



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN
DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA
PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE
PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MONICA CHOQUE COPARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MONICA CHOQUE COPARI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

: 
M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 506-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de noviembre de 2024

VISTOS:

El OFICIO N° 100-2024-D/EPISA/FICP-UANCV del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°469-2024 de fecha 11 de octubre de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- * **Asesor** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 13 de noviembre de 2024
- * **HORA** : 09:00
- * **LUGAR** : Aula 306 - pabellón de hidráulica

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. MILTHON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95331



RESOLUCIÓN DECANAL N° 469-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de octubre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 160-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias, **INFORME N° 026-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1481-2022-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **01 de diciembre de 2022** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **26 de setiembre de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, con el tema titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Mgrtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 912-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**, para optar el Título Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, con el Tema Titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

C.c.
archivo 2024
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍA Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 449-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de setiembre de 2024

VISTOS.-

El **INFORME N° 086-2024-D/EPISA/FICP-UANCV**, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, del Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI** ha solicitado cambio del **presidente** de la terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA** aprobado con la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1481-2022-D-FICP-UANCV** de fecha 01 de diciembre de 2022; conformado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI
- ❖ **1er. Miembro** : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
- ❖ **2do. Miembro** : Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Qué; el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** ha tomado conocimiento el cambio del **presidente** a solicitud del interesado en la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la terna de la sub comisión de evaluación del **Proyecto de Investigación**, conforme lo establece el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, a los documentos de VISTOS, mediante el cual informa la designación de la nueva terna de la sub comisión de evaluación; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del Comité de Investigación de la escuela profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, el cambio del **presidente** de la Terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación** presentado por el bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**, titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**, para optar el título profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** quedando la conformación del sub comité de evaluación de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- ❖ **1er. Miembro** : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
- ❖ **2do. Miembro** : Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- ❖ **Asesor (a)** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ARTICULO SEGUNDO. - **Disponer** a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, borrador de trabajo de investigación o sustentación del trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable de investigación y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

DR. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 148-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de abril de 2024

VISTOS.-

El **OFICIO N° 038-2024-D/EPISA/FICP-UANCV**, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, del Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI** ha solicitado cambio del **segundo miembro y asesor** de la terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA** aprobado con la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1481-2022-D-FICP-UANCV** de fecha 01 de diciembre de 2022; conformado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- ❖ **1er. Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- ❖ **2do. Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**

Qué; el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** ha tomado conocimiento que él, **segundo miembro y asesor** no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la terna de la sub comisión de evaluación del **Proyecto de Investigación**, conforme lo establece el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, a los documentos de **VISTOS**, mediante el cual informa la designación de la nueva terna de la sub comisión de evaluación; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del Comité de Investigación de la escuela profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, el cambio del **segundo miembro y asesor** de la Terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación** presentado por el bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**, titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**, para optar el título profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** quedando la conformación del sub comité de evaluación de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- ❖ **1er. Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- ❖ **2do. Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

ARTICULO SEGUNDO. - **Disponer** a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, borrador de trabajo de investigación o sustentación del trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - Reconocer como **ASESOR** del Proyecto de Investigación al (a) la) docente **ordinario**, **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTICULO CUARTO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable de investigación y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese

CC.
Archivo 2024
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 5531



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

~~RESOLUCIÓN DECANAL N° 794 - 2023-D-FICP-UANCV~~

Juliaca, 17 de agosto de 2023

VISTOS.-

El, **Expediente** N° 2023-CU-09871 presentando por el (la) bachiller; **MONICA CHOQUE COPARI** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quien solicita rectificación de **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1481-2022-D-FICP-UANCV** del título del **Proyecto de Investigación**, del tema titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPAGRO - CABANA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

CONSIDERANDO:

Que, en la **RESOLUCIÓN DECANAL N°1481-2022-D-FICP-UANCV**, el título del **Proyecto de Investigación** ha sido aprobado de la siguiente manera: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPAGRO - CABANA**.

Que, conforme a la **RESOLUCION N° 0296-2023-CU-R**, donde indicia en la parte resolutive en vía de regularización y de forma excepcional, el trámite de grados y títulos con observaciones de aspectos formales para la presentación de trabajos de investigación como: "comillas, abreviaturas y siglas", de expedientes sustentados solo hasta el 28 de abril del 2023, por los egresados y bachilleres de pre y posgrado de la Universidad "Andina Néstor Cáceres Velásquez" de JULIACA;

Que, según disposición de la Oficina de Investigación, perteneciente al Vicerrectorado de Investigación de la UANCV; de acuerdo al Reglamento Institucional y reglas de redacción gramatical: los títulos de investigación o tesis; no deberán contener ni llevar ABREVIATURA, SIGLAS, COMILLAS NI PUNTO AL FINAL DEL TITULO; y,

Estando, en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR, la **RECTIFICACIÓN** del título del **Proyecto de Investigación** presentado por el (la) bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**, debiendo considerarse a partir de la fecha con el título siguiente: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA**, el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**
- * **Asesor (a)** : **Ing. KAREN KELLY QUISPE QUISPE**

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO CUARTO. - La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 05531

cc.
archivo 2023
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1481-2022-D-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de diciembre de 2022

VISTOS:

El **INFORME N° 683-2022-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 058-2022-UANCV-FICP-EPISA-SCE-A9/cjlm** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 025-2022-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **18 de noviembre de 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el tema titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPAGRO - CABANA**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPAGRO - CABANA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**; y,

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPAGRO - CABANA**, correspondiente a la línea de investigación: **SANEAMIENTO AMBIENTAL**; y,

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **MONICA CHOQUE COPARI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPAGRO - CABANA**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente contrato de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **M.Sc. YASMANI ALAN VARGAS RAMOS**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
archivo 2022
interesado (a)
/nyq.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



EFEECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICAZES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MONICA CHOQUE COPARI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73942841
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-4199-9326
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	48865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876

Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Cabana Edificio: COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA Coordenadas Latitud: 15°38'54.87"S Longitud. 70°19'6.78"O URL Maps https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1ov19vq6p-Q-A2v51jULJuc-4Q7wGYEA&ll=-15.648512550930786%2C-70.31869631585947&z=20</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2022 – Diciembre 2023
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ciencias del medio ambiente https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#1.05.08</p>
Librería	



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MONICA CHOQUE COPARI, identificado con DNI Nro. 73942841, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

"EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA"

Asesorado por: EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 31 de DICIEMBRE del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

Encomiendo este trabajo de tesis a mis padres Martin Choque y Julia Copari por ser mis primeros maestros que a pesar de las dificultades que tuvimos en la vida siempre me brindaron su amor, su confianza y su respaldo sin condiciones durante todo mi proceso de formación académica. A mis hermanas y hermanos: Yesica, Dara, Luis y Mathias por su aliento y motivación constante. Finalmente, dedico esta investigación a Rildo Yomar, mi aliado incondicional, cuya generosidad, fe en mis capacidades y apoyo constante marcaron profundamente mi vida.



AGRADECIMIENTO

A mi casa de estudio la “Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez-UANCV”, gracias por darme la posibilidad de aprender en sus instalaciones. A mis hermanos (as), amigos (a) por su incondicional apoyo y sus palabras llenas de energía y motivación para el progreso de esta investigación.

Al Dr. Efraín Parillo Sosa gracias por ser mi asesor en esta investigación y por su paciencia y brindarme respuestas claras y concisas durante toda la tesis.

A mis Jurados de Tesis Dr. Leonel Suasaca Pelinco, Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales, M.Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca en el desarrollo y conclusión del trabajo de investigación.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación de la investigación	4
1.5. Hipótesis de la investigación	5
1.5.1. Hipótesis general	5



1.5.2. Hipótesis específica 5

1.6. Variables 5

1.6.1. Variable independiente 5

1.6.2. Variable dependiente 6

1.7. Operacionalización de variables..... 6

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación 7

2.1.1. Antecedentes Internacionales 7

2.1.2. Antecedentes nacionales..... 10

2.1.3. Antecedentes locales..... 13

2.2. Marco teórico 15

2.2.1. Lactosuero 15

2.2.2. Composición del lactosuero..... 15

2.2.3. Clasificación del lactosuero 16

2.2.4. Contaminación ocasionada por Lactosuero 17

2.2.5. Microorganismos eficaces 20

2.2.6. Microorganismos eficaces 21

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de la investigación..... 34



3.2. Tipo de la investigación	34
3.3. Nivel de investigación	34
3.4. Enfoque de investigación	35
3.5. Población y muestra	35
3.5.1. Población	35
3.5.2. Muestra	35
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.6.1. Técnicas.....	35
3.6.2. Instrumentos	36
3.7. Materiales y equipos.....	36
3.8. Ubicación de la zona en estudio.....	37
3.9. Procedimiento metodológico	38
3.9.1. Conocer la calidad del lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana en términos de DBO ₅ , DQO y pH.	38
3.9.2. Determinar la dosis óptima de microorganismos eficaces para reducir las concentraciones de DBO ₅ y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana..	39
3.9.3. Determinar el porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO ₅ , DQO y variación del potencial de hidrógeno en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.....	44



3.10. Contratación de hipótesis 44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados 45

4.1.1. Conocer la calidad del lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana en términos de DBO₅, DQO y pH. 45

4.1.2. Determinar la dosis óptima de microorganismos eficaces para reducir las concentraciones de DBO₅ y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.. 47

4.1.3. Determinar el porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO₅, DQO y variación del potencial de hidrógeno en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana..... 50

4.2. Resultado de Contratación de Hipótesis 58

4.2.1. Deseño estadístico 58

4.3. Discusiones..... 63

CONCLUSIONES..... 66

RECOMENDACIONES 67

BIBLIOGRAFÍA 68

ANEXOS..... 73



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de variables.....	6
Tabla 2 Concentración nutricional en suero dulce y suero ácido.....	16
Tabla 3 Escala para clasificar la calidad del agua según la necesidad bioquímica de oxígeno (DBO5.....	18
Tabla 4 Escala para clasificar la calidad del agua según la demanda bioquímica de oxígeno (DQO).	19
Tabla 5 Índice y grado de biodegradabilidad.....	20
Tabla 6 Tipo de metabolismo fermentativo y morfología de las bacterias ácido lácticas.....	22
Tabla 7 Ácido láctico y sus propiedades fisicoquímicas.	26
Tabla 8 Organismos fotosintéticos y su diversidad.	27
Tabla 9 Volúmenes requeridos para la para activar el producto de la tecnología EM•AGUA.....	41
Tabla 10 Comparación de los resultados con los Valores Máximos Admisibles (VMA) para aguas no doméstica.....	46
Tabla 11 Resultados de la demanda química de oxígeno antes y después de la aplicación de los microorganismos eficaces.....	48
Tabla 12 Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno antes y después de la aplicación de los microorganismos eficaces.....	49
Tabla 13 Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 2 días de tratamiento.	51



Tabla 14 Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 4 días de tratamiento.	53
Tabla 15 Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 6 días de tratamiento.	54
Tabla 16 Resultados del potencial de hidrógeno antes y después de la aplicación de los microorganismos eficaces.	55
Tabla 17 Resultados de la temperatura antes y después de la aplicación de los microorganismos eficaces.....	57
Tabla 18 Evaluación de la normalidad Shapiro – Wilk.	59
Tabla 19 Análisis de varianza.....	60
Tabla 20 Prueba post hoc.....	61
Tabla 21 Prueba estadística ANOVA (Reducción de materia orgánica vs	62



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Esquema de una bacteria Láctica.....	23
Figura 2 Fermentación láctica Homofermentativa.	24
Figura 3 Fermentación láctica heterofermentativa.....	25
Figura 4 Isómeros de ácido láctico.....	25
Figura 5 Diagrama de las diferentes formas de levaduras.	29
Figura 6 Estructura de la levadura.	30
Figura 7 El impacto del pH sobre Um.	31
Figura 8 El impacto del pH sobre Um.	31
Figura 9 Ubicación del área en estudio.....	38
Figura 10 Esquema de preparación con solución de ME•AGUA®.....	41
Figura 11 Distribución del diseño experimental para el tratamiento del lactosuero....	42
Figura 12 Aplicación de choque de microorganismos eficientes.	43
Figura 13 Medición del pH y temperatura con el equipo multiparámetro.	43
Figura 14 Resultados de los parámetros fisicoquímicos del lactosuero de la planta Coopagro-Cabana.....	46
Figura 15 Comparación de la demanda química del oxígeno en relación con los días y las diferentes dosis de microorganismo eficaces.....	48
Figura 16 Comparación de la demanda bioquímica del oxígeno en relación con los días y las diferentes dosis de microorganismo eficaces.....	50



Figura 17 Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 2 días de tratamiento....	52
Figura 18 Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 4 días de tratamiento....	53
Figura 19 Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 6 días de tratamiento....	55
Figura 20 Comparación del potencial de hidrógeno en relación con los días y las diferentes dosis de microorganismo eficaces.	56
Figura 21 Comparación de la temperatura en relación con los días y las diferentes dosis de microorganismo eficaces.	57



RESUMEN

La investigación surge porque la planta quesera Coopagro-Cabana genera lactosuero dulce que es vertido sin tratamiento al sistema de alcantarillado, causando obstrucciones, malos olores y sobrecarga de contaminantes orgánicos en lagunas de facultativas; por ello se plantea el objetivo general de evaluar la reducción de materia orgánica presente en lactosuero de la planta de procesamiento Cooperativa Agroindustrial de productores agropecuarios Cabana. Se realizó el muestreo de aguas residuales para analizar contaminantes orgánicos (DBO_5 y DQO) y parámetros complementarios (pH y temperatura). Luego, se activaron microorganismos eficaces (ME) aplicados en seis tratamientos de 2 litros de lactosuero con diferentes dosis (0 a 3 ml). La experimentación duró 6 días, con controles de parámetros en los días 2, 4 y 6. En los resultados evidenciaron que la caracterización inicial del lactosuero mostró niveles elevados de DBO_5 (4695 mg/L) y DQO (8960 mg/L), con un pH ligeramente ácido de 6.25; asimismo, se determinó que el tratamiento dos, a los cuatro días, redujo la concentración de DQO en un 90.07 % (890 mg/L) y la de DBO_5 en un 87.07 % (492 mg/L), mientras que el pH aumentó su acidez, situándose entre 3.6 y 4.2. Se concluye que hubo una reducción significativa de la DBO_5 y DQO, con un nivel de significancia estadística inferior a $p \leq 0.05$, según los análisis estadísticos realizados.

Palabras clave: Microorganismos eficaces, dosis optima, DBO_5 , DQO, Lactosuero.



ABSTRACT

The research arose because the Coopagro-Cabana cheese plant generates sweet whey that is discharged untreated into the sewage system, causing obstructions, bad odors and an overload of organic contaminants in facultative lagoons; therefore, the general objective was to evaluate the reduction of organic matter present in whey from the processing plant of the Cabana Agroindustrial Cooperative of Agricultural and Livestock Producers. Wastewater sampling was carried out to analyze organic contaminants (BOD₅ and COD) and complementary parameters (pH and temperature). Then, effective microorganisms (EM) were activated and applied in six treatments of 2 liters of whey with different doses (0 to 3 ml). The experiment lasted 6 days, with parameter controls on days 2, 4 and 6. The results showed that the initial characterization of the whey showed high levels of BOD₅ (4695 mg/L) and COD (8960 mg/L), with a slightly acid pH of 6.25; it was also determined that treatment two, after four days, reduced the concentration of COD by 90.07 % (890 mg/L) and BOD₅ by 87.07 % (492 mg/L), while the pH increased its acidity to between 3.6 and 4.2. It is concluded that there was a significant reduction in BOD₅ and COD, with a statistical significance level of less than $p \leq 0.05$, according to the statistical analyses performed.

Keywords: Effective microorganisms, optimal dose, BOD₅, COD, whey.



INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de contaminación del agua es la descarga de efluentes y aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento, tanto en fuentes naturales como en sistemas de alcantarillado (Acuña, et al., 2022); esta problemática es especialmente relevante en las industrias queseras, donde el alto volumen de lactosuero generado y su composición compleja pueden ocasionar impactos ambientales severos si no se implementan medidas de manejo y tratamiento eficientes (Apaza, 2022). La planta de la Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios ubicada en el distrito de Cábana enfrenta un desafío significativo en la gestión del lactosuero generado durante el proceso de producción quesera, este subproducto presenta elevados niveles de materia orgánica, medidos a través de la demanda bioquímica y química de oxígeno (DBO y DQO), que superan los límites máximos permitidos por la normativa ambiental vigente (Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA); además, es vertido sin tratamiento al sistema de alcantarillado, causando obstrucciones, malos olores y sobrecarga de contaminantes orgánicos en lagunas de facultativas.

En este contexto, el tratamiento biológico mediante microorganismos eficaces constituye una opción viable para la reducción de la carga orgánica del lactosuero, promoviendo procesos de biodegradación más eficientes y sostenibles. Teniendo la siguiente información se da inicio al desarrollo del siguiente trabajo de investigación, titulado: "Efecto de los microorganismos eficaces en la reducción de materia orgánica presente en lactosuero de la Planta Cooperativa Agroindustrial De Productores Agropecuarios Cabana"; el cual contiene IV capítulos que a continuación se menciona:



El **capítulo I** define el problema que se está estudiando, los objetivos, la justificación y las hipótesis sugeridas. Del mismo modo, el **capítulo II** establece las referencias bibliográficas (antecedentes), el marco teórico y el marco conceptual, para continuar con el **capítulo III**, que detalla el enfoque y el tipo de investigación, la población y el conjunto, los métodos y herramientas, la metodología y el diseño estadístico. Del mismo modo, en el **capítulo IV** se detallan los resultados obtenidos, acompañados de debate y ensayos estadísticos; y, finalmente, se alcanzan las conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

A contexto mundial, uno de los principales daños al entorno natural está asociado al vertimiento de aguas residuales industriales sin el debido tratamiento (Quille, 2019); la composición, cantidad y complejidad de estos efluentes varía según la actividad productiva, presentando sustancias inorgánicas y orgánicas no degradables que dificultan su gestión ambiental (Apaza, 2017).

Dentro de este contexto, las industrias del sector lácteo destacan por generar uno de los efluentes más contaminantes, en ausencia de un manejo adecuado, grandes volúmenes de lactosuero son vertidos sin tratamiento al sistema de drenaje o alcantarillado (Asas, et al., 2021); este residuo posee una alta carga orgánica, expresada en 3.5 kg de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y 6.9 kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 kg de suero de leche, equivalente a la contaminación generada por 45 personas en aguas residuales diarias (Ramírez & Chávez, 2017).



En Pakistán, generan hasta 1.56 millones de litros diarios de lactosuero en temporada alta, con 58% vertido sin tratar, causando contaminación ambiental (GAIN, 2024); de manera similar, Silva (2018) reporta que en la cuenca del río Pomba, en Brasil, el 80 % de los 631,440 litros diarios de lactosuero generados se vierte sin tratamiento, lo que resulta en una carga orgánica equivalente al 70.5 % de la población que habita dicha cuenca.

