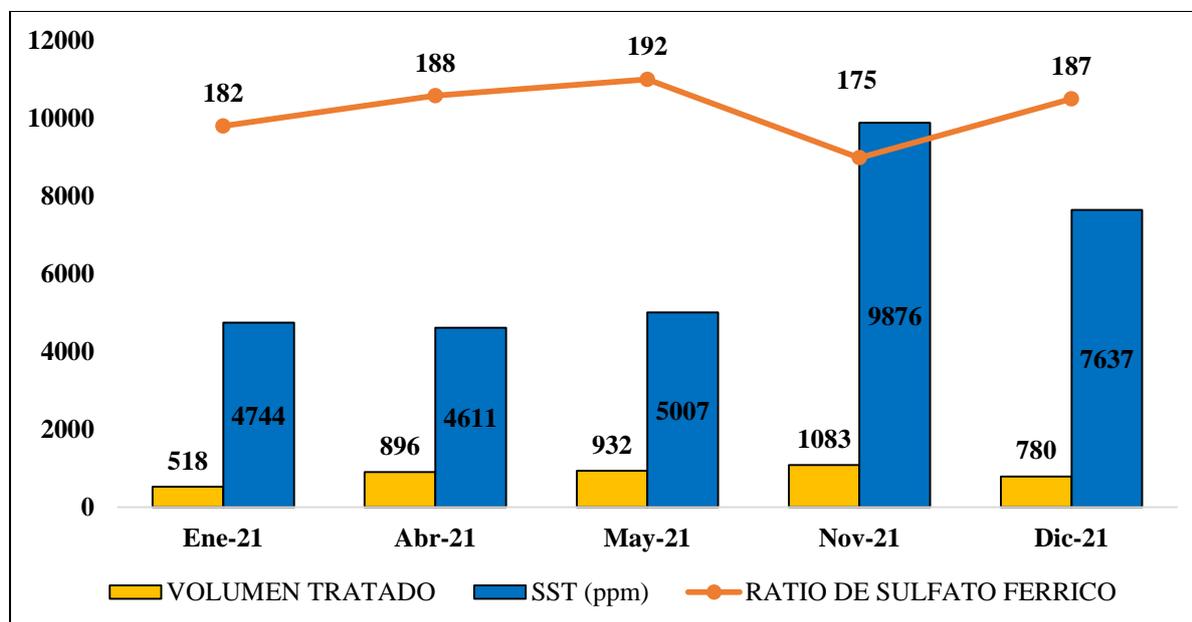


Figura 11. Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por meses – 2021.

4.5 Costo de producción, consumo total y harina producida

Tabla 18.

Costo de producción, consumo y harina producida, 2019.

FECHA	COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/tm de harina)	HARINA PRODUCIDA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)
Enero	306	2.3	652
Abril	281	2.1	560
Mayo	269	6.5	1482
Junio	251.3	3	624.0
Noviembre	228	5.2	1241
Diciembre	167	6.6	1440

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, muestra el costo de producción de harina (\$/tm de harina), consumo total de sulfato férrico (Kg) y la cantidad total de harina producida (tm), en mayo el consumo total de sulfato férrico fue de 1482 kg con 6.5 tm de harina producida, obteniendo un costo de harina de 269 \$/tm de harina, en el mes de diciembre el consumo de sulfato férrico fue de 1440 kg con 6.6 de harina producida, obteniendo un costo de harina igual a 167 \$/tm de harina producida.

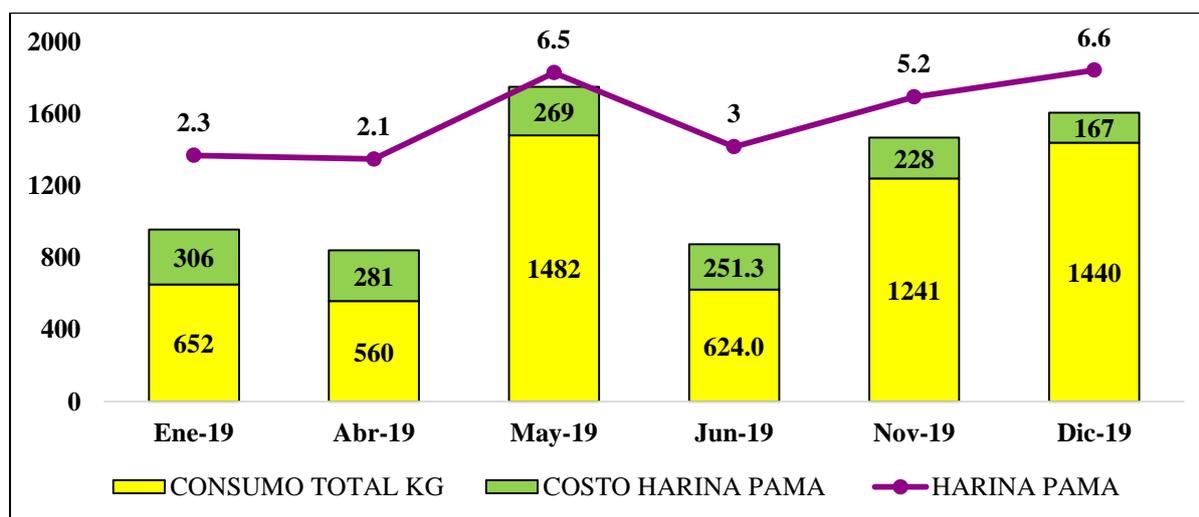


Figura 12. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), 2019.

Tabla 19.

Costo de producción, consumo y harina producida, 2020.

MESES	COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/tm de harina)	HARINA PRODUCIDA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)
Mayo	295	2.5	618
Junio	258	5.2	1189
Julio	249	4.4	1407
Noviembre	212	4.0	793
Diciembre	199	5.5	1356

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se presenta el costo de producción de harina (\$/tm de harina), consumo total de sulfato férrico (Kg) y la cantidad total de harina producida (tm), el mes de junio el consumo de sulfato férrico es de 1189 kg con 5.2 tm de harina producida, obteniendo un costo de 258 \$/tm de harina producida, el mes de diciembre el consumo de sulfato férrico fue de 1356 kg con 5.5 tm de harina producida, obteniendo un costo de 199 \$/tm de harina.

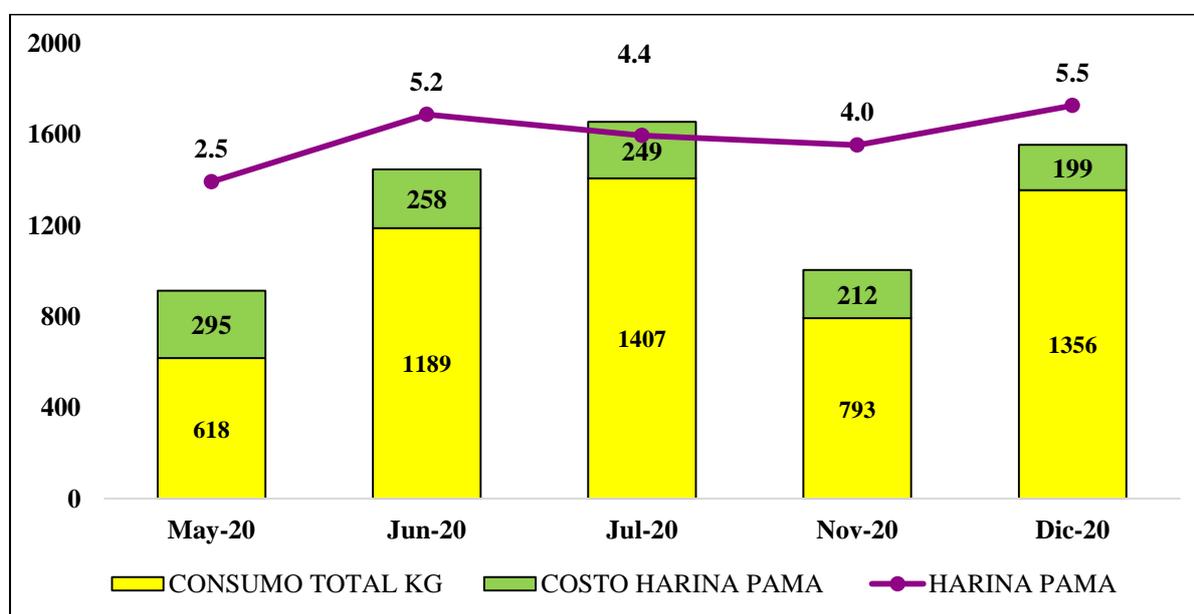


Figura 13. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), 2020.

Tabla 20.

Costo de producción, consumo y harina producida, 2021.

MESES	COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/tm de harina)	HARINA PRODUCIDA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)
Enero	206	3.5	742
Abril	191	5.1	969
Mayo	162	7.0	1334
Noviembre	195	11.4	2046
Diciembre	196	7.2	1552

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 se muestra el costo de producción de harina (\$/tm de harina), consumo total de sulfato férrico (Kg) y la cantidad total de harina producida (tm), en el mes de noviembre el consumo de sulfato de férrico fue de 2046 kg con 11.4 tm harina producida, obteniendo un costo de 195 \$/tm de harina, en abril el consumo de sulfato férrico fue de 969 kg con 5.1 tm de harina producida, obteniendo un costo de 191 \$/tm de harina.

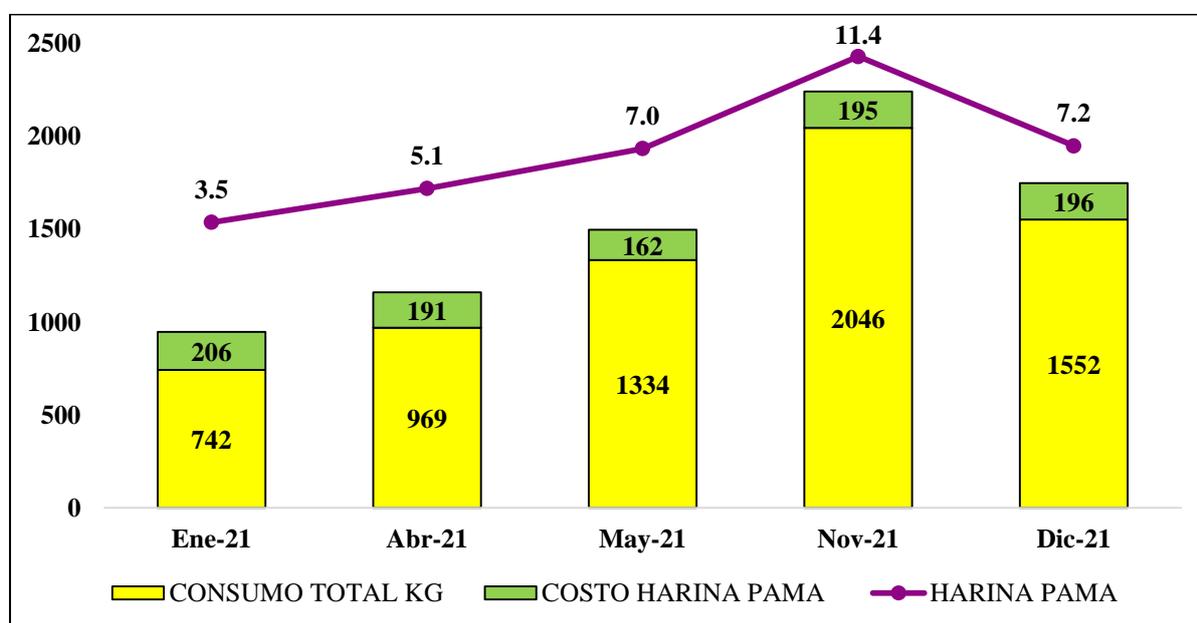


Figura 14. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm),

4.6 Características fisicoquímicas del agua de bombeo y ratio de consumo de sulfato férrico.

Tabla 21.

Características fisicoquímicas iniciales del agua de bombeo y ratio de consumo de sulfato férrico, 2019.

FECHA	SST INICIAL (ppm)	GRASA (ppm)	PH	RATIO DE CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
Enero	4421	1055	6.2	234
Abril	8429	1120	6.4	262
Mayo	6464	1101	6.2	218
Junio	3510	1163	6	186.6
Noviembre	5487	1485	6.4	211
Diciembre	5383	1885	6.4	209

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se muestra las características fisicoquímicas del agua, tales como grasa, pH y sólidos suspendidos totales y el ratio de consumo de sulfato férrico, se puede observar que en el mes de abril se presentó mayor cantidad de SST siendo de 8429 ppm con un ratio de consumo de sulfato férrico, siendo de 262 kg/tm de harina producida, mientras que en junio la cantidad de sólidos suspendidos fue menor siendo de 3510 ppm, con un ratio de consumo de sulfato férrico de 187 kg/tm de harina producida. Sin embargo, en el pH, no nos muestra mucha variación entre los meses, en el caso de la cantidad de grasa en el agua de bombeo que ingresará al DAF, en los últimos meses, se muestra un ratio de consumo similar, pero con variación de sólidos suspendidos totales y grasa.

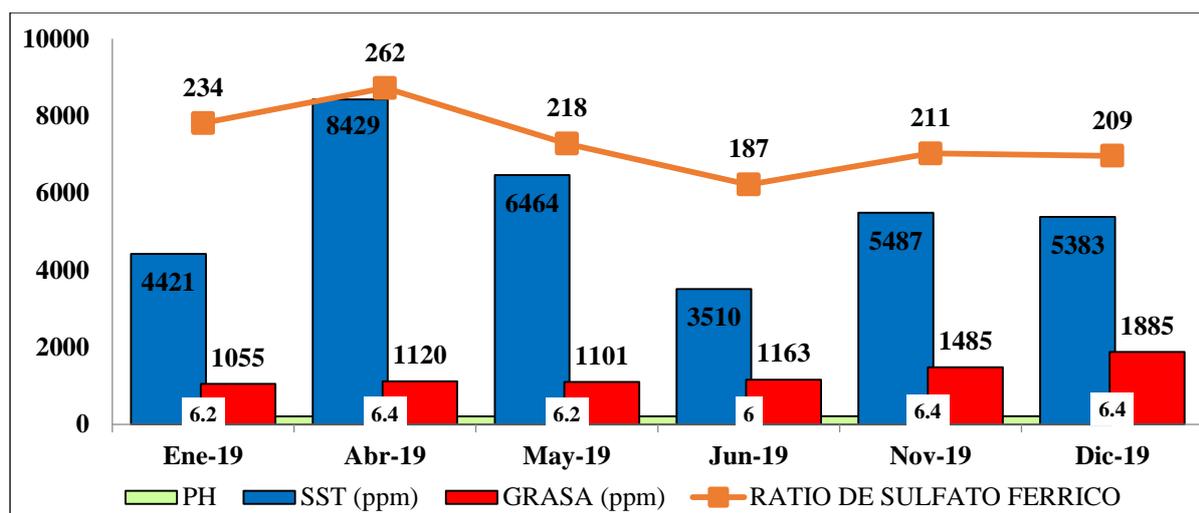


Figura 15. Características fisicoquímicas del agua de bombeo vs el ratio de consumo de Sulfato Férrico, 2019.

Tabla 22.

Características fisicoquímicas iniciales del agua de bombeo y ratio de consumo de sulfato férrico, 2020.

MESES	SST INICIAL (ppm)	GRASA (ppm)	PH	RATIO DE CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
Mayo	3090	1369	6.7	222
Junio	5095	1507	6.5	219
Julio	4648	1439	6.8	241
Noviembre	3832	1335	6.4	199
Diciembre	5017	1869	6.4	188

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, se muestra las características fisicoquímicas del agua, tales como grasa, pH y sólidos suspendidos totales versus el ratio de consumo de sulfato férrico, se puede observar que en julio se presentó el mayor ratio de consumo de sulfato férrico, sin embargo la cantidad de sólidos no fue la mayor del año, ya que la mayor cantidad de SST se dio en junio, de tal manera la mayor cantidad de grasa se dio en el mes de diciembre, mientras que el pH más elevado se dio en el mes de julio.

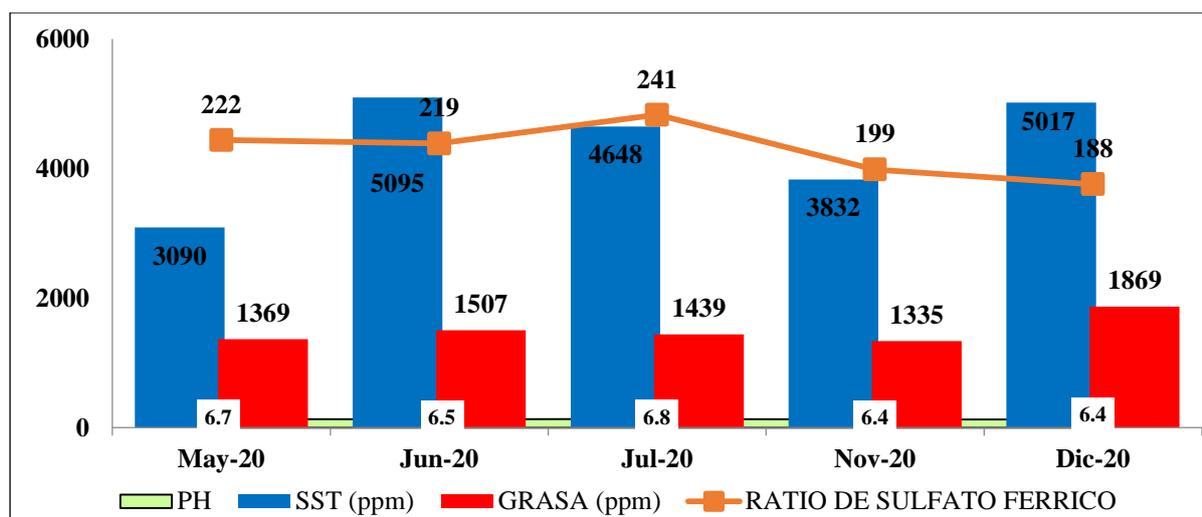


Figura 16. Características fisicoquímicas del agua de bombeo vs el ratio de consumo de Sulfato Férrico, 2020.

Tabla 23.

Características fisicoquímicas iniciales del agua de bombeo y ratio de consumo de sulfato férrico, 2021.

MESES	SST INICIAL (ppm)	GRASA (ppm)	PH	RATIO DE CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
Enero	4744	1581	6.6	182
Abril	4611	1198	6.5	188
Mayo	5007	1691	6.2	192
Noviembre	9876	1925	5.9	175
Diciembre	7637	1452	5.8	187

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se muestra los parámetros fisicoquímicos del agua, tales como grasa, pH y sólidos suspendidos totales versus el ratio de consumo de sulfato férrico, en el mes de noviembre la cantidad de sólidos suspendidos totales es de 9876 ppm, sin embargo el ratio de consumo de sulfato férrico es de 175 kg/tm de harina producida, con la cantidad de grasa de 1925 ppm, sin embargo de diciembre la cantidad de SST fue de 7637 partes por millón con un ratio de consumo de sulfato férrico de 187 kg/tm de harina producida, con un contenido de grasa de 1452 ppm.

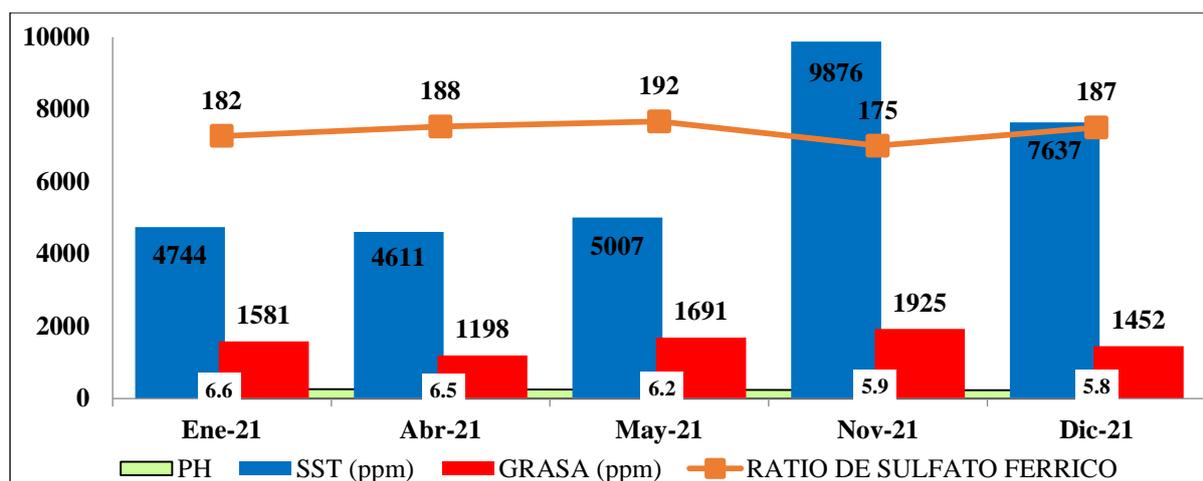


Figura 17. Características fisicoquímicas del agua de bombeo vs el ratio de consumo de Sulfato Férrico, 2021.

4.7 Promedios ponderados de los parámetros evaluados

Tabla 24.

Promedios ponderados de los parámetros evaluados por temporada.

