



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA EN EL PROCESO DE
DESAMARGADO POR MÉTODO DE FERMENTACIÓN DEL CHOCHO (*Lupinus
mutabilis Sweet*) EN EL CAMPUS EXPERIMENTAL CEASA, PROVINCIA DE
COTOPAXI 2020 – 2021”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieras en Medio Ambiente

Autoras:

Llusha Lasinquiza Melany Andreina

Trávez Trávez Yulisa Anabel

Tutora:

Donoso Quimbita Caterine Isabel Ing. Mg.

Co - Tutora:

Parra Gallardo Giovana Paulina Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Llusha Lasinquiza Melany Andreina, con cédula de ciudadanía No. **1727095497**; y, **Trávez Trávez Yulisa Anabel**, con cédula de ciudadanía No. **0550632616**; declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: **“Caracterización físico química del agua en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en el campus experimental CEASA, provincia de Cotopaxi 2020 – 2021”**, siendo la **Ing. Mg. Caterine Isabel Donoso Quimbita**, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 05 de marzo del 2021



Melany Andreina Llusha Lasinquiza
Estudiante
CC: 1727095497



Yulisa Anabel Trávez Trávez
Estudiante
CC: 0550632616



Ing. Mg. Caterine Isabel Donoso Quimbita
Docente Tutora
CC: 0502507536

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LLUSHA LASINQUIZA MELANY ANDREINA**, identificada con cédula de ciudadanía **1727095497** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Caracterización físico química del agua en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en el campus experimental CEASA, provincia de Cotopaxi 2020 – 2021**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Inicio de la carrera: Abril 2016 - Agosto 2016

Finalización de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 26 de Enero del 2021

Tutor: Ing. Mg. Caterine Isabel Donoso Quimbita

Tema: “Caracterización físico química del agua en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en el campus experimental CEASA, provincia de Cotopaxi 2020 – 2021”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin

autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 05 días del mes de marzo del 2021.



Melany Andreina Llusha Lasinquiza
LA CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TRÁVEZ TRÁVEZ YULISA ANABEL**, identificado con cédula de ciudadanía **0550632616** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Caracterización físico química del agua en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en el campus experimental CEASA, provincia de Cotopaxi 2020 – 2021**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Inicio de la carrera: Abril 2016 - Agosto 2016

Finalización de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 26 de enero del 2021

Tutor: Ing. Mg. Caterine Isabel Donoso Quimbita

Tema: “Caracterización físico química del agua en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en el campus experimental CEASA, provincia de Cotopaxi 2020 – 2021”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin

autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare. En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 05 días del mes de marzo del 2021.



Yulisa Anabel Travéz Travéz
LA CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chigvano Umajinga
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título: **“CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA EN EL PROCESO DE DESAMARGADO POR MÉTODO DE FERMENTACIÓN DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet) EN EL CAMPUS EXPERIMENTAL CEASA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2020 – 2021”**, de las Srtas. Llusha Lasinquiza Melany Andreina y Travéz Travéz Yulisa Anabel, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 05 de marzo del 2021



Ing. Mg. Caterine Isabel Donoso Quimbita

DOCENTE TUTORA

CC: 0502507536

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Llusha Lasinquiza Melany Andreina y Trávez Trávez Yulisa Anabel, con el título de Proyecto de Investigación: “**CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA EN EL PROCESO DE DESAMARGADO POR MÉTODO DE FERMENTACIÓN DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN EL CAMPUS EXPERIMENTAL CEASA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2020 – 2021**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 05 de marzo del 2021



Firma digitalmente por
MARCO ANTONIO
RIVERA MORENO

Lector 1(Presidente/a)

Ing. Marco Antonio Rivera Moreno

CC: 0501518955

Lector 2

Ing. Mg. José Luis Agreda Oña

CC: 0401332101

Lector 3

Mtr. Kalina Marcela Fonseca Largo

CC: 1723534457

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser mi guía en todo este proceso de aprendizaje y por iluminar cada paso que he dado para alcanzar mi objetivo. A mis padres y hermanos por inculcarme responsabilidad y brindarme su apoyo incondicional en buenos y malos momentos, por ser mi pilar fundamental para no rendirme durante mi formación académica.

Melany Andreína Llusha Lasínquiza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme disfrutar de mis logros y demostrar mi esfuerzo y dedicación sin darme por vencido y permitirme lograr todo lo que me he propuesto. A mis padres y hermanos por ser mi pilar fundamental durante mi formación académica por apoyarme incondicionalmente en todas las circunstancias más difíciles de mi vida.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y brindarme oportunidad de crecer en el ámbito profesional.

A los tutores del trabajo de titulación especialmente a la Ingeniera Caterine Donoso por su direccionamiento y sabiduría en la culminación del presente trabajo.

Yulisa Anabel Trávez Trávez

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación que constituye el resultado de constancia, esfuerzo y sobre todo deseo de superación lo dedico con mucho cariño a mi padre Segundo y mi madre Aida, por ser un soporte primordial desde el inicio de vida estudiantil, por ser las personas que me han guiado y aconsejado en cada etapa de mi vida y por ser las personas que me inspiraron y alentaron a seguir adelante en mi superación personal.

Melany Andreína Llushia Lasínquiza

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi proyecto de investigación a mis padres Freddy y Fanny por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad ya que muchos de mis logros se lo debo a ustedes entre los que se incluye en este.

A mis hermanos Angely y Sebastián y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

Yulisa Anabel Trávez Trávez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA EN EL PROCESO DE DESAMARGADO POR MÉTODO DE FERMENTACIÓN DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN EL CAMPUS EXPERIMENTAL CEASA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2020 – 2021”

AUTORAS: Llusha Lasinquiza Melany Andreina

Trávez Trávez Yulisa Anabel

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad caracterizar los parámetros físico químicos y microbiológicos del agua generada en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el campus CEASA, a su vez determinar el porcentaje de alcaloides presentes en el agua de descarga del proceso de fermentación siendo el problema más relevante debido a la toxicidad generada por los alcaloides que supera el 4,173 % tolerado por los seres vivos. Para lograr los objetivos planteados se analizó distintos parámetros para determinar la calidad del agua tomando muestras in situ en la instalación de la planta de alimentos de la carrera de Agroindustria donde se realizó el proceso de desamargado por el método de fermentación de agua de los subprocesos de hidratación, fermentación, cocción, lavado uno, lavado dos y lavado tres en el índice de madurez seco y en el índice de madurez tierno solamente se obtuvo dos lavados de acuerdo al diagrama de flujo propuesto por Calupiña y Tipán(2020). Para la obtención de los resultados se optó por realizar un diseño estadístico experimental, tomando en cuenta dos factores (variedad, ecotipos e índices de madurez) para cada parámetro, utilizando la técnica de análisis de varianza. Una vez analizados y comparados los resultados se determinó que tanto en el índice seco como tierno de la dos variedades y dos ecotipos mostraron a medida que el grano se sometía a cada subproceso el % de alcaloides disminuía al punto de obtener un 0,020 % en el último lavado de cada índice de madurez. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos mostraron que varios parámetros del efluente se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (Tabla 8) de temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, pH, sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, y coliformes totales en el proceso de desamargado del chocho por el método de fermentación. Los estudios de caracterización de efluentes permitirán en estudios posteriores generar propuestas de recuperación y uso de los alcaloides, además de diseñar sistemas de tratamiento de agua para su descarga en el alcantarillado.

Palabras clave: fermentación, alcaloides, caracterización fisicoquímica y microbiológica, TULSMA, calidad del agua.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF WATER IN THE FERMENTATION PROCESS OF PEACH (*Lupinus mutabilis* Sweet) AT THE CEASA EXPERIMENTAL CAMPUS, PROVINCE OF COTOPAXI 2020 - 2021"

Authors: Llusha Lasinquiza Melany Andreina
Travéz Travez Yulisa Anabel

ABSTRACT

The purpose of this research is to characterize the physical, chemical and microbiological parameters of the water generated in the process of debittering by the fermentation method of chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) at the CEASA campus, and to determine the percentage of alkaloids present in the discharge water of the fermentation process, the most relevant problem being the toxicity generated by the alkaloids, which exceeds the 4.173% tolerated by living beings. To achieve the proposed objectives, different parameters were analyzed to determine the quality of the water by taking samples in situ at the food plant of the Agroindustry course where the debittering process was carried out by the water fermentation method of the subprocesses of hydration, fermentation, cooking, washing one, washing two and washing three in the dry maturity index and in the tender maturity index only two washes were obtained according to the flow diagram proposed by Calupiña and Tipán (2020). To obtain the results, an experimental statistical design was chosen, taking into account two factors (variety, ecotypes and maturity indexes) for each parameter, using the analysis of variance technique. Once the results were analyzed and compared, it was determined that both the dry and tender indexes of the two varieties and two ecotypes showed that as the grain was subjected to each subprocess, the % of alkaloids decreased to the point of obtaining 0.020 % in the last wash of each maturity index. The results of the physicochemical and microbiological analyses showed that several effluent parameters were within the maximum permissible limits (Table 8) for temperature, turbidity, dissolved oxygen, electrical conductivity, pH, total solids, dissolved solids, suspended solids, and total coliforms in the process of debittering the chocho by the fermentation method. The effluent characterization studies will allow further studies to generate proposals for the recovery and use of the alkaloids, as well as to design water treatment systems for discharge into the sewage system.