Aproximadamente 2.855,74 toneladas de agua de manantial y 12 toneladas de aguas subterráneas son utilizadas por la industria quesera de la región de Puno, que también produce 15.192,54 toneladas de efluentes líquidos, 8.281,65 toneladas de salmuera dulce - parte de la cual se utiliza para la alimentación animal y con frecuencia termina en el medio ambiente - y 4.055,15 toneladas de leche salada que se libera en el medio ambiente (Lope, 2024).

Actualmente, la planta quesera Coopagro-Cabana enfrenta un problema ambiental crítico debido a la generación de lactosuero dulce, este subproducto es utilizado en mínima medida para alimentación animal, mientras que la mayor parte es vertida al alcantarillado municipal sin tratamiento con niveles de DBO de 4695 mg/L., DQO de 8960 mg/L. y un pH de 6.25, superando los valores máximos permisibles (DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA) destinada directamente al vertido final adyacentes al río Challuni, afectando áreas agrícolas y pastizales, así como la fauna local, incluyendo ovinos y vacunos; ante ello, se fomenta la realización de esta investigación planteándose las siguientes cuestiones.



1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en la reducción de la materia orgánica presente en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Qué calidad presenta el lactosuero en términos de DBO_5 , DQO y pH de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana?
- ¿Cuál es la dosis óptima de microorganismos eficaces para reducir las concentraciones de DBO_5 y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana?
- ¿Cuánto es el porcentaje de reducción de la DBO_5 , DQO y la variación del pH en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en la reducción de la materia orgánica presente en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Conocer la calidad del lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana en términos de DBO_5 , DQO y pH.



- ✓ Determinar la dosis óptima de microorganismos eficaces para reducir las concentraciones de DBO_5 y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.
- ✓ Determinar el porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO_5 , DQO y variación del potencial de hidrógeno en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.

1.4. Justificación de la investigación

El manejo de aguas residuales industriales requiere la aplicación de diversas tecnologías y productos químicos para adecuar la calidad del efluente a los Valores Máximos Admisibles (VMA) para aguas no domiciliarias, según lo establecido en el D.S. N° 021-2009-VIVIENDA. En este ámbito, la investigación que se desarrolla propone el uso de microorganismos eficaces (EM) como una alternativa tecnológica innovadora y sostenible que ofrece un tratamiento limpio, económicamente accesible y de bajo consumo energético que contribuye a una gestión ambiental más eficiente y adaptada a las limitaciones económicas y técnicas de la planta quesera COOPAGRO-CABANA.

Aspecto técnico: La aplicación de microorganismos eficaces (ME) es una alternativa técnica eficiente que, adaptándose a ambientes aeróbicos y anaeróbicos, reduce la materia orgánica del lactosuero de la planta Coopagro-Cabana, mejorando la calidad del efluente y sirviendo como base para futuras investigaciones en tratamiento de aguas residuales lácteas.

Aspecto social - ambiental: La utilización de microorganismos eficaces para la depuración de efluentes residuales es una solución sostenible que elimina materia orgánica y olores sin dañar el ecosistema, contribuyendo al resguardo del patrimonio hídrico y la biodiversidad.



Aspecto económico: La aplicación de microorganismos eficaces (ME) ofrece un tratamiento económico del lactosuero, reduciendo costos operativos y consumo energético, además de evitar sanciones ambientales, contribuyendo a la sostenibilidad financiera de la planta quesera COOPAGRO-CABANA.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

La aplicación de microorganismos eficaces tendrá un efecto positivo en la reducción de materia orgánica en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.

1.5.2. Hipótesis específica

- El lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana presenta concentraciones de DBO_5 , DQO y pH que exceden los valores máximos permisibles establecidos para aguas no domésticas.
- La dosis óptima de microorganismos eficaces para lograr la máxima reducción de las concentraciones de DBO_5 y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana es de 2 ml.
- El porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO_5 y DQO en el lactosuero es superior al 50% tras la aplicación de microorganismos eficaces, mientras que el pH presenta variaciones significativas.

1.6. Variables

En el presente estudio se plantean dos variables

1.6.1. Variable independiente

- ✓ Microorganismos eficaces.



1.6.2. Variable dependiente

- ✓ Reducción de materia orgánica presente en lactosuero.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables.

<u>VARIABLES</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADOR</u>	<u>UND</u>	<u>METODOLOGIA</u>
<u>Variable dependiente</u>	Dosis de microorganismos eficaces	0.5	ml/L.	<u>Diseño de investigación</u> <u>n</u> Experimental
Microorganismos Eficaces		1.0	ml/L.	
		1.5	ml/L.	
		2.0	ml/L.	
		3.0	ml/L.	
<u>Variable independiente</u>		Temperatura	°C	<u>Tipo de investigación</u> <u>n</u> Aplicativo
Reducción de materia orgánica presente en lactosuero	Parámetros físico-Químicos	Potencial de Hidrogeno	Unidad de PH	<u>Tipo de investigación</u> <u>n</u> Explicativo
		DBO5	mg/L.	
		DQO	mg/L.	



CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En Quito, Evas (2021) **evaluo la eficacia de los Microorganismos Eficaces (ME) para reducir la DQO, nitratos y nitritos en desechos líquidos de Grupo Rossi, con el objetivo de cumplir con las condiciones reglamentarias de la normativa TULSMA.** Para ello, construyeron dos prototipos de laboratorio de 10 L, con y sin aireación, y se aplicaron Microorganismos Eficaces (2% y 5%) durante 10 días para tratar agua residual con DQO de 2175 mg/L, nitratos de 63 mg/L, nitritos de 170 mg/L y color superior a 500 NTU. Los resultados mostraron aplicación de Microorganismos Eficaces al 5% con aireación redujo la DQO a 540 mg/L (75.17%), los nitratos a 9 mg/L (85.71%) y los nitritos a 20 mg/L (88.24%). Sin embargo, no hubo mejora significativa en el color aparente, permaneciendo por encima de 500 NTU. Se concluye que el tratamiento con ME al 5% y aireación redujo eficazmente DQO, nitratos y nitritos, cumpliendo con la normativa de descarga, pero no logró disminuir el color aparente del agua.

En Quito, Ortiz *et al.* (2021) **determino el impacto de los microorganismos eficientes en la eliminación de coliformes termotolerantes y la reducción de**



la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en aguas residuales urbanas. Se capturaron microorganismos de áreas diversas, se identificaron mediante tinción de Gram y se reprodujeron en un biorreactor, estos microorganismos fueron implementados en el manejo de efluentes urbanas, monitoreando parámetros como pH, DQO, DBO5 y sólidos sedimentables. Los resultados mostraron que el tratamiento con la cepa 02 Pululahua redujo significativamente el pH bajó de 7.5 a 6.8, la DQO disminuyó a 210 mg/L (69.15% de eficiencia), la DBO5 a 70.3 mg/L (62.52% de eficiencia) y los sólidos sedimentables a 12 mg/L (48.14% de eficiencia), cumpliendo con la normativa NT002. Se concluye que, la aplicación de bacterias Gram-positivas de suelo de jardín y Pululahua logró una remoción significativa de contaminantes, mejorando los niveles de pH, DQO, DBO5 y sólidos sedimentables en efluentes urbanas.

En Ecuador, Carreño et al. (2020), **evaluaron la efectividad de tratamientos con microorganismos autóctonos y zeolita para mejorar las características físicas del agua destinada al consumo humano en las ciudades de Severino, Julián y Balsa del Medio.** Se aplicaron cinco tratamientos de depuración: Incubación con 5 ml/l de EM-1® y filtración en zeolita ecuatoriana, tres dosis de microorganismos nativos (5, 10 y 15 ml/l) e incubación con 5 ml/l de EM-1® y filtración en zeolita cubana; los tratamientos se estudiaron con un diseño experimental de bloques al azar, cuatro repeticiones y contrastes ortogonales; se midieron la temperatura, sólidos totales turbidez, dureza, temperatura y color del agua. Los resultados evidenciaron que, la dosis de 15 ml/l de microorganismos autóctonos redujo significativamente la turbidez, los sólidos totales y la dureza ($p < 0,05$), a pesar de la geografía y fuente de agua; mientras que, el tratamiento con zeolita ecuatoriana y EM-1® mostró beneficios similares; la dosis de 5 ml/l de



microorganismos nativos y el tratamiento con zeolita cubana y EM-1® aumentaron la temperatura; no observaron diferencias significativas en el color del agua entre las fuentes y lugares de muestreo. Se concluye que, los tratamientos con 15 ml/L. de microorganismos autóctonos y zeolita ecuatoriana con EM-1® redujeron la dureza, solidos totales y turbidez, pero no cumplieron con los estándares de turbidez establecidos por las normativas ecuatorianas, y no afectaron significativamente el color del agua.

En Ecuador, Murillo (2018) **evaluó la eficiencia de un consorcio de microorganismos eficaces para tratar efluentes residuales generadas en la producción de queso.** Se realizó un experimento durante 45 días en unidades de tratamiento de 2 L, con tres repeticiones por tratamiento y un control sin tratamiento; se utilizaron tres concentraciones de microorganismos eficaces (0,01; 0,02 y 0,04 v/v); se realizaron análisis multivariados para comprobar la eficiencia de cada tratamiento en la reducción de los contaminantes. Los resultados mostraron que la concentración 0,02 v/v logró la mayor reducción de contaminantes (DBO₅ 61 %, DQO 78 %, ST 73 %, SS 54 %), aunque sin diferencia significativa en SS; sin embargo, los valores finales aún superaron los límites establecidos por el TULSMA. Se concluye que, el consorcio microbiano fue eficaz en reducir DBO₅, DQO y sólidos totales en aguas residuales de quesería, aunque sin alcanzar los límites exigidos por la normativa TULSMA; se sugiere explorar nuevas cepas o combinaciones para mejorar su eficiencia.

En Colombia, Herrera & Corpas (2013) **evaluaron la aplicación de microorganismos eficaces (ME) como alternativa biológica para el tratamiento de efluentes residuales generadas en una planta industrial láctea**



ubicada en San Félix. Para ello, se empleó un tanque séptico de 1000 litros donde se aplicaron dos concentraciones de ME (2 % y 4 %) en la remoción de DBO_5 , DQO, sólidos totales (ST) y sólidos suspendidos totales (SST), en aguas residuales provenientes de dos turnos de operación: el de la mañana (lavado y desinfección) y el de la tarde (lactosuero). Los resultados mostraron que la concentración del 2 % fue la más eficiente, alcanzando remociones en DQO de hasta 71,64 % (tarde) y 66,97 % (mañana); en DBO_5 de 68,59 % (tarde) y 61,21 % (mañana); en ST de 70,46 % (tarde) y 70,35 % (mañana); y en SST de 78,78 % (tarde) y 71,47 % (mañana). Se concluye que, la aplicación de ME al 2–4 % redujo significativamente los contaminantes del agua residual láctea, pero los valores finales no cumplieron la normativa colombiana, por lo que se recomienda optimizar o complementar el tratamiento.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En Huancayo, Morales & Quispealaya (2024) **evaluaron la eficacia de los microorganismos eficaces en la degradación de compuestos orgánicos y *E. coli* en efluentes residuales bajo situaciones locales.** Para ello, se aplicó un diseño experimental variando la dosis de 0,25 a 0,50 mL/L de microorganismos, con tiempos de tratamiento de 10 a 60 días, monitoreando DBO_5 , DQO y *E. coli* bajo temperaturas de 4°C a 15°C y pH cercano a 7. Los resultados mostraron que la cantidad ideal de 25 mL de microorganismos logró una remoción significativa de DBO_5 (154,282 mg/L) y DQO (244,457 mg/L); además, *E. coli* redujo su concentración a $2,10 \times 10^5$ UFC/100 ml con una dosis de 50 mL/L a los 60 días. Se concluye que los Microorganismos Eficaces mejoran el tratamiento de efluentes



residuales en alta carga orgánica y tratamientos largos, pero su eficacia sobre *E. coli* no fue concluyente y requiere un manejo adecuado de las cantidades

En Huánuco, Sama (2024) **determino la eficacia de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) con el uso de microorganismos eficientes (EM) en la reducción de compuestos orgánicos del efluente residual proveniente de un camal.** Se implemento un diseño experimental con grupos de forma aleatoria y 5 repeticiones, aplicando EM a uno de ellos. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante un mismo plazo. Los resultados mostraron mejoras significativas en todos los parámetros con el uso de EM. La conductividad, sólidos totales, turbiedad, color, pH y coliformes se redujeron más en el FAFA con EM que sin EM. Destacan reducciones en conductividad (de 1391.5 a 293.2 $\mu\text{mho/cm}$), sólidos totales (694.0 a 147.0 mg/L), turbiedad (76.5 a 14.8 UNT) y *E. coli* (1699.0 a 440.4 NMP/100 ml), evidenciando mayor eficacia del tratamiento con EM. Se concluye que, el FAFA redujo significativamente la carga orgánica y microbiológica del agua residual del camal, mostrando mayor eficacia con la aplicación de microorganismos eficientes (EM), los cuales potenciaron la mejora de la calidad del efluente.

En Huancavelica, Acuña *et al.* (2022) **determinaron la cantidad ideal de microorganismos eficientes (EM) y el tiempo de duración hidráulica (TRH) para maximizar la remoción de compuestos orgánicos en la planta de tratamiento de Yauli.** Se aplicó un diseño experimental con 4 tratamientos de EM (0, 10, 20, 30 mL) y 3 tiempos de retención hidráulica (11, 22, 33 días), utilizando muestras de 20 L de agua residual municipal, monitoreando DBO₅, DQO. Los resultados mostraron que la cantidad ideal de EM fue de 20 mL y un TRH de 33



días, logrando una remoción de DBO5 de 65.52% y DQO de 66.88%, cumpliendo con la norma ambiental peruana. Se concluye que la combinación de una dosis de 20 mL de EM y un TRH de 33 días demostró ser eficaz para maximizar la degradación de compuestos orgánicos en el proceso de depuración de efluentes negros municipales.

En Arequipa, Vargas (2021) **evaluó la efectividad y adaptabilidad de los microorganismos eficientes (EM) en la degradación de DBO y DQO en efluentes industriales de una embotelladora.** Se recolectaron muestras de efluente residual y se verificó la adaptabilidad de los microorganismos mediante microscopía; se establecieron cuatro unidades experimentales de 18 L, con distintas dosis de EM (200, 400 y 600 mL), y una unidad control, el tratamiento de 20 días incluyó la evaluación de DBO, DQO, SST, A y G. Los resultados iniciales mostraron incumplimiento de los límites permitidos en 2018 y 2019. El módulo UE-01, con 200 mL de EM y 20 días de tratamiento, logró reducir la DBO en 79.51% (318 mg/L) y la DQO en 49.01% (903 mg/L). Se concluye que, los resultados iniciales evidenciaron que en 2018 y 2019 las aguas residuales superaban los límites permitidos; mientras que en el módulo UE-01, con 200 mL de EM y 20 días de tratamiento, logró reducir la DBO en 79.51% y la DQO en 49.01%.

En Moquegua, Quille (2019) **evaluó el impacto el uso de microorganismos eficaces (EM), un lombrifiltro, y la combinación de ambos en la remoción de residuos lácteos, con énfasis en la degradación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO).** Se acondicionó un lombrifiltro de cuatro capas y se aplicaron tres tratamientos: solo EM, solo lombrifiltro y su combinación; durante cuatro semanas se evaluaron parámetros fisicoquímicos (DQO, DBO5,



SST, SS, pH, A y G) y microbiológicos (coliformes totales y termotolerantes). Los resultados obtenidos muestran que el lombrifiltro logró la mayor remoción de DQO (78.39%), y la combinación con EM fue la más efectiva en reducir coliformes. Aunque DQO y DBO5 no cumplieron los límites, hubo mejoras fisicoquímicas significativas ($p < 0.05$). Se concluye que, el lombrifiltro y su combinación con EM fueron los más eficaces en reducir la carga orgánica de residuos lácteos, mejorando significativamente la calidad del efluente, pese a no cumplir totalmente los límites de DQO y DBO5.

2.1.3. Antecedentes locales

En Sandia, López & Dina (2022) **evaluaron la capacidad de los microorganismos comerciales y de montaña para eliminar materia orgánica en los efluentes domésticos, utilizando un sistema aerobio**. Para ello, se instalaron tres tratamientos en un sistema aerobio de 100 L con tres repeticiones: 200 mL de microorganismos comerciales activados, 200 mL de microorganismos de montaña y un control sin tratamiento. Los efluentes se monitorearon cada 10 días durante un mes. Los resultados muestran que el tratamiento 1 logró remociones de 93.9% en DBO5, 79.9% en DQO y 87.1% en SST, mientras que el tratamiento 2 obtuvo 92.7% en DBO5, 75.7% en DQO y 87.7% en SST, cumpliendo con los límites máximos permisibles bajo el marco legal peruano, español y colombiano. Se concluye que, ambos tratamientos (1 y 2) fueron efectivos en la degradación de compuestos orgánicos y cumplieron con los límites máximos permisibles (LMP) según las normativas peruana, española y colombiana, destacando especialmente el tratamiento con microorganismos comerciales.



En Juliaca, Mamani *et al.* (2021) **evaluó el rendimiento de los Microorganismos Eficientes (ME) en la depuración de efluentes domésticas en condiciones altiplánicas (3,850 msnm) mediante un sistema mixto anaerobio-aerobio.** Se implementó una estructura de flujo continuo mixto con TRH de 15 días y caudal de 5.6 m³/día, aplicando tres tratamientos (control, 3 L y 4 L de ME). Se monitorearon DBO₅, SST y coliformes totales cada 5 días bajo condiciones no controladas. Según los resultados el tratamiento T3, con 4 litros de Microorganismos Eficientes, fue el más efectivo, logrando remociones del 78% en DBO₅, 73% en SST y 99.97% en coliformes totales, demostrando su alta eficacia en la depuración de efluentes residuales en el contexto altiplánicas. Se concluye que los Microorganismos Eficientes mejoran significativamente la calidad del efluente residual en sistemas mixtos en zonas altiplánicas, reduciendo eficazmente la materia orgánica y la carga microbiológica.

En Puno, Valdez (2016) **evaluó la eficacia de dosis de EM en aguas residuales de Chucuito para cumplir con la normativa ambiental peruana.** Se aplicaron dosis de 0%, 1%, 1.5% y 2% de EM en cubos de 20 L durante tres meses, con monitoreo físico, químico y microbiológico en afluentes y efluentes. Los datos obtenidos evidenciaron un aumento en la cantidad de EM mejoró la composición del efluente residual: se redujeron DBO₅, DQO, aceites, grasas y coliformes termotolerantes (hasta 80.75%), mientras que el oxígeno disuelto aumentó; sin embargo, el pH disminuyó y los SST se incrementaron con dosis más altas. Se concluye que el tratamiento con Microorganismos Eficaces (EM) mejoró significativamente la composición de efluente residual, especialmente con una dosis del 2%, cumpliendo con las normas ambientales peruanas y destacando en la degradación de compuestos orgánicos y bacterias patógenas.