TEMPORADA	SST INICIAL (ppm)	GRASA (ppm)	PH	RATIO DE CONSUMO (Kg sulfato férrico/tm de harina)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/tm de harina)
2019-I	5986	1104	6.1	218	1352	271
2019-II	5429	1688	6.4	210	1354	193
2020-I	4891	1489	6.5	222	1178	259
2020-II	4627	1693	6.4	191	1204	202
2021-I	4828	1536	6.4	188	1081	183
2021-II	8699	1677	5.8	181	1204	185

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 24, el costo de producción más bajo se obtuvo en la temporada 2021-II, a pesar de que en esta temporada se obtuvo la mayor cantidad de SST y el menor valor de pH en el agua de bombeo, el costo de producción más elevado se obtuvo en la temporada 2019-I, teniendo un mayor consumo de sulfato férrico, sin embargo se aprecia en la figura que a partir de la temporada 2020-II, los valores del costo de producción ha ido disminuyendo, a su vez se observa que el ratio de consumo de sulfato férrico ha ido disminuyendo desde la temporada 2020-II.

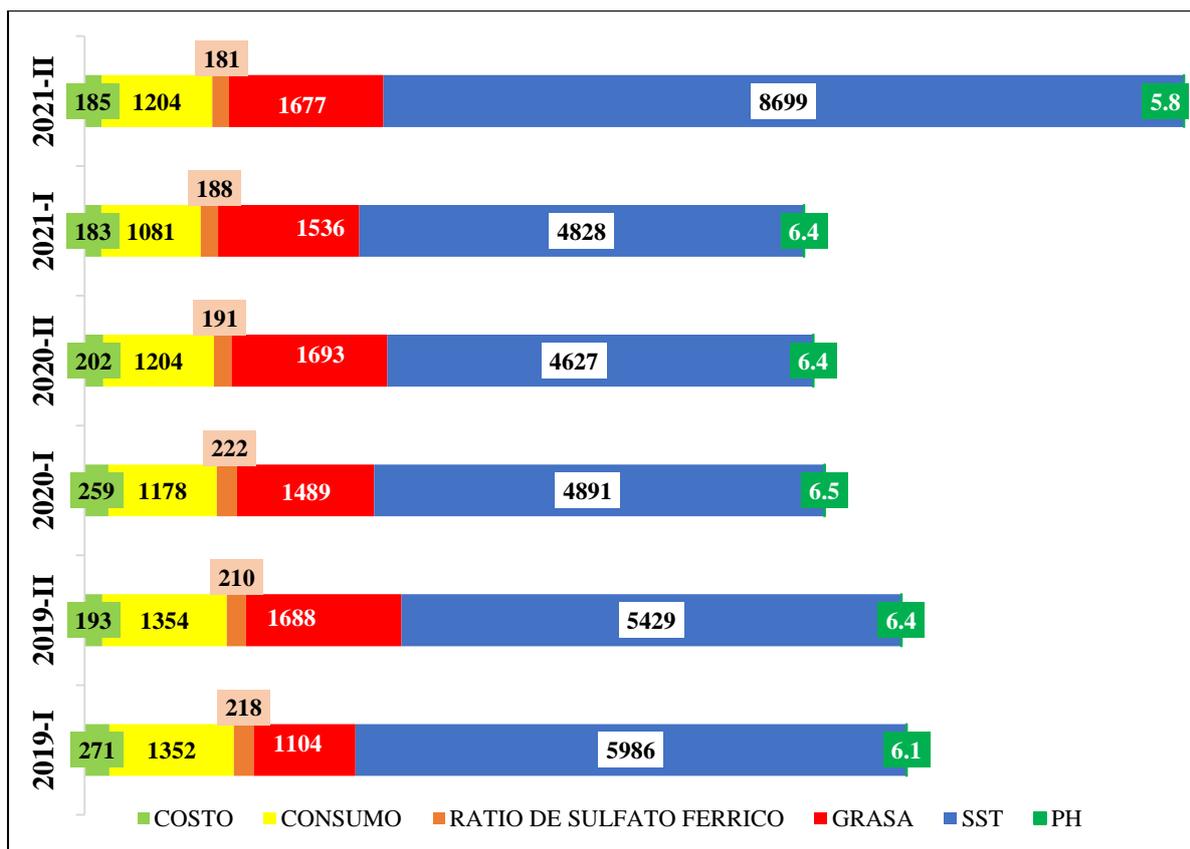


Figura 18. Promedio ponderado de los parámetros evaluados por temporada

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se caracterizó el agua de bombeo con lo cual se obtuvo SST inicial en el año 2019 igual a 5535 ppm, en el año 2020 fue de 4438 ppm mientras que en el año 2021 fue igual a 6631 ppm, sin embargo, Campoverde (2019), realizó su investigación con SST inicial igual a 1375 ppm, por otro lado, Sánchez & Román (2020), en su trabajo de investigación utilizó agua cruda con 200 ppm en SST inicial, además, Quevedo (2016), mediante su investigación determinó la cantidad de SST inicial igual a 6834 ppm, Vásquez (2019) en su investigación obtuvo SST de ingreso igual a 9738 ppm, por último Flores & Jimenez (2021), en su trabajo de investigación realizó sus análisis con agua de bombeo que contenía SST inicial de 2282 ppm.

Se clarificó el agua de bombeo mediante el uso del sulfato férrico, con lo cual se obtuvo en el efluente del año 2019 la cantidad de SST igual a 559 ppm, en el año 2020 fue de 495 ppm y en el año 2021 fue ideal a 694 ppm, por otro lado, Campoverde (2019), obtuvo en su efluente 15 ppm de SST, Sánchez & Román, redujo la cantidad de SST hasta 34 ppm, mientras que Mora (2022), redujo la cantidad de SST en su efluente hasta 25 ppm, Quevedo (2016) obtuvo en su efluente SST igual a 568 ppm, de la misma manera, Vásquez (2019) redujo la cantidad de SST de salida igual a 336 ppm, finalmente Flores & Jimenez (2021) determinó la cantidad de SST en su efluente siendo igual a 988 ppm.

Se trabajó en el año 2019 con pH inicial igual a 6.4, mientras en el año 2020 fue igual a 6.4 y en el año 2020 se obtuvo el pH inicial igual a 6.1, sin embargo, en el efluente en el año 2019 se obtuvo pH de 5.2, en el año 2020 igual a 5.4 y en el año 2021 fue de 5.8, en tal sentido, Figueroa (2016) determinó un pH inicial igual a 9.2 pero en su efluente obtuvo pH igual a 7.5, por lo contrario, Campoverde (2019) no alteró su pH inicial, el cual fue igual a 7, a diferencia de Sánchez & Román (2020) que redujo su pH inicial igual a 10.1 pero en su efluente fue de 8.20, Mora (2022) también redujo la cantidad de pH inicial la cual fue de 7.47 hasta 6.22.

La cantidad de grasa inicial en el año 2019 fue de 1358 ppm, en el año 2020 fue de 1525 y en el año 2021 fue igual a 1588 ppm, sin embargo, la cantidad de grasa en el efluente se redujo considerablemente, siendo en el año 2019 igual a 152 ppm, en el año 2020 fue de 107 ppm, y finalmente en el año 2021 fue de 116 ppm, Figueroa (2016), inició su investigación con aceites y grasa igual a 29.3 ppm y logró reducir esta cantidad hasta el intervalo de 0.5 – 1.5 ppm, de igual forma, Campoverde (2019) obtuvo aceites y grasa inicial

igual a 38 ppm y redujo la cantidad de aceites y grasa hasta 4 ppm, Sánchez y Román (2020) determinó la concentración de aceites y grasa en su efluente sin tratamiento siendo de 3.60 ppm, pero la cantidad de redujo a menos de 0.44 ppm luego de la implementación del proceso de coagulación y floculación, de igual manera, Quevedo (2016) obtuvo de aceites y grasas inicial fue de 3224 ppm y o logró reducir hasta 98 ppm, finalmente Flores y Jiménez (2021) obtuvo 1020 ppm de aceites y grasas y en el efluente obtuvo 294 ppm de aceites y grasas.

Los análisis se realizaron con una dosificación de sulfato férrico variable, siendo en el año 2019 igual a 2393 ppm, en el año 2020 igual a 2536 ppm y en el 2021 fue igual a 2046 ppm, y se trabajó en un pH variable de 5 – 6, Tejeda (2019) determinó la dosis óptima del sulfato férrico igual a 360 ppm, sin embargo Sánchez y Román (2020) determinó en su investigación que su dosificación de sulfato férrico adecuada fue de 4500 ppm, en el caso de Mora (2022) empleó una dosificación de 50 ppm para un pH de 8 – 11, por otro lado, Aguilar & Yupanqui (2018) obtuvo la dosis óptima de sulfato férrico fue de 1495 ppm y por último Vásquez logró una mayor efectividad del sulfato férrico en un agua clarificada de 5.54, al igual que Baca & Moore (2016), corroboró que la dosificación adecuada del coagulante (sulfato férrico) se da entre los pH de 5 – 6.

En síntesis, en el año 2019 el porcentaje de remoción de sólidos fue de 90% y la remoción de sólidos fue de 89%, también en el año 2020 la remoción de sólidos fue de 89% y el porcentaje de remoción de grasa fue de 93%, y en el año 2021 el porcentaje de remoción de sólidos fue del 90% con un porcentaje de remoción de grasa fue del 93%, Figueroa (2016) determinó su porcentaje de remoción de grasa el cual fue de 95%, mientras que Tejeda (2019) obtuvo un porcentaje de remoción de sólidos igual a 84%, por último Aguilar & Yupanqui (2018) optimizó en un 3.774% su remoción de sólidos suspendidos totales y en un 11.338% la remoción de aceites y grasas.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- En el año 2021, se obtuvo mayor cantidad de SST y mayor cantidad de grasa iniciales en el agua de bombeo, sin embargo, en el año 2020 se encontró mayor cantidad de pH en el agua de bombeo.
- En el año 2020 se determinó la mayor clarificación del agua de bombeo respecto a la cantidad de sólidos y grasa en el efluente, sin embargo, en el año 2021 se obtuvo la mayor cantidad de pH en el efluente, pese a esto en los 3 años se logró cumplir con los LMP para efluentes pesqueros.
- En el año 2021, se registró el mayor consumo de sulfato férrico, y en el año 2020 se obtuvo el menor consumo de sulfato férrico, sin embargo, el ratio de consumo de sulfato férrico fue menor en el año 2021, por ende el costo de producción menor fue en el año 2021.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar recirculación del efluente para reducir las cantidades de sólidos, grasa y pH.
- Se sugiere investigar otros tipos de tratamiento para el proceso de reducción de SST y grasa en el agua de bombeo que sean más eficientes y/o implementar otra etapa final para minimizar los sólidos y grasas vertidos al emisor.
- Se aconseja acceder a información complementaria para obtener mayor consistencia de la investigación
- Se propone realizar pruebas con otros indicadores tanto en el agua de bombeo como en el proceso de recuperación de sólidos suspendidos totales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E. M., & Yupanqui, J. A. (2018). *Optimización de la dosis de coagulante y floculante en el tratamiento químico del agua de bombeo en una empresa pesquera de Chimbote*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. La Libertad. Perú.
- Aguilar, M. I., Sáez, J., Lloréns, M., Soler, A., & Ortuño, J. F. (2002). *Tratamiento físico - químico de aguas residuales: coagulación - floculación*. Universidad de Murcia. España. Editum.
- Alfa Laval (s.f.). Manual de instrucciones de manejo. Tumba. Suecia. <https://www.fdm.com.pe/wp-content/uploads/2018/11/ALFA-LAVAL-MANUAL-PX-505-HASTA-513.pdf>
- Baca, S. J., & Moore, R. J. (2016). *Determinación de la dosificación óptima de Sulfato férrico a partir del pH en el tratamiento de agua de bombeo para la recuperación de harina de pescado en la empresa pesquera Cantabria S.A. - Coischo*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. La Libertad. Perú.
- Campoverde, K. A. (2019). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para una empacadora de pescado*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Ecuador.
- Cárdenas, A. G. (2015). *Mejoramiento de la etapa de prensado en el proceso de elaboración de harina de pescado mediante un sistema automatizado de control de la humedad en la empresa Jada s.a. – Chimbote*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. La Libertad. Perú.
- Castro, K. & Cevallos, K. E. (2019). *Aplicación de oxidación electroquímica y ozonización*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Coca, C. (2019). *Optimización ambiental y economía del proceso utilizando la metodología factorial 2k en la prueba de adición de insumo químico en la celda DAF*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Lima. Perú.
- Coronado, N. (2018). *Análisis temporal de parámetros físico-químicos de calidad de efluentes en establecimientos industriales pesqueros - bahía del Callao (periodo*

- 2012-2016). (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú.
- Costa, M. G., & Denegri Huerta, C. A. (2015). *Evaluación de la gestión de la calidad y propuesta de mejora para la línea de harina de pescado de la empresa corporación Nutrimar S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú.
- Esquivel, A. E. & Varas, K. J. (2020). *Mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales del procesamiento de filetes de *Engraulis Ringens* (anchoa), en la Empresa Pesquera Anchoqueta S.A.C.-Chimbote.* Universidad Nacional de Trujillo. (Tesis de pregrado). La Libertad. Perú.
- Figuroa, J. R. (2016). *Implementación de un tratamiento de aguas residuales adecuado para su reutilización en el sistema de producción y disminuir el impacto ambiental negativo en la empresa procesadora de harina de pescado Rosmei S.A ubicado en la comuna de Chanduy, provincia de Santa Elena.* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena. Santa Elena. La Libertad. Ecuador.
- Flores, k. & Jimenez, J. (2021). *Influencia del tratamiento del agua de bombeo en la Calidad de Harina de Pescado en la Empresa Pesquera Cantabria S.A. – Coishco 2021.* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Coishco. Chimbote. Perú.
- Kemira Ferix - 3 (2018). Ficha de seguridad N° 50.
- Kemira Ferix - 3 (2019). Hoja técnica.1 (1).
- Larios, F., González, C., & Morales, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL* 2(2). Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. Perú. p. 09-25.
- Loza, R. B. (2014). *Determinación de la dosificación óptima de coagulantes y floculante aplicados a un sistema continuo por flotación en el tratamiento de efluentes pesqueros.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.
- Marka, J. & Pacheco, P. (2021). *Propuesta de una alternativa tecnológica de mejora del área de tratamiento del agua de bombeo para la planta CFG Investment S.A.C. La*

- Planchada*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. La Planchada. Arequipa. Perú.
- Ministerio de Producción. (2020). Protocolo para el monitoreo de efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto.
- Ministerio del ambiente. (2018). Decreto Supremo N° 010-2018-MINAM. Editora Perú.
- Mora, A. G. (2022). *Evaluación del uso de lodo de un proceso de potabilización convencional, en el mejoramiento de la sedimentación primaria en aguas residuales municipales*. (Tesis de maestría). Universidad de Antioquía. Medellín. Colombia.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. [OEFA]. (2014). Fiscalización ambiental en aguas residuales. Tiraje 700.
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación [FAO]. (s.f.) La producción de harina y aceite de pescado. Documento técnico de pesca de la FAO – 142.
- Pérez, M. M. (2019). *Evaluación de parámetros físico-químicos de los efluentes industriales de empresas pesqueras de consumo humano indirecto, bahía de Chancay (2011-2017)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima. Perú.
- Quevedo, H. N. (2016). *Efecto de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de las aguas de bombeo, sobre la calidad de los efluentes de la empresa pesquera Pelayo S.A.C. de harina y aceite de pescado de Puerto Supe*. (Tesis de postgrado). Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad. Perú.
- Ruiz, J. C. (2020). Propuesta metodológica para el cálculo de los derechos de pesca e implicancias de política pesquera: el caso de la anchoveta peruana. *Revista gobierno y gestión pública*, 7(1), 10 - 36.
- Sanchez, A., & Gándara. (2011). *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*. México D.C. México. S y G editores.
- Sánchez, J. V. & Román, S. E. (2020). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales Industriales para una empresa Empacadora y Exportadora de Camarón en la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil. Ecuador.

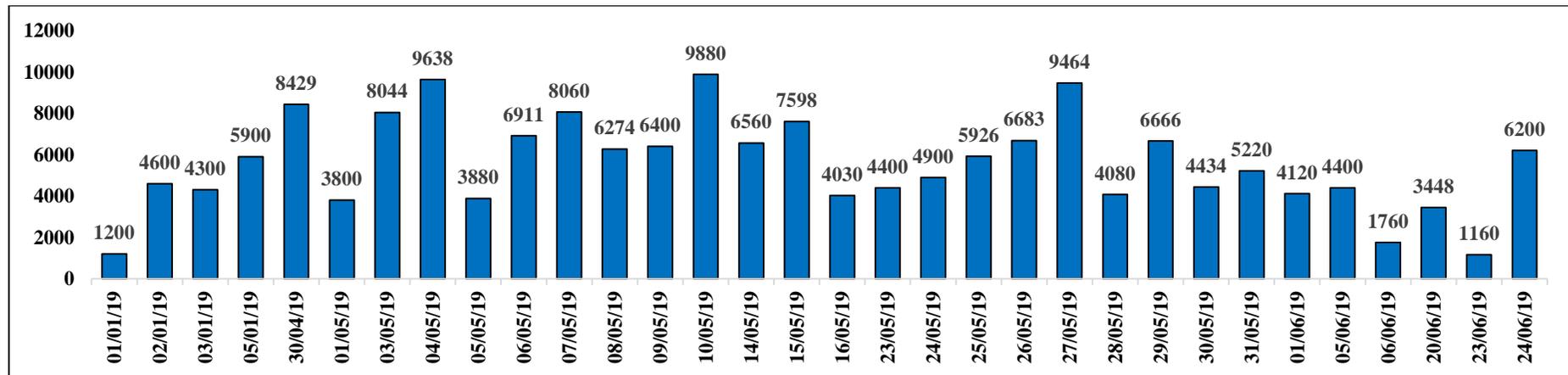
- Tejeda, L. M. (2019). *Evaluación a escala laboratorio del desempeño de una mezcla de coagulantes orgánico e inorgánico con relación al uso de un coagulante inorgánico en el tratamiento de clarificación del agua del río Villalobos*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Terry, V. M., Candela, J., & Matienzo, E. (2018). Análisis de un sistema de recuperación de sólidos y grasas en el agua de bombeo de una planta de harina y aceite de pescado. *Cátedra Villarreal*, 6(1), p. 75–89.
- Urdániga, D. (2017). *Utilización de producto químico desengrasante para mejorar la recuperación de grasa del sistema de flotación en empresa CFG Investment SAC*. (Tesis de postgrado). Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad. Perú.
- Vasquez, F. (2019). *Estudio comparativo del uso de los coagulantes Ferix 3 y Lipesa 1544 en la purificación de efluentes de la Industria Pesquera CFG Investment*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú.
- Zuta, J. (2019). *Calidad tecnológica de las máquinas y equipos de tratamiento del agua de bombeo de pescado fase recuperación primaria en las plantas de harina y aceite de pescado de la región Callao*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Callao. Callao. Lima. Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2019 –I.

Sólidos suspendidos totales iniciales (ppm): TEMPORADA 2019 -I							
01/01/19	1200	05/05/19	3880	16/05/19	4030	30/05/19	4434
02/01/19	4600	06/05/19	6911	23/05/19	4400	31/05/19	5220
03/01/19	4300	07/05/19	8060	24/05/19	4900	01/06/19	4120
05/01/19	5900	08/05/19	6274	25/05/19	5926	05/06/19	4400
30/04/19	8429	09/05/19	6400	26/05/19	6683	06/06/19	1760
01/05/19	3800	10/05/19	9880	27/05/19	9464	20/06/19	3448
03/05/19	8044	14/05/19	6560	28/05/19	4080	23/06/19	1160
04/05/19	9638	15/05/19	7598	29/05/19	6666	24/06/19	6200

Fuente: Elaboración propia

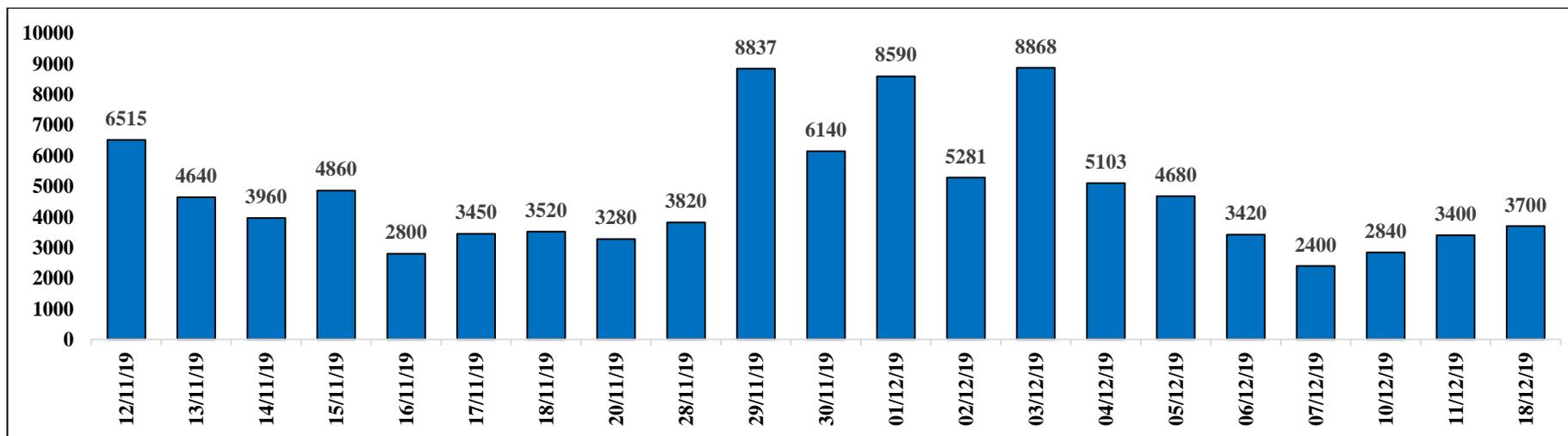


Anexo 2. Sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2019 –I.