Keywords: fermentation, alkaloids, physicochemical and microbiological characterization, TULSMA, water quality.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	6
4.1. Beneficiarios directos.....	6
4.2. Beneficiarios indirectos	6
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	7
5.1. Formulación del problema	8
5.2. Preguntas directrices	8
6. OBJETIVOS.....	9
6.1. Objetivo general.....	9

6.2.	Objetivos específicos	9
6.3.	Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos.....	9
7.	FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	11
7.1.	Antecedentes	11
7.2.	Chocho	11
7.2.1.	Variedades del chocho.....	12
7.2.2.	Índice de madurez.....	12
7.3.	Antinutrientes en el chocho	13
7.4.	Alcaloides	14
7.4.1.	Eliminación de alcaloides	15
7.5.	Desamargado del chocho	15
7.6.	Fermentación.....	15
7.7.	Desamargado por fermentación	16
7.7.1.	Análisis del método por fermentación.....	16
7.7.2.	Metodología empleada para el proceso agroindustrial	17
7.8.	Métodos para la determinación de la calidad del agua	18
7.9.	Parámetros físicos, químicos y biológicos.....	18
7.9.1.	Parámetros Físicos	18
7.9.2.	Parámetros Químicos.....	19
7.9.3.	Parámetros Biológicos	20
7.10.	Índice de Calidad	21
7.10.1.	Índice de calidad WQI.....	21
7.10.2.	Índice Simplificado de Calidad Ambiental (ISQA)	22
7.11.	Legislación del Ecuador.....	23
7.11.1.	Constitución de la República del Ecuador 2008.....	23
7.11.2.	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente 2003 (TULSMA).....	24

8. HIPÓTESIS.....	25
8.1. ¿El proceso de desamargado por el método de fermentación permite una mayor extracción de sus alcaloides?	25
9. METODOLOGÍA	25
9.1. Área de estudio	25
9.2. Obtención de muestras	25
9.2.1. Número de muestras	26
9.2.2. Manejo y conservación de muestras	27
9.3. Caracterización de agua	27
9.3.1. Descripción de los parámetros analizados:.....	29
10. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	39
10.1. Prueba para la media.....	40
10.1.1. Prueba para la media con varianza desconocida	40
10.2. Procesamiento de información para calcular ISQA.....	41
10.3. Procesamiento de la información para calcular el ICA	42
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	43
11.1. ÍNDICE DE MADUREZ SECO.....	43
11.1.1. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA MADUREZ SECO.....	43
11.1.2. PORCENTAJE DE ALCALOIDES.....	56
11.1.3. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA..	58
11.2. ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO	60
11.2.1. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA MADUREZ TIERNO	60
11.2.2. PORCENTAJE DE ALCALOIDES.....	75
11.2.3. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA..	77
11.3. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA EMPLEADO EN EL PROCESO	79

11.3.1. CAUDAL DEL ÍNDICE SECO	79
11.3.2. CAUDAL DEL ÍNDICE TIERNO.....	80
11.4. COMPARACIÓN ENTRE EL ÍNDICE SECO Y EL ÍNDICE TIERNO	82
11.4.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	82
11.4.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	83
11.4.3. OXÍGENO DISUELTO	84
11.4.4. TURBIDEZ	85
11.4.5. TEMPERATURA.....	86
11.4.6. SÓLIDOS SUSPENDIDOS	87
11.4.7. SÓLIDOS DISUELTOS.....	88
11.4.8. SÓLIDOS TOTALES.....	89
11.4.9. PORCENTAJE DE ALCALOIDES.....	90
11.4.10. COLIFORMES TOTALES	91
11.5. COMPARACIÓN ENTRE EL (WQI) Y EL (ISQA) EN DOS ÍNDICES DE MADURACIÓN DEL CHOCHO.....	92
11.5.1. ÍSQA Y WQI ÍNDICE SECO	92
11.5.2. ÍSQA Y WQI ÍNDICE TIERNO.....	93
11.6. COMPARACIÓN ENTRE ÍNDICES DE MADUREZ CON EL ACUERDO MINISTERIAL 097-A LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO	94
12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	98
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
13.1. CONCLUSIONES	99
13.2. RECOMENDACIONES.....	100
14. ANEXOS.....	101
15. REFERENCIAS	125

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	6
TABLA 2 ACTIVIDADES DE LOS OBJETIVOS	9
TABLA 3 PORCENTAJE DE ALCALOIDES EN EL CHOCHO	14
TABLA 4 SIGNIFICADO DE LOS VALORES DEL ISQA	22
TABLA 5 PARÁMETROS Y MÉTODOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE DESAMARGADO POR FERMENTACIÓN	27
TABLA 6 COMBINACIÓN DE VARIEDAD Y ECOTIPO CON ÍNDICES DE MADUREZ	39
TABLA 7 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO.....	43
TABLA 8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO.....	45
TABLA 9 OXÍGENO DISUELTO DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO	46
TABLA 10 TURBIDEZ DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO	48
TABLA 11 TEMPERATURA DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO	49
TABLA 12 SÓLIDOS SUSPENDIDOS DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO.....	51
TABLA 13 SÓLIDOS DISUELTOS DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO.....	52
TABLA 14 SÓLIDOS TOTALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO	54
TABLA 15 ALCALOIDES DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO.....	56
TABLA 16 COLIFORMES TOTALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO	58
TABLA 17 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO.....	60
TABLA 18 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO	62
TABLA 19 OXÍGENO DISUELTO DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO	63
TABLA 20 TURBIDEZ DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO.....	65
TABLA 21 TEMPERATURA DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO.....	66
TABLA 22 DBO ₅ DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO	68
TABLA 23 DQO DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO	69
TABLA 24 SÓLIDOS SUSPENDIDOS DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO	70
TABLA 25 SÓLIDOS DISUELTOS DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO	72
TABLA 26 SÓLIDOS TOTALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO.....	73
TABLA 27 ALCALOIDES DEL ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO	75
TABLA 28 COLIFORMES TOTALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ SECO	77
TABLA 29 CAUDAL ÍNDICE SECO.....	79
TABLA 30 CAUDAL ÍNDICE TIERNO	80

TABLA 31 ISQA ÍNDICE SECO	92
TABLA 32 ICA ÍNDICE SECO.....	92
TABLA 33 ISQA ÍNDICE TIERNO.....	93
TABLA 34 ICA ÍNDICE TIERO.....	94
TABLA 35 PRESUPUESTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DEL CHOCHO POR EL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	98
TABLA 36 LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 VARIACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH) EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	44
FIGURA 2 VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	45
FIGURA 3 VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	47
FIGURA 4 VARIACIÓN DE LA TURBIDEZ EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN.	48
FIGURA 5 VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	50
FIGURA 6 VARIACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	51
FIGURA 7 VARIACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	53
FIGURA 8 VARIACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	55
FIGURA 9 VARIACIÓN DE ALCALOIDES EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN .	57
FIGURA 10 VARIACIÓN MICROBIOLÓGICA EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	59
FIGURA 11 VARIACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH) EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	61
FIGURA 12 VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	62
FIGURA 13 VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	64

FIGURA 14 VARIACIÓN DE LA TURBIDEZ EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	65
FIGURA 15 VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	67
FIGURA 16 VARIACIÓN DEL DBO ₅ EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	68
FIGURA 17 VARIACIÓN DEL DQO EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN.....	69
FIGURA 18 VARIACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	71
FIGURA 19 VARIACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	72
FIGURA 20 VARIACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	74
FIGURA 21 VARIACIÓN DE ALCALOIDES EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	76
FIGURA 22 VARIACIÓN DE COLIFORMES TOTALES EN LOS PROCESOS DEL MÉTODO DE FERMENTACIÓN	78
FIGURA 23 CAUDAL DE LAS VARIEDADES Y ECOTIPOS DEL ÍNDICE SECO.....	79
FIGURA 24 CAUDAL DE LAS VARIEDADES Y ECOTIPOS DEL ÍNDICE TIERNO	81
FIGURA 25 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO.....	82
FIGURA 26 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	83
FIGURA 27 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO OXÍGENO DISUELTO	84
FIGURA 28 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO TURBIDEZ	85
FIGURA 29 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO TEMPERATURA.....	86
FIGURA 30 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO SÓLIDOS SUSPENDIDOS	87
FIGURA 31 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO DE SÓLIDOS DISUELTOS	88
FIGURA 32 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO DE SÓLIDOS TOTALES.....	89
FIGURA 33 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO ALCALOIDES	90
FIGURA 34 COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO	91

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1 DIAGRAMA DE FLUJO DESAMARGADO POR FERMENTACIÓN PARA CHOCHO TIERNO.....	103
DIAGRAMA 2 DIAGRAMA DE FLUJO DESAMARGADO POR FERMENTACIÓN PARA CHOCHO SECO	104

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto de Investigación:

Caracterización físico química del agua en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el campus experimental CEASA, Provincia de Cotopaxi 2020 – 2021

Fecha de inicio: octubre 2021

Fecha de finalización: marzo 2021

Lugar de ejecución

Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Eloy Alfaro

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado

- Proyecto de investigación formativa manejo de cosecha y pos cosecha.
- Proyecto: Fortalecimiento de los sistemas productivos en comunidades de la Provincia de Cotopaxi a través de la generación y procesamiento de granos andinos (chocho, quinua y amaranto).