2.2. Marco teórico

2.2.1. Lactosuero

Es también conocido como suero de queso, es un subproducto líquido que retiene alrededor del 50 % de los nutrientes característicos de la leche. Se separa durante la coagulación en la producción de queso, donde ninguna parte de la leche, excepto la caseína, participa en la coagulación. Para obtener 10 kg de queso fresco, se requieren 100 kg de leche, lo que genera aproximadamente 90 kg de lactosuero (Vaca, 2017).

El lactosuero, de color amarillento, contiene altos porcentajes de nutrientes solubles como lactosa (5%) y proteínas (85%), representando un gran desperdicio cuando se vierte sin tratamiento, causando una significativa carga ambiental en suelos y cuerpos de agua (Valencia & Ramírez, 2009).

El suero lácteo al tener un elevado compuesto orgánico, tales como; la concentración de DQO que varían entre los 30,000 a 50,000 mg/L. (Valencia & Ramírez, 2009); así mismo debemos considera por cada 1000 litros de suero lácteo generados y vertidos al desagüe es en promedio a la generación de aguas residuales domesticas por 450 individuo al día (Asas et al, 2021).

2.2.2. Composición del lactosuero

Según tipo de queso utilizado, el proceso realizado en su producción y la acidez de los quesos pueden afectar a la composición del suero, que puede ser ácido o dulce (Asas et al, 2021).

Es evidente que el suero ácido tiene mayores concentraciones de fósforo (entre 10 y 12 veces más de lo que suele observarse en un residuo acuoso), calcio y ácido láctico (Callejas et al., 2012).

Tabla 2*Concentración nutricional en suero dulce y suero ácido.*

Nutrientes	Suero dulce	Suero ácido
Grados Docnic	< 20 °	< 50 °
Cenizas	Cenizas	Cenizas
Fósforo (Fosfato g/L)	0,4 - 0,7 (1,0 - 3,0)	0,5 - 0,8 (2,0 - 4,5)
Grasa bruta (GB)	0 - 5	0 - 5
Calcio	0,4 - 0.6	0,4 - 0.6
Cloruros	2,0-2,2	2,0-2,2
Potencial de hidrogeno	< 6,0	< 4,5
Ácido láctico	0-0,3	7-Ago
Lactosa	40 - 50	40 - 50
Proteína bruta (PB)	Set-14	Set-14
Grasa bruta (GB)	0 - 5	0 - 5
Materia seca (MS)	55 - 75	55 - 65

Nota. Datos tomados de Callejas (2012).

2.2.3. Clasificación del lactosuero

El suero se clasifica como ácido (pH inferior a 5), ácido ligeramente (pH entre 5 y 8 o dulce) en función de su potencial de hidrógeno.

2.2.3.1. Lactosuero dulce

El dulce lactosuero es el residuo tras la coagulación enzimática y la hidrólisis de la k-caseína específica en el queso reciente elaborado de leche pasteurizada sin la inclusión de cultivos lácticos; Alava et al. (2014) menciona que el potencial de hidrogeno es comparable al de la leche fresca y su composición mineral permanece inalterada, contiene poco fosfato, calcio o ácido láctico; su pH es superior a 6,0 y su temperatura es superior a 50 grados Celsius (Callejas et al., 2012).

2.2.3.2. Lactosuero ácido

La caseína de la leche sufre una coagulación ácida o láctica para producir suero ácido, que tiene un pH de unos 4,5. Al alcanzar su punto de equilibrio



isoeléctrico, las cargas eléctricas que provocan la división de la caseína en fuerzas repulsivas se anulan mutuamente, inhibiendo así la floculación. (Valencia & Ramírez, 2009).

Con más del 80% de los minerales iniciales de la leche todavía intactos, esto sugiere que la estructura micelar ha sido totalmente perturbada, dando lugar a un suero altamente mineralizado; el lactato cálcico se produce en este suero cuando el ácido láctico desprende el calcio del complejo y lo elimina de caseinato cálcico (Callejas et al., 2012).

2.2.4. Contaminación ocasionada por Lactosuero

2.2.4.1. Demanda bioquímica de oxígeno

Es un parámetro crítico para la evaluación de la composición del efluente residual que refleja la dosis de oxígeno necesaria para que los microorganismos aeróbicos degraden la materia orgánica biodegradable que se encuentra en unas fuentes de agua o efluente (Ortiz et al., 2021).

La medición estándar de DBO se realiza durante un período de cinco días a 20 °C, conocido como DBO₅ (Jimeno, 1998); este indicador es fundamental para determinar el impacto ambiental de vertidos industriales, incluyendo el lactosuero, cuyo elevado contenido de materia orgánica soluble, como proteínas y lactosa, genera altas concentraciones de DBO; estos valores indican una carga contaminante significativa, que tiene el potencial de reducir el oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, lo que afecta la fauna acuática y alterando los ecosistemas (Raffo & Ruiz, 2014).

Tabla 3

Escala para clasificar la calidad del agua según la necesidad bioquímica de oxígeno (DBO5).

DBO	Criterios	Descripción
>120 mg/L.	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales que se ven afectadas por las descargas de efluentes residuales crudos, ya sean municipales o no.
>30 mg/L y ≤ 120 mg/L.	Contaminada	Aguas superficiales que emiten efluentes residuales brutos, mayoritariamente de procedencia municipal.
> 6 mg/L y ≤ a 30 mg/L.	Aceptable	con ciertos indicios de polución. aguas superficiales que tienen la capacidad de autorrecuperarse o efluentes residuales que han sido tratados biológicamente.
> a 3 mg/L y ≤ a 6 mg/L.	Buena calidad	Aguas superficiales que contienen pocas sustancias biodegradables y no biodegradables.
> a 3 mg/L y ≤ a 6 mg/L.	Buena calidad	Aguas superficiales que contienen pocas sustancias biodegradables y no biodegradables.
≤ a 3 mg/L.	Excelente	No contaminada

Nota. Datos tomados de Sánchez et al. (2007).

2.2.4.2. Demanda química de oxígeno

Es un indicador que calcula la cantidad total de oxígeno necesario para oxidar químicamente y totalmente los compuestos orgánicos e inorgánicos en una muestra, incluyendo compuestos biodegradables y no biodegradables, ofreciendo una estimación integral de la carga contaminante (Raffo & Ruiz, 2014).

En el caso de efluentes lácteos como el lactosuero, la DQO suele ser considerablemente alta debido a la presencia de lactosa, proteínas, grasas y otros compuestos orgánicos, así como sales minerales, estos indican una fuerte carga

contaminante que, si no se trata adecuadamente, puede causar efectos adversos sobre los cuerpos receptores, tales como descenso del oxígeno disuelto y alteraciones en la calidad del agua. (Ortiz et al., 2021).

Tabla 4

Escala para clasificar la calidad del agua según la demanda bioquímica de oxígeno (DQO).

DQO	Criterios	Descripción
\leq a 10 mg/L.	Excelente	No contaminada
$>$ a 10 mg/L y \leq a 20 mg/L.	Buena calidad	Aguas superficiales que contienen pocas sustancias biodegradables y no biodegradables.
$>$ a 20 mg/L y \leq a 40 mg/L.	Aceptable	con algunos signos de contaminación. aguas superficiales que pueden autorrecuperarse o descargas de efluentes residuales tratadas biológicamente.
$>$ a 40 mg/L y \leq a 200 mg/L.	Contaminada	aguas superficiales que contienen descargas de efluentes residuales crudas, la mayoría de las cuales provienen del municipio.
$>$ de 200 mg/L.	Fuertemente contaminada	Las aguas superficiales que se ven afectadas por las descargas de efluentes residuales crudos, ya sean municipales o no.

Nota. Datos tomados de Sánchez et al. (2007).

2.2.4.3. Relación entre la (DBO/DQO)

El índice de biodegradabilidad, que se precisa como la relación entre la demanda química y bioquímica de oxígeno (DBO5/DQO), es un indicador de la biodegradabilidad de una sustancia. Esta correlación muestra la cantidad total de sustancias orgánicas que tienen la capacidad de descomponerse bioquímicamente en el residuo (Cabrera & Mucha, 2024)

Tabla 5*Índice y grado de biodegradabilidad.*

Relación DBO5/DQO	Valor de biodegradabilidad
< a 0.40	Persistente orgánica constante, no biodegradables.
< a 0.60	Sustratos orgánicos que son fáciles de biodegradar
0.41 a 0.59	Sustrato de origen orgánico que es parcialmente biodegradable

Nota. Datos tomados de Cabrera & Mucha (2024).

2.2.5. Microorganismos eficaces

En inglés Efficient Microorganism (EM), estas especies pueden ser anaerobias, aerobias o incluso fototrópico, su principal logro es su capacidad para coexistir e incluso complementarse en comunidades microbiana (Tanya & Leiva, 2019).

El Dr. Teruo Higa, académico de horticultura en la Universidad Ryukyus de Okinawa (Japón), fue él quien creó la tecnología electromagnética. A principios de la década de 1960, comenzó a buscar una alternativa a los fertilizantes y pesticidas sintéticos, que eran muy utilizados en la producción agrícola en todo el mundo después de la Segunda Guerra Mundial (Arias, 2010).

2.2.5.1. Beneficios de los microorganismos eficaces

- Reduce compuestos orgánicos sedimentada mejorando la calidad del agua.
- Aumenta la supervivencia y peso promedio de los peses.
- Reduce las concentraciones de DBO y DQO descomponiendo rápidamente la carga orgánica



- Disminuye la turbidez y los SST, mantiene el pH equilibrado y mejorando el OD.
- Desplaza microorganismos patógenos en el agua y suelo.
- Ayuda a controlar los niveles de amonio.

2.2.6. Microorganismos eficaces

Una diversidad de microorganismos beneficiosos que se mezclan entre sí y que tienen la capacidad de producir sustancias bioactivas, competir con los patógenos y, por lo demás, trabajar para favorecer el balance ecológico natural entre microorganismos que coexisten en el medio ambiente, todo ello contribuye a la salud y el bienestar del ecosistema y es la base de la tecnología EM (Faife et al., 2020).

2.2.6.1. Bacterias del ácido lácticas

Son bacterias grandes positivas, normalmente no móviles y no esporulantes, miembros de la familia *Lactobacteriaceae*, que produce ácido láctico como único subproducto del metabolismo fermentativo. Los miembros de este grupo no tienen citocromos ni porfirina. No realizan fosforilación a nivel de sustrato. Todo el grupo de bacterias se desarrolla en anaerobiosis, sin embargo, la mayoría son anaerobios aerotolerantes, ya que no son sensibles al oxígeno y pueden crecer en ambas condiciones (Frioni, 2011).

- ***Lactobacillus***: Bacterias en forma de bastoncillos, grampositivas, anaerobias o aerotolerantes que componen el género *Lactobacillus*. Normalmente, su metabolismo se clasifica como facultativo/obligatoriamente heterofermentativa u obligatoriamente Homofermentativa. Pertenece al orden *Lactobacillales*, clase *Bacilli* y filo Firmicutes (Schelegel, 1996).



- **Streptococos:** Pertenece al orden Lactobacillales, clase Bacilli y filo Firmicutes, se encuentra en forma de cadenas de cocos y son Homofermentativa, presentando una amplia gama de especies con ambientes bastante variables, algunas de las especies son patógenas. Son bacterias mesófilas con temperaturas optimas de 20 y 30 °C, por lo que el calentamiento la elimina fácilmente (Schelegel, 1996).
- **Lenconostoc:** Según Frioni (2011), son heterofermentativa, diplococos o en cadenas, por lo que son poco acidificantes. Este género perteneciente a la familia *Leuconostocaceae* de bacterias lácticas Gram positivas. Se diferencian de los *Staphylococcus* por ser catalasa negativos y tener una resistencia innata a la vancomicina y pueden convertir la sacarosa en dextrano porque son heterofermentativa (Schelegel, 1996).

2.2.6.2. Morfología de las bacterias del ácido lácticas

Las células en forma de bastón se alargan y tienen dimensiones de (0,5 a 1,2) x (1,0 a 10,0) µm, aunque algunas son más pequeñas. Se pueden encontrar en parejas o en cadenas (Hidalgo, 2018).

Tabla 6

Tipo de metabolismo fermentativo y morfología de las bacterias ácido lácticas.

Género	Forma asociaciones	La fermentación	ADN (mol GC%)
<i>Leuconostoc</i>	Cocos en cadena	Homofermentativa	38 a 41
<i>Lactobacillus</i>	Bacilos en cadena	Homofermentativa	34 a 53
	Bacilos en cadena	heterofermentativa	34 a 53

<i>Pediococcus</i>	Cocos en tétrada	Homofermentativa	38 a 42
<i>Enterococcus</i>	Cocos en cadena	Homofermentativa	38 a 40
<i>Lactococcus</i>	Cocos en cadena	Homofermentativa	38 a 41
<i>Streptococcus</i>	Cocos en cadena	Homofermentativa	34 a 46
<i>Pediococcus</i>	Cocos en tétrada	Homofermentativa	38 a 42

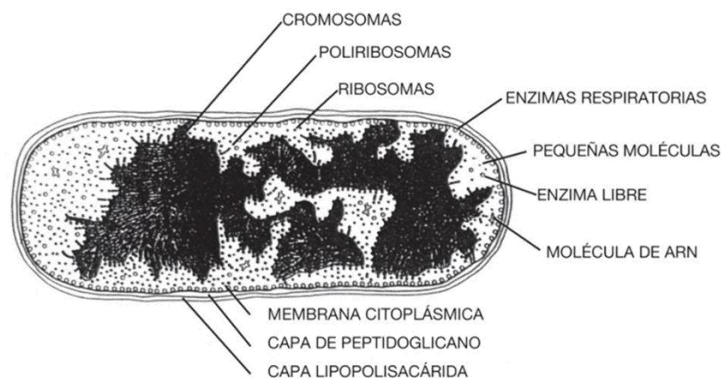
Nota. Datos tomados de Frioni (2011).

2.2.6.3. Estructura de las bacterias del ácido lácticas

Se envuelven por una pared externa de 10 a 20 milimicra de espesor y la otra pared interna, también conocida como membrana plasmática, que contiene el citoplasma. Hay un espacio entre ambas envueltas llamado espacio periplásmico, que está lleno de una sustancia gelatinosa (Hidalgo, 2018).

Figura 1

Esquema de una bacteria Láctica.



Nota. Datos tomados de Frioni (2011).

2.2.6.4. Fermentación láctica

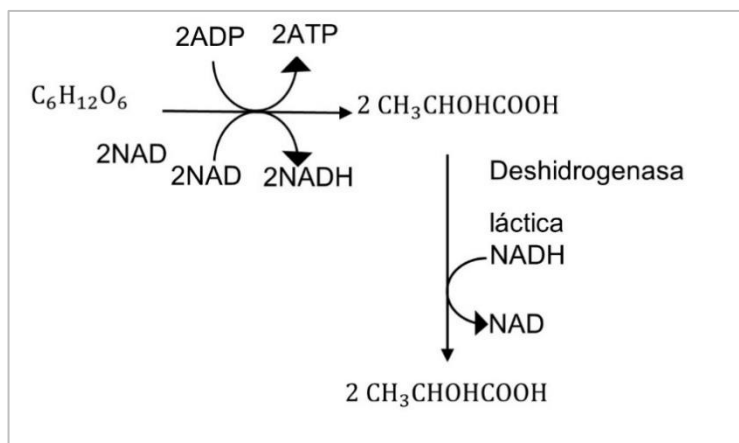
La enzima esencial, conocida como deshidrogenasa láctica de acción NAD, es producida por el músculo animal, algunos hongos y las llamadas bacterias del ácido láctico. Casi principalmente generan ácido láctico (Frioni, 2011).

- **Fermentación Láctica Homofermentativa**

Además de convertir el 90% de la glucosa en ácido láctico, la amilasa bacteriana (BAC) también posee las enzimas necesarias para la descomposición de la glucosa en la vía de la fructosa-bifosfato y libera hidrógeno durante la deshidrogenación del gliceraldehído-3-fosfato en piruvato y el descarboxilato en acetato, etanol y anhídrido carbónico, así como acetofano (Schelegel, 1996).

Figura 2

Fermentación láctica Homofermentativa.



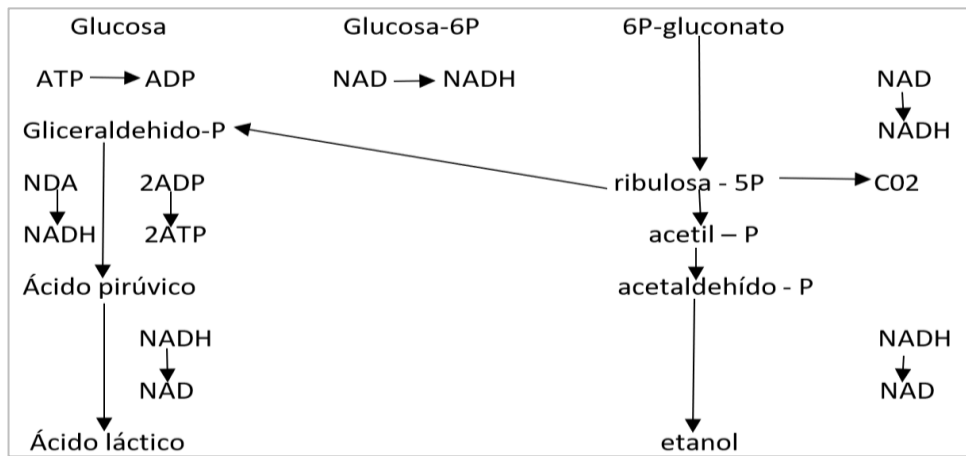
Nota. Datos tomados de Frioni (2011).

- **Fermentación Láctica Homofermentativa**

Las dos principales enzimas de la vía del fructosabifosfato, la triosa-fosfato isomerasa y la aldolasa, están ausentes en los BAC. Tras ser descompuesto primero por la glucosa-6-fosfogluconato y la ribulosa-5-fosfato-este, la xilulosa-5-fosfato es producida por una epimerasa y luego, en una reacción que depende de la tiaminapirifosfato, es descompuesta por la fosfocetolasa en gliceraldehído fosfato y acetilfosfato (Schlegel, 1991)

Figura 3

Fermentación láctica heterofermentativa.



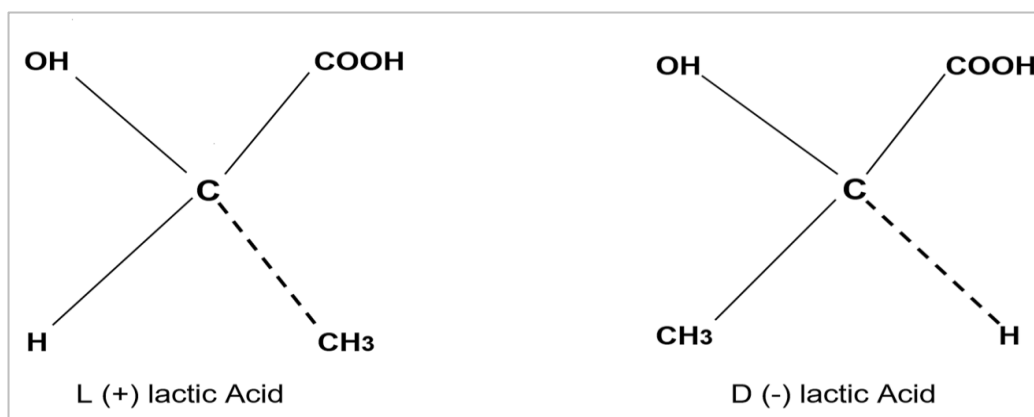
Nota. Datos tomados de Frioni (2011).