Anexo 3. Tabla de sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2019 –II.

Sólidos suspendidos totales iniciales (ppm): Temporada 2019 II					
12/11/19	6515	20/11/19	3280	04/12/19	5103
13/11/19	4640	28/11/19	3820	05/12/19	4680
14/11/19	3960	29/11/19	8837	06/12/19	3420
15/11/19	4860	30/11/19	6140	07/12/19	2400
16/11/19	2800	01/12/19	8590	10/12/19	2840
17/11/19	3450	02/12/19	5281	11/12/19	3400
18/11/19	3520	03/12/19	8868	18/12/19	3700

Fuente: Elaboración propia

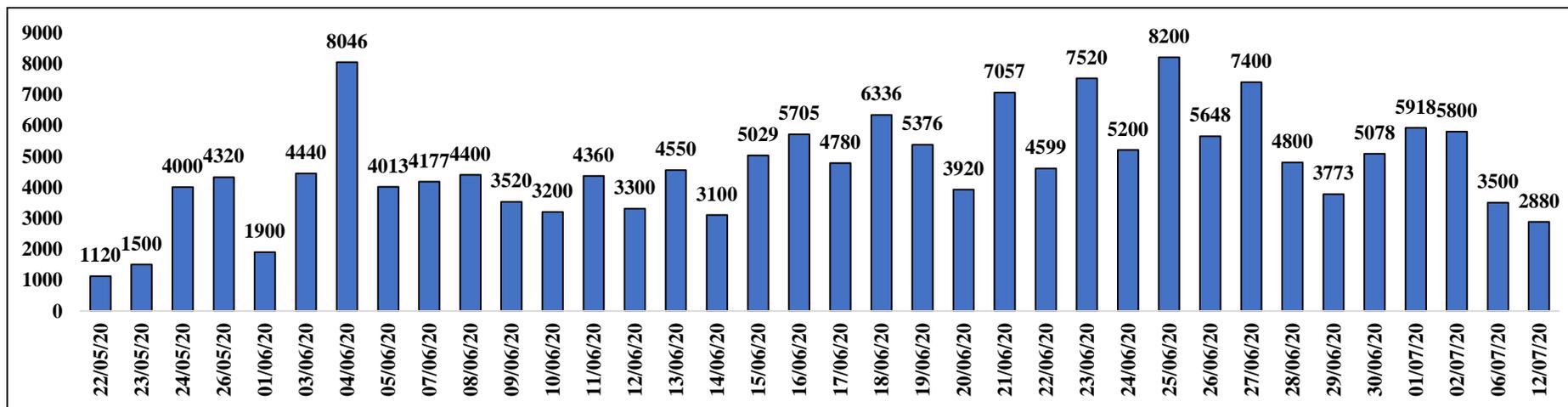


Anexo 4. Sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2019 – II

Anexo 5. Tabla de sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2020 –I.

Sólidos suspendidos totales iniciales (ppm): Temporada 2020-I							
22/05/20	1120	08/06/20	4400	17/06/20	4780	26/06/20	5648
23/05/20	1500	09/06/20	3520	18/06/20	6336	27/06/20	7400
24/05/20	4000	10/06/20	3200	19/06/20	5376	28/06/20	4800
26/05/20	4320	11/06/20	4360	20/06/20	3920	29/06/20	3773
01/06/20	1900	12/06/20	3300	21/06/20	7057	30/06/20	5078
03/06/20	4440	13/06/20	4550	22/06/20	4599	01/07/20	5918
04/06/20	8046	14/06/20	3100	23/06/20	7520	02/07/20	5800
05/06/20	4013	15/06/20	5029	24/06/20	5200	06/07/20	3500
07/06/20	4177	16/06/20	5705	25/06/20	8200	12/07/20	2880

Fuente: Elaboración propia

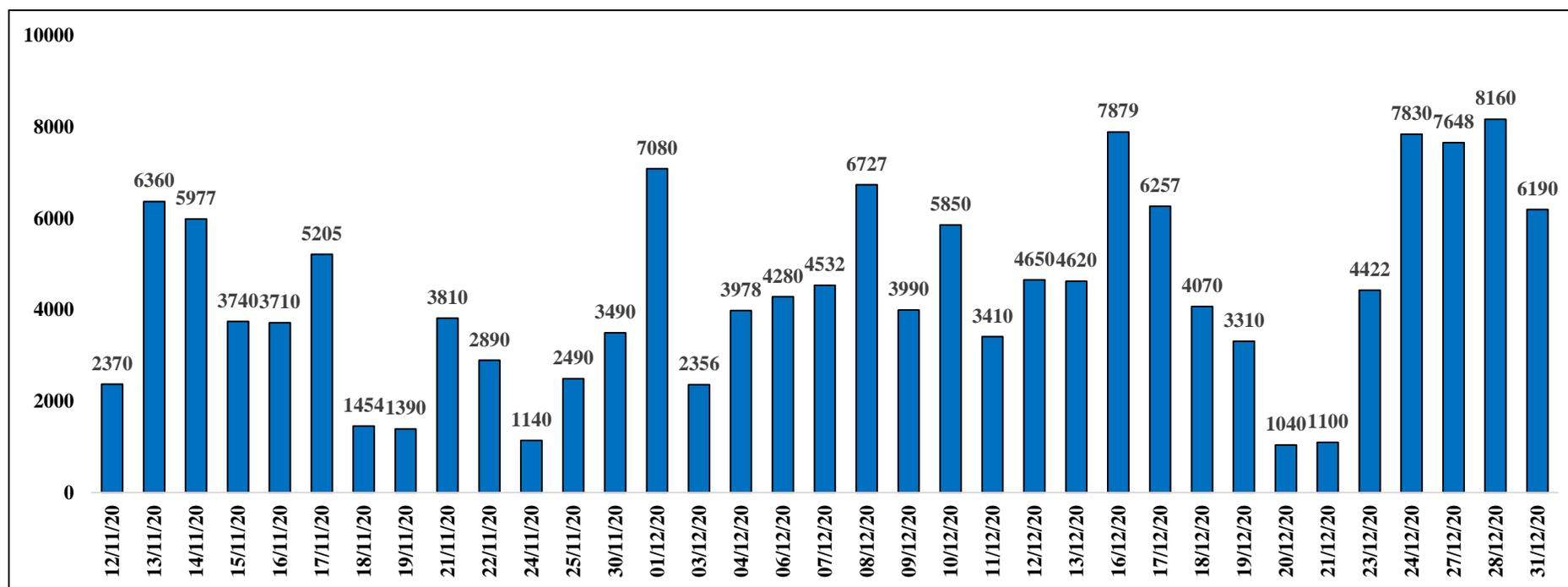


Anexo 6. Sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2020 – I

Anexo 7. Tabla de sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2020 –II.

Sólidos suspendidos totales iniciales (ppm): Temporada 2020 - II													
12/11/20	2370	17/11/20	5205	24/11/20	1140	04/12/20	3978	10/12/20	5850	17/12/20	6257	23/12/20	4422
13/11/20	6360	18/11/20	1454	25/11/20	2490	06/12/20	4280	11/12/20	3410	18/12/20	4070	24/12/20	7830
14/11/20	5977	19/11/20	1390	30/11/20	3490	07/12/20	4532	12/12/20	4650	19/12/20	3310	27/12/20	7648
15/11/20	3740	21/11/20	3810	01/12/20	7080	08/12/20	6727	13/12/20	4620	20/12/20	1040	28/12/20	8160
16/11/20	3710	22/11/20	2890	03/12/20	2356	09/12/20	3990	16/12/20	7879	21/12/20	1100	31/12/20	6190

Fuente: Elaboración propia

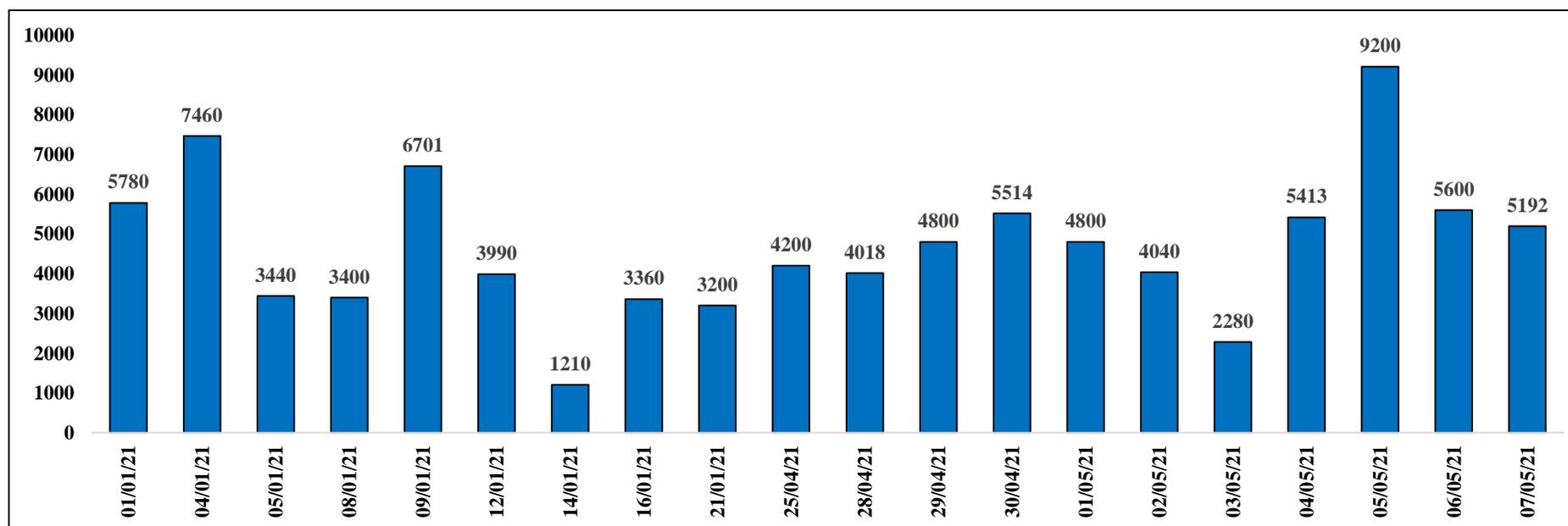


Anexo 8. Sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2020 – II

Anexo 9. Tabla de sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2021 –I.

Sólidos suspendidos totales iniciales (ppm): Temporada 2021-I							
01/01/21	5780	12/01/21	3990	28/04/21	4018	03/05/21	2280
04/01/21	7460	14/01/21	1210	29/04/21	4800	04/05/21	5413
05/01/21	3440	16/01/21	3360	30/04/21	5514	05/05/21	9200
08/01/21	3400	21/01/21	3200	01/05/21	4800	06/05/21	5600
09/01/21	6701	25/04/21	4200	02/05/21	4040	07/05/21	5192

Fuente: Elaboración propia

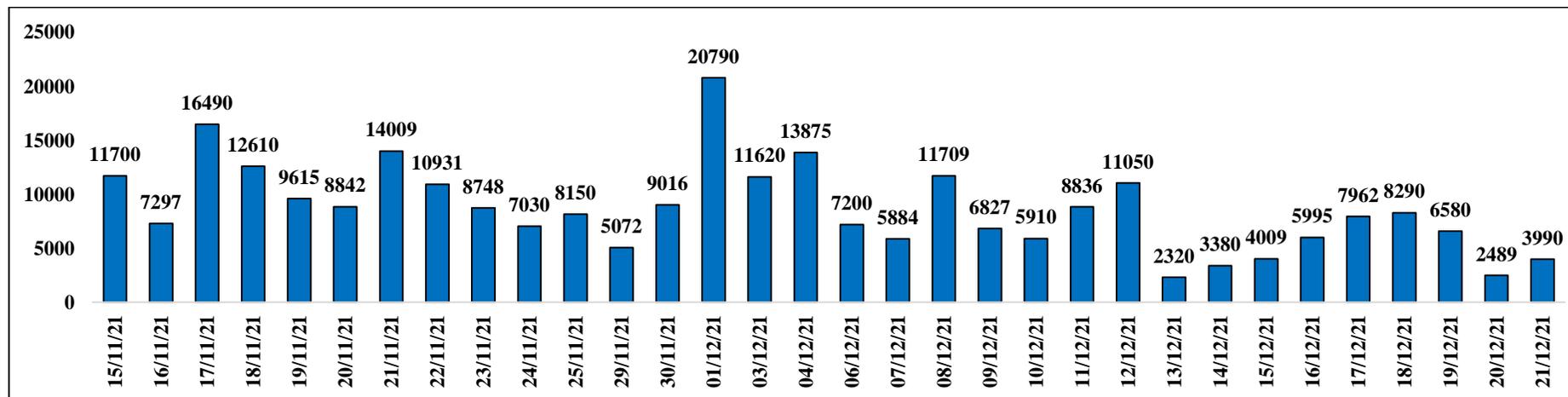


Anexo 10. Sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2021 – I

Anexo 11. Tabla de sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2021 –II.

Sólidos suspendidos totales iniciales (ppm): Temporada 2021-II							
15/11/21	11700	23/11/21	8748	06/12/21	7200	14/12/21	3380
16/11/21	7297	24/11/21	7030	07/12/21	5884	15/12/21	4009
17/11/21	16490	25/11/21	8150	08/12/21	11709	16/12/21	5995
18/11/21	12610	29/11/21	5072	09/12/21	6827	17/12/21	7962
19/11/21	9615	30/11/21	9016	10/12/21	5910	18/12/21	8290
20/11/21	8842	01/12/21	20790	11/12/21	8836	19/12/21	6580
21/11/21	14009	03/12/21	11620	12/12/21	11050	20/12/21	2489
22/11/21	10931	04/12/21	13875	13/12/21	2320	21/12/21	3990

Fuente: Elaboración propia

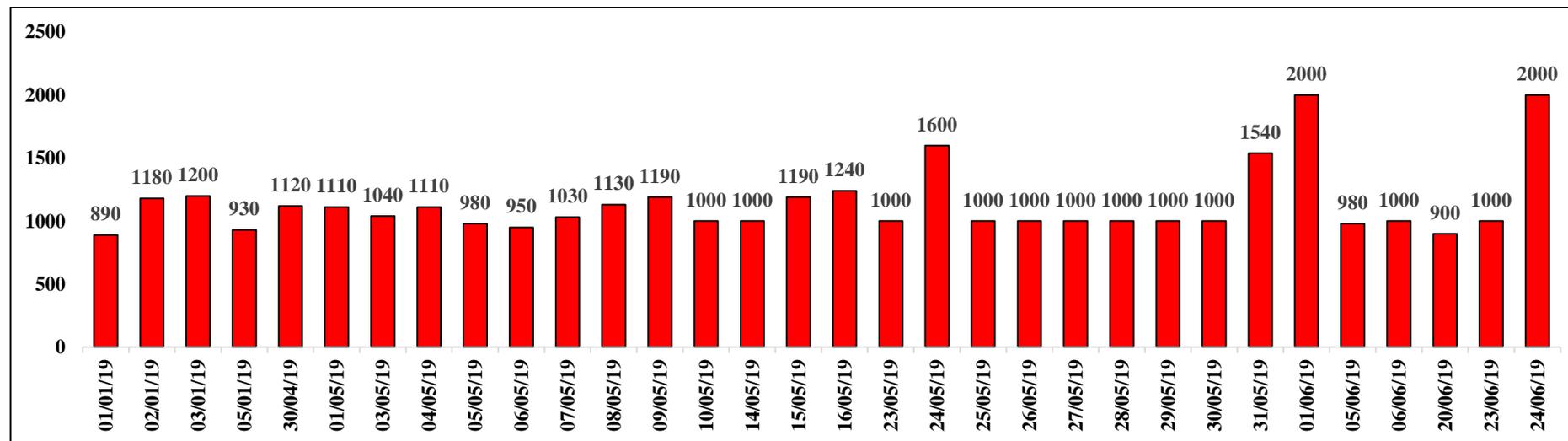


Anexo 12. Sólidos suspendidos totales (ppm) por día productivo, Temporada 2021 – II

Anexo 13. Tabla de grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2019 –I.

Grasa inicial (ppm): TEMPORADA 2019 -I							
01/01/19	890	05/05/19	980	16/05/19	1240	30/05/19	1000
02/01/19	1180	06/05/19	950	23/05/19	1000	31/05/19	1540
03/01/19	1200	07/05/19	1030	24/05/19	1600	01/06/19	2000
05/01/19	930	08/05/19	1130	25/05/19	1000	05/06/19	980
30/04/19	1120	09/05/19	1190	26/05/19	1000	06/06/19	1000
01/05/19	1110	10/05/19	1000	27/05/19	1000	20/06/19	900
03/05/19	1040	14/05/19	1000	28/05/19	1000	23/06/19	1000
04/05/19	1110	15/05/19	1190	29/05/19	1000	24/06/19	2000

Fuente: Elaboración propia

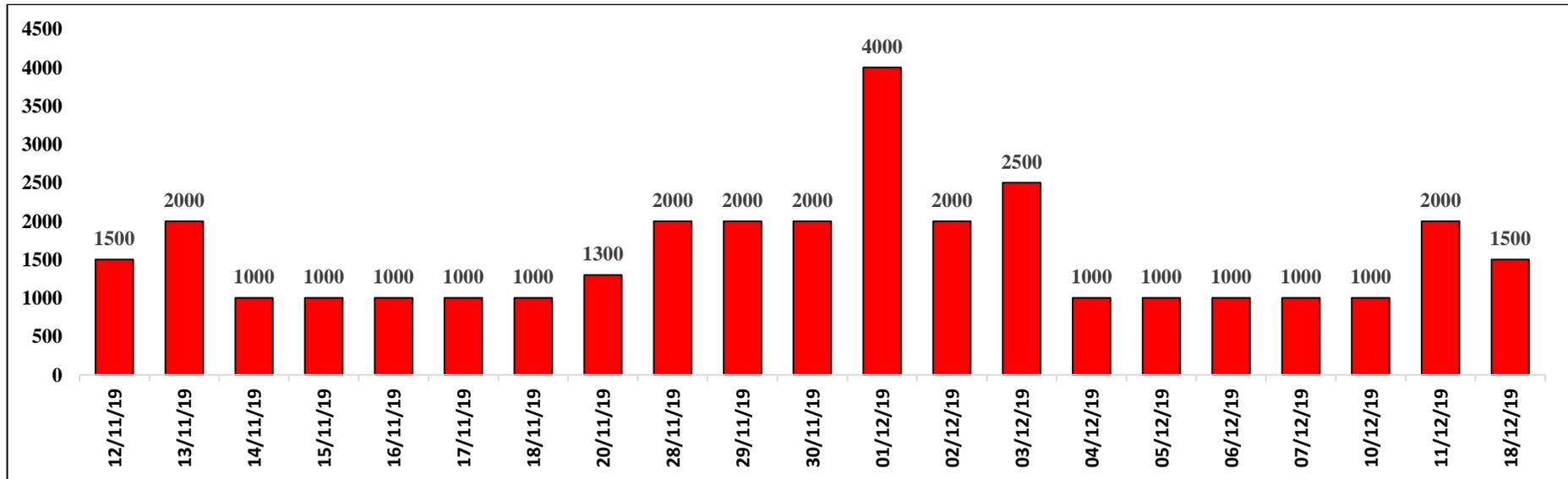


Anexo 14. Grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2019 – I

Anexo 15. Tabla de grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2019 –II.