Equipo de Trabajo

Coordinador:

Ing. Mg. Agreda Oña José Luis

Tutora:

Ing. Mg. Donoso Quimbita Caterine Isabel

Co Tutora:

Mg. Parra Gallardo Giovana Paulina

Autoras:

Llusha Lasinquiza Melany Andreina

Trávez Trávez Yulisa Anabel

Área de Conocimiento:

Según la UNESCO el área de conocimiento es Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Manejo y conservación del Recurso Hídrico

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

2. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad los habitantes de la región andina se alimentaban de granos andinos, los cuales eran cultivados, cosechados y consumidos especialmente por la población andina, quienes empíricamente reconocían su valor, los granos andinos son fuentes potenciales de proteína, grasas, carbohidratos; sin embargo, falta investigar qué sucede con los compuestos bioactivos después de un tratamiento previo a ser consumido, por ejemplo con el chocho andino.

El presente estudio permitió caracterizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del efluente del desamargado del chocho, con el análisis de varianzas entre los índices de madurez y diagramas de comparaciones.

La caracterización del efluente en el proceso de desamargado por el método de fermentación del chocho permitió conocer el contenido de sustancias antinutricionales como los alcaloides que son amargos y tóxicos, estos son ampliamente peligroso (2,6 a 4,2%) y no puede utilizarse directamente en la alimentación humana. (Peralta, 2013)

El objetivo principal del estudio fue caracterizar los parámetros físicos químicos del agua en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*lupinus mutabilis sweet*) en el campus experimental CEASA, Provincia de Cotopaxi ya que en esta zona de producción del grano andino se da a gran escala.

Es de mucha importancia la investigación de los sistemas de desamargado de chocho que se utiliza en esta zona del país. Por esta razón es prioritario conocer el contenido de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del efluente al culminar cada uno de subproceso presentes en el desamargado del chocho por el método de fermentación con la ayuda de levaduras y agua fría como medio extractante antes de ser vertidos al cuerpo de agua dulce.

En la zona de Cotopaxi, la falta de agua necesaria para este proceso genera problemas en la calidad del grano de chocho producidos en esta zona; el uso de estos métodos o técnicas manuales se basa en convertir compuestos amargos en fluido portador como el agua y la descarga indiscriminada de estos desechos al efluente

puede causar daños ambientales como disfunción del ecosistema, pérdida de biodiversidad a corto o a largo plazo. (Guerrero, 1987).

La metodología utilizada en la investigación se basa en el registro de presencia de datos de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los cuales ingresan a un análisis de varianza que identifican si se acepta la hipótesis nula es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre el parámetro estudiado ya sea en el índice de madurez seco o tierno, además se toma en cuenta los índices de calidad aplicando modelos de calidad de agua los cuales nos permitirá determinar el tipo de efluente que es generado en el proceso.

3. JUSTIFICACIÓN

Es indispensable realizar estudios sobre la calidad del agua proveniente de procesos artesanales o industrializados de alimentos.

La contaminación del agua por efectos antropogénicos como naturales ha provocado una considerable reducción de la calidad del agua en nuestro país, debido principalmente por presencia de sustancias o elementos de baja, media y alta toxicidad utilizados en diversos procesos industriales y mineros. Es necesario realizar estudios sobre la calidad del agua de los ríos, ya que las actividades antrópicas han generado contaminación por descargas de drenaje urbano e industriales, actividades agrícolas, florícolas y ganaderas, con la finalidad de mitigar problemas ambientales de una manera conjunta, por un lado aprovechando los contaminantes de los procesos de desamargado de chocho y por otro lado reduciendo la presencia de alcaloides de fuentes hídricas contaminadas.

En el proceso hídrico del desamargado del chocho se eliminan el 99,92% de los alcaloides ya que su contenido en el agua de cocción es el más alto, al eliminar estas sustancias al cuerpo de agua dulce indiscriminadamente contribuye a la contaminación del medio ambiente, de esta manera se eleva el costo del proceso de recuperación de estos efluentes. Ante este problema, la población ha buscado métodos alternativos para utilizar estos desechos y producir productos beneficiosos para los seres humanos, aprovechando las propiedades benéficas que poseen los alcaloides quinolizidínicos tomando en cuenta que su contenido es alto al iniciar el proceso y al finalizar se encuentra en los niveles permisibles por la norma NTE INEN 2390:2004

La presente investigación es viable debido a que se contó con el apoyo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la carrera de Ingeniería Ambiental, con un grupo de docentes y alumnos, y el apoyo de los laboratorios del INIAP y DPEC que permitió la extracción y cuantificación las concentraciones de los alcaloides presentes en los efluentes del proceso de desamargado por el método de fermentación con ello se determina la calidad del agua y la caracterización físico química del chocho.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

El estudio beneficiará principalmente a 62 productores de 6 asociaciones (Alli Mullo) que forman parte de la red de semillaristas de Cotopaxi. Los semillaristas de chocho están ubicados en los cantones de Pujilí y Sigchos, estudiantes y el proyecto de granos andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4.2. Beneficiarios indirectos

Los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, las industrias relacionadas al proceso de desamargado del chocho, consumidores de chocho a nivel ecuatoriana.

Tabla 1

Beneficiarios del Proyecto

BENEFICIARIOS DIRECTOS			
POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
COTOPAXI	169.303	180.237	349540
TUNGURAHUA	244.783	259.800	504.583
CHIMBORAZO	219.401	239.180	458.581
TOTAL BENEFICIARIOS			1312704
			<i>Habitantes</i>
BENEFICIARIOS INDIRECTOS			
POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
<i>Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi</i>	1020	1539	2559
TOTAL BENEFICIARIOS			2559
			<i>Estudiantes</i>

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

García (2004) señala:

El *Lupinus mutabilis Sweet*, es una leguminosa de alto valor energético y proteínico originaria de los andes de Bolivia, Ecuador y Perú, tiene relevancia en la gastronomía de esos países desde la época prehispánica forma parte de la cultura gastronómica de nuestros indígenas los cuales se han alimentado de generación en generación, convirtiéndose en la actualidad un producto importante en la alimentación de toda la sociedad, la demanda aumenta por lo que la agricultura en la serranía ecuatoriana se benefician en importantes sectores.

El chocho posee un elevado contenido de proteínas, superior a la soja debido a que contiene calcio y aminoácidos, además de grandes beneficios para el desarrollo y crecimiento del cerebro de los niños.

En la serranía se dedican al cultivo y procesamiento artesanal de este grano, siendo este causante de tener en el mercado un producto contaminado por malas prácticas de manufactura y principalmente por la utilización de agua de acequias no potabilizada en el proceso para obtener un chocho desamargado, en este caso no apto para el consumo humano por la contaminación del mismo. Sin embargo la calidad del producto se reduce para los consumidos ya que no se cuenta con métodos estandarizados para desamargar el grano ni parámetros de higiene pertinentes para el proceso.

Groos (1982) señala el alcance en producción del chocho:

En la actualidad, el chocho se cultiva en pequeñas parcelas en el Ecuador con fines comerciales, su producción y consumo se concentra en las provincias centrales y del norte, especialmente en las provincias de Chimborazo y Cotopaxi, según el INIAP, el incremento en el cultivo del lupinus de 1200 hectáreas para el 2001 mientras para el 2009 el cultivo llegó a 5000 hectáreas, con esa producción se obtiene 2000 toneladas ampliando el consumo a provincias del sur de la serranía y la región litoral del país.

Peralta et al, (2012) menciona:

En su forma natural, esta leguminosa contiene compuestos amargos, los cuales son anti nutrientes limitando así su consumo directo; para eliminar estos compuestos amargos el chocho es sometido a un tratamiento de desamargado durante varias

horas, dicho proceso podría alterar el contenido de los nutrientes que se encuentra en el chocho, ya que se sabe que después del proceso de desamargado el contenido de proteína y de fibra aumenta su concentración, mientras se desconoce de qué manera son afectados otros compuestos con capacidad antioxidante.