2.2.6.5. Ácido Láctico

Es una sustancia orgánica con un átomo de carbono asimétrico que se fermenta a través del lactosuero. También se conoce como ácido 2-hidroxipropanoico (Prescott, 1962).

Figura 4

Isómeros de ácido láctico.



Nota. Datos tomados de Frioni (2011).

2.2.6.6. Propiedades Físico y químicos de ácido láctico

Como se exhibe en la siguiente tabla de propiedades fisicoquímicas, es un líquido incoloro con dos isómeros y una forma racémica.

Tabla 7

Ácido láctico y sus propiedades fisicoquímicas.

Propiedades	Concentraciones
Formula	C ₃ H ₈ O ₃
Viscosidad	40.33 mNsm ⁻²
Grado de refracción	1.4414
Densidad	1.249 gr./ml
Punto de ebullición	125-140°C
Peso de la molécula	90.80 gr./mol.
El punto de fusión	DL (según composición):18,8°C a 33°C

Nota. Datos tomados de Rodríguez (2005).

2.2.7. Bacteria Fototrópicas o Fotosintéticas

Son bacterias autótrofas que usan calor y luz solar para transformar materiales orgánicos y gases tóxicos en compuestos beneficiosos, como azúcares y aminoácidos, que favorecen el crecimiento vegetal y el desarrollo de microorganismos útiles (Arias, 2010).

Los microorganismos eucariotas, procariotas y fotosintéticos; es interesante observar la ubicación de las cianobacterias, las cuales, a pesar de tener una estructura molecular procariota, han desarrollado la capacidad de fotosintetizar con agua como suministrador de electrones externos (Frioni, 2011).



Tabla 8

Organismos fotosintéticos y su diversidad.

Eucariotas	Procariotas
Planta superior	Cianobacterias
(Euglenoideas, dinoflagelados, diatomeas)	Bacterias purpúreas, no sulfurosa verde
Algas filamentos y unicelulares	Bacterias purpúreas y sulfurosas verdes

Nota. Datos tomados de Frioni (2011).

Las bacterias fototrópicas tienen las siguientes especies:

- ***Rhodopseudomonas Palustris***

De acuerdo a Schlegel (1996) es una bacteria púrpura no azufrada facultativamente fototrófica; esta variedad puede producir ácidos orgánicos, carbohidratos, aminoácidos, hormonas y vitaminas todos los cuales pueden ser necesarios para el crecimiento de los microbios heterótrofos.

- ***Rhodobacter sphaeroides***

La bacteria fotosintética facultativa. *R. sphaeroides* presenta una amplia gama de capacidades metabólicas, como litotrofia, fotosíntesis, Fijación de nitrógeno, respiración anaeróbica y aeróbica, y síntesis de tetrapirro, clorofilas, hemo y vitamina B12 (Schelegel, 1996).

2.2.7.1. Fotosíntesis

La energía química se crea a partir de la energía de la luz (ATP) mediante un proceso redox. Los organismos aerobios y anaerobios utilizan la dinámica de la radiación para disminuir el dióxido de carbono o las moléculas orgánicas de nivel de oxidación intermedio a moléculas orgánicas (Tortora et al., 2007).



2.2.7.2. Tipos de fotosíntesis en los microorganismos

- **Fotosíntesis Oxigénica**

El metabolismo es realizado por los vegetales y los microorganismos eucariotas y procariotas. Liberan oxígeno, 2 ATP y 2 NDAPH+ se emplea el agua como donador externo de electrones (Frioni, 2011).

- **Fotosíntesis Anoxigénica**

En un metabolismo anaeróbico estricto, que tiene las bacterioclorofilas en un solo fotosistema que realiza fotofosforilación cíclica, las bacterias rojas (PSII) y verdes (PSII) realizan el sistema fotosintético anoxigénico que es inhibido por la presencia de O₂ (Curtis & Schnek, 2000).

2.2.8. Levaduras

Aunque el término "levadura" no tiene una connotación taxonómica. Las levaduras son microbios que utilizan azúcares y aminoácidos liberados por las bacterias fotosintéticas para crear compuestos antimicrobianos que producen enzimas y hormonas que las BAL pueden utilizar y generar etanol como subproducto de su metabolismo fermentativo, que en altas concentraciones puede tener propiedades antifúngicas (Tanya & Leiva, 2019).

El género más encontrado tenemos a *Saccharomyces*, la cual prevalecen las siguientes especies:

- ***Candida utilis***

Es la levadura que crece rápidamente, superada por ninguna otra especie, y su capacidad de adquirir una variedad de fuentes de carbono rápidas requiere un sustrato rico en azúcares o fuentes de carbono para crecer o cultivar ; es adecuada para la alimentación de animales y

humanos porque es abundante en vitaminas y proteínas del complejo B (Palmerín et al., 2011).

- ***Saccharomyces cerevisiae***

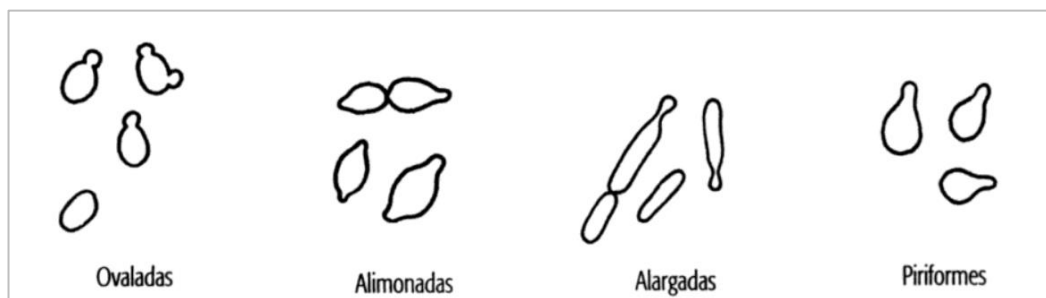
Es la eucariota unicelular, globular de color verde amarillento. El microorganismo es quimiorganotrofo, dado que su crecimiento depende de compuestos químicos orgánicos como fuente de energía, no necesita luz solar y puede utilizar diversos tipos de azúcares, siendo la glucosa la fuente de carbono más popular (Reis et al., 2013).

2.2.8.1. Morfología de las levaduras

Las células de levadura son grandes en comparación con otros microorganismos comunes. Aunque la mayoría tienen un diámetro de 3 a 8 μm , su medida oscila de 1-5 μm de ancho por 5-30 μm de largo (García, 1995).

Figura 5

Diagrama de las diferentes formas de levaduras.



Nota. La edad y el medio ambiente afectan a cada especie (García, 1995)

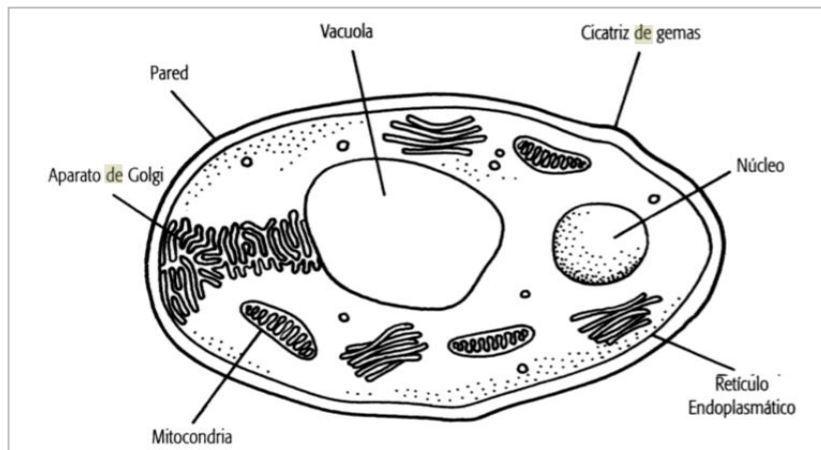
2.2.8.2. Estructura de las levaduras

El citoplasma que contiene vacuolas, glóbulos de grasa, gránulos y pared celular es visible al microscopio (Frioni, 2011). Los flagelos o cualquier otro órgano de locomoción son inexistentes en las levaduras; otros pueden presentar un material con viscosidad hecho de polisacáridos que se asemeja a una cápsula

bacteriana que rodea la célula (Schelegel, 1996). Luego se utiliza una representación de una célula de levadura con todos sus componentes u organelas (Reis et al., 2013).

Figura 6

Estructura de la levadura.



Nota. La estructura de una levadura es comparable a la de una célula eucariótica convencional (García, 1995).

2.2.8.3. Factores que afectan la disminución de materia orgánica.

Para el crecimiento de los microorganismos eficaces es influenciado por los siguientes factores tales como:

- **Influencia del pH y la temperatura**

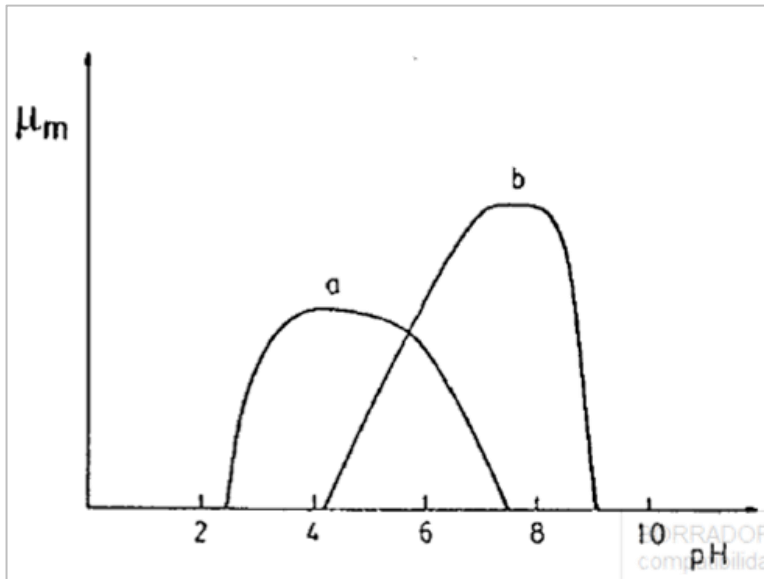
Un amplio rango de pH es adecuado para el crecimiento de microorganismos, los acidófilos tienen un pH de 2 y los alcalófilos tienen un pH de 11; los microorganismos que normalmente toleran un pH ácido pero no toleran un pH alcalino; las bacterias tienen un pH ideal de aproximadamente 7, mientras que los hongos suelen tener un pH cercano a 5.

En general, el intervalo de temperatura ideal para las bacterias psicrófilas se sitúa entre 10 y 20 °C, el de las mesófilas entre 30 y 40 °C, y el de las termófilas

entre 50 y 60 °C. La razón por la que los biorreactores, o fermentadores, tienen el equipo adecuado es porque deben mantener la temperatura de cultivo en el nivel ideal (Hidalgo, 2018)

Figura 7

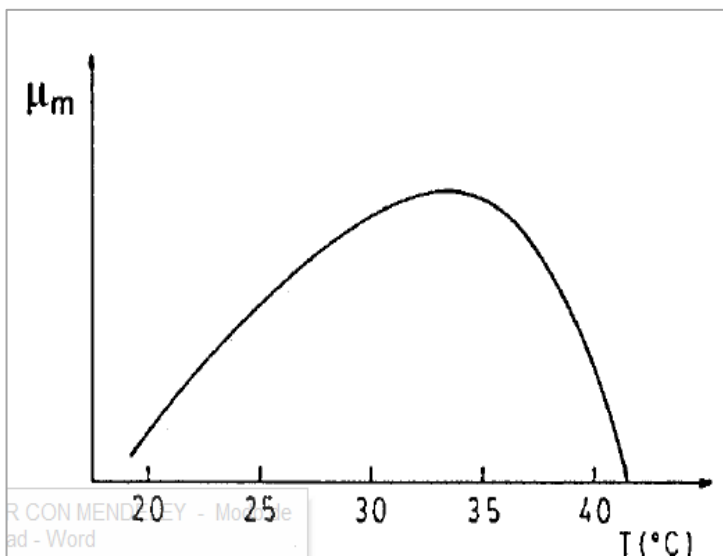
El impacto del pH sobre μ_m .



Nota. b=bacterias, a=hongos (Hidalgo, 2018).

Figura 8

El impacto del pH sobre μ_m .



Nota. Para microorganismos mesófilos (Hidalgo, 2018)



2.3. Marco conceptual

a) EM•AGUA®

Es un producto probiótico natural compuesto por una mezcla de microorganismos beneficiosos, como levaduras, bacterias fotosintéticas y bacterias ácido-lácticas que estimulan la desintegración orgánica sin ser patógenos ni modificados genéticamente (Valdez, 2016).

b) COOPAGRO

Planta procesadora de productos lácteos (quesos) denominada: "Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana Ltda.", cuya institución conformada por socios dedicados a la producción de leche (Anccori et al., 2023).

c) Demanda química de oxígeno

Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica tanto biodegradable como no biodegradable en el agua mediante una reacción química (Jimeno, 1998).

d) Demanda Bioquímica de oxígeno

Es la cantidad de oxígeno que los microbios requieren para descomponer compuesto orgánicos biodegradable en 5 días a 20°C (Jimeno, 1998).

e) Dosis

La cantidad o porción de algo, ya sea material o inmaterial, que contiene la medida precisa del principio activo que lo hace efectivo, efectivo y seguro (Morales & Quispealaya, 2024).



f) Materia orgánica

Son compuestos que contienen carbono y provienen de fuentes biológicas, como residuos de alimentos, residuos de plantas, excrementos animales, aceites y grasas, entre otros que fácilmente descompuesta por microorganismos (Cabrera & Mucha, 2024).

g) Valores máximos admisibles

También conocidos como VMA, muestran los niveles de concentración de variables físicas y/o químicas que no deben exceder los efluentes industriales, ya que pueden dañar las instalaciones e infraestructura al ser vertidos al sistema de drenaje (DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA).

h) Potencial de hidrogeno

Medidor de la alcalinidad o acidez del agua. Es crucial para la calidad del agua porque de mantenerse dentro de los estándares establecidos por los estándares (Callejas et al. 2012).

i) Dosis

La cantidad o porción de algo, ya sea material o inmaterial, que contiene la medida precisa del principio activo que lo hace efectivo, efectivo y seguro (Morales & Quispealaya, 2024).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de la investigación

Dado que estos estudios analizan exclusivamente fenómenos en sus entornos naturales y manipulan intencionadamente los factores, esta investigación tiene un diseño **EXPERIMENTAL** (Hernández & Mendoza, 2014).

3.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación es **APLICATIVO** porque sus resultados se enfocan en la comprensión de un tema específico relacionado con la gestión del estudio de un campo específico (Hernandez & Fernandez, 2018).

3.3. Nivel de investigación

Dado que describe una relación causal y tiene como objetivo identificar las causas fundamentales del problema, además de definirlo o aproximarse a él, el nivel de investigación es de naturaleza **EXPLICATIVA** (Hernandez & Fernandez, 2018).



3.4. Enfoque de investigación

Para obtener resultados objetivos y verificables, el enfoque de investigación es CUANTITATIVO, que se basa en la recopilación, el análisis y la presentación de datos numéricos (Hernández & Mendoza, 2018)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Las poblaciones son grupos de individuos, personas o cosas que cumplen determinados criterios (Hernandez & Fernandez, 2018).

Por lo tanto, la población objeto de estudio en este trabajo son las aguas residuales vertidas al sistema de alcantarillado municipal del distrito de Cabana por la Cooperativa Agroindustrial de productores agrícolas.

3.5.2. Muestra

La muestra, en palabras de Hernández y Fernández (2018), se entiende por muestra a una fracción de la sociedad que permite generalizar conclusiones sobre ella.

La planta de quesera COOPAGRO-CABANA proporcionó 36 litros de suero para la muestra; para determinar el tamaño de la muestra, se tuvieron en cuenta el número de tratamientos, los períodos de muestreo, las repeticiones y el volumen necesario para el análisis de laboratorio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

La recopilación de datos, según Hernández y Fernández (2018), implica desarrollar un conjunto preciso de procedimientos que le permitirán recopilar datos



con un objetivo concreto. El proyecto de estudio actual empleará las siguientes estrategias:

- **Revisión bibliográfica**

Al revisar la bibliográfica, se organizó un esquema de conceptos fundamentales que sirvió como marco teórico para el estudio llevado a cabo (Mejía, 2005).

- **Observacional directa**

La forma más eficaz de medir algo suele ser mediante una observación cuidadosa y directa. Para ello, el investigador selecciona un comportamiento que le llama la atención y desarrolla un proceso metódico para identificarlo, categorizarlo y registrarlo en un entorno no planificado o natural (Mejía, 2005).

3.6.2. Instrumentos

Córdova (2018), los investigadores evalúan una o más variables como resultado de los métodos físicos o virtuales que emplean para recopilar datos.

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Laboratorio de análisis de efluentes residuales

3.7. Materiales y equipos

A continuación, se describe el equipo y los suministros necesarios para llevar a cabo el estudio:

a) Materiales

- ✓ Materiales de escritorio
- ✓ Chaleco.



- ✓ Guantes de látex.
- ✓ Envases de polietileno.
- ✓ Transportador de muestras (cooler).
- ✓ Bidón de 6 litros.
- ✓ Probeta de 250 ml.
- ✓ Vaso precipitado de 500 ml.
- ✓ Jarra de 1 litro
- ✓ Varilla Plumón indeleble.
- ✓ Lapicero.
- ✓ Cadena de custodia.

b) Equipos

- ✓ Cámara digital
- ✓ Laptop
- ✓ Impresora
- ✓ Equipos de Laboratorio
- ✓ GPS
- ✓ Peachimetro
- ✓ Incubadora

c) Insumos

- ✓ EM•AGUA®.
- ✓ Melaza de azúcar
- ✓ Agua Destilada

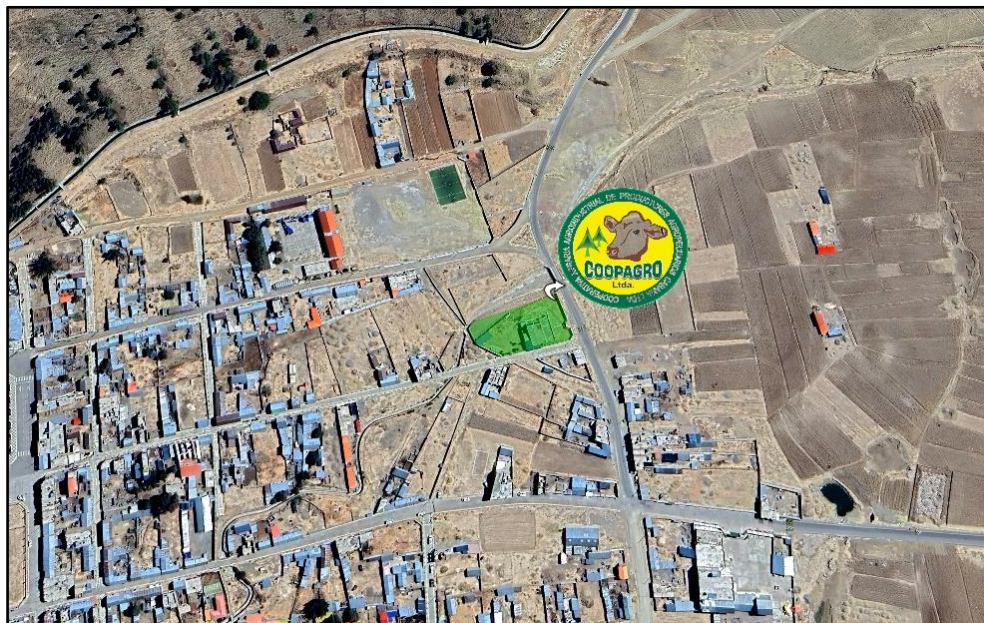
3.8. Ubicación de la zona en estudio

El área evaluada se encuentra en el departamento de Puno, dentro de la provincia de San Román, en el distrito de Cabana; el edificio de interés es la

Cooperativa Agroindustrial De Productores Agropecuarios Cabana, cuya ubicación precisa está determinada por las coordenadas geográficas: latitud $15^{\circ}38'54.87''S$ y longitud $70^{\circ}19'6.78''O$.