Grasa inicial (ppm): Temporada 2019 II					
12/11/19	1500	20/11/19	1300	04/12/19	1000
13/11/19	2000	28/11/19	2000	05/12/19	1000
14/11/19	1000	29/11/19	2000	06/12/19	1000
15/11/19	1000	30/11/19	2000	07/12/19	1000
16/11/19	1000	01/12/19	4000	10/12/19	1000
17/11/19	1000	02/12/19	2000	11/12/19	2000
18/11/19	1000	03/12/19	2500	18/12/19	1500

Fuente: Elaboración propia

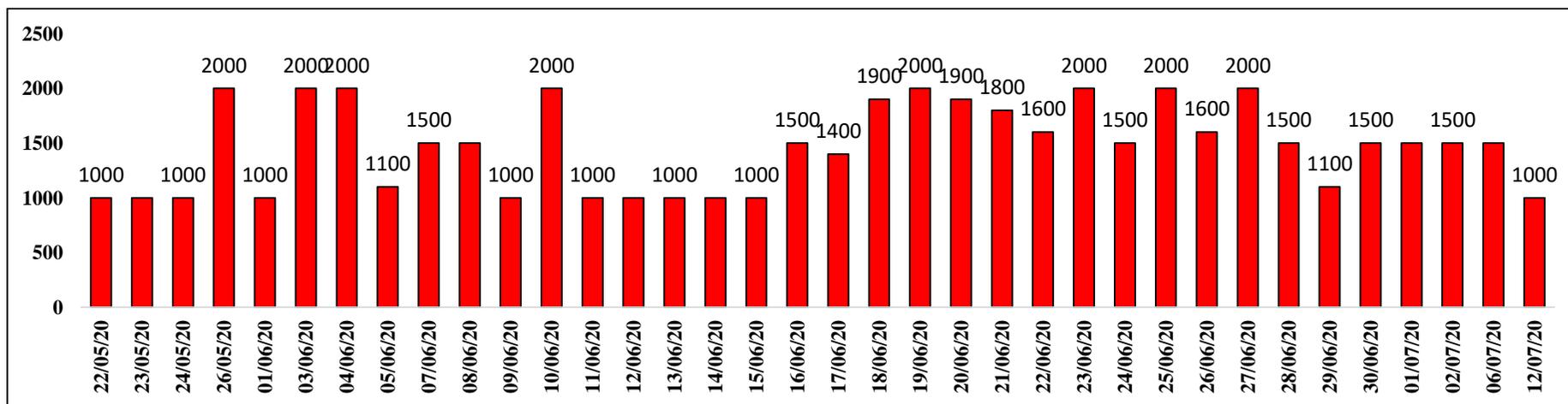


Anexo 16. Grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2019 – II

Anexo 17. Tabla de grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2020 –I.

Grasa inicial (ppm): Temporada 2020-I							
22/05/20	1000	08/06/20	1500	17/06/20	1400	26/06/20	1600
23/05/20	1000	09/06/20	1000	18/06/20	1900	27/06/20	2000
24/05/20	1000	10/06/20	2000	19/06/20	2000	28/06/20	1500
26/05/20	2000	11/06/20	1000	20/06/20	1900	29/06/20	1100
01/06/20	1000	12/06/20	1000	21/06/20	1800	30/06/20	1500
03/06/20	2000	13/06/20	1000	22/06/20	1600	01/07/20	1500
04/06/20	2000	14/06/20	1000	23/06/20	2000	02/07/20	1500
05/06/20	1100	15/06/20	1000	24/06/20	1500	06/07/20	1500
07/06/20	1500	16/06/20	1500	25/06/20	2000	12/07/20	1000

Fuente: Elaboración propia

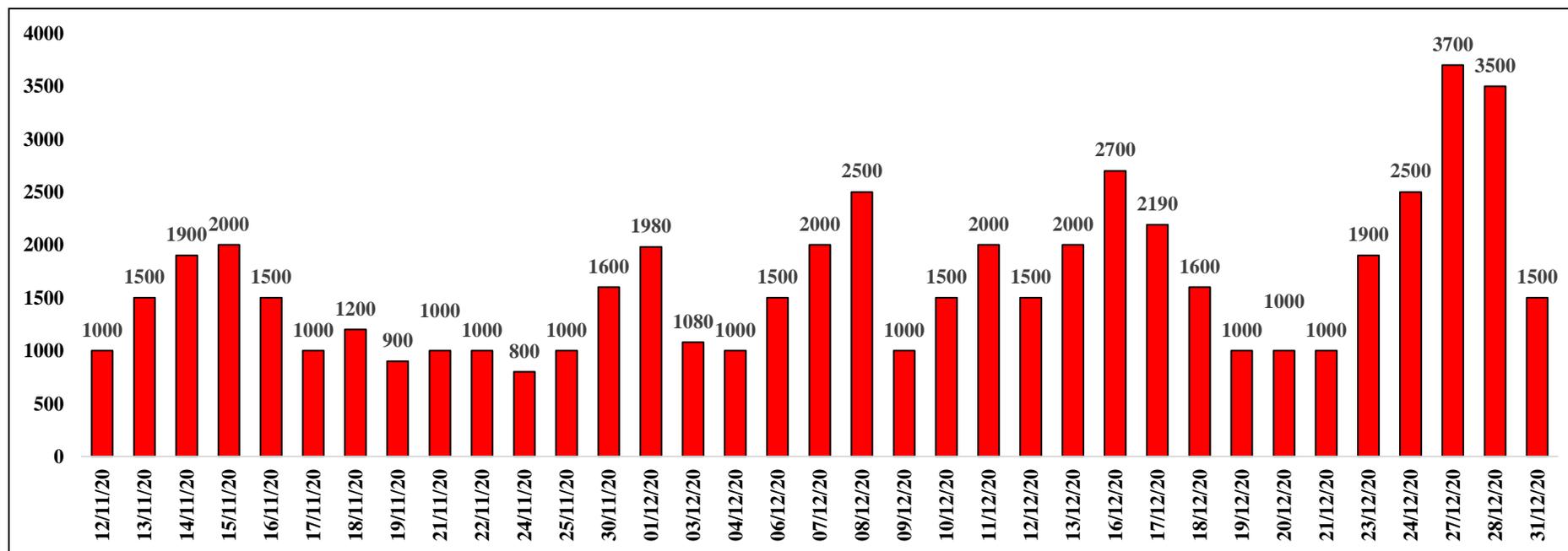


Anexo 18. Grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2020 – I

Anexo 19. Tabla de grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2020 –II.

Grasa inicial(ppm): Temporada 2020 - II													
12/11/20	1000	17/11/20	1000	24/11/20	800	04/12/20	1000	10/12/20	1500	17/12/20	2190	23/12/20	1900
13/11/20	2000	18/11/20	1200	25/11/20	1000	06/12/20	1500	11/12/20	2000	18/12/20	1600	24/12/20	2500
14/11/20	1000	19/11/20	900	30/11/20	1600	07/12/20	2000	12/12/20	1500	19/12/20	1000	27/12/20	3700
15/11/20	1500	21/11/20	1000	01/12/20	1980	08/12/20	2500	13/12/20	2000	20/12/20	1000	28/12/20	3500
16/11/20	1900	22/11/20	1000	03/12/20	1080	09/12/20	1000	16/12/20	2700	21/12/20	1000	31/12/20	1500

Fuente: Elaboración propia

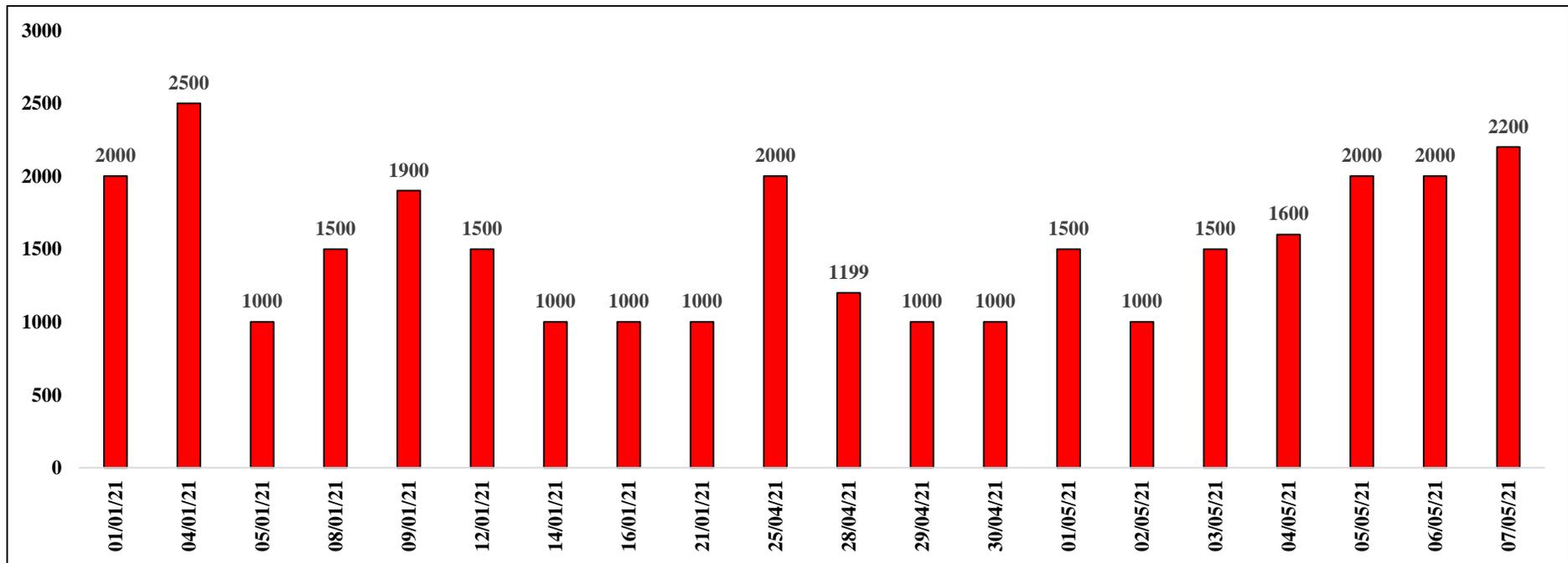


Anexo 20. Grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2020 – II

Anexo 21. Tabla de grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2021 –I.

Grasa inicial (ppm): Temporada 2021-I							
01/01/21	2000	12/01/21	1500	28/04/21	1199	03/05/21	1500
04/01/21	2500	14/01/21	1000	29/04/21	1000	04/05/21	1600
05/01/21	1000	16/01/21	1000	30/04/21	1000	05/05/21	2000
08/01/21	1500	21/01/21	1000	01/05/21	1500	06/05/21	2000
09/01/21	1900	25/04/21	2000	02/05/21	1000	07/05/21	2200

Fuente: Elaboración propia

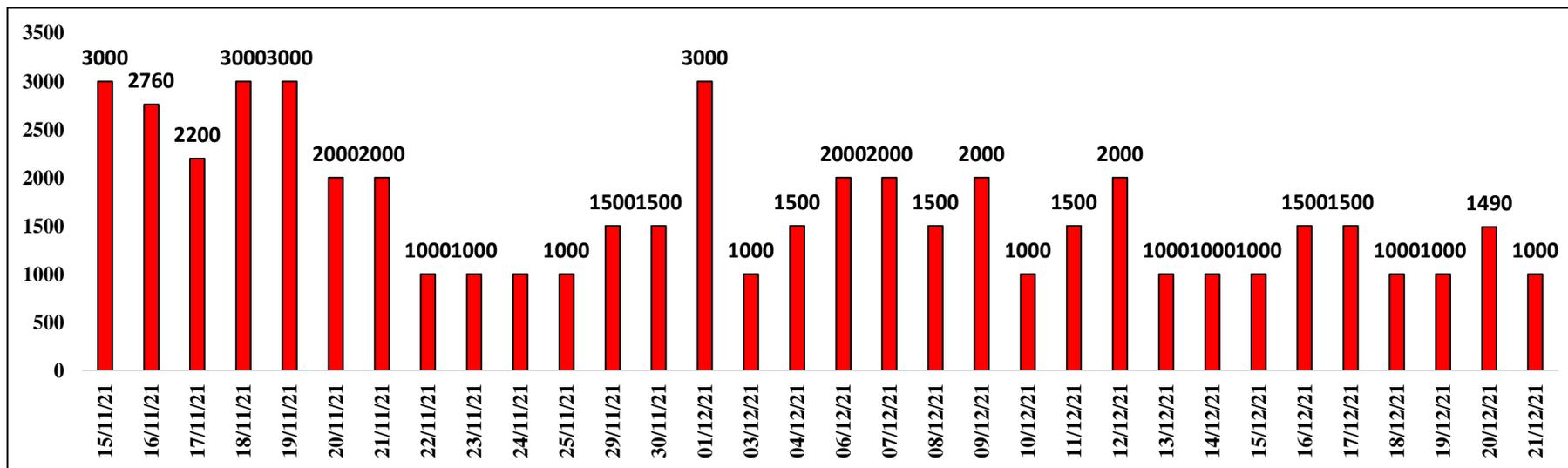


Anexo 22. Grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2021 – I

Anexo 23. Tabla de grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2021 –II.

Grasa inicial (ppm): Temporada 2021-II							
15/11/21	3000	23/11/21	1000	06/12/21	2000	14/12/21	1000
16/11/21	2760	24/11/21	1000	07/12/21	2000	15/12/21	1000
17/11/21	2200	25/11/21	1000	08/12/21	1500	16/12/21	1500
18/11/21	3000	29/11/21	1500	09/12/21	2000	17/12/21	1500
19/11/21	3000	30/11/21	1500	10/12/21	1000	18/12/21	1000
20/11/21	2000	01/12/21	3000	11/12/21	1500	19/12/21	1000
21/11/21	2000	03/12/21	1000	12/12/21	2000	20/12/21	1490
22/11/21	1000	04/12/21	1500	13/12/21	1000	21/12/21	1000

Fuente: Elaboración propia



Anexo 24. Grasa (ppm) por día productivo, Temporada 2021 – II

Anexo 25. Tabla de pH por día productivo, Temporada 2019 –I.

pH inicial: TEMPORADA 2019 -I							
01/01/19	6.4	05/05/19	6.4	16/05/19	6.3	30/05/19	6.2
02/01/19	6.2	06/05/19	6.2	23/05/19	6.8	31/05/19	6.4
03/01/19	6.1	07/05/19	6.1	24/05/19	6.4	01/06/19	6.3
05/01/19	6.3	08/05/19	6.3	25/05/19	6.2	05/06/19	6.1
30/04/19	6.4	09/05/19	6.1	26/05/19	6.3	06/06/19	6.3
01/05/19	6.3	10/05/19	6.0	27/05/19	6.3	20/06/19	6.5
03/05/19	6.1	14/05/19	6.3	28/05/19	6.3	23/06/19	6.8
04/05/19	6.3	15/05/19	6.4	29/05/19	6.0	24/06/19	6.9

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26. Tabla de pH por día productivo, Temporada 2019 –II.

pH inicial: Temporada 2019 II					
12/11/19	6.3	20/11/19	6.8	04/12/19	6.4
13/11/19	6.3	28/11/19	6.5	05/12/19	6.4
14/11/19	6.5	29/11/19	6.3	06/12/19	6.5
15/11/19	6.4	30/11/19	6.4	07/12/19	7.0
16/11/19	6.5	01/12/19	6.4	10/12/19	6.7
17/11/19	6.8	02/12/19	6.3	11/12/19	6.4
18/11/19	6.6	03/12/19	6.3	18/12/19	6.3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 27. Tabla de pH por día productivo, Temporada 2020 –I.

pH inicial: Temporada 2020-I							
22/05/20	6.8	08/06/20	6.5	17/06/20	6.6	26/06/20	6.5
23/05/20	7.0	09/06/20	6.6	18/06/20	6.5	27/06/20	0.0
24/05/20	6.7	10/06/20	6.5	19/06/20	6.5	28/06/20	6.6
26/05/20	6.4	11/06/20	6.2	20/06/20	6.5	29/06/20	6.6
01/06/20	7.0	12/06/20	7.0	21/06/20	6.6	30/06/20	6.6
03/06/20	6.5	13/06/20	6.8	22/06/20	6.6	01/07/20	6.8
04/06/20	6.3	14/06/20	6.6	23/06/20	6.4	02/07/20	6.6
05/06/20	6.3	15/06/20	6.5	24/06/20	6.8	06/07/20	6.9
07/06/20	6.6	16/06/20	6.4	25/06/20	6.6	12/07/20	6.8

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28. Tabla de pH por día productivo, Temporada 2020 –II.

pH inicial: Temporada 2020 - II													
12/11/20	6.7	17/11/20	6.3	24/11/20	6.6	04/12/20	6.6	10/12/20	6.3	17/12/20	6.2	23/12/20	6.3
13/11/20	6.0	18/11/20	6.4	25/11/20	6.2	06/12/20	6.4	11/12/20	6.4	18/12/20	6.2	24/12/20	6.4
14/11/20	6.2	19/11/20	6.3	30/11/20	6.3	07/12/20	6.3	12/12/20	6.5	19/12/20	6.2	27/12/20	6.3
15/11/20	6.8	21/11/20	6.2	01/12/20	6.1	08/12/20	6.3	13/12/20	6.4	20/12/20	6.6	28/12/20	6.2
16/11/20	6.5	22/11/20	6.5	03/12/20	6.6	09/12/20	6.6	16/12/20	6.8	21/12/20	6.6	31/12/20	6.3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 29. Tabla de pH por día productivo, Temporada 2021 –I.

pH inicial: Temporada 2021-I							
01/01/21	6.5	12/01/21	6.7	28/04/21	7.0	03/05/21	6.5
04/01/21	6.3	14/01/21	6.8	29/04/21	6.4	04/05/21	6.4
05/01/21	6.8	16/01/21	6.9	30/04/21	5.8	05/05/21	5.7
08/01/21	6.7	21/01/21	6.9	01/05/21	6.5	06/05/21	5.7
09/01/21	6.4	25/04/21	6.3	02/05/21	6.6	07/05/21	5.6

Fuente: Elaboración propia

Anexo 30. Tabla de pH por día productivo, Temporada 2021 –II.

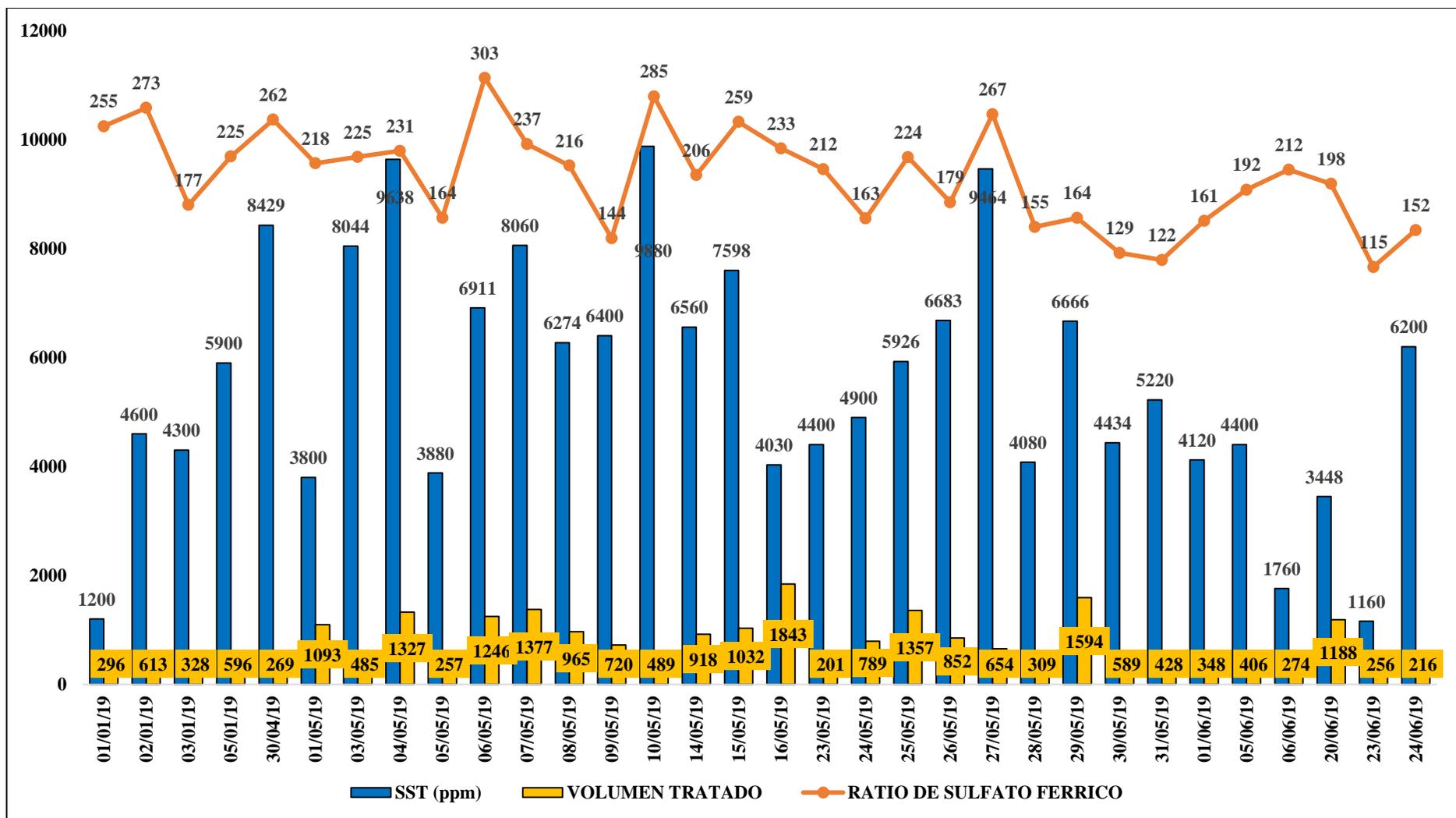
pH inicial: Temporada 2021-II							
15/11/21	11700	23/11/21	8748	06/12/21	7200	14/12/21	3380
16/11/21	7297	24/11/21	7030	07/12/21	5884	15/12/21	4009
17/11/21	16490	25/11/21	8150	08/12/21	11709	16/12/21	5995
18/11/21	12610	29/11/21	5072	09/12/21	6827	17/12/21	7962
19/11/21	9615	30/11/21	9016	10/12/21	5910	18/12/21	8290
20/11/21	8842	01/12/21	20790	11/12/21	8836	19/12/21	6580
21/11/21	14009	03/12/21	11620	12/12/21	11050	20/12/21	2489
22/11/21	10931	04/12/21	13875	13/12/21	2320	21/12/21	3990

Fuente: Elaboración propia

Anexo 31. Tabla de volumen tratado, Sólidos suspendidos totales y ratio de consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2019 –I.

FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)	FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
01/01/19	296	1200	255	16/05/19	1843	4030	233
02/01/19	613	4600	273	23/05/19	201	4400	212
03/01/19	328	4300	177	24/05/19	789	4900	163
05/01/19	596	5900	225	25/05/19	1357	5926	224
30/04/19	269	8429	262	26/05/19	852	6683	179
01/05/19	1093	3800	218	27/05/19	654	9464	267
03/05/19	485	8044	225	28/05/19	309	4080	155
04/05/19	1327	9638	231	29/05/19	1594	6666	164
05/05/19	257	3880	164	30/05/19	589	4434	129
06/05/19	1246	6911	303	31/05/19	428	5220	122
07/05/19	1377	8060	237	01/06/19	348	4120	161
08/05/19	965	6274	216	05/06/19	406	4400	192
09/05/19	720	6400	144	06/06/19	274	1760	212
10/05/19	489	9880	285	20/06/19	1188	3448	198
14/05/19	918	6560	206	23/06/19	256	1160	115
15/05/19	1032	7598	259	24/06/19	216	6200	152

Fuente: Elaboración propia

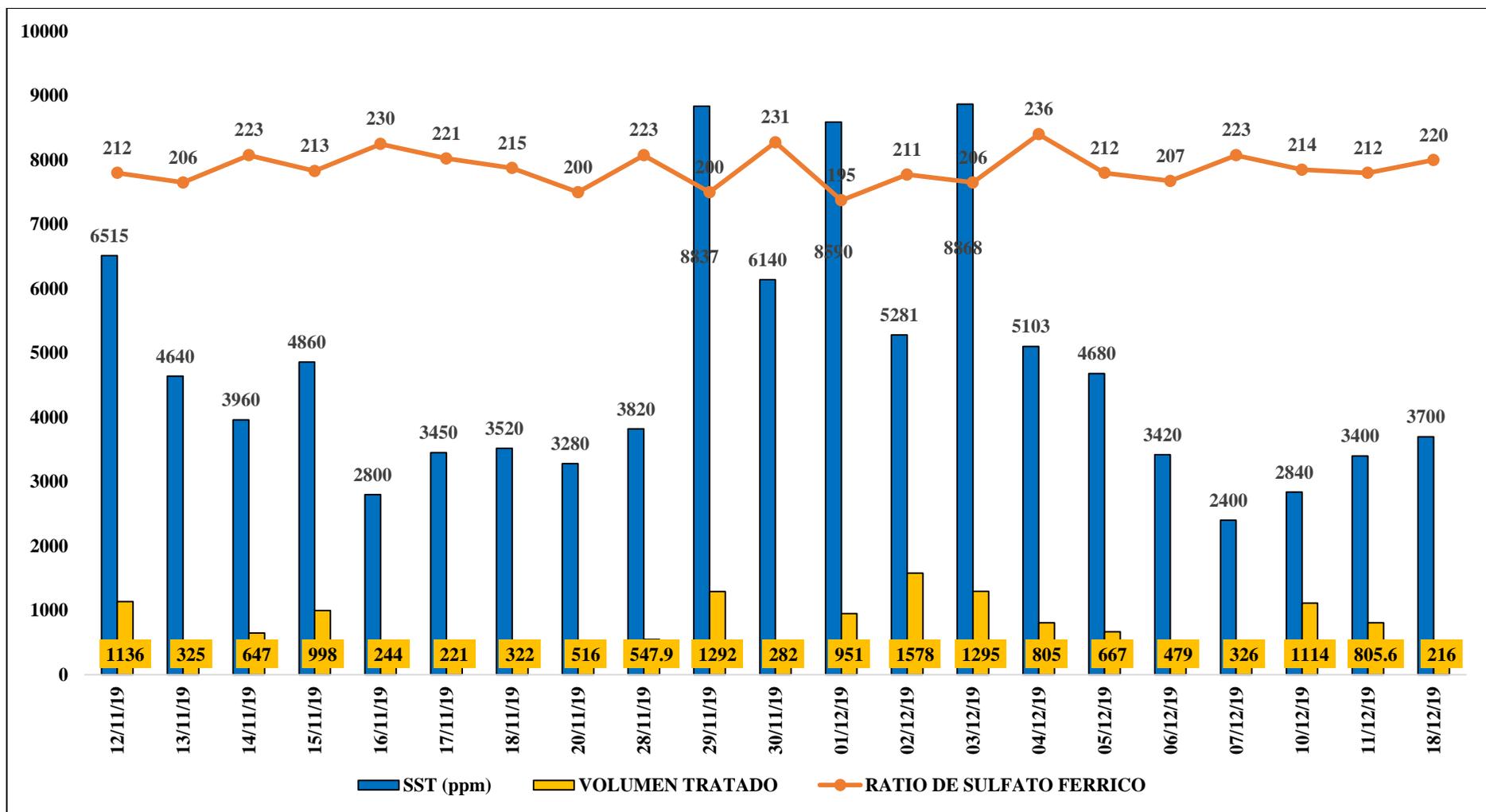


Anexo 32. Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por día, Temporada 2019 – I.

Anexo 33. Tabla de volumen tratado, Sólidos suspendidos totales y ratio de consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2019 –II.

FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)	FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
12/11/19	1136	6515	212	01/12/19	951	8590	195
13/11/19	325	4640	206	02/12/19	1578	5281	211
14/11/19	647	3960	223	03/12/19	1295	8868	206
15/11/19	998	4860	213	04/12/19	805	5103	236
16/11/19	244	2800	230	05/12/19	667	4680	212
17/11/19	221	3450	221	06/12/19	479	3420	207
18/11/19	322	3520	215	07/12/19	326	2400	223
20/11/19	516	3280	200	10/12/19	1114	2840	214
28/11/19	547.9	3820	223	11/12/19	805.6	3400	212
29/11/19	1292	8837	200	18/12/19	216	3700	220
30/11/19	282	6140	231				

Fuente: Elaboración propia

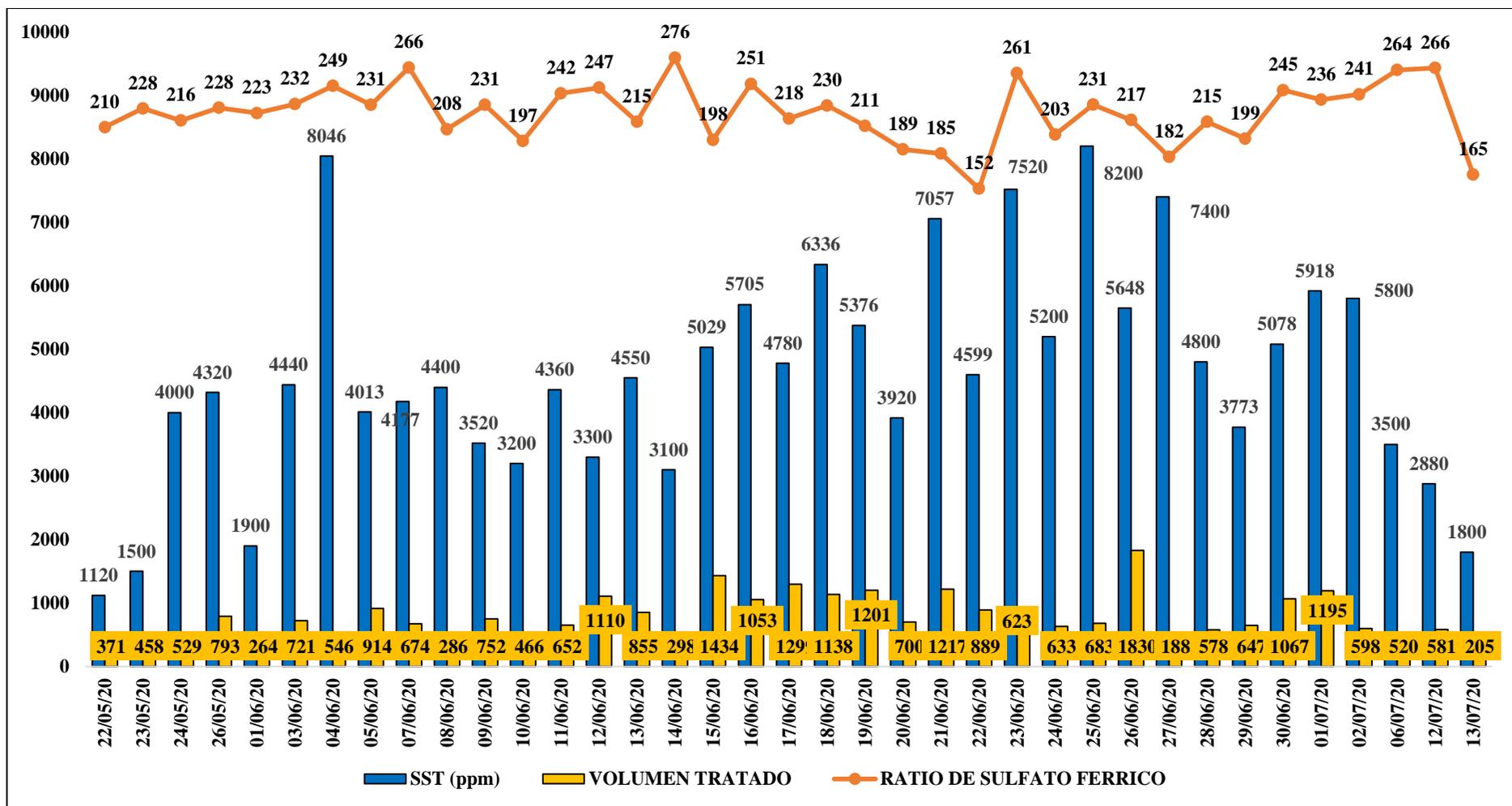


Anexo 34. Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por día, Temporada 2019 – II.

Anexo 35. Tabla de volumen tratado, Sólidos suspendidos totales y ratio de consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2020–I.

FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)	FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
22/05/20	371	1120	210	18/06/20	1138	6336	230
23/05/20	458	1500	228	19/06/20	1201	5376	211
24/05/20	529	4000	216	20/06/20	700	3920	189
26/05/20	793	4320	228	21/06/20	1217	7057	185
01/06/20	264	1900	223	22/06/20	889	4599	152
03/06/20	721	4440	232	23/06/20	623	7520	261
04/06/20	546	8046	249	24/06/20	633	5200	203
05/06/20	914	4013	231	25/06/20	683	8200	231
07/06/20	674	4177	266	26/06/20	1830	5648	217
08/06/20	286	4400	208	27/06/20	188	7400	182
09/06/20	752	3520	231	28/06/20	578	4800	215
10/06/20	466	3200	197	29/06/20	647	3773	199
11/06/20	652	4360	242	30/06/20	1067	5078	245
12/06/20	1110	3300	247	01/07/20	1195	5918	236
13/06/20	855	4550	215	02/07/20	598	5800	241
14/06/20	298	3100	276	06/07/20	520	3500	264
15/06/20	1434	5029	198	12/07/20	581	2880	266
16/06/20	1053	5705	251	13/07/20	205	1800	165
17/06/20	1299	4780	218				

Fuente: Elaboración propia

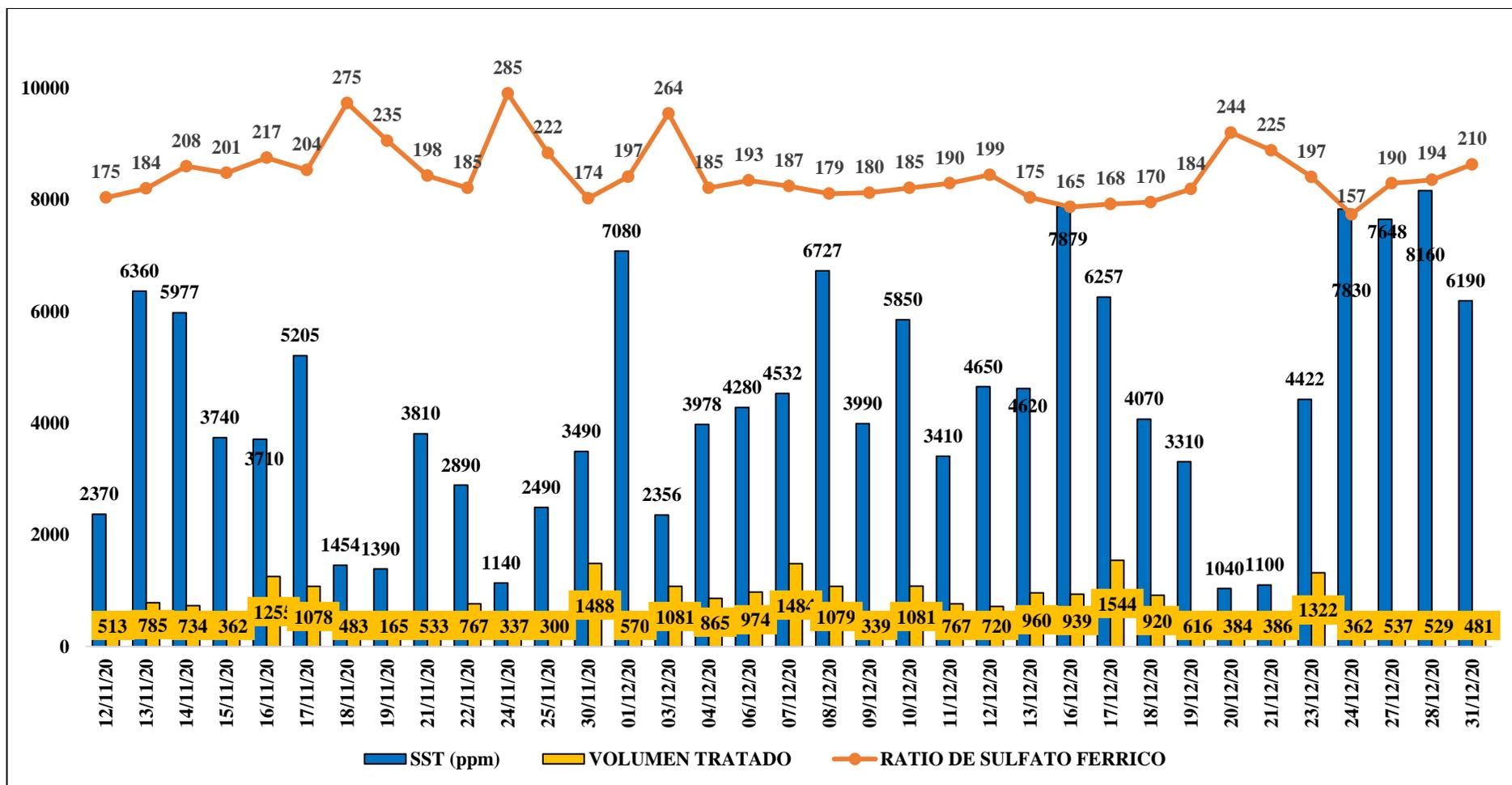


Anexo 36. Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por día, Temporada 2020 – I.

Anexo 37. Tabla de volumen tratado, Sólidos suspendidos totales y ratio de consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2020–II.

FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)	FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
12/11/20	513	2370	175	08/12/20	1079	6727	179
13/11/20	785	6360	184	09/12/20	339	3990	180
14/11/20	734	5977	208	10/12/20	1081	5850	185
15/11/20	362	3740	201	11/12/20	767	3410	190
16/11/20	1255	3710	217	12/12/20	720	4650	199
17/11/20	1078	5205	204	13/12/20	960	4620	175
18/11/20	483	1454	275	16/12/20	939	7879	165
19/11/20	165	1390	235	17/12/20	1544	6257	168
21/11/20	533	3810	198	18/12/20	920	4070	170
22/11/20	767	2890	185	19/12/20	616	3310	184
24/11/20	337	1140	285	20/12/20	384	1040	244
25/11/20	300	2490	222	21/12/20	386	1100	225
30/11/20	1488	3490	174	23/12/20	1322	4422	197
01/12/20	570	7080	197	24/12/20	362	7830	157
03/12/20	1081	2356	264	27/12/20	537	7648	190
04/12/20	865	3978	185	28/12/20	529	8160	194
06/12/20	974	4280	193	31/12/20	481	6190	210
07/12/20	1484	4532	187				

Fuente: Elaboración propia

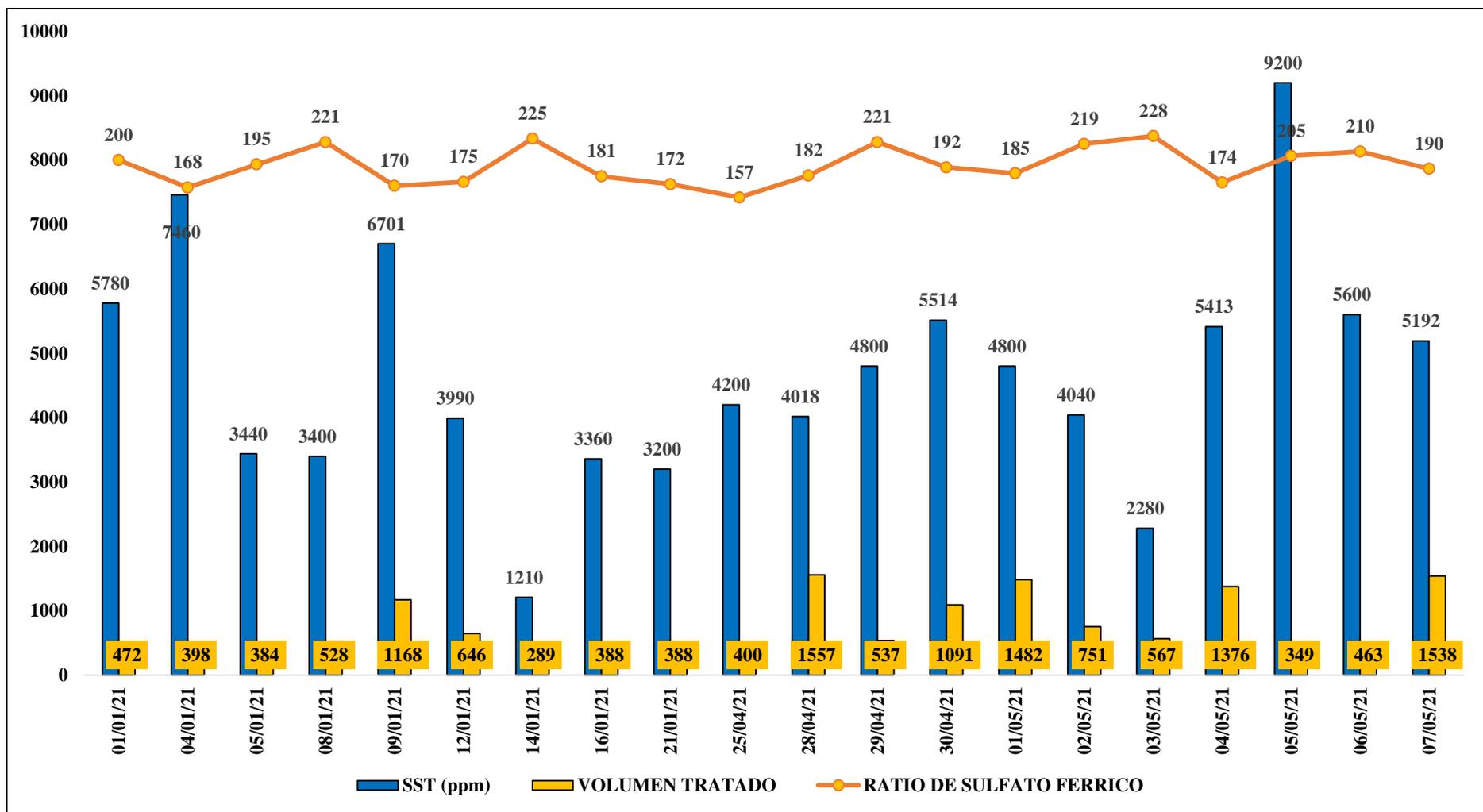


Anexo 38. Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por día, Temporada 2020 – II.

Anexo 39. Tabla de volumen tratado, Sólidos suspendidos totales y ratio de consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2021–I.

FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)	FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
01/01/21	472	5780	200	28/04/21	1557	4018	182
04/01/21	398	7460	168	29/04/21	537	4800	221
05/01/21	384	3440	195	30/04/21	1091	5514	192
08/01/21	528	3400	221	01/05/21	1482	4800	185
09/01/21	1168	6701	170	02/05/21	751	4040	219
12/01/21	646	3990	175	03/05/21	567	2280	228
14/01/21	289	1210	225	04/05/21	1376	5413	174
16/01/21	388	3360	181	05/05/21	349	9200	205
21/01/21	390	3200	172	06/05/21	463	5600	210
25/04/21	400	4200	157	07/05/21	1538	5192	190

Fuente: Elaboración propia

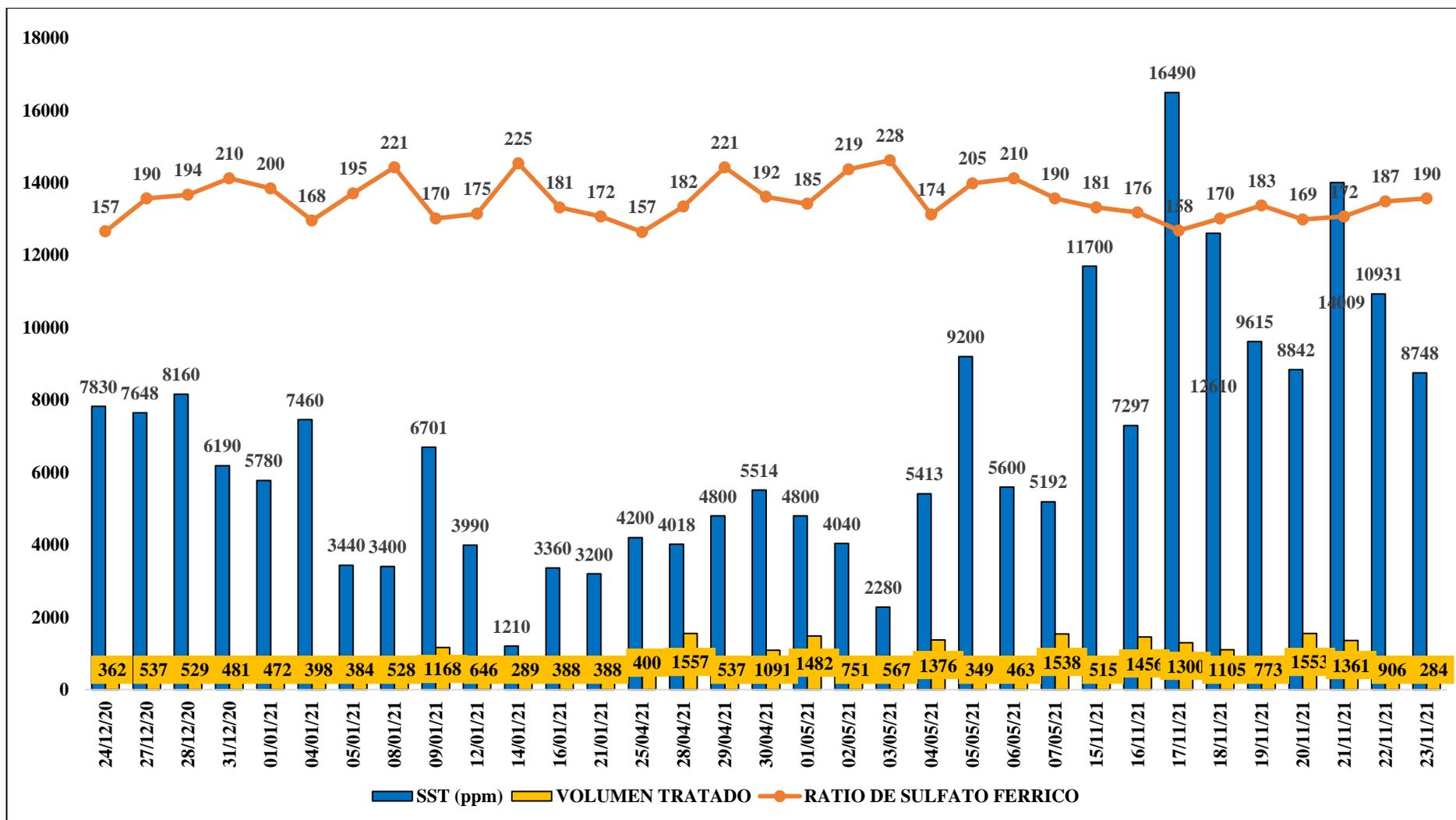


Anexo 40. Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por día, Temporada 2021 – I

Anexo 41. Tabla de volumen tratado, Sólidos suspendidos totales y ratio de consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2021–II.

FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)	FECHA	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST INICIAL (ppm)	RATIO DE SULFATO FÉRRICO (Kg/tm de harina)
15/11/21	515	11700	181	07/12/21	1266	5884	188
16/11/21	1456	7297	176	08/12/21	892	11709	172
17/11/21	1300	16490	158	09/12/21	1149	6827	184
18/11/21	1105	12610	170	10/12/21	511	5910	218
19/11/21	773	9615	183	11/12/21	927	8836	195
20/11/21	1553	8842	169	12/12/21	451	11050	199
21/11/21	1361	14009	172	13/12/21	372	2320	227
22/11/21	906	10931	187	14/12/21	328	3380	213
23/11/21	284	8748	190	15/12/21	1301	4009	209
24/11/21	1746	7030	170	16/12/21	503	5995	198
25/11/21	681	8150	197	17/12/21	1472	7962	176
29/11/21	1281	5072	192	18/12/21	982	8290	182
30/11/21	1118	9016	177	19/12/21	379	6580	164
01/12/21	357	20790	190	20/12/21	685	2489	201
03/12/21	874	11620	182	21/12/21	682	3990	193
04/12/21	1138	13875	179	28/12/21	659	3070	203
06/12/21	678	7200	199				

Fuente: Elaboración propia

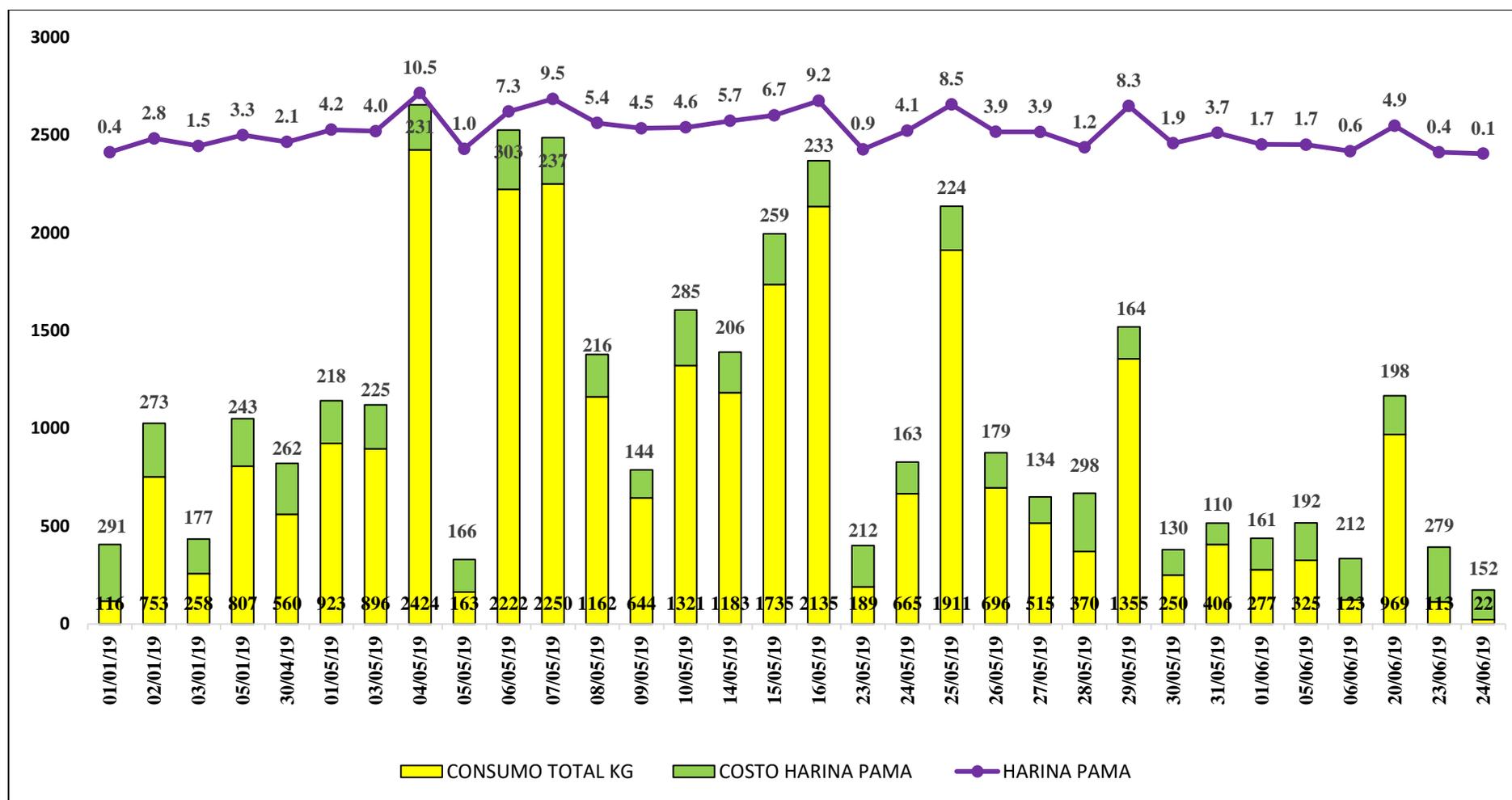


Anexo 42. Sólidos suspendidos con la cantidad de volumen tratado vs el ratio de consumo de sulfato férrico por día, Temporada 2021 – II

Anexo 43. Tabla de harina producida, costo de producción y consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2019–I.

FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)	FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)
01/01/19	0.4	116	247	16/05/19	9.2	2135	231
02/01/19	2.8	753	308	23/05/19	0.9	189	355
03/01/19	1.5	258	250	24/05/19	4.1	665	276
05/01/19	3.3	807	335	25/05/19	8.5	1911	294
30/04/19	2.1	560	281	26/05/19	3.9	696	269
01/05/19	4.2	923	310	27/05/19	3.9	515	237
03/05/19	4.0	896	305	28/05/19	1.2	370	340
04/05/19	10.5	2424	360	29/05/19	8.3	1355	245
05/05/19	1.0	163	327	30/05/19	1.9	250	227
06/05/19	7.3	2222	250	31/05/19	3.7	406	294
07/05/19	9.5	2250	237	01/06/19	1.7	277	321
08/05/19	5.4	1162	236	05/06/19	1.7	325	258
09/05/19	4.5	644	255	06/06/19	0.6	123.2	316
10/05/19	4.6	1321	248	20/06/19	4.9	969	217
14/05/19	5.7	1183	239	23/06/19	0.4	113	235
15/05/19	6.7	1735	256	24/06/19	0.1	22	280

Fuente: Elaboración propia

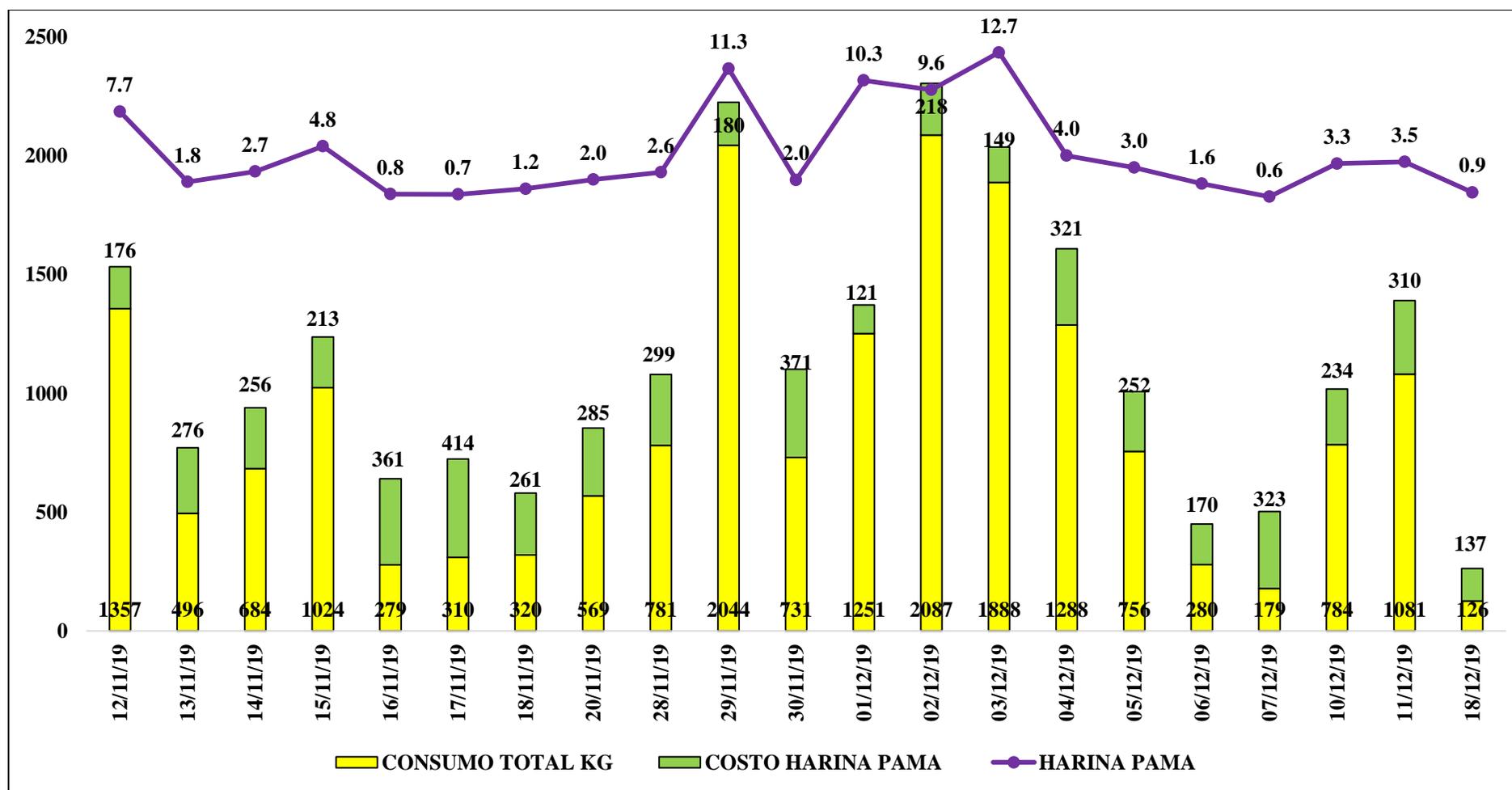


Anexo 44. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), Temporada 2019-I

Anexo 45. Tabla de harina producida, costo de producción y consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2019–II.

FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)	FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)
12/11/19	7.7	1357	218	01/12/19	10.3	1251.2	101
13/11/19	1.8	495.6	254	02/12/19	9.6	2086.88	197
14/11/19	2.7	684	225	03/12/19	12.7	1887.6	113
15/11/19	4.8	1024	220	04/12/19	4.0	1288	278
16/11/19	0.8	279	255	05/12/19	3.0	756	203
17/11/19	0.7	310	290	06/12/19	1.6	280	172
18/11/19	1.2	320	286	07/12/19	0.6	179.2	366
20/11/19	2.0	569	229	10/12/19	3.3	784	168
28/11/19	2.6	781.2	270	11/12/19	3.5	1080.8	270
29/11/19	11.3	2044	204	18/12/19	0.9	126	210
30/11/19	2.0	730.8	277				

Fuente: Elaboración propia

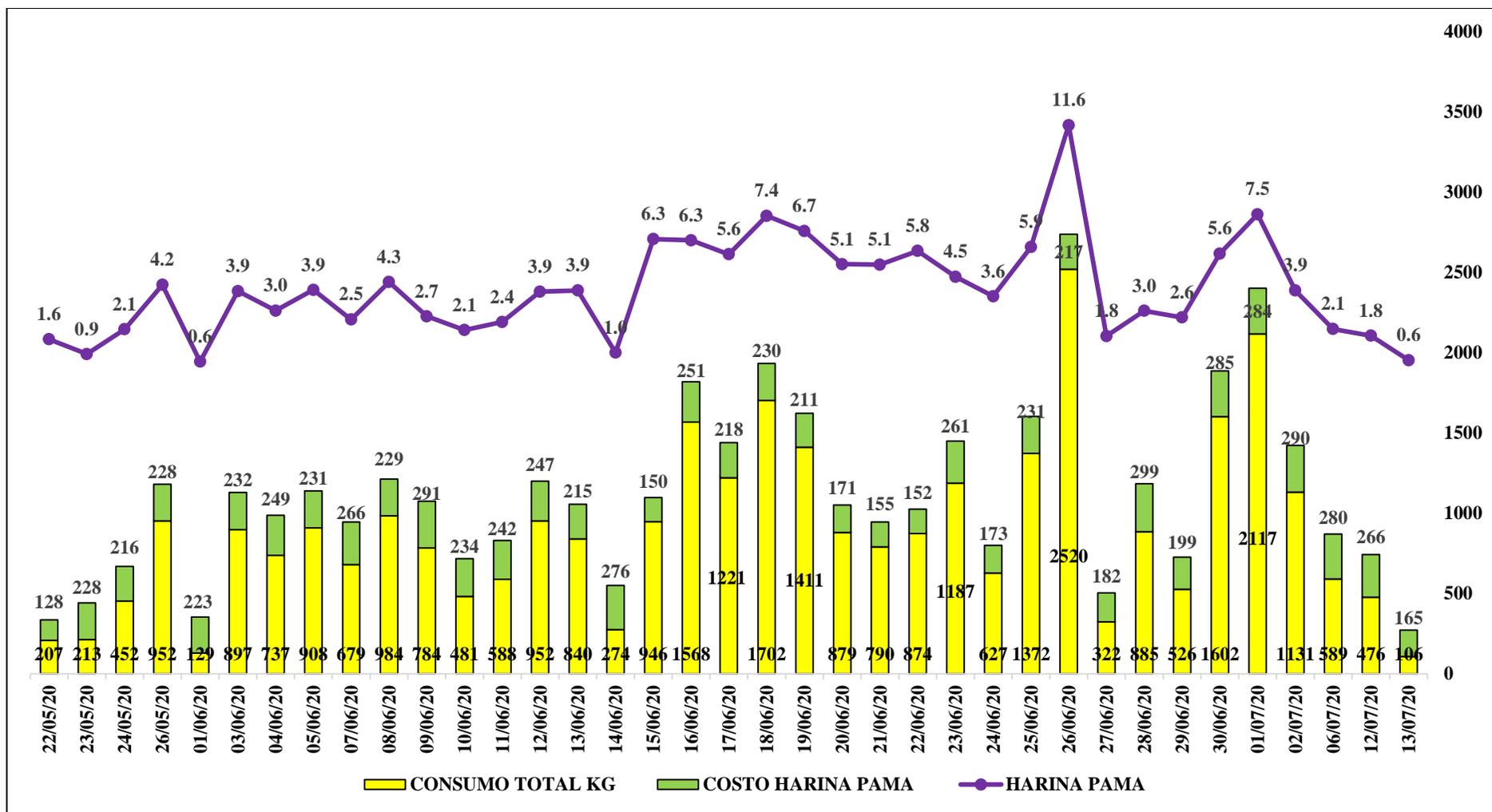


Anexo 46. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), Temporada 2019-II

Anexo 47. Tabla de harina producida, costo de producción y consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2020–I.

FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)	FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)
22/05/20	1.6	207	320	18/06/20	7.4	1702	253
23/05/20	0.9	212	379	19/06/20	6.7	1411	260
24/05/20	2.1	452	298	20/06/20	5.1	879	283
26/05/20	4.2	952	265	21/06/20	5.1	789	238
01/06/20	0.6	128	341	22/06/20	5.8	873	363
03/06/20	3.9	897	279	23/06/20	4.5	1187	241
04/06/20	3.0	737	209	24/06/20	3.6	627	235
05/06/20	3.9	908	287	25/06/20	5.9	1372	203
07/06/20	2.5	678	272	26/06/20	11.6	2520	209
08/06/20	4.3	984	317	27/06/20	1.8	322	320
09/06/20	2.7	783	292	28/06/20	3.0	884	293
10/06/20	2.1	481	234	29/06/20	2.6	526	312
11/06/20	2.4	588	226	30/06/20	5.6	1601	266
12/06/20	3.9	952	235	01/07/20	7.5	2116	243
13/06/20	3.9	840	276	02/07/20	3.9	1131	240
14/06/20	1.0	274	312	06/07/20	2.1	589	248
15/06/20	6.3	946	231	12/07/20	1.8	476	277
16/06/20	6.3	1568	259	13/07/20	0.6	106	290
17/06/20	5.6	1220	233				

Fuente: Elaboración propia

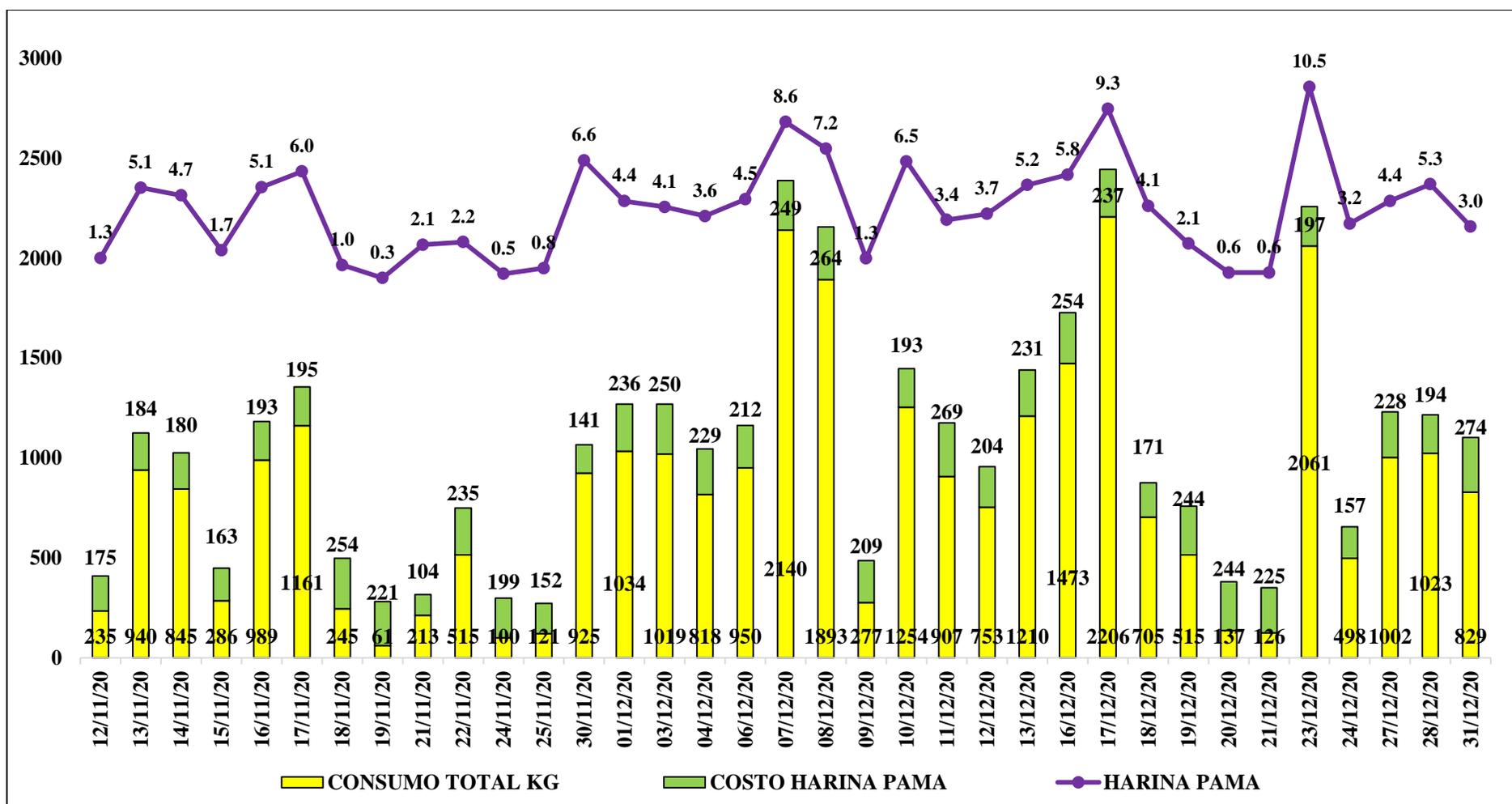


Anexo 48. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), Temporada 2020-I

Anexo 49. Tabla de harina producida, costo de producción y consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2020–II.

FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)	FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)
12/11/20	1.3	235	184	08/12/20	7.2	1892	205
13/11/20	5.1	940	256	09/12/20	1.3	277	214
14/11/20	4.7	845	270	10/12/20	6.5	1254	173
15/11/20	1.7	285	158	11/12/20	3.4	907	202
16/11/20	5.1	989	204	12/12/20	3.7	753	215
17/11/20	6.0	1161	195	13/12/20	5.2	1209	173
18/11/20	1.0	245	213	16/12/20	5.8	1472	199
19/11/20	0.3	61	353	17/12/20	9.3	2206	206
21/11/20	2.1	212	181	18/12/20	4.1	704	181
22/11/20	2.2	515	210	19/12/20	2.1	515	206
24/11/20	0.5	100	230	20/12/20	0.6	137	278
25/11/20	0.8	121	235	21/12/20	0.6	126	287
30/11/20	6.6	925	179	23/12/20	10.5	2060	174
01/12/20	4.4	1034	205	24/12/20	3.2	498	243
03/12/20	4.1	1019	193	27/12/20	4.4	1002	208
04/12/20	3.6	817	199	28/12/20	5.3	1023	213
06/12/20	4.5	950	211	31/12/20	3.0	829	199
07/12/20	8.6	2140	197				

Fuente: Elaboración propia

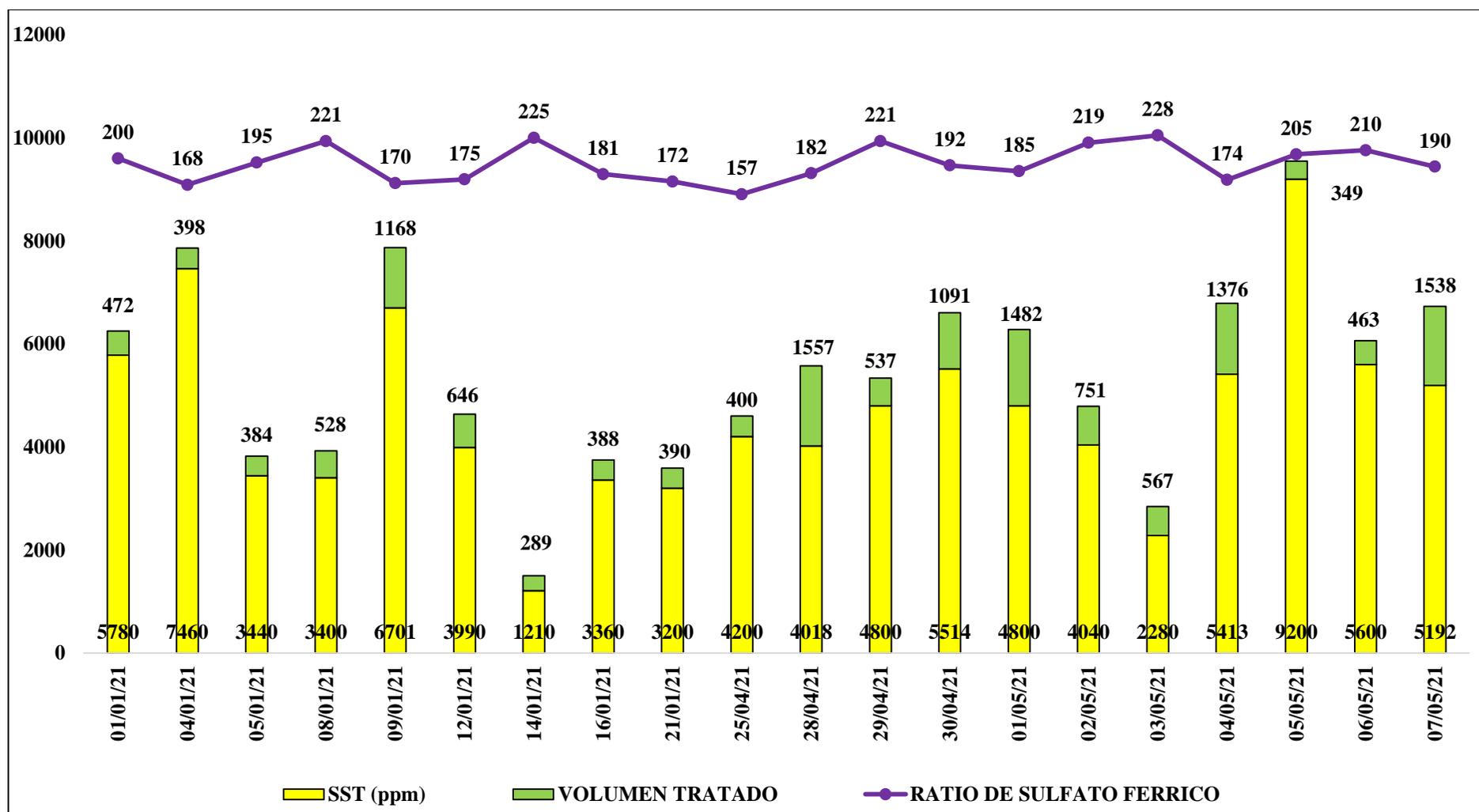


Anexo 50. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), Temporada 2020-II

Anexo 51. Tabla de harina producida, costo de producción y consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2021–I.

FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)	FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)
01/01/21	3.0	669	189	28/04/21	6.5	1349	175
04/01/21	3.4	532	255	29/04/21	2.6	380	180
05/01/21	1.3	373	263	30/04/21	5.6	1034	210
08/01/21	2.0	599	221	01/05/21	7.7	1422	186
09/01/21	7.9	1254	178	02/05/21	3.1	274	203
12/01/21	2.8	487	187	03/05/21	1.7	313	215
14/01/21	0.4	183	301	04/05/21	10.0	1758	172
16/01/21	1.3	212	211	05/05/21	3.5	761	131
21/01/21	1.3	212	215	06/05/21	2.9	439	102
25/04/21	2.0	316	200	07/05/21	9.7	1820	140

Fuente: Elaboración propia

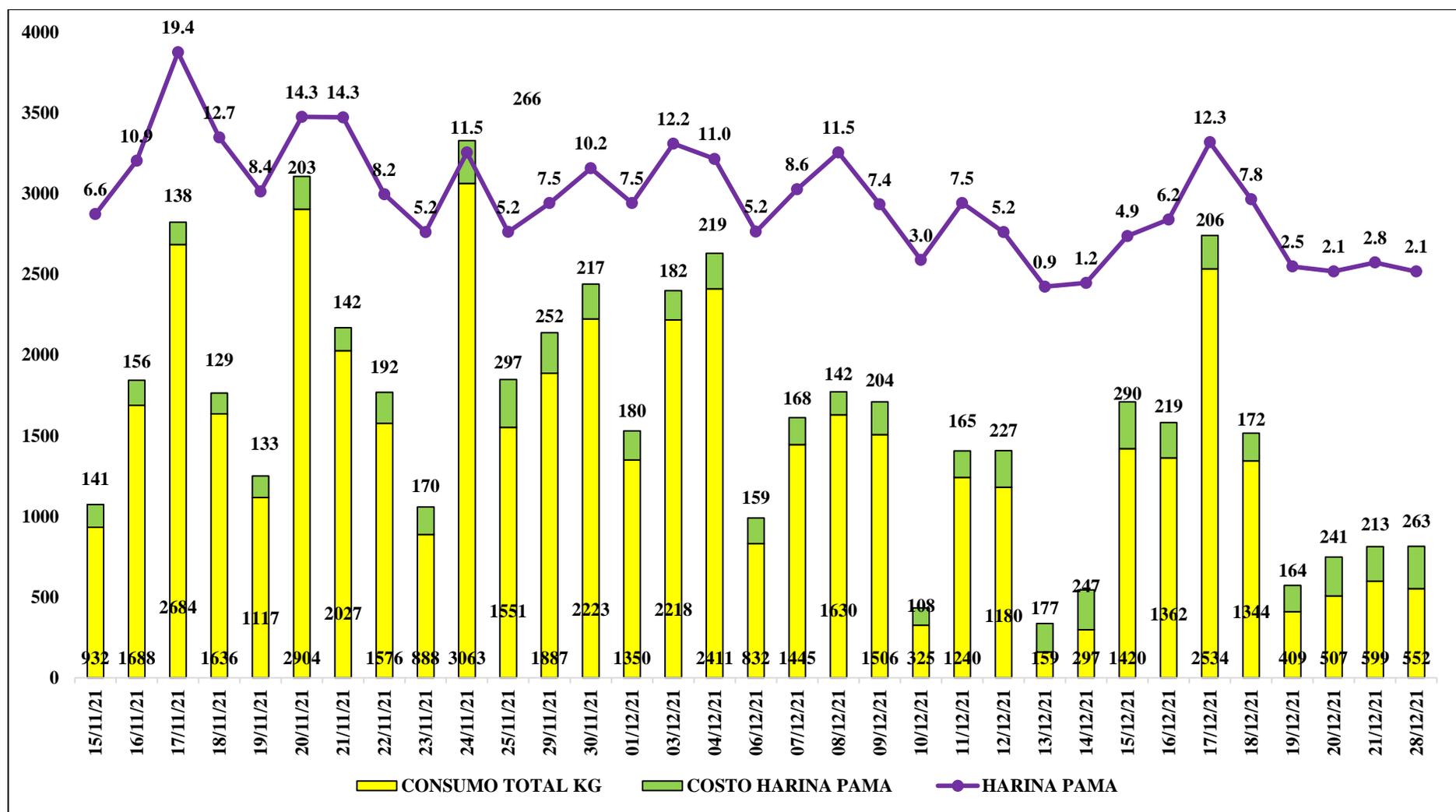


Anexo 52. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), Temporada 2021- I

Anexo 53. Tabla de harina producida, costo de producción y consumo de Sulfato Férrico por día productivo, Temporada 2021–II.

FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)	FECHA	HARINA PAMA (tm)	CONSUMO DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	COSTO (\$/tm de harina)
15/11/21	6.6	932	201	07/12/21	8.6	1444	186
16/11/21	10.9	1688	191	08/12/21	11.5	1629	197
17/11/21	19.4	2684	193	09/12/21	7.4	1506	195
18/11/21	12.7	1636	185	10/12/21	3.0	324	200
19/11/21	8.4	1117	202	11/12/21	7.5	1240	190
20/11/21	14.3	2904	184	12/12/21	5.2	1180	211
21/11/21	14.3	2027	188	13/12/21	0.9	159	219
22/11/21	8.2	1576	191	14/12/21	1.2	296	214
23/11/21	5.2	887	299	15/12/21	4.9	1420	137
24/11/21	11.5	3063	193	16/12/21	6.2	1362	203
25/11/21	5.2	1551	205	17/12/21	12.3	2534	189
29/11/21	7.5	1887	188	18/12/21	7.8	1344	187
30/11/21	10.2	2223	190	19/12/21	2.5	408	221
01/12/21	7.5	1350	220	20/12/21	2.1	507	198
03/12/21	12.2	2217	205	21/12/21	2.8	599	192
04/12/21	11.0	2410	194	28/12/21	2.1	551	194
06/12/21	5.2	831	209				

Fuente: Elaboración propia

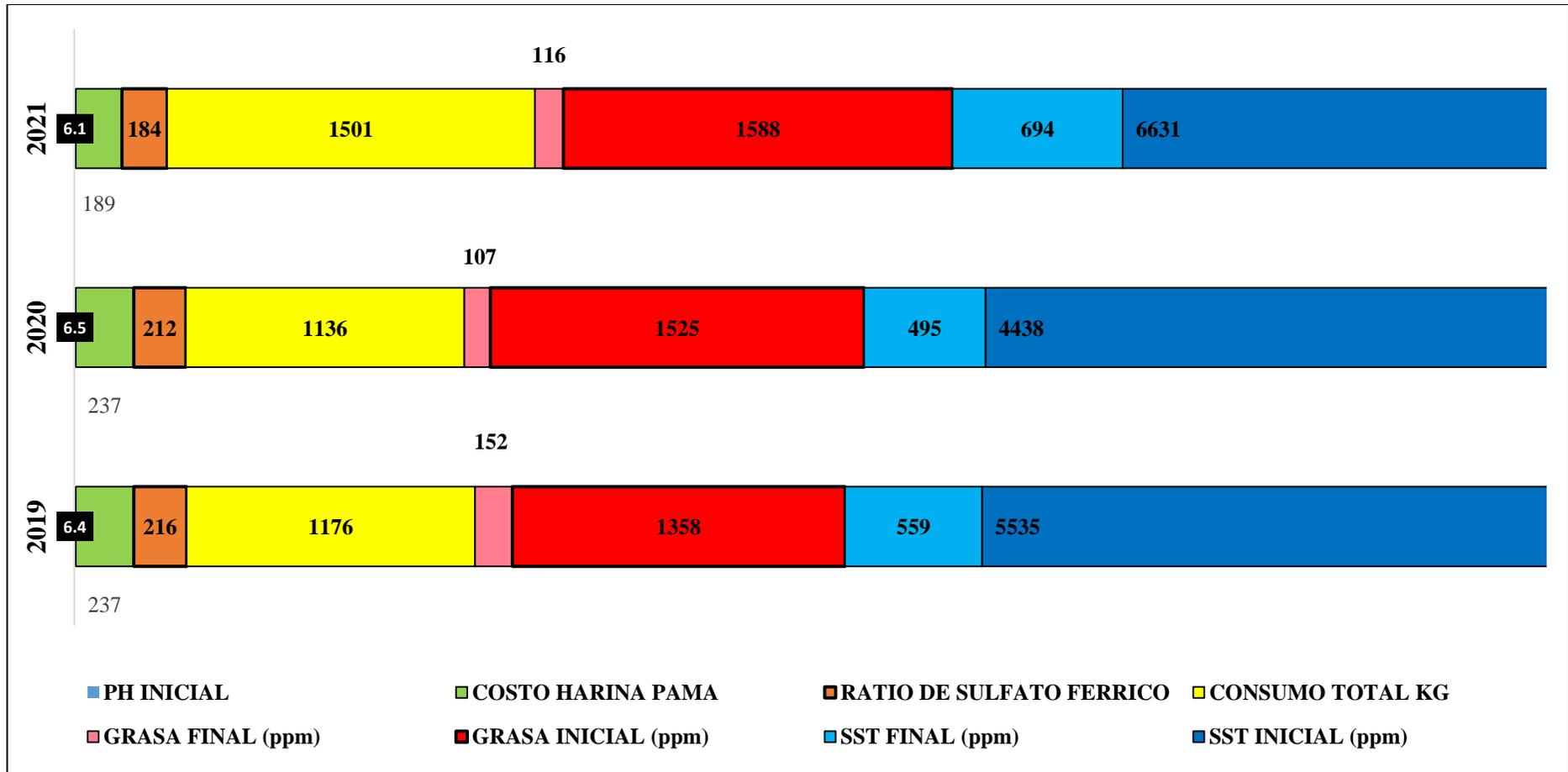


Anexo 54. Costo de producción de harina (\$/tm de harina) versus el consumo total (Kg) y la cantidad total de harina (tm), Temporada 2021- II.

Anexo 55. Tabla de contrastación de hipótesis, Temporada 2021–II.

PARAMETROS	2019	2020	2021
SST INICIAL (ppm)	5535	4438	6631
GRASA INICIAL (ppm)	1358	1525	1588
PH INICIAL	6.4	6.5	6.1
SST FINAL (ppm)	559	495	694
GRASA FINAL (ppm)	152	107	116
PH FINAL	5.2	5.4	5.8
CONSUMO TOTAL DE SULFATO FÉRRICO (Kg)	1176	1136	1501
COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/tm de harina)	237	237	189
RATIO DE CONSUMO DE SULFATO FERRICO (Kg/tm de harina)	216	212	184

Fuente: Elaboración propia



Anexo 56. Contrastación de Hipótesis

Anexo 57. Tabla diaria de datos obtenidos en el proceso de tratamiento de agua de bombeo.