Sin embargo, el chocho se ha sometido a tratamientos de fermentación, considerando que se basa en un conjunto de reacciones químicas que descomponen compuestos orgánicos complejos en sustancias más simples, por lo que pueden cambiar el contenido de antioxidantes. La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, permite la conversión anaeróbica (libre de oxígeno) del azúcar en dióxido de carbono y alcohol (por parte de la levadura) es el tipo de fermentación más frecuente.

Considerando que la provincia de Cotopaxi se dedica principalmente la agricultura pura, donde se mantienen costumbres ancestrales donde se ha convertido los granos andinos en alimento tradicional en especial el (chocho).

Cabe señalar que la tasa de consumo de chocho es muy elevada, pero en esencia contiene compuestos nocivos para el cuerpo humano, como alcaloides, por lo que se pretende dar a conocer las alternativas que faciliten el método más adecuado para el desamargado ya que así se mejora la calidad del chocho. De esta forma, se gestionarán las características físicas, químicas y microbiológicas para evitar altos niveles en los parámetros ambientales que excedan con la normativa y afecten a la calidad del medio ambiente.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto se vuelve necesaria una investigación que permita evaluar el efecto del proceso de fermentación en el desamargado o extracción de los alcaloides en el chocho.

5.1. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto ambiental por parámetros físico-químicos y microbiológicos efluente en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho?

5.2. Preguntas directrices

- ¿El proceso de desamargado por el método de fermentación permite una mayor extracción de sus alcaloides?

- ¿Cuál será la variación del ICA - ISQA en cada proceso de desamargado del chocho por el método de fermentación?
- ¿Cuál es el porcentaje de los parámetros fisicoquímicos, (DQO, DBO₅, SST, CE, temperatura, OD) presentes en el efluente del desamargado del chocho

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Caracterizar los parámetros físico químicos del agua generada en el proceso de desamargado por método de fermentación del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

6.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad física, química y biológica del efluente en los procesos de desamargado del chocho mediante un análisis de Laboratorio.
- Cuantificar el caudal del agua utilizada en el proceso de desamargado por el método de fermentación.
- Identificación y cuantificación de alcaloides extraídos de las aguas de descarga después del proceso de desamargado de *lupinus mutabilis Sweet*.

6.3. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos

Tabla 2

Actividades de los objetivos

Objetivo	Actividades	Resultado de actividades	Descripción de la metodología por actividad
Caracterizar el estado de la calidad física, química y biológica del efluente	Determinar a través de revisión bibliográfica los parámetros que mejor	Determinación del tipo de parámetros para	Revisión bibliográfica la

en los procesos de desamargado del chocho mediante un análisis de Laboratorio.	definan la calidad del agua de descarga del proceso de desamargado por el método de fermentación para determinar resultados	caracterización	
	Recolección de muestras de cada proceso en el desamargado del chocho	Comparación de muestras según los parámetros para cada proceso	
	Realización de los respectivos análisis físicos del efluente de cada proceso.	Base de datos obtenidos de los análisis físicos de cada proceso.	Tabla de resultados obtenidos de los análisis físicos. (Tabla)
Cuantificar el caudal del agua utilizada en el proceso de desamargado por el método de fermentación.	Determinar el volumen del agua utilizada en el proceso.	Obtención de datos e información veraz.	Investigación bibliográfica
	Determinar el caudal	Manejo adecuado de los recursos disponibles	Levantamiento de información e incorporación de datos en la base estudio
Identificación y cuantificación de alcaloides extraídos de las aguas de descarga después del proceso de desamargado de <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> .	Realizar los cálculos respectivos para la valoración de los alcaloides en el recurso agua.	Se obtendrán los datos necesarios para comparar el nivel de alcaloides en el proceso inicial como el final.	Diseñar la base de datos mediante programas informáticos.

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

7. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

7.1. Antecedentes

Rayo (2020) conceptualiza sobre los alcaloides del *Lupinus*

El efecto fitotóxico de los alcaloides de *Lupinus mutabilis sweet*, afectó el crecimiento y desarrollo de las malezas en estudio. Probablemente los alcaloides quinolizidínicos provenientes de los granos de tarwi pueden ser una fuente potencial para el desarrollo de bioherbicidas.

Fernández (2017) manifiesta sobre la disminución de alcaloides:

En el proceso de desamargado se muestra que existe reducción en los niveles de alcaloides de una media de 3,991% en estado crudo a una media de 0,321% de las tres variedades, mientras en el proceso de fermentado redujo a un valor medio de 0,077%. Acorde con la norma INEN 2390:2004 de Leguminosas. Grano desamargado de chocho se debe tener un valor de 0,07% de alcaloides totales, se considera seguro para el consumo humano y animal

Rodríguez (2019) plantea los resultados de su investigación:

Los resultados observados se podrían explicar primeramente por la ubicación de la maquinaria de biosíntesis de alcaloides en las plantas. El chocho en este caso concentra la biosíntesis de estos metabolitos en las partes áreas jóvenes y verdes de la planta, justamente porque las enzimas de la ruta metabólica se encuentran ubicadas en los cloroplastos, lugar donde también se da la formación del aminoácido lisina.

7.2. Chocho

Loja & Orellana (2013) definen al chocho:

Lupinus mutabilis sweet también conocido como tarwi, altramuz o chocho es una leguminosa altamente tolerante al frío originaria de los Andes sudamericanos que es cultivada de forma ancestral en la serranía de nuestro país, principalmente en la provincia de Cotopaxi, se desarrolla en diversas condiciones ambientales con suelos pobres en minerales, es considerado una fuente alimenticia valiosa debido a su alto contenido de proteínas y aceites.

7.2.1. Variedades del chocho

7.2.1.1. INIAP 450 ANDINO

Llumiquinga (2020) conceptualiza la formación de la variedad INIAP 450:

La variedad INIAP 450 fue introducida en Ecuador en 1992 traída de una población de germoplasma desde el Perú, actualmente esta variedad se cultiva en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Pichincha; es una planta herbácea con hábito de crecimiento precoz su grano es grande de color blanco-crema, su cosecha se da entre 6 y 8 meses este depende principalmente de la altitud y de las condiciones climáticas (lluvia) esta variedad no presenta resistencia genética a las enfermedades que afectan al cultivo, finalmente presenta muy buena adaptación en las áreas secas o menos lluviosas.

7.2.1.2. INIAP 451 GUARANGUITO

Llumiquinga (2020) describe la formación de la variedad INIAP 451:

La variedad INIAP 451 fue evaluada y seleccionada de manera participativa por su adaptabilidad y estabilidad. El mejoramiento genético se lo realizó en la Estación Experimental Santa Catalina; esta variedad herbácea mantiene un hábito de crecimiento erguido con grandes granos blancos; es una variedad precoz, es recolectada entre 6 y 8 meses, dependiendo de la altitud y la lluvia, produce un promedio de 1,5 t/ha en (33quintales por hectárea) en ambientes favorables, esta variedad no presenta resistencia genética a las principales enfermedades que le afectan al cultivo finalmente encaja muy bien en las regiones de la provincia de Bolívar.

7.2.2. Índice de madurez

Toaquiza (2018) menciona:

Son las características de los cultivos y sus etapas de desarrollo las que indican que el grano está listo para la cosecha. Toda especie vegetal tiene su propio comportamiento fisiológico, que determina las propiedades físicas, químicas, genéticas y las condiciones ambientales que indican que se puede cosechar para el

lupinus el principal indicador es la textura y consistencia tanto del grano como del vegetal.

7.2.2.1. Cosecha en verde

Toaquiza (2018) conceptualiza:

Cuando el color del grano tierno verde se observa simple vista ha alcanzado la madurez fisiológica la cual comienza desde la siembra hasta llegar al término de su crecimiento por ende el grano presenta una humedad media del 30% - 40%, a lo largo de los días el grano de lupinus tierno verde cambiara de color hasta llegar a su coloración final

7.2.2.2. Cosecha en seco

Toaquiza (2018) describe como el proceso para observación para determinar el índice de cosecha:

La etapa de cosecha de una planta de lupino se basa principalmente en las vainas secas, el color amarillento de las hojas y las semilla son lo suficientemente gruesas para resistir la presión aplicada por las uñas sin embargo el rango de humedad es de un 15% a 18% finalmente se puede realizar dos cosechas en campo, la primera cuando el eje central esté seco y la segunda se realiza en 20 a 30 días.