Figura 9

Ubicación del área en estudio.



Nota. Obtenidos mediante Google Earth.

3.9. Procedimiento metodológico

3.9.1. *Conocer la calidad del lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana en términos de DBO_5 , DQO y pH .*

Para alcanzar este objetivo, se tendrán en cuenta los siguientes factores, tal y como se establece en el protocolo para el control de las aguas residuales no domésticas vertidas a la red de alcantarillado (NTP 214.060, 2016):

El punto de monitoreo, deberá estar ubicado preferentemente en un lugar que evite la interferencia de sólidos.

**a) Toma de muestra.**

Según el protocolo; se recolecta volúmenes de muestra parciales, se vierte a un recipiente más grande y de aquí se extrae la muestra para la medición del pH, se recolecta volúmenes de muestra parciales, se vierte a un recipiente más grande y de aquí se extrae la muestra para su determinación en campo o laboratorio.

b) Preservación de muestras.

Hasta que la muestra se transfiera al laboratorio, se mantendrá en una nevera portátil protegida del sol y con espacio para refrigerante.

c) Parámetros a evaluar.

En cuanto a los parámetros que se evaluarán, el pH y la temperatura se medirán in situ, y el laboratorio utilizará una técnica de muestreo sencilla para estudiar la demanda química y bioquímica de oxígeno. Por último, se compararán con las cantidades máximas que pueden verterse al sistema de alcantarillado sanitario de MVCS procedentes de aguas (DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA).

3.9.2. Determinar la dosis óptima de microorganismos eficaces para reducir las concentraciones de DBO_5 y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.**a) Activación del producto de la tecnología EM•AGUA.**

Según Evas (2021); a través de las siguientes ecuaciones que se muestra a continuación se obtuvo los volúmenes de los distintos insumos requeridos para la activación de los EM para 6000 mililitros.



Donde:

$V_{(agua)}$ = Volumen de agua (sin cloro o de lluvia)

$V_{(EM\bullet AGUA^{\circledR})}$ = Volumen de EM. AGUA

$V_{(melaza)}$ = Volumen de melaza

$V_{(EMA)}$ = Volumen Total de microorganismos eficaces activos

Ecuación (1): Calculo del 90 % de agua limpia para 6000 ml de EM activado.

$$V_{(agua)} = 0.9 \times V_{EMA}$$

$$V_{(agua)} = 0.9 \times 6000 \text{ ml}$$

$$V_{(agua)} = 5400 \text{ ml}$$

Ecuación (2): Calculo del 5 % de melaza para 6000 ml de EM activado.

$$V_{(Melaza)} = 0.05 \times V_{EMA}$$

$$V_{(Melaza)} = 0.05 \times 6000 \text{ ml}$$

$$V_{(Melaza)} = 300 \text{ ml}$$

Ecuación (3): Calculo del 5 % de EM•AGUA para 6000 ml de EM activado.

$$V_{(EM\bullet AGUA^{\circledR} \text{ elaza})} = 0.05 \times V_{EMA}$$

$$V_{(EM\bullet AGUA^{\circledR})} = 0.05 \times 6000 \text{ ml}$$

$$V_{(EM\bullet AGUA^{\circledR})} = 300 \text{ ml}$$

La tabla 9 y la figura 10 presenta las proporciones para activar los microorganismos eficaces (EM•AGUA), utilizando 5,400 ml de agua limpia (90%), 300 ml de melaza (5%) y 300 ml de EM•AGUA (5%); el volumen total

es de 6,000 ml, que debe reposar durante 7 días en un recipiente hermético a 30 °C en una cámara de incubación. La activación se verificó mediante un olor característico a chica y un pH igual o inferior a 3.5 (Arias, 2010).

Tabla 9

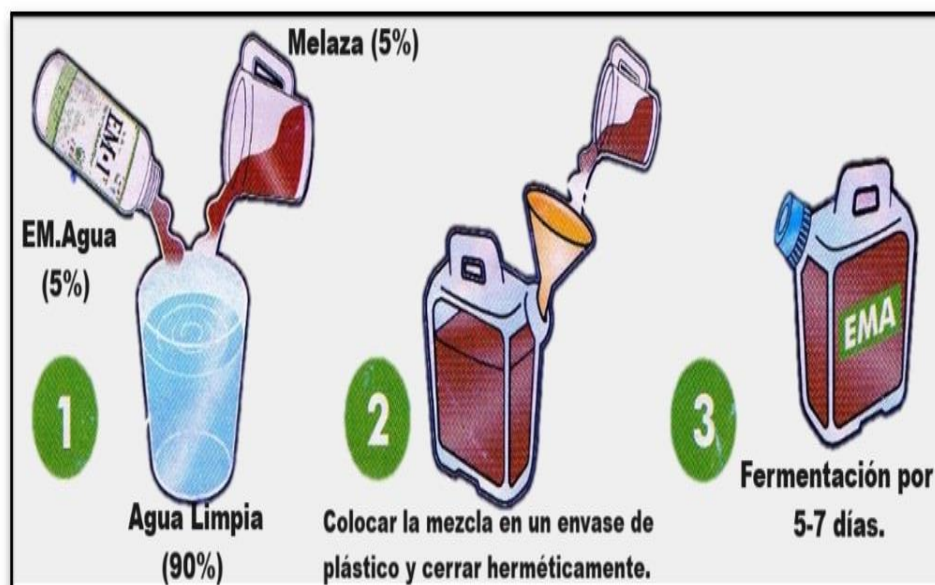
Volúmenes requeridos para la para activar el producto de la tecnología EM•AGUA.

Activación de microorganismos eficaces		
Agua limpia	5.400 ml	90 %
Melaza	300 ml	5 %
EM•AGUA®.	300 ml	5 %
Total	6000 ml	100 %

Nota. Porcentajes proporcionado por el fabricante.

Figura 10

Esquema de preparación con solución de ME•AGUA®.



















Nota. Porcentajes proporcionado por el fabricante.

b) Determinación de la dosis óptima de los microorganismos eficaces.

En vasos precipitados se dispondrá 2000 ml de lactosuero, luego se añadirá el reactivo EM-activado a diferentes concentraciones, tal cual como se indica en la tabla 10 y en la figura 13:

Figura 11

Distribución del diseño experimental para el tratamiento del lactosuero.

Repeticiones/ Tratamientos	R1	R2	R3	Blanco/control
D1	 <p>2000 ml. de lactosuero + 0.5 ml. EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero + 0.5 ml. EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero + 0.5 ml. EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero sin dosis de EMA</p>
D2	 <p>2000 ml de lactosuero + 1 ml de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml de lactosuero + 1 ml de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml de lactosuero + 1 ml de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero sin dosis de EMA</p>
D3	 <p>2000 ml. de lactosuero + 1.5 ml. de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero + 1.5 ml. de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero + 1.5 ml. de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero sin dosis de EMA</p>
D4	 <p>2000 ml. de lactosuero + 2 ml. de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero + 2 ml. de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero + 2 ml. de EM-Activado</p>	 <p>2000 ml. de lactosuero sin dosis de EMA</p>

**Figura 12**

Aplicación de choque de microorganismos eficientes.



Nota. Proceso realizado en el Laboratorio de Calidad Ambiental.

c) Monitoreo de parámetros

Cada tratamiento fue evaluado en tres momentos (2, 4 y 6 días) para analizar el pH y temperatura y las diferencias en DBO5 y la DQO determinar si la fase de evaluación impacta en estos parámetros.

Figura 13

Medición del pH y temperatura con el equipo multiparámetro.



Nota. Proceso realizado en el Laboratorio de Calidad Ambiental.



3.9.3. Determinar el porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO5, DQO y variación del potencial de hidrógeno en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.

a) Procesamiento y análisis de datos experimentales.

Los informes de pruebas del laboratorio estandarizado fueron examinados, interpretados y contrastados con la normativa de calidad de aguas residuales (D.S. N° 21-2009 VIVIENDA) vigente.

b) Cálculos de reducción de la materia orgánica

Finalmente, luego de los análisis del pH, temperatura, DQO y la DBO se aplicará la siguiente ecuación se emplea para conocer la eficiencia de remoción de estos parámetros. por parte de los microorganismos eficaces.

R (%) :

$$R(\%) = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$$

Donde:

$R(\%)$: Porcentaje de reducción.

C_o : Contenido inicial.

C_f : Contenido final.

3.10. Contrastación de hipótesis

Se utilizó el software SPSS para manejar los datos para el análisis estadístico. Se emplearon como pruebas de contraste la prueba estadística ANOVA y la prueba post hoc, con un nivel de significación de 0,05.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

Los resultados se recopilaron utilizando información del Laboratorio de Calidad Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, y luego se examinaron e interpretaron a la luz de los objetivos del estudio.

4.1.1. Conocer la calidad del lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana en términos de DBO_5 , DQO y pH.

La tabla 10 y la figura 14 presentan los resultados de la caracterización de los parámetros fisicoquímicos del lactosuero de la planta Coopagro-Cabana, comparados con el D.S. 010-2019-VIVIENDA, que regula los Valores Máximos Admisibles (VMA) para aguas no doméstica, donde la temperatura y el pH del suero se encuentran dentro del rango admisible de 35 °C y 6, 25, respectivamente; la demanda química de oxígeno (DQO) fue de 8960 mg/L, superando significativamente el VMA establecido de 1000 mg/L; de manera similar, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) fue de 4695 mg/L, superando el límite máximo de la norma de 500 mg/L.

Tabla 10

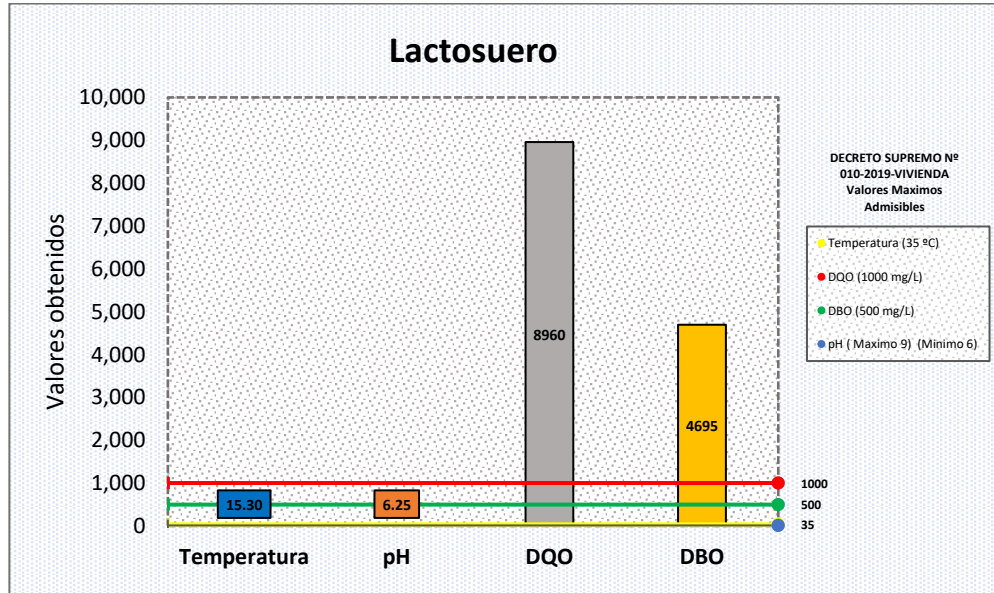
Comparación de los resultados con los Valores Máximos Admisibles (VMA) para aguas no doméstica.

Parámetros	Unidad	VMA para aguas no domesticas	Concentración inicial
Temperatura	°C	35	15.30
pH	-	9	6.25
(DQO) Demanda química de oxígeno	mg/L.	1000	8960
(DBO) Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L.	500	4695

Nota. Parámetros fisicoquímicos del lactosuero antes del tratamiento.

Figura 14

Resultados de los parámetros fisicoquímicos del lactosuero de la planta Coopagro-Cabana.



Nota. Resultados de la caracterización del efluente residual.



a) Análisis

Con base en los hallazgos de esta investigación, el lactosuero de la muestra presenta un pH de 6.25, lo cual está dentro del valor ≥ 6.25 lo cual se considera como "lactosuero dulce", según Hernández et al. (2012); la temperatura de 15.30 °C está dentro del rango óptimo para el desarrollo de bacterias psicrófilas, conforme a Ertola et al. (2006), quienes indican que estas bacterias se desarrollan entre 10 y 20 °C; para Valencia y Ramírez (2009), el suero dulce tiene más lactosa y proteínas, como β -lactoglobulina, α -lactoglobulina, inmunoglobulinas, proteosa-peptonas y enzimas nativas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos de la DQO y DBO.

4.1.2. Determinar la dosis óptima de microorganismos eficaces para reducir las concentraciones de DBO₅ y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.

La tabla 11 y la figura 15 se exhibe el descenso de la DQO en las dosis altas (2.0 ml y 3.0 ml), lo que favorece una reducción continua de la carga orgánica, la dosis de 2.0 ml es la más eficiente, con una reducción de 1245 mg/L en el día 2, la mayor remoción de 890 mg/L en el día 4 y 1149 mg/L en el día 6, en comparación con el valor inicial de 8960 mg/L sugiere que factores como la dosis de microorganismos, el tiempo de tratamiento y la carga orgánica influyen la reducción continua de los compuestos orgánicos.

Tabla 11

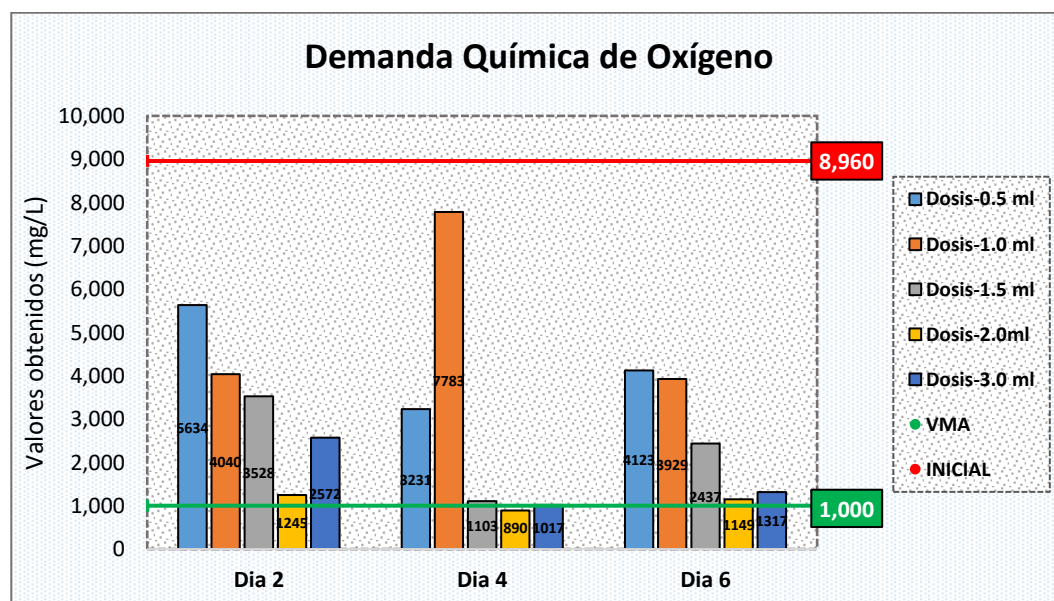
Resultados de la demanda química de oxígeno antes y después de la aplicación de los microorganismos eficaces.

Dosis de microorganismos eficaces	Tiempo de tratamiento		
	Día 2 (mg/L)	Día 4 (mg/L)	Día 6 (mg/L)
0. ml	8960	8960	8960
0.5 ml	5634	3231	4123
1.0 ml	4040	7783	3929
1.5 ml	3528	1103	2437
2.0ml	1245	890	1149
3.0 ml	2572	1017	1317

Nota. Los datos fueron obtenidos a partir del promedio de las tres repeticiones realizadas sobre la muestra.

Figura 15

Comparación de la demanda química del oxígeno en relación con los días y las diferentes dosis de microorganismo eficaces.





La tabla 12 y la figura 16 se exhibe el descenso de la DBO en las dosis altas (2.0 ml y 3.0 ml), lo que favorece una reducción continua de la carga orgánica, la dosis de 2.0 ml es la más eficiente, con una reducción de 853 mg/L en el día 2, la mayor remoción de 492 mg/L en el día 4 y 736 mg/L en el día 6, en comparación con el valor inicial de 4695 mg/L sugiere que factores como la dosis de microorganismos, el tiempo de tratamiento y la carga orgánica influyen en la reducción continua de compuestos orgánicos

Tabla 12

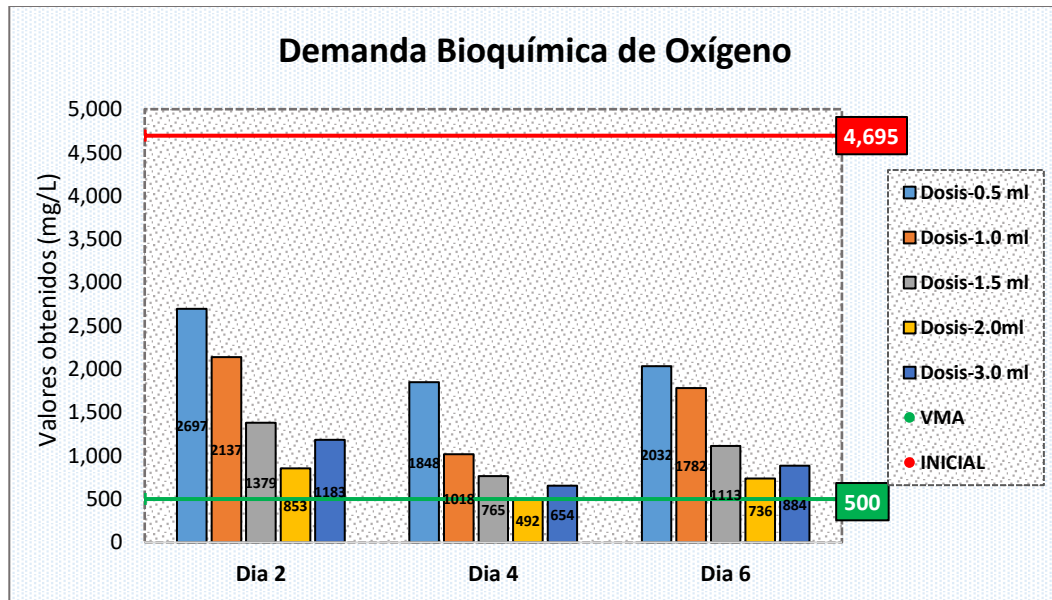
Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno antes y después de la aplicación de los microorganismos eficaces.