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	DAF QUIMICO		COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA	RATIO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH		CONSUMO (Kg)	DOSIFICACION (ppm)			
01/01/19	129	296	1200	890	6.4	400	220	5.4	0.4	116	2905	247	67%	255
02/01/19	504	613	4600	1180	6.2	600	290	5.1	2.8	753	2734	308	87%	308
03/01/19	387	328	4300	1200	6.1	400	260	4.9	1.5	258	1767	250	91%	177
05/01/19	516	596	5900	930	6.3	540	240	5.3	3.3	807	2431	335	91%	225
30/04/19	688	269	8429	1120	6.4	641	234	5.7	2.1	560	2617	281	92%	291
01/05/19	180	1093	3800	1110	6.3	550	150	5.4	4.2	923	2182	310	86%	260
03/05/19	1276	485	8044	1040	6.1	558	226	5.3	4.0	896	2246	305	93%	225
04/05/19	313	1327	9638	1110	6.3	576	243	5.4	10.5	2424	2306	360	94%	231
05/05/19	660	257	3880	980	6.4	610	110	5.3	1.0	163	1663	327	84%	164
06/05/19	1178	1246	6911	950	6.2	539	122	5.2	7.3	2222	3032	250	92%	303
07/05/19	969	1377	8060	1030	6.1	672	121	5.3	9.5	2250	2373	237	92%	237
08/05/19	374	965	6274	1130	6.3	600	180	5.5	5.4	1162	2160	236	90%	216
09/05/19	637	720	6400	1190	6.1	610	220	5.0	4.5	644	1438	255	90%	144
10/05/19	300	489	9880	1000	6.0	455	100	5.1	4.6	1321	2847	248	95%	342
14/05/19	360	918	6560	1000	6.3	660	100	5.0	5.7	1183	2065	239	90%	208
15/05/19	369	1032	7598	1190	6.4	620	196	5.1	6.7	1735	2593	256	92%	259
16/05/19	508	1843	4030	1240	6.3	476	100	5.0	9.2	2135	2331	231	88%	233
23/05/19	97	201	4400	1000	6.8	400	200	5.3	0.9	189	2124	355	91%	236
24/05/19	458	789	4900	1600	6.4	640	250	5.1	4.1	665	1634	276	87%	181
25/05/19	807	1357	5926	1000	6.2	635	133	5.0	8.5	1911	2243	294	89%	224
26/05/19	534	852	6683	1000	6.3	596	104	5.1	3.9	696	1794	269	91%	179
27/05/19	374	654	9464	1000	6.3	669	240	5.0	3.9	515	1338	237	93%	267
28/05/19	430	309	4080	1000	6.3	620	100	5.0	1.2	370	2984	340	85%	155

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	DAF QUIMICO		COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA	RATIO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH		CONSUMO (Kg)	DOSIFICACION (ppm)			
29/05/19	588	1594	6666	1000	6.0	594	100	5.0	8.3	1355	1638	245	91%	164
30/05/19	700	589	4434	1000	6.2	539	102	1.1	1.9	250	1302	227	88%	129
31/05/19	10	428	5220	1540	6.4	520	120	5.0	3.7	406	1097	294	90%	122
01/06/19	180	348	4120	2000	6.3	640	100	4.9	1.7	277	1610	321	84%	166
05/06/19	129	406	4400	980	6.1	580	260	5.0	1.7	325	1919	258	87%	199
06/06/19	97	274	1760	1000	6.3	350	100	5.4	0.6	123	2118	316	80%	231
20/06/19	567	1188	3448	900	6.5	585	243	5.1	4.9	969	1978	217	83%	198
23/06/19	60	256	1160	1000	6.8	340	100	5.2	0.4	113	2794	235	71%	115
24/06/19	30	216	6200	2000	6.9	80	10	5.5	0.1	22	1517	280	99%	152
12/11/19	1035	1136	6515	1500	6.3	590	100	4.8	7.7	1357	1758	218	91%	212
13/11/19	323	325	4640	2000	6.3	510	100	4.7	1.8	496	2756	254	89%	206
14/11/19	573	647	3960	1000	6.5	360	100	4.8	2.7	684	2556	225	91%	223
15/11/19	789	998	4860	1000	6.4	525	100	4.5	4.8	1024	2132	220	89%	213
16/11/19	193	244	2800	1000	6.5	250	100	4.8	0.8	279	3614	255	91%	230
17/11/19	129	221	3450	1000	6.8	670	100	5.4	0.7	310	4141	290	81%	221
18/11/19	0	322	3520	1000	6.6	269	100	4.7	1.2	320	2607	286	92%	215
20/11/19	315	516	3280	1300	6.8	275	100	5.8	2.0	569	2853	229	92%	200
28/11/19	635	547.9	3820	2000	6.5	522	100	5.0	2.6	781	2985	270	86%	223
29/11/19	1697	1292	8837	2000	6.3	662	92	5.5	11.3	2044	1804	204	93%	200
30/11/19	508	282	6140	2000	6.4	480	50	5.1	2.0	731	3707	277	92%	231
01/12/19	290	951	8590	4000	6.4	660	100	5.5	10.3	1251	1211	101	92%	195
02/12/19	1105	1578	5281	2000	6.3	662	72	5.4	9.6	2087	2184	197	87%	211

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	DAF QUIMICO		COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA	RATIO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH		CONSUMO (Kg)	DOSIFICACION (ppm)			
03/12/19	943	1295	8868	2500	6.3	618	100	5.3	12.7	1888	1487	113	93%	206
04/12/19	355	805	5103	1000	6.4	576	100	5.1	4.0	1288	3210	278	89%	236
05/12/19	328	667	4680	1000	6.4	680	100	5.4	3.0	756	2519	203	85%	212
06/12/19	226	479	3420	1000	6.5	580	100	5.5	1.6	280	1700	172	83%	207
07/12/19	127	326	2400	1000	7.0	550	100	5.3	0.6	179	3232	366	77%	223
10/12/19	573	1114	2840	1000	6.7	470	100	5.8	3.3	784	2341	168	83%	214
11/12/19	657	805.6	3400	2000	6.4	590	100	5.2	3.5	1081	3100	270	83%	212
18/12/19	20	216	3700	1500	6.3	460	120	5.4	0.9	126	1374	210	88%	220
22/05/20	258	371	1120	1000	6.8	330	100	5.6	1.6	207	1278	320	71%	210
23/05/20	438	458	1500	1000	7.0	180	100	5.8	0.9	213	2278	379	88%	228
24/05/20	129	529	4000	1000	6.7	96	100	5.9	2.1	452	2163	298	98%	216
26/05/20	323	793	4320	2000	6.4	500	100	5.1	4.2	952	2283	265	88%	247
01/06/20	194	264	1900	1000	7.0	420	100	5.4	0.6	129	2233	341	78%	233
03/06/20	709	721	4440	2000	6.5	500	100	5.0	3.9	897	2318	279	89%	232
04/06/20	161	546	8046	2000	6.3	650	200	5.7	3.0	737	2490	209	92%	249
05/06/20	839	914	4013	1100	6.3	475	100	5.4	3.9	908	2310	287	88%	231
07/06/20	730	674	4177	1500	6.6	468	100	5.5	2.5	679	2664	272	89%	266
08/06/20	0	286	4400	1500	6.5	480	120	5.3	4.3	984	2288	317	89%	208
09/06/20	354	752	3520	1000	6.6	520	100	5.2	2.7	784	2908	292	85%	231
10/06/20	65	466	3200	2000	6.5	310	100	5.3	2.1	481	2345	234	90%	197
11/06/20	129	652	4360	1000	6.2	450	100	5.4	2.4	588	2420	226	90%	253
12/06/20	194	1110	3300	1000	7.0	425	100	6.2	3.9	952	2472	235	87%	256
13/06/20	129	855	4550	1000	6.8	480	100	5.5	3.9	840	2151	276	89%	227

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	DAF QUIMICO		COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA	RATIO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH		CONSUMO (Kg)	DOSIFICACION (ppm)			
14/06/20	540	298	3100	1000	6.6	360	100	5.3	1.0	274	2757	312	88%	281
15/06/20	637	1434	5029	1000	6.5	543	100	5.1	6.3	946	1501	231	89%	198
16/06/20	760	1053	5705	1500	6.4	598	100	4.9	6.3	1568	2509	259	90%	251
17/06/20	661	1299	4780	1400	6.6	624	100	5.2	5.6	1221	2181	233	87%	218
18/06/20	506	1138	6336	1900	6.5	558	100	5.1	7.4	1702	2304	253	91%	230
19/06/20	442	1201	5376	2000	6.5	341	100	5.4	6.7	1411	2112	260	94%	211
20/06/20	474	700	3920	1900	6.5	596	100	5.2	5.1	879	1713	283	85%	189
21/06/20	752	1217	7057	1800	6.6	496	100	5.3	5.1	790	1546	238	93%	185
22/06/20	827	889	4599	1600	6.6	438	100	5.5	5.8	874	1518	363	90%	152
23/06/20	258	623	7520	2000	6.4	480	100	6.0	4.5	1187	2612	241	94%	261
24/06/20	601	633	5200	1500	6.8	620	100	5.7	3.6	627	1728	235	88%	203
25/06/20	65	683	8200	2000	6.6	640	100	5.5	5.9	1372	2313	203	92%	259
26/06/20	1143	1830	5648	1600	6.5	538	100	5.6	11.6	2520	2168	209	90%	217
27/06/20	444	188	7400	2000	0.0	530	100	5.5	1.8	322	1819	320	93%	244
28/06/20	323	578	4800	1500	6.6	630	100	5.2	3.0	885	2993	293	87%	215
29/06/20	536	647	3773	1100	6.6	562	100	5.6	2.6	526	1992	312	85%	199
30/06/20	450	1067	5078	1500	6.6	637	100	5.3	5.6	1602	2847	266	87%	245
01/07/20	1042	1195	5918	1500	6.8	405	100	5.7	7.5	2117	2837	243	93%	236
02/07/20	193	598	5800	1500	6.6	470	100	5.5	3.9	1131	2901	240	92%	241
06/07/20	161	520	3500	1500	6.9	500	100	5.5	2.1	589	2802	248	86%	264
12/07/20	258	581	2880	1000	6.8	430	100	5.7	1.8	476	2660	277	85%	279
13/07/20	65	205	1800	2000	6.9	280	100	5.6	0.6	106	1652	290	84%	165
12/11/20	94	513	2370	1000	6.7	420	100	5.2	1.3	235	1749	184	82%	175

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	DAF QUIMICO		COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA	RATIO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH		CONSUMO (Kg)	DOSIFICACION (ppm)			
13/11/20	355	785	6360	1500	6.0	650	150	4.7	5.1	940	1845	256	90%	184
14/11/20	355	734	5977	1900	6.2	229	120	5.0	4.7	845	1804	270	96%	208
15/11/20	97	362	3740	2000	6.8	380	100	5.4	1.7	286	1632	158	90%	201
16/11/20	411	1255	3710	1500	6.5	620	150	4.9	5.1	989	1931	204	83%	217
17/11/20	194	1078	5205	1000	6.3	660	150	6.1	6.0	1161	1946	195	87%	204
18/11/20	161	483	1454	1200	6.4	432	100	5.2	1.0	245	2535	213	70%	275
19/11/20	65	165	1390	900	6.3	320	150	5.3	0.3	61	2209	353	77%	235
21/11/20	65	533	3810	1000	6.2	520	100	5.2	2.1	213	1037	181	86%	198
22/11/20	65	767	2890	1000	6.5	680	100	5.3	2.2	515	2348	210	76%	185
24/11/20	65	337	1140	800	6.6	220	100	5.2	0.5	100	1991	230	81%	285
25/11/20	65	300	2490	1000	6.2	490	100	5.0	0.8	121	1516	235	80%	222
30/11/20	823	1488	3490	1600	6.3	656	100	5.0	6.6	925	1411	179	81%	174
01/12/20	411	570	7080	1980	6.1	600	100	5.0	4.4	1034	2361	205	92%	197
03/12/20	887	1081	2356	1080	6.6	611	100	5.3	4.1	1019	2505	193	74%	264
04/12/20	161	865	3978	1000	6.6	574	100	5.4	3.6	818	2286	199	86%	185
06/12/20	669	974	4280	1500	6.4	680	100	5.6	4.5	950	2123	211	84%	193
07/12/20	823	1484	4532	2000	6.3	646	100	5.4	8.6	2140	2487	197	86%	187
08/12/20	354	1079	6727	2500	6.3	640	120	5.8	7.2	1893	2636	205	90%	179
09/12/20	32	339	3990	1000	6.6	580	150	5.1	1.3	277	2087	214	85%	180
10/12/20	65	1081	5850	1500	6.3	660.0	150	5.2	6.5	1254	1931	173	89%	185
11/12/20	65	767	3410	2000	6.4	520.0	100	5.6	3.4	907	2689	202	85%	190
12/12/20	226	720	4650	1500	6.5	460.0	100	5.2	3.7	753	2035	215	90%	199
13/12/20	65	960	4620	2000	6.4	580.0	100	5.3	5.2	1210	2308	173	87%	175

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	DAF QUIMICO		COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA	RATIO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH		CONSUMO (Kg)	DOSIFICACION (ppm)			
16/12/20	1073	939	7879	2700	6.8	690	100	5.1	5.8	1473	2545	199	91%	165
17/12/20	637	1544	6257	2190	6.2	696	100	5.2	9.3	2206	2373	206	89%	168
18/12/20	161	920	4070	1600	6.2	550	100	5.1	4.1	705	1709	181	86%	170
19/12/20	129	616	3310	1000	6.2	480.0	100	5.2	2.1	515	2441	206	85%	184
20/12/20	65	384	1040	1000	6.6	344.0	100	5.2	0.6	137	2435	278	67%	244
21/12/20	32	386	1100	1000	6.6	340	180	5.6	0.6	126	2248	287	69%	250
23/12/20	770	1322	4422	1900	6.3	680	120	5.5	10.5	2061	1968	174	85%	197
24/12/20	32	362	7830	2500	6.4	362	100	5.4	3.2	498	1571	243	95%	168
27/12/20	354	537	7648	3700	6.3	664	100	5.2	4.4	1002	2285	208	91%	190
28/12/20	94	529	8160	3500	6.2	690	100	5.1	5.3	1023	1936	213	92%	194
31/12/20	97	481	6190	1500	6.3	680	150	5.4	3.0	829	2741	199	89%	210
01/01/21	61	472	5780	2000	6.5	650	100	5.6	3.0	669	2204	189	89%	200
04/01/21	97	398	7460	2500	6.3	660	100	5.4	3.4	532	1578	255	91%	168
05/01/21	89	384	3440	1000	6.8	644	150	5.5	1.3	373	2911	263	81%	195
08/01/21	84	528	3400	1500	6.7	578	100	5.3	2.0	599	2974	221	83%	221
09/01/21	194	1168	6701	1900	6.4	618	150	5.3	7.9	1254	1598	178	91%	170
12/01/21	129	646	3990	1500	6.7	550	100	5.6	2.8	487	1746	187	86%	185
14/01/21	32	289	1210	1000	6.8	540	100	5.7	0.4	183	4413	301	55%	225
16/01/21	42	388	3360	1000	6.9	420	100	5.8	1.3	213	1605	211	88%	181
21/01/21	45	390	3200	1000	6.9	350	100	5.4	1.3	213	1624	215	89%	172
25/04/21	65	400	4200	2000	6.3	600	100	5.9	2.0	316	1565	200	86%	172
28/04/21	227	1557	4018	1199	7.0	600	100	6.3	6.5	1350	2089	175	85%	182

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	DAF QUIMICO		COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA	RATIO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH		CONSUMO (Kg)	DOSIFICACION (ppm)			
29/04/21	601	537	4800	1000	6.4	530	100	6.2	2.6	381	1493	180	89%	221
30/04/21	32	1091	5514	1000	5.8	440	100	5.7	5.6	1034	1833	210	92%	192
01/05/21	32	1482	4800	1500	6.5	540	100	6.4	7.7	1422	1845	186	89%	198
02/05/21	0	751	4040	1000	6.6	470	100	6.6	3.1	274	890	203	88%	219
03/05/21	0	567	2280	1500	6.5	483	100	6.4	1.7	314	1883	215	79%	228
04/05/21	411	1376	5413	1600	6.4	538	100	6.1	10.0	1758	1766	172	90%	174
05/05/21	65	349	9200	2000	5.7	69	100	5.5	3.5	762	2153	131	99%	205
06/05/21	97	463	5600	2000	5.7	560	200	6.0	2.9	440	1512	102	90%	210
07/05/21	65	1538	5192	2200	5.6	532	180	5.6	9.7	1820	1882	140	90%	190
15/11/21	758	515	11700	3000	5.7	390	300	5.5	6.6	932	1406	201	97%	181
16/11/21	250	1456	7297	2760	6.3	750	150	6.0	10.9	1688	1556	191	90%	176
17/11/21	345	1300	16490	2200	5.8	775	125	5.8	19.4	2684	1382	193	95%	158
18/11/21	65	1105	12610	3000	6.2	2935	226	5.7	12.7	1636	1289	185	77%	170
19/11/21	379	773	9615	3000	5.7	560	200	5.7	8.4	1117	1326	202	94%	183
20/11/21	840	1553	8842	2000	5.6	580	100	5.6	14.3	2904	2028	184	93%	169
21/11/21	380	1361	14009	2000	6.0	3928	100	5.5	14.3	2027	1420	188	72%	172
22/11/21	637	906	10931	1000	5.6	198	50	5.5	8.2	1576	1923	191	98%	187
23/11/21	734	284	8748	1000	5.9	589	100	5.8	5.2	888	1702	299	93%	190
24/11/21	129	1746	7030	1000	5.9	640	100	5.9	11.5	3063	2664	193	91%	170
25/11/21	65	681	8150	1000	5.6	700	100	5.7	5.2	1551	2967	205	91%	197
29/11/21	874	1281	5072	1500	5.8	550	100	5.8	7.5	1887	2516	188	89%	192
30/11/21	379	1118	9016	1500	5.8	399	100	5.6	10.2	2223	2170	190	96%	177
01/12/21	0	357	20790	3000	5.3	700	200	5.5	7.5	1350	1799	220	97%	190

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	DAF QUIMICO		COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA	RATIO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH		CONSUMO (Kg)	DOSIFICACION (ppm)			
04/12/21	547	1138	13875	1500	6.3	2137	100	6.2	11.0	2411	2192	194	85%	179
06/12/21	64	678	7200	2000	6.4	680	100	6.5	5.2	832	1585	209	91%	199
07/12/21	0	1266	5884	2000	5.9	451	100	5.7	8.6	1445	1680	186	92%	188
08/12/21	923	892	11709	1500	5.6	450	100	5.4	11.5	1630	1417	197	96%	172
09/12/21	97	1149	6827	2000	5.7	600	100	5.6	7.4	1506	2035	195	91%	184
10/12/21	0	511	5910	1000	6.1	400	100	5.6	3.0	325	1080	200	93%	218
11/12/21	540	927	8836	1500	5.8	550	100	6.1	7.5	1240	1652	190	94%	195
12/12/21	0	451	11050	2000	5.3	400	100	5.7	5.2	1180	2268	211	96%	199
13/12/21	0	372	2320	1000	6.8	600	100	6.4	0.9	159	1773	219	74%	227
14/12/21	288	328	3380	1000	6.2	300	100	5.5	1.2	297	2473	214	91%	213
15/12/21	1141	1301	4009	1000	5.6	550	100	5.5	4.9	1420	2897	137	86%	209
16/12/21	476	503	5995	1500	5.4	600	150	5.7	6.2	1362	2194	203	90%	198
17/12/21	70	1472	7962	1500	5.5	451	150	5.3	12.3	2534	2059	189	94%	176
18/12/21	0	982	8290	1000	5.4	540	100	5.3	7.8	1344	1722	187	93%	182
19/12/21	400	379	6580	1000	5.6	300	100	5.9	2.5	409	1637	221	95%	164
20/12/21	129	685	2489	1490	5.8	549	100	5.4	2.1	507	2409	198	78%	201
21/12/21	0	682	3990	1000	5.7	400	100	5.8	2.8	599	2128	192	90%	193
28/12/21	0	659	3070	1000	5.9	500	100	5.7	2.1	552	2626	194	84%	203

Anexo 58. Tabla mensual de datos obtenidos en el proceso de tratamiento de agua de bombeo.

FECHA	INGRESO DAF QUIMICO					EFLUENTE DAF QUIMICO			HARINA PAMA (tm)	CONSUMO TOTAL (kg)	DOSIFICACIÓN (ppm)	COSTO HARINA (\$/tm)	EFICIENCIA (%)	RATIO DE CONSUMO DE SULFATO FERRICO (kg/tm)	% REMOCIÓN SST	% REMOCIÓN DE GRASA
	VOLUMEN NO TRATADO (m3)	VOLUMEN TRATADO (m3)	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH	SST (ppm)	GRASA (ppm)	PH								
1/01/2019	384	458	4421	1055	6.2	512	257	5.1	2.3	652	2804	306	80	234	88%	76%
1/04/2019	688	269	8429	1120	6.4	641	234	5.7	2.1	560	2617	281	85	262	92%	79%
1/05/2019	541	854	6464	1101	6.2	584	149	5.0	6.5	1482	2293	269	85	218	91%	86%
1/06/2019	177	448	3510	1163	6	504	180	5	3	624.0	2266	251.3	78	186.6	86%	84%
1/11/2019	563	594	5487	1485	6.4	506	96	5.0	5.2	1241	2364	228	85	211	91%	94%
1/12/2019	480	824	5383	1885	6.4	600	95	5.4	6.6	1440	2184	167	88	209	89%	95%
2019	472	574	5535	1358	6.4	559	152	5.2	4.9	1176	2393	237	85	216	90%	89%
1/05/2020	287	538	3090	1369	6.7	303	100	5.5	2.5	618	2443	295	87	222	90%	93%
1/06/2020	461	811	5095	1507	6.5	521	103	5.4	5.2	1189	2288	258	86	219	90%	93%
1/07/2020	344	620	4648	1439	6.8	430	100	5.6	4.4	1407	3226	249	89	241	91%	93%
1/11/2020	216	677	3832	1335	6.4	543	120	5.2	4.0	793	1990	212	82	199	86%	91%
1/12/2020	327	815	5017	1869	6.4	606	110	5.3	5.5	1356	2444	199	78	188	88%	94%
2020	327	692	4438	1525	6.5	495	107	5.4	4.5	1136	2536	237	84	212	89%	93%
1/01/2021	86	518	4744	1581	6.6	569	117	5.5	3.5	742	2103	206	83	182	88%	93%
1/04/2021	231	896	4611	1198	6.5	541	100	6.1	5.1	969	1889	191	84	188	88%	92%
1/05/2021	134	932	5007	1691	6.2	501	126	6.1	7.0	1334	1900	162	85	192	90%	93%
1/11/2021	449	1083	9876	1925	5.9	1088	127	5.7	11.4	2046	1797	195	86	175	89%	93%
1/12/2021	245	780	7637	1452	5.8	636	109	5.7	7.2	1552	2170	196	90	187	92%	93%
2021	229	842	6631	1588	6.1	694	116	5.8	7.3	1501	2046	189	86	184	90%	93%



Anexo 59. Clarificador



Anexo 60. Prueba de coagulante



Anexo 61. Prueba de dosificación de coagulante



Anexo 62. Toma de muestra de ingreso de agua de bombeo



Anexo 63. Laboratorio de análisis



Anexo 64. Anotación de los datos obtenidos in situ.