7.3. Antinutrientes en el chocho

INIAP (2006) considera:

Dependiendo del tratamiento previo dado al chocho antes de su consumo, se determinará la cantidad de antinutrientes existentes, por ejemplo, el lupinus recién cosechado tiene un alto contenido de alcaloides y no se consume directamente debido al sabor amargo y dureza del grano. En el grano desamargado no es perceptible el sabor amargo, sin embargo sus antinutrientes deben cuantificarse para establecer un nivel seguro para el consumo. Los chochos fermentados tienen un sabor y textura son agradables, su grano es carnoso, sin embargo, los antinutrientes deben ser analizados para verificar su presencia en el chocho para asegurar la calidad y seguridad del producto.

De este modo, el análisis de la concentración de antinutrientes en dos ecotipos (ecotipo local, ecotipo peruano), dos variedades (INIAP 450, INIAP 451) y dos índices de madurez (seco, tierno) de mayor consumo y comercialización en Ecuador; en tres tratamientos (amargo, desamargado y fermentado), aportará los datos necesarios para evaluar el aporte de antinutrientes en las variedades y ecotipos de los índices de madurez presenta menor cantidad de sustancias.

7.4. Alcaloides

Peralta (2016) conceptualiza:

Los alcaloides de las bases son sólidos cristalinos mientras que las bases no oxigenadas son líquidas, en general son muy poco solubles en agua, solubles en disolventes orgánicos y en alcoholes. Los alcaloides forman sales con ácidos minerales y orgánicos siendo solubles en agua y alcohol e insolubles en solventes orgánicos, que a su vez estos estabilizan la molécula, por lo que los alcaloides se encuentran en estado de sales para su comercialización.

El principal alcaloide que tiene el lupinus es la lupanina, que se utiliza como insecticida para crear mecanismos de defensa contra insectos, durante el proceso de remoción del amargo del chocho, según su clasificación química, estos son eliminados en las alcantarillas e incluso en cuerpos de agua, flora y fauna, debido a su toxicidad.

Tabla 3

Porcentaje de alcaloides en el chocho

ALCALOIDES	PORCENTAJE (%)
Lupanina	60.0
13-Hidroxlupanina	15.0
Esparteína	7.5
4-Hidroxlupanina	9.0
Isolupanina	3.0

Fuente: Jarrin, L. (2003)

7.4.1. Eliminación de alcaloides

El consumo está limitado por un alto contenido de alcaloides amargos y otros factores antinutricionales, como el ácido fítico y los inhibidores de la tripsina, porque tienen efectos fisiológicos indeseables y pueden ser tóxicos, basado en el trabajo de Wasternack (2013), de manera aguda la presencia de alcaloides en el chocho es tóxica y produce un sabor extremadamente amargo al grano, por lo que desarrollar el proceso de desamargado ha sido una prioridad. Se considera que el 0.02% restante de alcaloides luego del desamargado es el límite aceptable y seguro para el ser humano, teniendo en cuenta los alcaloides en las semillas, están en la proporción del 0.09 a 4.45%, afortunadamente alcaloides (aspartéina, lupanina) son solubles en agua, lo que permiten protegerse de los insectos que provocan toxicidad que se evalúa fácilmente.

7.5. Desamargado del chocho

Jacobsen & Mujica (2006) define el comportamiento del desamargado del chocho:

El grano crudo es amargo, por lo tanto no es apetecido por aves, rumiantes o insectos sin embargo para el consumo familiar en promedio se remoja 2.5 kilogramos de grano de chocho en un recipiente (tina, balde) con una capacidad para 15 litros durante 12 horas desamargarlo y seguidamente consumirlo.

Los granos adquieren mayor volumen por efecto del remojo; luego son cocidos por un tiempo aproximado de una hora con dos cambios de agua cada 30 minutos, contados desde el momento que inicia a hervir. El grano cocido permanece en el agua hasta lograr la eliminación completa del sabor amargo, eliminándose en todo el proceso un 99.92 % de alcaloides. El mayor porcentaje de eliminación se logra en la etapa de cocción basado en el trabajo de Jacobsen & Mujica (2006).

7.6. Fermentación

Alonso (2014) conceptualiza la función de fermentación en el desamargado:

La fermentación se define como cualquier reacción química que descompone compuestos orgánicos complejos en sustancias más simples, basada en la conversión anaeróbica (libre de oxígeno) de azúcar en dióxido de carbono y alcohol (vía

levadura), que es el tipo de fermentación más común. En la fermentación, la fase de adaptación comienza inmediatamente después de la inoculación de la levadura en el mosto y dura aproximadamente 24 horas. En esta fase, la levadura evaluará su nuevo entorno, equilibrará el azúcar, el oxígeno y otros nutrientes disponibles. La mayoría de las levaduras entrarán en un estado inactivo, pero si están activas, no producen alcohol sino su función es limpiar y producir dióxido de carbono.

7.7. Desamargado por fermentación

Romero (2018) resalta la importancia del desamargado por fermentación del chocho:

La fermentación son procesos metabólicos de la levadura y varias bacterias que transforman compuestos químicos orgánicos, principalmente azúcares, en otras sustancias orgánicas más simples como etanol, ácido láctico y ácido butírico. es un método que ha sido usado por el hombre ya varios años atrás, con el objetivo de preservar alimentos y producir bebidas, ya a través del tiempo se ha desarrollado productos industriales usando el método de fermentación.

Para la fermentación se emplea levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae* ya que esta incrementa la presencia de glucosa y contribuye en la disminución de alcaloides, así mismo los extractos de chocho que contienen oligosacáridos y alcaloides son adecuados como medio de cultivo para el crecimiento de ciertas cepas de levaduras como la cepa *Saccharomyces sp.* basado en el trabajo de Romero (2018) .

7.7.1. Análisis del método por fermentación.

Fernández (2017) conceptualiza la eliminación de alcaloides por el método de fermentación:

Con el estudio de 3 variedades de chocho se determinó el contenido de alcaloides inicial fue de 3,991, durante el proceso de desamargado por fermentación se pudo eliminar el contenido de alcaloides del chocho con un valor de 0.077% .Según la norma INEN se encuentra en los niveles de 0.02 – 0.08 por lo cual el autor concluye que el tratamiento de fermentación maximiza la reducción de alcaloides.

Kasprovicz et al., (2018) manifiesta sobre la eliminación de alcaloides:

En la investigación real las variedades utilizadas contenían aproximadamente un 0,167% de alcaloides, se observó una reducción significativa de alrededor del 5 al 16% en el contenido total de alcaloides en todos los productos fermentados por ello se determina que no es una alternativa eficaz al momento del desamargado.

7.7.2. Metodología empleada para el proceso agroindustrial

A. Insumos

- Muestra del ecotipo local en estado tierno (5 kg de chocho)
- Muestra del ecotipo local en estado seco (5 kg de chocho)
- Muestra del ecotipo local peruano en estado tierno (5 kg de chocho)
- Muestra del ecotipo local peruano en estado seco (5 kg de chocho)
- Agua (950 litros).
- En un litro de agua o 1,2 kg se añade 20 g de glucosa
- En una relación v/v se añade 10 % de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en 8,12 kg.

B. Metodología

Para reducir los alcaloides presentes en la semilla, los cuales otorgan el sabor amargo y característico del chocho se desarrolló la siguiente metodología

- **Recepción:** Se reciben 20 kg de chocho en total, con la siguiente descripción: 10 kg de ecotipo local (5 kg en estado tierno y 5 kg en estado seco) y 10 kg de ecotipo local peruano (5 kg en estado tierno y 5 kg en estado seco). Las muestras se colocan en cada recipiente.
- **Selección:** Se separan residuos y granos en mal estado de las 4 muestras de chocho.
- **Hidratación:** En 3 litros de agua se sumerge 1 kg de chocho dejándolo reposar durante 10 horas para el chocho en estado tierno y 12 horas para el chocho en estado seco.
- **Mezclado:** A la solución anterior, se añade 20 g de glucosa por cada litro de agua (0,3 kg en cada una de las muestras).
- **Inoculación.:** Se añade 10 % v / v de levadura del género *Saccharomyces cerevisiae* (2,03 kg a cada una de las muestras).

- **Reposo:** Durante 72 horas a 30 °C, para optimizar el proceso de fermentación.
- **Cocción:** Con una relación de 1 kg: 5 litros de agua, a 92 °C durante 30 minutos para el chocho tierno y durante 1 hora para el chocho seco el efecto de la levadura se inactiva.
- **Lavado:** En 5 litros de agua se debe agregar 1 kg de chocho. Para el índice tierno, el agua se cambia cada 24 horas durante 48 horas, y para el índice seco se lo realiza cada 24 horas por 72 horas con el objetivo de extraer completamente los alcaloides.
- **Almacenamiento:** Su almacenamiento debe ser en refrigeración 4 °C.

7.8. Métodos para la determinación de la calidad del agua

Los métodos para la determinación de la calidad del agua se encargan de conocer sus características físicas, químicas y biológicas, de manera que se pueda definir su aptitud para uso doméstico, industrial, agrícola, recreacional basado en el trabajo de Yungán (2015).