Dosis de microorganismos eficaces	Tiempo de tratamiento		
	Día 2 (mg/L)	Día 4 (mg/L)	Día 6 (mg/L)
0. ml	4695	4695	4695
0.5 ml	2697	1848	2032
1.0 ml	2137	1018	1782
1.5 ml	1379	765	1113
2.0ml	853	492	736
3.0 ml	1183	654	884

Nota. Los datos fueron obtenidos a partir del promedio de las tres repeticiones realizadas sobre la muestra.

Figura 16

Comparación de la demanda bioquímica del oxígeno en relación con los días y las diferentes dosis de microorganismo eficaces.



a) Análisis

En condiciones aeróbicas, los microorganismos heterotróficos utilizan la materia orgánica como fuente de carbono y energía, convirtiéndola en compuestos químicos más simples, como dióxido de carbono y agua, y liberando energía en el proceso (Frioni, 2011). Este estudio demuestra que los microorganismos están descomponiendo la materia orgánica, ya que la DQO y la DBO disminuyen gradualmente a medida que aumenta la dosis de microorganismos eficaces (EM).

4.1.3. Determinar el porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO5, DQO y variación del potencial de hidrógeno en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.

En la tabla 13 y la figura 17 se presentan los resultados de la reducción de las concentraciones de DQO y DBO a los 2 días de tratamiento, donde la dosis de

0.5 ml de microorganismos, la reducción de DQO es del 37% y de DBO del 43%, a 1.0 ml, la reducción aumenta al 55% en DQO y al 54% en DBO, con 1.5 ml, las reducciones son del 61% y 71%, respectivamente, a 2.0 ml, se alcanzan las mayores reducciones, 86% en DQO y 82% en DBO; sin embargo, a 3.0 ml, las reducciones (71% en DQO y 75% en DBO) son menores que con 2.0 ml, indicando que dosis superiores no mejoran significativamente los resultados.

Tabla 13

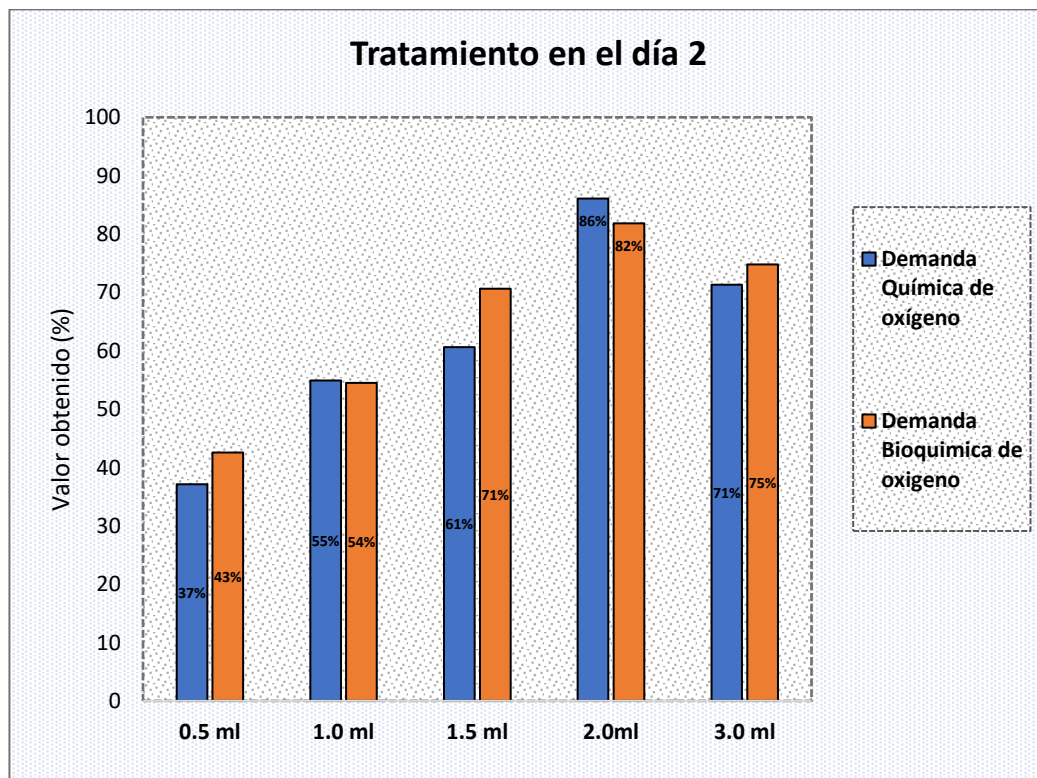
Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 2 días de tratamiento.

Dosis microorganismos eficaces	Dia 2					
	Demanda Química de oxígeno (mg/L)			Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/L)		
	Conc. Inicial	Conc. Final	% Reducción	Conc. Inicial	Conc. Final	% Reducción
0. ml	8960	8960	0	4695	4695	0
0.5 ml	8960	5634	37	4695	2697	43
1.0 ml	8960	4040	55	4695	2137	54
1.5 ml	8960	3528	61	4695	1379	71
2.0ml	8960	1245	86	4695	853	82
3.0 ml	8960	2572	71	4695	1183	75

Nota. Los datos fueron obtenidos a partir del promedio de las tres repeticiones realizadas sobre la muestra.

Figura 17

Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 2 días de tratamiento.



En la tabla 14 y la figura 18 se exhibe los hallazgos de la reducción de las concentraciones de DQO y DBO a los 4 días de tratamiento, donde la dosis de 0.5 ml de microorganismos, la reducción de DQO es del 64% y de DBO del 61%, a 1.0 ml, la reducción disminuye al 13% en DQO y aumenta al 78% en DBO, con 1.5 ml, las reducciones son del 88% y 84%, respectivamente, a 2.0 ml, se alcanzan las mayores reducciones, 90% en DQO y 90% en DBO; sin embargo, a 3.0 ml, las reducciones alcanzaron de 89% en DQO y 86% en DBO) son menores que con 2.0 ml; cabe mencionar que todos los tratamientos cumplen los objetivos de reducción, y la eficiencia media del tratamiento para la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) es superior al 80 %.

Tabla 14

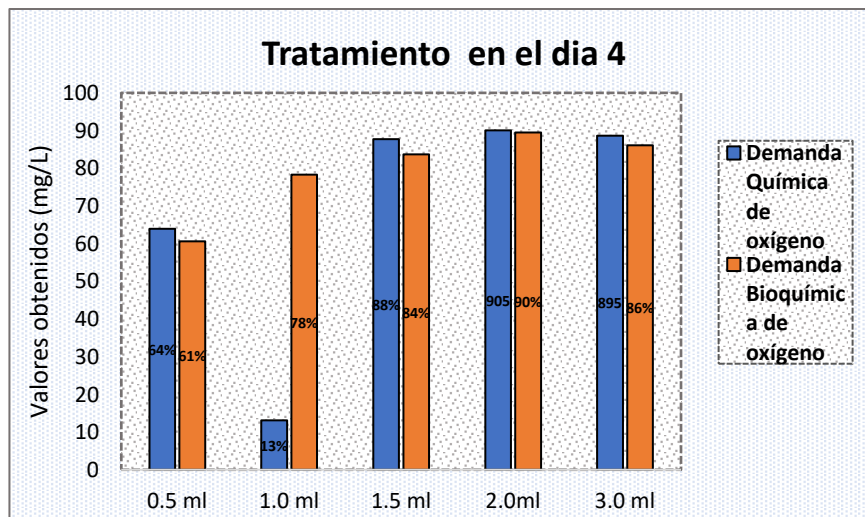
Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 4 días de tratamiento.

Dosis microorganismos eficaces	Dia 4					
	Demanda Química de oxígeno (mg/L)			Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/L)		
	Conc. Inicial	Conc. Final	% Reducción	Conc. Inicial	Conc. Final	% Reducción
0. ml	8960	8960	0	4695	4695	0
0.5 ml	8960	3231	64	4695	1848	61
1.0 ml	8960	7783	13	4695	1018	78
1.5 ml	8960	1103	88	4695	765	84
2.0ml	8960	890	90	4695	492	90
3.0 ml	8960	1017	89	4695	654	86

Nota. Los datos fueron obtenidos a partir del promedio de las tres repeticiones realizadas sobre la muestra.

Figura 18

Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 4 días de tratamiento.



En la tabla 15 y la figura 19 se presentan los hallazgos de la reducción de las concentraciones de DQO y DBO a los 6 días de tratamiento, donde la dosis de 0.5 ml de microorganismos, la reducción de DQO es del 54% y de DBO del 57%, a 1.0 ml, la reducción aumenta al 56% en DQO y al 62% en DBO, con 1.5 ml, las



reducciones son del 73% y 76%, respectivamente, a 2.0 ml, se alcanzan las mayores reducciones, 87% en DQO y 84% en DBO; sin embargo, a 3.0 ml, las reducciones son de 85% en DQO y 81% en DBO son menores que con 2.0 ml, cabe mencionar que todos los tratamientos cumplen los objetivos de reducción, y la eficiencia media del tratamiento para la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) es superior al 60 %.

Tabla 15

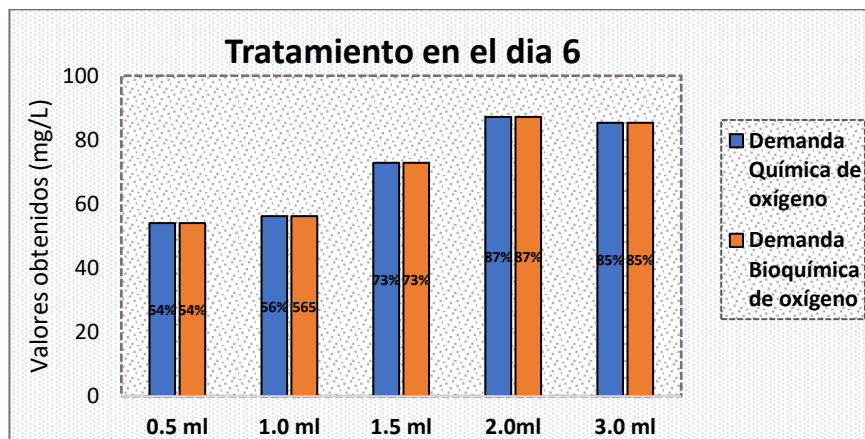
Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 6 días de tratamiento.

Dosis microorganismos eficaces	Dia 6					
	Demanda Química de oxígeno (mg/L)			Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/L)		
	Conc. Inicial	Conc. Final	% Reducción	Conc. Inicial	Conc. Final	% Reducción
0. ml	8960	8960	0	4695	4695	0
0.5 ml	8960	4123	54	4695	2032	57
1.0 ml	8960	3929	56	4695	1782	62
1.5 ml	8960	2437	73	4695	1113	76
2.0ml	8960	1149	87	4695	736	84
3.0 ml	8960	1317	85	4695	884	81

Nota. Los datos fueron obtenidos a partir del promedio de las tres repeticiones realizadas sobre la muestra.

Figura 19

Porcentaje de reducción de la DBO y DQO a los 6 días de tratamiento.



La tabla 16 y la figura 20 se exhibe el descenso del pH, pasando de ligeramente ácido (valor inicial de 6.25) a ácido (valor de 3.60 a 4.20), en las dosis más bajas (0.5 ml y 1.0 ml) de microorganismos eficaces, se observa una disminución gradual del pH con el transcurso de los días y a medida que aumentan las dosis de ME (1.5 ml, 2.0 ml y 3.0 ml), el pH sigue disminuyendo, pero de manera más moderada.

Tabla 16

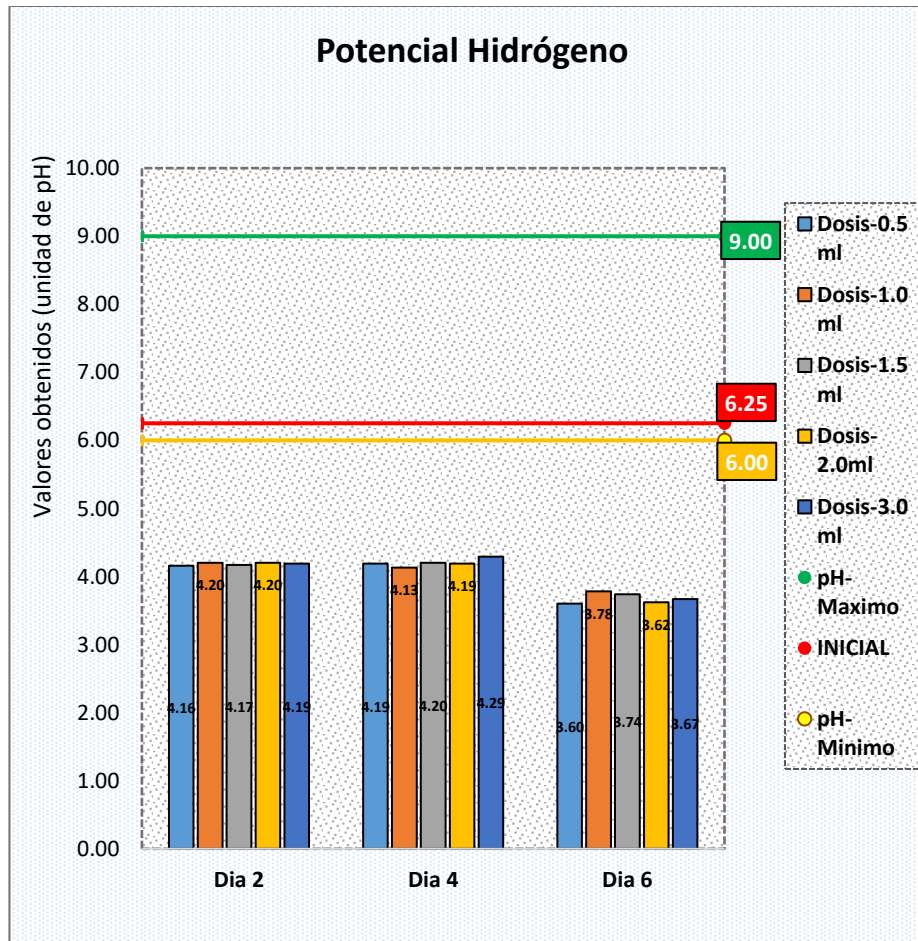
Resultados del potencial de hidrógeno antes y después de la aplicación de los microorganismos eficaces.

Dosis de microorganismos eficaces	Tiempo de tratamiento		
	Día 2	Día 4	Día 6
0. ml	6.25	6.25	6.25
0.5 ml	4.16	4.19	3.60
1.0 ml	4.20	4.13	3.78
1.5 ml	4.17	4.20	3.74
2.0ml	4.20	4.19	3.62
3.0 ml	4.19	4.29	3.67

Nota. Los datos fueron obtenidos a partir del promedio de las tres repeticiones realizadas sobre la muestra.

Figura 20

Comparación del potencial de hidrógeno en relación con los días y las diferentes dosis de microorganismo eficaces.



La tabla 17 y la figura 21, muestra los hallazgos del monitoreo de la temperatura, donde se observa un efecto leve pero constante, con temperaturas que varían entre 15.3 °C y 17.1 °C en diferentes días (día 2, día 4 y día 6) para cada dosis de ME; sin embargo, el incremento de temperatura es más pronunciado a partir del día 6, especialmente con las dosis de 1.0 ml (17.1 °C) y 3.0 ml (17.0 °C), este aumento podría ser el resultado de la actividad metabólica de los microorganismos eficaces, que, al descomponer compuestos orgánicos del lactosuero, liberan calor como subproducto de sus procesos biológico.

Tabla 17

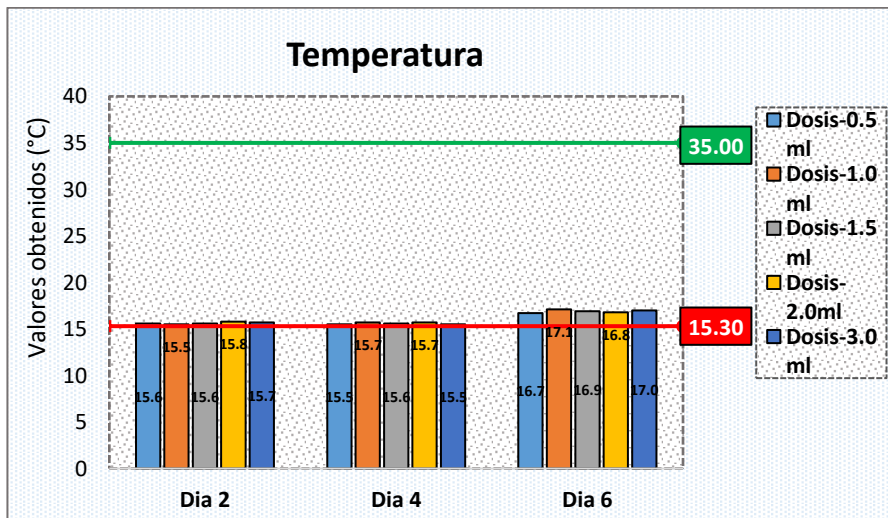
Resultados de la temperatura antes y después de la aplicación de los microorganismos eficaces.

Dosis de microorganismos eficaces	Tiempo de tratamiento		
	Día 2 (°C)	Día 4 (°C)	Día 6 (°C)
0. ml	15.3	15.3	15.3
0.5 ml	15.6	15.5	16.7
1.0 ml	15.5	15.7	17.1
1.5 ml	15.6	15.6	16.9
2.0ml	15.8	15.7	16.8
3.0 ml	15.7	15.5	17.0

Nota. Los datos fueron obtenidos a partir del promedio de las tres repeticiones realizadas sobre la muestra.

Figura 21

Comparación de la temperatura en relación con los días y las diferentes dosis de microorganismo eficaces.



a) Análisis

Según Herrera y Corpas (2013), el ácido láctico producido por *Lactobacillus spp.* reduce el pH a alrededor de 3.5, lo que inhibe microorganismos dañinos y favorece la coexistencia de microorganismos beneficiosos o eficaces, relación con

los datos recolectados en esta investigación muestran que, a medida que aumenta la dosis de microorganismos eficaces (de 0.5 ml a 3.0 ml), el pH del lactosuero disminuye gradualmente.