Lozada et al (2009) resalta la importancia del control de parámetros en el recurso agua:

El agua empleada para el desamargado del grano contiene un elevado contenido de alcaloides cuyo efecto sobre el suelo y las aguas superficiales aún se desconoce; por lo que debe tratarse antes de ser evacuada, mediante la adición de coagulantes para favorecer la floculación con ello el agua residual puede emplearse en el riego.

7.9. Parámetros físicos, químicos y biológicos

7.9.1. Parámetros Físicos

Campana (2015) señala que "los parámetros físicos del agua son sustancias que inciden directamente en las condiciones estéticas del agua".

7.9.1.1. Turbidez

Campana (2015) da a conocer:

La turbidez se puede definir como una mezcla que oscurece o reduce la transparencia o claridad natural del agua, causada por sustancias en suspensión, como arcilla, limo o materia orgánica e inorgánica finamente divididos, compuestos orgánicos solubles

coloreados, plancton y otros organismos macroscópicos; tales partículas varían en tamaño de 0,1 a 1.000 nanómetros de diámetro,

7.9.1.2. Temperatura

Según Campaña (2015) la temperatura:

Influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad el recurso hídrico, como el potencial de hidrógeno, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas, es considerado el más importante del agua, además de afectar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas intervienen en el diseño de la mayoría de los procesos de tratamiento de agua, tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir.

7.9.1.3. Conductividad

Campaña (2015), resalta la importancia del parámetro conductividad eléctrica:

La conductividad eléctrica es también llamada conductancia o conductividad específica es una medida de la capacidad del agua para conducir electricidad, es dependiente de la temperatura y su unidad son los microsiemens por centímetro. De la misma forma la presencia de sales disueltas en los cuerpos de agua, es un factor determinante en la capacidad conductiva del agua, siendo un el único indicador que puede demostrar el estado del agua y determinar la misma que no será reutilizada, puesto que la mayoría de los iones presentes no pueden ser depurados por las técnicas habituales. Se mide con un equipo llamado conductímetro, utilizando 1 cm³ de una solución acuosa a una temperatura específica, usualmente 25°C.

7.9.1.4. Sólidos suspendidos totales

Para Campaña (2015), los sólidos suspendidos totales “es una fracción de sólidos totales retenida sobre un filtro con un tamaño de poro específico medido después de que ha sido secado a una temperatura específica (103-105 °C)”.

7.9.2. Parámetros Químicos

7.9.2.1. Potencial de Hidrógeno

Para Rivera (2008), el pH “es una expresión de la intensidad de las condiciones ácidas

o básicas de un líquido, puede variar entre 1 y 14. Su valor define en parte la capacidad de auto depuración de una corriente”.

7.9.2.2. Demanda Química de Oxígeno

Se manifiesta que el parámetro demanda química de oxígeno se relaciona con el parámetro demanda bioquímica de oxígeno:

La demanda química de oxígeno es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica e inorgánica. Se toma en cuenta que el vertimiento de aguas residuales domésticas o industriales incrementa el contenido de materia orgánica en el agua, aumentando la DQO con la consecuente disminución del oxígeno disuelto. Sin embargo, las aguas residuales, domésticas suelen contener entre 250 y 600 mg/l de DQO. El valor del agua no contaminada es de 1-5 mg / L, (Villa, 2011).

7.9.2.3. Oxígeno Disuelto

El parámetro oxígeno disuelto se relaciona con el parámetro temperatura; ya que este es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, expresado en mg de oxígeno por litro de agua. El nivel de oxígeno disuelto en las aguas naturales y residuales depende de la actividad física, química y bioquímica del sistema de agua. Además, es función de la temperatura, la presión y la altitud.

7.9.3. Parámetros Biológicos

Torres (2015) expresa sobre los parámetros biológicos son excelentes indicadores de la calidad del agua, porque pueden determinar la calidad del agua en función de la presencia o ausencia de organismos vivos en el cuerpo de agua. Estos organismos son indicadores de la calidad del agua en cierta medida debido a la existencia, falta, aumento o disminución de cierto La aparición de estas especies se debe a cambios en las características del agua.

7.9.3.1. Coliformes totales y fecales

Para Torres (2015), los coliformes totales y fecales “son aquellos que se les considera microorganismos indicadores de contaminación fecal y son excelentes indicadores de la calidad sanitaria del agua y cumplen con eficacia la desinfección en procesos.”

7.10. Índice de Calidad

Para Torres (2009), los elevados niveles de contaminación del agua tanto superficiales como subterráneas ha generado la necesidad de cuantificar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua, por ello se desarrolla un sistema de indicadores para agrupar los parámetros de contaminación más representativos que indiquen el deterioro en la calidad de agua, tomando en cuenta que el índice demuestra valores representativos e indicativos de contaminación.

Los índices son expresiones simplificadas de un conjunto de variables y han resultado ser eficaces para transmitir información sobre calidad del agua, para estos estudios existen diferentes índices de calidad del agua, entre los más conocidos se encuentran el Índice de Calidad del Agua WQI, y el Índice Simplificado de la Calidad del Agua ISCA, los cuales se usaran en este estudio, basado en el trabajo de Torres (2009).

7.10.1. Índice de calidad WQI.

Torres (2009) conceptualiza la metodología WQI fue desarrollado por la National Sanitation Foundation (NSF) en Estados unidos en el año 1970:

Hay dos modelos matemáticos sugeridos para determinar el índice. Una de las técnicas de multiplicación ponderada y la suma lineal ponderada. En este caso, se utilizará la técnica de multiplicación ponderada con los pesos especificados y se obtendrá a partir de la media geométrica, con una calificación de calidad del agua que va de 0 a 100, de muy mala (0) a excelente (100).

Tabla 5

Interpretación de los valores del índice WQI.

WQI	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
90-100	Excelente	El agua, es capaz de poseer una alta diversidad de vida acuática. Además, también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.
70-90	Buena	La calidad del agua ha disminuido la diversidad de la vida acuática. Presenta una leve contaminación
50-70	Regular	Las aguas tienen, generalmente, menos diversidad de

		organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.
25-50	Mala	Las aguas pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática probablemente, problemas con la contaminación.
0-25	Pésima	Las aguas pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida.

Fuente: Cálculo de NSF Índice de Calidad del Agua.

7.10.2. Índice Simplificado de Calidad Ambiental (ISQA)

ISQA se basa en cinco parámetros físicos y químicos. El índice de calidad del agua se formuló en España en 1982. Este índice proporciona el valor real y la calidad del agua. Es necesario complementarlo con otros índices para comprender más ampliamente la calidad del agua, con el fin de determinar diferentes usos, agricultura consumo humano y riego, aplicando estándares de calidad; según la investigación de Gamboa (2014), el peso oscila desde el 0 más bajo hasta el 100 más alto.

Tabla 4

Significado de los valores del ISQA

ISQA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
90-100	Excelente	La calidad del agua está protegida, se da por sentado una ausencia total de amenazas; las condiciones son cercanas a los niveles naturales
80-90	Buena	La calidad del agua está protegida contra un menor grado de amenazas; las condiciones raramente se apartan de los niveles naturales o deseados
70-80	Intermedia	La calidad del agua es ocasionalmente afectada; las condiciones
60-70	Admisible	La calidad del agua es frecuentemente afectada; las condiciones a menudo no cumplen con los niveles deseados
0-60	Inadmisible	La calidad del agua es continuamente afectada; las condiciones no cumplen con los niveles deseados.

Fuente: Índice Simplificado de la Calidad del Agua (ISQA)

7.11. Legislación del Ecuador

7.11.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

Última modificación: 01-ago-2018

En el capítulo segundo de la Constitución de la República del Ecuador expone sobre la Biodiversidad y Recursos Naturales, el mismo que contiene en su sección primera que trata sobre “Naturaleza y Ambiente” igualmente en la sección sexta que da a conocer sobre el “Agua”

Art. 395: La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El país asegurará un modelo de desarrollo sustentable, equilibrará y respetará la diversidad cultural en el medio ambiente, de manera de proteger la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegurar que atienda las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y ecuatorianos afectados, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
3. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 411.- El estado garantizará la protección, restauración y manejo integral de los recursos hídricos relacionados con los ciclos hidrológicos, cuencas hidrológicas y caudales ecológicos. Se regulará cualquier actividad que pueda afectar la calidad y cantidad del agua, así como el equilibrio del ecosistema, especialmente en fuentes de agua y áreas de suplementación hídrica. La sostenibilidad de los ecosistemas y el consumo humano será una prioridad en el uso y desarrollo del agua.

Art. 412.- La autoridad competente responsable de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. La autoridad competente cooperará y coordinará con el departamento responsable de la gestión ambiental para adoptar un enfoque ecosistémico para asegurar la gestión del agua.