Según Ertola & Osvaldo (1994) la temperatura juega un papel crucial en la formación de microorganismos eficaces (ME), ya que temperaturas inferiores a 15 °C retrasan su multiplicación y superiores a 65 °C pueden destruirlos; los resultados de esta investigación muestran que las temperaturas del lactosuero, que oscilan entre 15.5 °C y 17.1 °C, se mantienen dentro del rango adecuado para el desarrollo de los ME.

4.2. Resultado de Contrastación de Hipótesis

4.2.1. Deseño estadístico

Se utilizó una prueba de Shapiro-Wilk como parte del diseño estadístico para determinar si los datos eran normales.

Se propuso la siguiente respuesta a la hipótesis:

- grado de confianza al 95%
- grado de significancia al 5%

Estimador:

- La hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alterna se acepta cuando $P < 0,05$.
- La hipótesis alterna se rechaza y la hipótesis nula se acepta cuando $P > 0,05$

4.2.2. Prueba de normalidad

El análisis de los datos de la tabla 18 revela que hay menos de 50 muestras. Utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, los resultados demostraron un nivel de

significación de 0,744 en la reducción de la materia orgánica al variar las dosis de microbios, lo que sugiere que las variables mantienen una distribución normal porque el valor p es mayor que alfa (0,05). Sobre esta base, la correlación entre las variables se medirá utilizando el análisis estadístico ANOVA.

Tabla 18

Evaluación de la normalidad Shapiro – Wilk.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Materia orgánica	,955	15	,744

Nota. matriz de datos SPSS.

4.2.3. Contrastación de hipótesis

Se realiza en base a las hipótesis específicas:

4.2.3.1. Contrastación de Hipótesis específicas 1

En la tabla 19, el análisis de varianza arrojó un valor significativo de 0,05. Por lo tanto, se ha confirmado que existe una diferencia significativa entre la concentración de materia orgánica (DBO₅ y DQO) en relación con el Valor Máximo Admisible (VMA); como se indicó desde el principio, aceptamos la hipótesis alternativa (H_a) y rechazamos la hipótesis nula (H_0).

H_a : El lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana presenta concentraciones de DBO₅, DQO y pH que exceden los valores máximos permisibles establecidos para aguas no domésticas.

H_0 : El lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana presenta concentraciones de DBO₅, DQO y pH que no exceden los valores máximos permisibles establecidos para aguas no domésticas.

Tabla 19

Análisis de varianza

F.V.	S.C.	GL	C.M.	F	p-valor
Materia orgánica vs. Valores Máximos Admisibles	2507.87	30.00	278.65	76.05	0.00
Error	73.29	20.00	3.66		
Total	2581.15	40.00			

Nota. Datos tomados del SPSS V-25.

4.2.3.2. Contrastación de Hipótesis específicas 2

La tabla 20 se manifiesta que la prueba post hoc que, sin tratamiento, el nivel de significancia para DBO y DQO es mayor a 0,05, lo que indica que no hay variación significativa ni descenso de compuestos orgánicos. En cambio, con el tratamiento, el nivel de significancia es inferior a 0,05, lo que demuestra una reducción significativa de la materia orgánica mediante el uso de microorganismos eficaces; como se indicó desde el principio, aceptamos la hipótesis alternativa (H_a) y rechazamos la hipótesis nula (H_0).

H_a : La dosis óptima de microorganismos eficaces para lograr la máxima reducción de las concentraciones de DBO_5 y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana es de 2 ml.

H_0 : La dosis óptima de microorganismos eficaces para lograr la máxima reducción de las concentraciones de DBO_5 y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana no es de 2 ml.

Tabla 20

Prueba post hoc.

Categoría lugar de trabajo (I)	Categoría lugar de trabajo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Sin tratamiento	DBO5	-4,100	1,293	,869	,43	7,77
	DQO	-2,400	1,172	,355	-1,27	6,07
Con tratamiento	DBO5	1,700	1,17	,000	-2,07	5,27
	DQO	,800	1,64	,003	1,73	9,07

Nota. Datos tomados del SPSS V-25.

Contrastación de Hipótesis específicas 3

En la tabla 21 se presenta la prueba de hipótesis del análisis de la varianza (ANOVA) para la remoción de materia orgánica utilizando diferentes dosis de ME, indicando que se obtuvo un valor p de 0.000 para la DBO y 0.000 para la DQO. Por lo tanto, se puede concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en la concentración de materia orgánica con la aplicación de diferentes dosis de ME, y por lo tanto, aceptamos la hipótesis alternativa (H_a) y rechazamos la hipótesis nula (H_0).

H_a : El porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO₅ y DQO en el lactosuero es superior al 50% tras la aplicación de microorganismos eficaces, mientras que el pH presenta variaciones significativas

H_0 : El porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO₅ y DQO en el lactosuero no es superior al 50% tras la aplicación de microorganismos eficaces, mientras que el pH presenta variaciones significativas.



Tabla 21

Prueba estadística ANOVA (Reducción de materia orgánica vs

Dosis EM)

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DQO Vs 0.5 ml. de EM	Entre grupos	,034	3	,011	.	,000
	Dentro de grupos	,000	0	.		
	Total	,034	3			
DBO5 Vs 0.5 ml. de EM	Entre grupos	1,449	3	,483	.	,000
	Dentro de grupos	,000	0	.		
	Total	1,449	3			
DQO Vs 1.0 ml. de EM	Entre grupos	,183	3	,113	.	,000
	Dentro de grupos	,000	0	.		
	Total	,183	3			
DBO5 Vs 1.0 ml. de EM	Entre grupos	2,328	3	,323	.	,000
	Dentro de grupos	,000	0	.		
	Total	2,328	3			
DQO Vs 1.5 ml. de EM	Entre grupos	,021	3	,011	.	,000
	Dentro de grupos	,000	0	.		
	Total	,021	3			
DBO5 Vs 1.5 ml. de EM	Entre grupos	1,229	3	,156	.	,000
	Dentro de grupos	,000	0	.		
	Total	1,229	3			
DQO Vs 2.0 ml. de EM	Entre grupos	,124	3	,008	.	,000
	Dentro de grupos	,000	0	.		
	Total	,124	3			
DBO5	Entre grupos	2,339	3	,248	.	,000

Vs 2.0 ml. de EM	Dentro de	,000	0	.	
	grupos				
	Total	2,339	3		
DQO Vs 3.0 ml. de EM	Entre grupos	,034	3	,003	,000
	Dentro de	,000	0	.	
	grupos				
	Total	,034	3		
DBO5 Vs 3.0 ml. de EM	Entre grupos	1,523	3	,422	,000
	Dentro de	,000	0	.	
	grupos				
	Total	1,523	3		

Nota. Datos tomados del SPSS V-25.

4.3. Discusiones

Según los resultados obtenidos, la aplicación de 2 mL de microorganismos eficaces durante un periodo de 4 días de retención hidráulica posibilitó una eliminación sumamente eficaz, alcanzando una reducción del 90 % tanto en la DBO₅ (492 mg/L) como en la DQO (890 mg/L); el análisis de varianza (ANOVA) para esta dosis indicó diferencias estadísticamente significativas en la reducción de ambos parámetros ($p = 0.000$), lo que respalda la efectividad del tratamiento biológico.

Al contrastar los resultados alcanzados con investigaciones anteriores llevadas a cabo en otros países, se observan similitudes. Por ejemplo, Evas (2021) reportó una reducción del 75,17% (540 mg/L) en DQO utilizando microorganismos eficaces (ME) al 5% con aireación para el efluente de la planta quesera Grupo Rossi. Por otro lado, Ortiz et al. (2021) observó remociones del 69,15% (210 mg/L) en DQO y 62,52% (70,3 mg/L) en DBO₅ en aguas residuales urbanas. En un estudio similar, Murillo (2018) encontró que, con una dosis de 0,02 v/v de ME, se lograron



reducciones de hasta el 78% en DQO y 61% en DBO_5 en efluentes de la industria láctea, aunque los valores finales no cumplieron con los valores establecidos por la legislación TULSMA. Finalmente, el estudio de Herrera & Corpas (2013) demostró que las dosis del 2% de ME fueron las más eficientes, alcanzando remociones de DQO de hasta 71,65% (en la tarde) y 66,96% (en la mañana); en cuanto a la DBO_5 , las remociones fueron del 68,58% (en la tarde) y 61,22% (en la mañana) en la PTAR industrial láctea de San Félix.

Comparando con estudios nacionales, Morales & Quispealaya (2024) reportaron una reducción significativa en DBO_5 de 154.282 mg/L y DQO de 244.457 mg/L al aplicar una dosis de hasta 50 ml/L durante 60 días de tratamiento en efluentes urbanos de Huancayo. Por su parte, Sama (2024) encontró mejoras sustanciales en la calidad del agua al combinar los Microorganismos Eficaces (ME) con un filtro anaerobio, logrando reducciones notables en la turbidez y en la concentración de E. coli (de 1699.0 NMP/100 ml a 440.4 NMP/100 ml) en efluentes industriales de un camal en Huánuco. Asimismo, Acuña et al. (2022) aplicaron una dosis de 20 mL y un tiempo de 33 días, obteniendo una remoción de 65.52% en DBO_5 (100 mg/L) y 66.88% en DQO (155 mg/L) en el efluente de la PTAR de Yauli, Huancavelica.

En el contexto local de tratamiento de efluentes domésticos, López & Dina (2022) reportaron remociones de 93.9% en DBO_5 , 79.9% en DQO y 87.1% en SST al aplicar microorganismos comerciales y de montaña en un sistema aerobio durante un mes en la ciudad de Sandía. En un estudio similar, Mamani et al. (2021) evaluaron la efectividad de los Microorganismos Eficientes (ME) en un sistema mixto anaerobio-aerobio con un tiempo de retención hidráulica de 15 días, logrando



remociones del 78% en DBO_5 , 73% en SST y una reducción de 99.97% en coliformes totales en Juliaca. Por su parte, Valdez (2016) en Puno, aplicó una dosis del 2% de ME, alcanzando una remoción del 80.75% en coliformes termotolerantes, DBO_5 y DQO. Si bien estos hallazgos son similares a los obtenidos en el presente estudio, las reducciones observadas en los estudios previos fueron ligeramente inferiores a las alcanzadas con la dosis de 2 mL de ME en el presente trabajo, lo que resalta la notable eficiencia de la dosis utilizada en este estudio.



CONCLUSIONES

Después de completar el proyecto de investigación actual, se llegaron a las siguientes conclusiones:

PRIMERA: Se concluye que los microorganismos eficaces son una alternativa eficiente para la reducción de materia orgánica en el lactosuero generado por la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana; este tratamiento contribuye al cumplimiento de los estándares ambientales y favorece la investigación de nuevas biotecnologías de manera natural, aplicando al mismo tiempo principios de la ciencia e ingeniería.

SEGUNDA: En cuanto al objetivo 1, se concluye que el lactosuero no está siendo aprovechado eficientemente, ya que presenta concentraciones elevadas de DBO_5 (4695 mg/L) y DQO (8690 mg/L), superando los Valores Máximos Admisibles para aguas residuales no domésticas del D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA; no obstante, el pH (6.15) y la temperatura (15 °C) se mantienen dentro de los rangos permitidos.

TERCERA: En relación con el objetivo 2, se concluye que la aplicación de 2 mL de microorganismos eficaces permitió, en un período de 4 días de tratamiento, reducir las concentraciones de DBO_5 a 492 mg/L y de DQO a 890 mg/L; asimismo, la temperatura se mantuvo relativamente constante, oscilando entre 15.3 y 17.1 °C; se observó también un descenso en el pH, alcanzando valores ácidos, lo cual es un comportamiento esperado debido a la actividad metabólica de los microorganismos eficaces.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda en futuras investigaciones considerar investigar más a fondo el rango óptimo de dosis que maximiza la eficiencia sin generar efectos negativos, como la competencia entre microorganismos o la acumulación excesiva de biomasa.
- SEGUNDA:** También se recomienda investigar cómo las condiciones operativas (temperatura, pH, tiempo de retención, concentración de oxígeno, etc.) influyen en la actividad de los microorganismos.
- TERCERA:** Se sugiere realizar un análisis económico y técnico para evaluar la variabilidad y sostenibilidad del uso de microorganismos a gran escala en plantas de tratamientos de aguas residuales, en comparación con tecnologías tradicionales.
- CUARTA:** Evaluar la combinación de tratamientos biológicos con otras tecnologías avanzadas para potencial aún más la remoción de contaminantes y mejorar la calidad de aguas tratadas.



BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, N., Huamaní, N., & Toribio, F. (2022). Evaluación de la remoción de materia orgánica por medio de microorganismos eficientes en el tratamiento de aguas residuales. *Revista Universidad y Sociedad*, 417-427.
- Alava, C., Gómez, M., & Maya, J. (2014). Caracterización fisicoquímico del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el Municipio de Pasto. *Revista Colombia de investigaciones agroindustriales*, 1(22), 22-32.
- Apaza, N. (2022). *Aprovechamiento del Efluente Residual de Suero De Queso y Estiércol de Bovino en la Producción de Biogás y Abonos Líquidos Orgánicos de una Planta en Puno-Cabana*. Lima: Universidad Científica del sur.
- Arias, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de ciencia e ingeniería*, 02(02), 42-45.
- Cabrera, J., & Mucha, L. (2024). *Degradación de materia orgánica contenida en aguas residuales de la industria láctea artesanal mediante el proceso de oxidación foto-fenton modificado circumneutro*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Callejas, J., Prieto, F. R., Marmolejo, Y., & Méndez, M. (2012). Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Acta Universitaria*, 22(1), 11–18.
- Carreño, A., Lucas, L., Hurtado, E., Barrios, R., & Silva, R. (2020). Adequacy for human consumption of the physical properties of water from the Carrizal River, Ecuador, through efficient microorganisms and zeolite filtration. *Medio ambiente*, 1 - 20.
- Córdova Baldeón, I. (2018). *"Instrumentos de investigación"*. Lima: San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván.



- Curtis, H., & Schneek, A. (2000). *Curtis Biología* (Vol. 7a edición en español). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- DECRETO SUPREMO Nº 010-2019-VIVIENDA. (s.f.). *Decreto Supremo que aprueba el reglamento de valores máximos admisibles (VMA9 para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario*. Lima: Vivienda, Construcción y saneamiento.
- Ertola, R., & Osvaldo, C. (1994). *Microbiología industrial*. Buenos Aires: Organización de Estados Americanos - OEA.
- Evas, B. (2021). *Evaluación de microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales de grupo Rossi*. La Escuela Politécnica Nacional. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Frioni, L. (2011). *Microbiología básica, ambiental y agrícola*. Buenos Aires, Argentina: Orientación Gráfica Editora.
- GAIN. (13 de Mayo de 2024). *Global Alliance for Improved Nutrition*. Obtenido de <https://www.gainhealth.org/media/news/new-whey-boost-pakistans-dairy-industry>
- García, V. (1995). *Introducción a la microbiología* (1a. ed. ed.). San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED).
- Hernández, R., & Fernández, C. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill Education.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2014). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw Hill Education.



- Herrera, O., & Corpas, E. (2013). Reducción de la contaminación en aguas industrial lactea utilizando microorganismos benéficos. *Biotechnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 57-67.
- Hidalgo, J. (2018). *Tratado de Enología*. (3ra edición ed., Vol. I y II). Madrid, España: Mundiprensa.
- Jimeno, E. (1998). *Ánàlisis de aguas y desagües* (2a ed.). Lima: Universidad Nacional de Ingenierias.
- Lope, C. (2024). *Análisis ambiental en la planta quesera Cooperativa de Servicios San Santiago de Caritamaya-Acora, Puno 2024*. Puno: Universidad Privada San Carlos.
- Lopez, E., & Nina, D. (2022). *Remoción de carga orgánica en aguas residuales con microorganismos de montaña y comercial*. Juliaca: Universidad Peruana Unión.
- Mamani Ccama, N. T. (2021). Depuración de aguas residuales domésticas con Microorganismos eficientes en condiciones Altiplánicas en sistema mixto (anaerobio-aeróbio). *Unaciencia Revista de Estudios e Investigaciones.*, 60-67.
- Mejía. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Lima: Centro de producción editoriale imprenta de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Morales, Y., & Quispealaya, S. (2024). *los microorganismos eficaces en la eficiencia del tratamiento de las Rediduales en la Laguno de Oxidación de Jauja-2024*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.



- Murillo, D. (2018). *Eficiencia del uso de microorganismos eficientes en el tratamiento de aguas residuales de las queserías artesanales de Quimiag*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- NTP 214.060. (2016). *protocolo de monitoreo de aguas residuales no domesticas que se descargan en la red de alcantarillado*. Lima: Dirección de Normalización - INACAL.
- Ortiz, D., Anrango, M., Pérez, H., Chela, L., Villagrán, G., & Fenández, L. (Octubre de 2021). Uso de microorganismos eficientes para la depuración de contaminantes orgánicos en aguas residuales urbanas. *Revista Ecuatoriana de Ciencia*, 5(3), 355-362.
- Prescott, S. (1962). *Microbiología Industrial*. Madrid, España: Aguilar.
- Quille, L. (2019). Microorganismos eficaces y lombrifiltro para la remosion de residuos lacteos de la planta quesera" La Bodeguita-Moquegua". *Revista de Investigaciones*, 1151-1163.
- Quille, L. (julio de 2019). Microorganismos eficaces y lombrifiltro para la remosion de residuos lacteos de la planta quesera" La Bodeguita-Moquegua". *Revista de Investigaciones*, 1151-1163.
- Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), 71-80.
- Ramírez, I., & Chávez, A. (2017). Efecto del ultrasonido aplicado al suero de leche previo al calentamiento en la elaboración de requesón. *Interciencia*, 828-833.
- Reis, V., Guarnieri, A., Gomes, J., & Ceccato, S. (2013). Characteristics of *Saccharomyces cerevisiae* yeasts exhibiting rough colonies and pseudohyphal morphology with respect to alcoholic fermentation. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(4), 1121-1131.



- Sama, C. (2024). *Reducción de la carga orgánica del agua residual proveniente del camal mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente con microorganismos eficientes, Amarilis, Huánuco – 2023*. Huánuco: Universidad de Huánuco.
- Schelegel, H. (1996). *Microbiología general*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- Silva, R. (2018). Impactos ambientais de efluentes de laticínios em curso d'água na bacia do rio Pomba, MG. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2(23), 217-228.
- Tanya, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 42(2), 93-103.
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2007). *Introducción a la microbiología* (9.ª ed. ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Vaca, D. (2017). *Diseño de extractor hidráulico de pines para cadenas de carrilería en maquinaria pesada para la empresa FERREYROS TRUJILLO S.A*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Valdez, A. (2016). *Aplicación de microorganismos eficaces (EM) para el tratamiento de las aguas residuales domesticas en la localidad de Chucuito*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Valencia, E., & Ramírez, M. (2009). La indurtia de la leche y la contaminación del agua. *Elementos: Ciencia y cultura*, 16, 27-31.
- Vargas, D. (2021). *Uso de microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una embotelladora de bebidas carbonatadas y jugos en Sachaca-Arequipa-2020*. Arequipa: Unidad Nacionala de San Agustín de Arequipa.