7.11.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente 2003 (TULSMA)

Última modificación: 04-may-2015

En el Anexo I del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente da a conocer en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua

El objeto de esta legislación es proteger la calidad del recurso agua y garantizar la integridad y bienestar de las personas y el ambiente, para ello ha establecido un conjunto de elementos que constituyen un sistema de evaluación de impactos ambientales que delega al sistema ecuatoriano descentralizado de gestión ambiental controlar la no excedencia de los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado, los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos (TULSMA, 2015).

Art. 210.- Prohibición de conformidad con la normativa legal vigente:

- a) Está prohibido utilizar agua de cualquier fuente (incluida la subterránea) para diluir aguas residuales líquidas no tratadas.
- b) Está prohibido descargar y desbordar más allá de los límites permitidos en las normas técnicas o anexos de aplicación o las normas de calidad correspondientes especificadas en este libro.
- c) Está prohibido descargar y verter aguas residuales o industriales en arroyos secos o cuerpos de agua o fuentes de agua.
- d) Está prohibido descargar aguas residuales o industriales en un cuerpo de agua cuyo caudal mínimo anual no pueda soportar la descarga, es decir, exceda la capacidad de carga del cuerpo hídrico.

8. HIPÓTESIS

8.1. ¿El proceso de desamargado por el método de fermentación permite una mayor extracción de sus alcaloides?

Se realizó un proceso para determinar el contenido de alcaloides en cada subproceso para lo cual se efectuó la titulación de cada muestra de agua con tres repetición para así mantener un porcentaje mínimo de error.

H0= HIPÓTESIS NULA

No se evidencia cambios significativos en la calidad del agua, durante el proceso desamargado de chocho por método de fermentación considerando su estado de madurez, variedades y ecotipos.

H1= HIPÓTESIS ALERNATIVA

Se evidencia cambios significativos en la calidad del agua, durante el proceso desamargado de chocho por método de fermentación considerando su estado de madurez, variedades y ecotipos.

9. METODOLOGÍA

9.1. Área de estudio

Esta investigación fue generada en el bloque de laboratorios y la planta de agroindustrias de la Facultad de Ciencia Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN). La unidad de estudio fue el determinar las característica físico químicas y microbiológicas presentes en el desamargado del chocho por el método de fermentación utilizando dos índices de madurez, dos variedades y dos ecotipo.

9.2. Obtención de muestras

Es el proceso que se debe seguir para obtener la muestra para análisis, la cual se realiza de forma sistemática principalmente precautelando la representatividad de la misma y

la preservación antes de ser analizada. En la presente investigación se tomó muestras in situ en la instalación de la planta de alimentos de la carrera de agroindustria donde se realizó el proceso de desamargado por el método de fermentación además se tomó una muestra compuesta de un litro para el análisis de DBO_5 y DQO en el índice tierno lo cual fue enviada a un laboratorio acreditado.

9.2.1. Número de muestras

Se consideró la toma de una muestra simple de dos litros por cada subproceso del tratamiento de desamargado por el método de fermentación en dos índices de madurez (tierno y seco), dos variedades (INIAP 450 e INIAP 451), y dos ecotipos (ecotipo local y ecotipo peruano).

Calupiña (2020) conceptualiza:

Mediante diagramas de flujo el desamargado por fermentación para chocho seco en el subproceso de lavado se debe realizar cambios de agua cada 24 horas por 3 días ya que el grano en ese tiempo pierde totalmente el amargo y el porcentaje de alcaloides es mínima mientras en el desamargado por fermentación para chocho tierno se realiza 2 cambios de agua por 24 horas ya que este presenta mayor humedad y así disminuye totalmente el amargo. (Ver diagrama 1 y 2)

Índice seco:

- Subproceso de hidratación
- Subproceso de fermentación
- Subproceso de cocción
- Subproceso de lavado 1
- Subproceso de lavado 2
- Subproceso de lavado 3

Índice tierno:

- Subproceso de hidratación
- Subproceso de fermentación
- Subproceso de cocción
- Subproceso de lavado 1
- Subproceso de lavado 2

9.2.2. Manejo y conservación de muestras

De acuerdo a la norma INEN 2176 es fundamental escoger y preparar el recipiente adecuado, por ello que se utilizó envases previamente esterilizados, nuevos de polietileno con el fin de minimizar la contaminación y evitar variación en los resultados.

Para los análisis físicos y químicos los frascos fueron completamente llenados para evitar aire en la muestra y refrigerados como establece la norma INEN 2169.

Se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones la cantidad requerida de la muestra mínima sea de dos litros, el tipo del envase utilizado deber ser de plástico esterilizado y debe permanecer en refrigeración al ser transportado de 4 a 10°C.

Para llenar los recipientes se consideró el siguiente procedimiento, la muestra para la caracterización físico, química y microbiológica se recogió en un envase plástico de 1 litro y dos de 500mL los cuales una vez tomada la muestra se prosiguió a etiquetar con su respectiva variedad o ecotipo el subproceso y el índice de madurez respectivo seguidamente este fue llevado al laboratorio para proceder a la obtención de datos de los parámetros requeridos.

9.3. Caracterización de agua

A continuación se describen brevemente los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de los contaminantes en el agua obtenida de los subprocesos de desamargado por el método de fermentación tomando en cuenta el método de ensayo y la descripción del mismo.

Tabla 5

Parámetros y métodos utilizados en el proceso de desamargado por fermentación

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN
Potencial de Hidrogeno	Unidades de pH	Determinación de la acidez y alcalinidad	En una escala de 1 a 14 indica el grado de acidez del agua.
Sólidos totales	mg/L	Reducción	Es la cantidad de materia disuelta en solución y en el agua.

Sólidos disueltos	mg/L	Reducción	Es la cantidad de materia que se encuentra disuelta en solución
Sólidos suspendidos	mg/L	Reducción	Es la cantidad de materia no disuelta en el agua.
Oxígeno disuelto	%	NTE INEN 1106: 183-12	Indica la cantidad de oxígeno disuelto en agua y puede ser un indicador inmediato de contaminación.
Conductividad Eléctrica	μS/CM		Indica la habilidad del agua para transportar energía eléctrica.
Turbidez	NTU	NTE INEN 971: 1983-03N	Hace referencia a la cantidad de materia en suspensión y materia coloidal presente.
Temperatura	°C		Muestra la temperatura del agua al momento de tomar la muestra.
DBO ₅	MgO ₂ /L	PNE/DPEC/A/SM 5210 D	Es la demanda bioquímica de oxígeno para que los organismos degraden materia orgánica.
DQO	MgO ₂ /L	PNE/DPEC/A/SM 5220 D	La demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno necesario para descomponer materia orgánica e inorgánica del agua.
Escherichia coli	NMP/100mL	NTE INEN 1205:2013	El número más probable hace referencia a la cantidad de

coliformes presentes, en especial Escherichia Coli indicador de desechos fecales.

Alcaloides	%	Titulación	Se debe mantener un pH de 8.30 para observar la disminución del alcaloide hasta obtener un % 0.
------------	---	------------	---

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

9.3.1. Descripción de los parámetros analizados:

9.3.1.1. Potencial de Hidrógeno

Para la determinación del Potencial de Hidrógeno se utilizó el pHmetro el cual es un instrumento que mide la actividad de ión hidrógeno para indicar en qué grado de acidez o alcalinidad encuentra la muestra, para evitar alteración en los resultados, el parámetro se lo analizo en el momento exacto de la obtención de la muestra este nos permitió determinar si e pH de las muestras son acidas, neutrales o básicas.

Material, equipo y reactivo

- pHmetro
- Vasos de precipitación
- Soluciones Buffer
- Agua destilada
- Muestra de agua

Procedimiento

- Encender el equipo y calibrar con las soluciones buffer.
- Una vez calibrado el equipo colocar en un vaso de precipitación agua destilada y en otro la muestra de agua del subproceso.
- Introducir el equipo en el vaso de agua destilada hasta que marque un pH 7 y se estabilice.
- Seguidamente introducir el pHmetro en la muestra hasta que se estabilice la lectura del pH en el equipo.

- Registrar en una libreta el resultado de la lectura.
- Limpiar el electrodo seguidamente colocar el pHmetro en el agua destilada.
- Repetir el procedimiento con las muestras siguientes

9.3.1.2. Conductividad Eléctrica

Para el análisis se utilizó el equipo multiparamétrico, dispositivo encargado de medir a través de sondas especiales inmersas esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición se realizó en un vaso de precipitación con un volumen de 400 mL tomando en cuenta reducir el tiempo de contacto entre la muestra y la persona donde los resultados estos resultados indican que existe gran cantidad de sales inorgánicas.