ANEXOS



**ANEXO 1.
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título: EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UND	METODO
<p>General</p> <p>¿Cuál es el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en la reducción de la materia orgánica presente en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana?</p>	<p>General</p> <p>Determinar el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en la reducción de la materia orgánica presente en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.</p>	<p>General</p> <p>La aplicación de microorganismos eficaces tendrá un efecto positivo en la reducción de materia orgánica en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Microorganismos eficaces.</p>	<p>Dosis de microorganismos eficaces</p>	0.5	ml/L.	<p>Diseño de investigación</p> <p>Experimental</p> <p>Tipo de investigación</p> <p>Aplicativo</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>Explicativo</p> <p>Enfoque de investigación</p> <p>Cuantitativo</p>
					1.0	ml/L.	
					1.5	ml/L.	
					2.0	ml/L.	
					3.0	ml/L.	
<p>Específicas</p> <p>¿Qué calidad presenta el lactosuero en términos de DBO₅, DQO y pH de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana?</p> <p>¿Cuál es la dosis óptima de microorganismos eficaces para reducir las concentraciones de DBO₅ y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana?</p> <p>¿Cuánto es el porcentaje de reducción de la DBO₅, DQO y la variación del pH en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana?</p>	<p>Específicas</p> <p>Conocer la calidad del lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana en términos de DBO₅, DQO y pH.</p> <p>Determinar la dosis óptima de microorganismos eficaces para reducir las concentraciones de DBO₅ y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.</p> <p>Determinar el porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO₅, DQO y variación del potencial de hidrógeno en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana.</p>	<p>Específicas</p> <p>El lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana presenta concentraciones de DBO₅, DQO y pH que exceden los valores máximos permisibles establecidos para aguas no domésticas.</p> <p>La dosis óptima de microorganismos eficaces para lograr la máxima reducción de las concentraciones de DBO₅ y DQO en el lactosuero de la planta Cooperativa Agroindustrial de Productores Agropecuarios Cabana es de 2 ml.</p> <p>El porcentaje de reducción de las concentraciones de DBO₅ y DQO en el lactosuero es superior al 50% tras la aplicación de microorganismos eficaces, mientras que el pH presenta variaciones significativas.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Reducción de materia orgánica presente en lactosuero.</p>	<p>Parámetros físico-Químicos</p>	Temperatura	°C	
					Potencial de Hidrogeno	Unidad de PH	
					DBO5	mg/L.	
					DQO	mg/L.	

ANEXO 2.

DECRETO SUPREMO N°010-2019-VIVIENDA.



Decreto Supremo

N° 010 -2019-VIVIENDA

DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en concordancia con el artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, establece que este Ministerio es el Ente rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional;

Que, el artículo 25 del citado Decreto Legislativo, establece la prohibición de descargar en las redes de alcantarillado sanitario, sustancias o elementos extraños que contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes; para ello, los usuarios del servicio de alcantarillado sanitario tienen prohibido descargar al sistema de alcantarillado sanitario, aguas residuales no domésticas que excedan los Valores Máximos Admisibles de los parámetros que establezca el Ente rector, excepto aquellos parámetros en los que el usuario no doméstico efectúe el pago adicional por exceso de concentración, conforme lo determinen las normas sectoriales y las normas de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. La contravención o incumplimiento de esta disposición ocasiona la suspensión de los servicios de saneamiento;

Que, mediante Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento; garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales;

Que, mediante Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, modificado por los Decretos Supremos N° 010-2012-VIVIENDA y N° 001-2015-VIVIENDA, se aprobó el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, con el objeto de regular los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario;





Que, durante el proceso de implementación de los Valores Máximos Admisibles se ha identificado la necesidad de emitir un nuevo Reglamento que establezca el procedimiento para el adecuado cumplimiento de sus disposiciones, con el propósito de adecuarlas al marco normativo sectorial y a la realidad del país, de forma tal que permita a los prestadores de los servicios de saneamiento efectuar una apropiada implementación;

De conformidad con lo dispuesto por el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA; y, el Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación

Apruébese el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, los cuales forman parte integrante del presente Decreto Supremo.



Artículo 2.- Publicación

Dispóngase la publicación del presente Decreto Supremo, del Reglamento y sus anexos, en el diario oficial El Peruano, y la difusión en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación.



Artículo 3.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA FINAL

Única. - Aplicación de la norma

Los actos administrativos que hayan iniciado antes de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo se rigen por lo establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, el Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y su modificatoria, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario, hasta su conclusión; salvo que las disposiciones del Reglamento aprobado con el presente Decreto Supremo le resulten más favorables al administrado.





Que, durante el proceso de implementación de los Valores Máximos Admisibles se ha identificado la necesidad de emitir un nuevo Reglamento que establezca el procedimiento para el adecuado cumplimiento de sus disposiciones, con el propósito de adecuarlas al marco normativo sectorial y a la realidad del país, de forma tal que permita a los prestadores de los servicios de saneamiento efectuar una apropiada implementación;

De conformidad con lo dispuesto por el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA; y, el Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación

Apruébese el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, los cuales forman parte integrante del presente Decreto Supremo.



Artículo 2.- Publicación

Dispóngase la publicación del presente Decreto Supremo, del Reglamento y sus anexos, en el diario oficial El Peruano, y la difusión en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación.



Artículo 3.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA FINAL

Única. - Aplicación de la norma

Los actos administrativos que hayan iniciado antes de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo se rigen por lo establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, el Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y su modificatoria, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario, hasta su conclusión; salvo que las disposiciones del Reglamento aprobado con el presente Decreto Supremo le resulten más favorables al administrado.





ANEXO N° 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

ANEXO N° 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN-	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr ⁺⁶	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Piomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO ₄ ⁻²	1000
Sulfuros	mg/l	S ⁻²	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH ⁺⁴	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35



(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, es la precisada en el presente Reglamento tomando como referencia el código CIU. Aquellas actividades que no estén incluidas en este código, deben cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo. Los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, son determinados a partir del análisis de muestras puntuales.

(2) Las concentraciones de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 deben ser determinadas a partir del análisis de muestras puntuales.

ANEXO 3.
FICHA TÉCNICA

FICHA TÉCNICA

EM•AGUA®
MICROORGANISMOS EFICACES™

I. DESCRIPCIÓN MÍNIMA

El EM•AGUA® es un inoculante biológico que fue desarrollado en la década de los 80 por el Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón. Actualmente se utiliza en más de 143 países a nivel mundial.

II. DESCRIPCIÓN AMPLIADA

El EM•AGUA® es un inoculante biológico para las plantas, elaborado a base de microorganismos con acción simbiótica, Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. El contacto con este producto no afecta al ambiente ni a la salud de las personas o animales.

III. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

1. CONTENIDO MÍNIMO UFC/mL

- * Bacterias Fotosintéticas: $\geq 1.6 \times 10^4$
 - *Rhodospseudomonas palustris*
 - *Rhodobacter sphaeroides* (aka *R. sphaeroides*)
 - *Rhodobacter capsulatus*
- * Bacterias ácido lácticas: $\geq 4.3 \times 10^5$
 - *Lactobacillus plantarum*
 - *Lactobacillus casei*
 - *Lactobacillus fermentum*
 - *Lactobacillus salivarius*
 - *Lactobacillus delbrueckii*
- * Levaduras: $\geq 3.3 \times 10^4$
 - *Saccharomyces cerevisiae*
- * Enzimas

IV. DATOS FÍSICOS

Tipo del producto: líquido concentrado color marrón-amarillo
Olor: Fermento-agradable

pH: 3.5

Presentación: envases de 20 litros



Jr. Nicolas Alcázar N° 764
Pueblo Libre - Lima
943603740 / 952086694
administracion@bioem.com.pe
www.bioem.com.pe | www.emrojapan.com
EM-Microorganismos Eficaces Perú™

Productos

EM-1®
Optimiza el crecimiento de las plantas y previene la presencia de plagas y enfermedades.



EM-COMPOST®
Acelera la descomposición de la materia orgánica. Incrementa la calidad nutricional y biológica del compost. Reduce los malos olores y presencia de moscas.



EM-CERÁMICA SOIL®
Activa las defensas naturales de las plantas y previene el ataque de las plagas y enfermedades.



EM-CERÁMICA Filoprotectante®
Promueve el desarrollo foliar. Protege a la planta del golpe de sol al reflejar el espectro de los rayos infrarrojos y ultravioletas. Aporta una gran riqueza en minerales y oligoelementos.



Dr. Higa's Original

Tecnología EM®

Microorganismos Eficaces®



Producto aprobado para su uso en agricultura orgánica.



BIOEM®

EM-Microorganismos Eficaces Perú®

94-3603740 / 952086894
administracion@bioem.com.pe
www.bioem.com.pe | www.entrojapan.com
www.em-ha.com



¿Qué es Tecnología EM®?

La Tecnología EM® (Microorganismos Eficaces®) es un inoculante biológico, elaborado a base de microorganismos con acción simbiótica obtenidos de la naturaleza, no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. Siendo totalmente seguros para el hombre, los animales y el medio ambiente.

Nuestra Historia



La Tecnología EM fue desarrollada por el Dr. Teruo Higashi, en 1982 como una forma de resolver los problemas de nuestro mundo a través de los Microorganismos Eficaces. Actualmente el EM es usado en más de 145 países de todo el mundo, en numerosos campos como la agricultura, la crianza de animales, la purificación ambiental y el cuidado de la salud.

Por qué usar Tecnología EM®

- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Optimiza el crecimiento de las plantas y previene la presencia de plagas y enfermedades.
- Mejora la calidad de los abonos orgánicos
- Potencia la crianza y sanidad animal.
- Mejora la salud y bienestar de las personas.
- Ofrece productos de alta calidad, que nutren y sanan.



Procedimiento para activar los productos de la Tecnología EM®

Los microorganismos en EM-1® se encuentran concentrados en estado de latencia, actívenlos antes de usarlo.



1 Mezclar 1 litro de melaza (5%) en 18 litros de agua (90%) y agregar 1 litro de EM-1® (5%).

2 Colocar la mezcla en un envase plástico, limpio y con tapa que permita su cierre hermético (sin aire).

3 Dejar fermentar la mezcla bajo sombra entre 5 a 7 días. No usar la mezcla después de un mes de activado.

1 litro de EM-1® rinde 20 litros de EM-1® - Activado (EMA). El EMA debe usarse antes de los 30 días de activado.

DO SIS

Aplicación al suelo y foliar :

- 1 litro EM-1® Activado por mochila de 20 litros.
- 10 litros EM-1® Activado por cilindro de 200 litros.
- Se recomienda hacer aplicaciones semanales según las necesidades del cultivo.

➔ NO MEZCLAR CON FUNGICIDAS



ANEXO 4.

RESULTADOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA133

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Monica Choque Copari
- 1.2. **Proyecto** : EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual
- 2.2. **Numero de muestras** : 01
- 2.3. **Muestreado por** : Monica Choque Copari
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 12/12/2023
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Cabana
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
M1	E: 358634 N: 8269460	06/12/2023	14:30

III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	M1
1	Temperatura	°C	15.3
2	pH	-	6.25
3	Demanda química de oxígeno	mg/l	8960
4	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	4695

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 28 de diciembre del 2023.

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE - LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N°B.E.: 00211922
Página 1 de 7



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA134

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.3. **Solicitante** : Mónica Choque Copari
- 1.4. **Proyecto** : EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.9. **Producto** : Agua residual
- 2.10. **Numero de muestras** : 15
- 2.11. **Muestreado por** : Mónica Choque Copari
- 2.12. **Fecha de ensayo** : 08 - 14/12/2023
- 2.13. **Departamento** : Puno
- 2.14. **Provincia** : San Román
- 2.15. **Distrito** : Juliaca
- 2.16. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de Monitoreo y/o coordenadas	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
D1-1	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:00
D1-2	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:03
D1-3	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:05
D2-1	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:10
D2-2	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:14
D2-3	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:17
D3-1	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:22
D3-2	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:26
D3-3	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:30
D4-1	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:39
D4-2	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:42
D4-3	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:46
D5-1	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:55
D5-2	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	11:57
D5-3	E: 380128 N: 8282325	8/12/2023	12:00



N°B.E.: 00211922

Página 2 de 7



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

III. RESULTADOS

Código	Temperatura (°C)	pH	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)
D1-1	15.6	4.16	5760	2742
D1-2	15.5	4.2	5623	2620
D1-3	15.7	4.12	5519	2128
D2-1	15.4	4.22	4025	2127
D2-2	15.6	4.20	4043	2136
D2-3	15.5	4.18	4052	2148
D3-1	15.3	4.19	3520	1378
D3-2	15.8	4.18	3547	1385
D3-3	15.7	4.14	3517	1375
D4-1	16.6	4.22	1251	842
D4-2	15.9	4.18	1235	867
D4-3	14.9	4.20	1250	850
D5-1	15.7	4.16	2568	1173
D5-2	15.7	4.23	2571	1195
D5-3	15.7	4.18	2276	1181

*DQO: Demanda Química de Oxígeno

*DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005.

Juliaca, 28 de setiembre del 2023.


UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP


UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE - LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N°B.E.: 00211922

Página 3 de 7



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA135

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.5. **Solicitante** : Mónica Choque Copari
- 1.6. **Proyecto** : EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.17. **Producto** : Agua residual
- 2.18. **Numero de muestras** : 15
- 2.19. **Muestreado por** : Mónica Choque Copari
- 2.20. **Fecha de ensayo** : 11 - 17/12/2023
- 2.21. **Departamento** : Puno
- 2.22. **Provincia** : San Román
- 2.23. **Distrito** : Juliaca
- 2.24. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de Monitoreo y/o coordenadas	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
D1-1	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:00
D1-2	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:03
D1-3	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:05
D2-1	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:10
D2-2	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:14
D2-3	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:17
D3-1	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:22
D3-2	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:26
D3-3	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:30
D4-1	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:39
D4-2	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:42
D4-3	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:46
D5-1	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:55
D5-2	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	11:57
D5-3	E: 380128 N: 8282325	11/12/2023	12:00



N°B.E.: 00211922

Página 4 de 7



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

III. RESULTADOS

Código	Temperatura (°C)	pH	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)
D1-1	15.4	4.19	3250	1864
D1-2	15.6	4.18	3197	1795
D1-3	15.5	4.2	3246	1885
D2-1	15.6	4.03	7785	1009
D2-2	15.7	4.21	7780	1020
D2-3	15.8	4.15	7784	1025
D3-1	15.5	4.25	1247	725
D3-2	15.8	4.19	1025	784
D3-3	15.5	4.16	1037	786
D4-1	15.6	4.19	902	490
D4-2	15.8	4.21	887	492
D4-3	15.7	4.17	881	495
D5-1	15.4	4.18	1021	627
D5-2	15.7	4.25	1015	672
D5-3	15.4	4.44	1015	663

*DQO: Demanda Química de Oxígeno

*DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

V. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005.

Juliaca, 28 de setiembre del 2023.

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
Mgtr. Ing. Milthon Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N°B.E.: 00211922

Página 5 de 7



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA136

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.7. **Solicitante** : Mónica Choque Copari
1.8. **Proyecto** : EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LACTOSUERO DE LA PLANTA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS CABANA

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.25. **Producto** : Agua residual
2.26. **Numero de muestras** : 15
2.27. **Muestreado por** : Mónica Choque Copari
2.28. **Fecha de ensayo** : 13 - 19/12/2023
2.29. **Departamento** : Puno
2.30. **Provincia** : San Román
2.31. **Distrito** : Juliaca
2.32. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de Monitoreo y/o coordenadas	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
D1-1	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:00
D1-2	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:03
D1-3	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:05
D2-1	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:10
D2-2	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:14
D2-3	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:17
D3-1	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:22
D3-2	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:26
D3-3	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:30
D4-1	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:39
D4-2	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:42
D4-3	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:46
D5-1	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:55
D5-2	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	11:57
D5-3	E: 380128 N: 8282325	13/12/2023	12:00



N°B.E.: 00211922

Página 6 de 7



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

III.RESULTADOS

Código	Temperatura (°C)	pH	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)
D1-1	16.9	3.95	4102	2025
D1-2	17.1	3.41	4135	2038
D1-3	16.1	3.44	4132	2033
D2-1	17.3	3.94	3945	1764
D2-2	17.2	3.65	3900	1800
D2-3	16.8	3.75	3942	1782
D3-1	17.1	4.05	2457	1126
D3-2	17.0	3.54	2412	1102
D3-3	16.6	3.63	2442	1111
D4-1	16.8	3.76	1142	746
D4-2	17.1	3.61	1155	732
D4-3	16.5	3.49	1150	730
D5-1	16.9	3.37	1321	835
D5-2	17.2	3.70	1311	849
D5-3	16.9	3.94	1319	968

*DQO: Demanda Química de Oxígeno

*DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

VI.MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005.

Juliaca, 28 de setiembre del 2023

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

.....
Mgtr. Ing. Milthon Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

.....
Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE - LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N°B.E.: 00211922

Página 7 de 7

ANEXO 5. PANEL FOTOGRÁFICO

TOMA DE MUESTRAS



Fotografía 1. *vista de la planta productora de quesos.*



Fotografía 2. *descarga y limpieza de ánforas de leche.*



Fotografía 3. *Recolección de lactosuero.*



Fotografía 4. *Toma de muestras para DBO y DQO.*



Fotografía 5. *Rotulado de muestra*



Fotografía 6. *Visita a la planta Coopagro- Cabana.*

ACTIVACION DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES



Fotografía 7. Insumo para la activación de EM•AGUA®.



Fotografía 8. Mezcla de volúmenes de melaza, agua y EM•AGUA®.



Fotografía 8. Reposo en un recipiente hermético.



Fotografía 9. Incubación del EM activado.



Fotografía 10. Programación de la incubación durante 7 días a 30 °C.



Fotografía 11. Medición del pH antes y después de la activación.

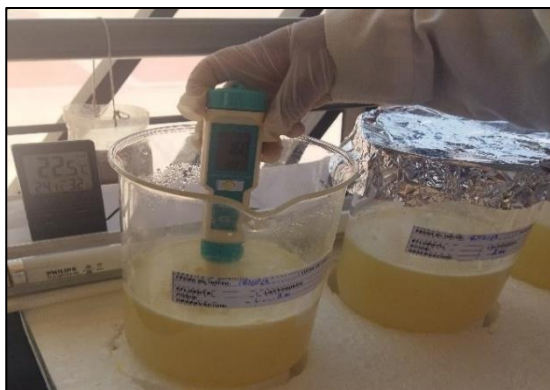
ENSAYOS REALIZADOS



Fotografía 12. *Acondicionamiento de los tratamientos con lactosuero.*



Fotografía 13. *aplicación de EM activados a diferentes dosis..*



Fotografía 14. *Monitoreo de pH y temperatura.*



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 13/06/2025

1. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°, Teléfono, email, Facultad y/o Escuela de Posgrado, Escuela Profesional o Mención, Título o Grado Académico a optar, Asesor, Trabajo de Investigación, Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional, Trabajo Académico, Título, Palabras claves, and a question about development at UANCV.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

13/06/2025

Fecha