Material, equipo y reactivo

- Multiparámetro
- Vasos de precipitación
- Agua destilada
- Muestra de agua

Procedimiento

- Encender el equipo y calibrar la sonda del multiparámetro que indique los valores de conductividad eléctrica.
- Calibrar el equipo con agua destilada.
- Una vez calibrado el equipo colocar en un vaso de precipitación agua destilada y en otro la muestra de agua del subproceso.
- Introducir la sonda en la muestra de agua del subproceso seguidamente agitar firmemente la sonda con movimientos circulares.
- Registrar en una libreta el resultado de la lectura.
- Limpiar la sonda seguidamente colocarla en agua destilada.
- Repetir el procedimiento con las muestras siguientes.

9.3.1.3. Oxígeno Disuelto

Para el análisis se utilizó el equipo multiparamétrico un dispositivo encargado de medir a través de sondas especiales inmersas en un vaso de precipitación con un volumen de 400 mL tomando en cuenta reducir el tiempo de contacto entre la muestra y la persona.

Material, equipo y reactivo

- Multiparámetro
- Vasos de precipitación
- Agua destilada
- Muestra de agua

Procedimiento

- Encender el equipo y calibrar la sonda del multiparámetro que indique los valores de oxígeno disuelto y la temperatura de la misma.
- Calibrar el equipo con agua destilada.
- Una vez calibrado el equipo colocar en un vaso de precipitación agua destilada y en otro la muestra de agua del subproceso.
- Introducir la sonda en la muestra de agua del subproceso seguidamente agitar firmemente la sonda con movimientos circulares.
- Registrar en una libreta el resultado de la lectura.
- Limpiar la sonda seguidamente colocarla en agua destilada.
- Repetir el procedimiento con las muestras siguientes.

9.3.1.4. Turbidez

Para la determinación de la turbidez de las muestras de agua se utilizó el turbidímetro TB 300 IR, esta medición se la lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones ya sea con muestras coloreadas y sin color se procede a tomar 10 mL de muestra en los frascos que contiene el equipo su unidad es en NTU.

Material, equipo y reactivo

- Turbidímetro
- Vasos de precipitación
- Agua destilada
- Muestra de agua

Procedimiento

- Encender el turbidímetro y calibrar con las soluciones estándar de < 0.1, 20, 200 y 800 T-CAL NTU.
- Una vez calibrado el equipo saldrá un mensaje memorizar.
- Colocar en los frascos de vidrio la muestra de agua.
- Inserta la muestra en la celda previamente se pulsará el botón Read donde se leerá la cantidad de turbidez que presenta la muestra de agua.
- Registrar en una libreta el resultado de la lectura.
- Lavar los frascos con agua destilada para ser utilizado nuevamente.
- Repetir el procedimiento con las muestras siguientes.

9.3.1.5. Temperatura

Para el análisis se utilizó el equipo multiparamétrico un dispositivo encargado de medir a través de sondas especiales inmersas en un vaso de precipitación con un volumen de 400mL tomando en cuenta reducir el tiempo de contacto entre la muestra y la persona.

Material, equipo y reactivo

- Multiparámetro
- Vasos de precipitación
- Agua destilada
- Muestra de agua

Procedimiento

- Encender el equipo y calibrar la sonda del multiparámetro que indique los valores de temperatura.
- Calibrar el equipo con agua destilada.

- Una vez calibrado el equipo colocar en un vaso de precipitación agua destilada y en otro la muestra de agua del subproceso.
- Introducir la sonda en la muestra de agua del subproceso seguidamente agitar firmemente la sonda con movimientos circulares.
- Registrar en una libreta el resultado de la lectura.
- Limpiar la sonda seguidamente colocarla en agua destilada.
- Repetir el procedimiento con las muestras siguientes.

9.3.1.6. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Para el análisis de demanda bioquímica de oxígeno se empleó el método Standard Methods, se realizó una muestra compuesta las cuales fueron transportadas en recipientes seguros, conservadas en condiciones adecuadas para evitar cualquier tipo de contaminación y entregadas de manera adecuada al laboratorio respetando las normas establecidas para el transporte, conservación y recepción.

Material, equipo y reactivo

- Muestra de agua

Laboratorio

- Laboratorio de la Universidad Central del Ecuador-Departamento de Petróleo, Energía y Contaminación (DPEC)

Procedimiento

- Recolección de las muestras de agua de los subprocesos.
- Agregar en una botella de un litro de muestra compuesta que contenga 200mL de cada muestra.
- Llevar al laboratorio la muestra con las medidas de seguridad para el parámetro DBO₅

9.3.1.7. Demanda Química De Oxígeno (DQO)

Para el análisis de demanda química de oxígeno se empleó el método Standard Methods, se realizó una muestra compuesta las cuales fueron transportadas en recipientes seguros, conservadas en condiciones adecuadas para evitar cualquier tipo de contaminación y entregadas de manera adecuada al laboratorio respetando las normas establecidas para el

trasporte, conservación y recepción, estas muestras fueron enviadas al laboratorio de la Universidad Central del Ecuador.

Material, equipo y reactivo

- Muestra de agua

Laboratorio

- Laboratorio de la Universidad Central del Ecuador-Departamento de Petróleo, Energía y Contaminación (DPEC)

Procedimiento

- Recolección de las muestras de agua de los subprocesos.
- Agregar en una botella de un litro de muestra compuesta que contenga 200mL de cada muestra.
- Llevar al laboratorio la muestra con las medidas de seguridad para el parámetro DQO.

9.3.1.8. Sólidos Suspendidos

Para el análisis de este parámetro se aplicó a técnica de reducción, según (AMBIENTAL, 2007) Los sólidos suspendidos están constituidos por sólidos sedimentables, sólidos y materia orgánica en suspensión y/o coloidal, que son retenidas en el elemento filtrante estos son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0,01 mm) no pueden sedimentarse rápidamente y se consideran sólidos no precipitables, y los más grandes (mayores de 0,01 mm) suelen ser sedimentables.

$$\frac{C - D * 1000}{ml. de la muestra}$$

C= peso capsula + filtro seco + filtro 105 °C

D= peso capsula + filtro a 105 °C

Material, equipo y reactivo

- Muestra
- Papel filtro
- Bomba al vacío
- Balanza analítica

- Estufa
- Capsula

Procedimiento

- Se recorta el papel filtro de unos 3cm de diámetro
- El papel filtro en seco se lo pesa en la balanza analítica
- Se coloca el papel filtro en la bomba al vacío
- Se coloca la muestra
- Se realiza la filtración de la muestra de agua por el papel filtro
- Se coloca el papel filtro en una capsula
- Dejar secar el papel filtro por 4 horas en la estufa a 105°
- Pesar el papel filtro seco con la muestra y recolectar los datos de los pesos

9.3.1.9. Sólidos Disueltos

Para el análisis de sólidos suspendidos se aplicó el método de reducción de sustancias orgánicas e inorgánicas solubles en agua y que no son retenidas en el material filtrante con ello permitió determinar la cantidad de material disuelto en la muestra de agua de cada subproceso para la cual se aplicara la siguiente fórmula.

$$\frac{E - F * 1000}{ml \text{ de la muestra}}$$

E= peso residuo seco filtrado + capsula 105 °C

F= peso capsula a 105 °C

Material, equipo y reactivo

- Capsula
- Muestra
- Pipeta graduada
- Pera de succión
- Bomba al vacío
- Vaso de precipitación
- Balanza analítica
- Estufa

Procedimiento

- Filtrar la muestra de agua con ayuda de la bomba al vacío.
- Colocar la muestra de agua filtrada en un vaso de precipitación.
- Con ayuda de la pipeta graduada y la pera de succión colocar 30 mL de muestra en una capsula.
- Dejar evaporar el agua en la capsula en la estufa por 4 horas a 105°C.
- Pesar la capsula en la balanza analítica y recolectar los datos.

9.3.1.10. Sólidos Totales

Para la determinación de sólidos totales se aplicó el método de reducción, es importante analizar este parámetro ya que pueden afectar negativamente a la calidad del agua, los sólidos totales son el material suspendido y disuelto en el agua para ello se aplicara as siguientes fórmulas de las cuales las dos serán válidas.

$$\frac{A - B * 1000}{30 \text{ ml de muestra}}$$

A= peso de residuo seco + capsula 105 °C

B= peso capsula a 105 °C

$$SS + SD = ST$$

SS= sólidos suspendidos

SD = sólidos disueltos

Material, equipo y reactivo

- Capsula
- Mufla
- Estufa
- Muestra
- Pipeta graduada
- Pera de succión
- Balanza analítica

Procedimiento

- Colocar las capsulas en la mufla para quitar la humedad existente en las mismas
- Dejar enfriar en el desecador por 20 minutos
- Colocar las capsulas por 2 horas en la estufa por 2 horas
- Pesar las capsulas hasta que se estabilice el peso repitiendo el proceso anterior
- Una vez estabilizada el peso de la capsula.
- Con la ayuda de una pipeta graduada colocar 30mL de muestra de agua en las capsulas
- Colocar las capsulas con la muestra en la estufa por 4 horas.
- Pesar la capsula en la balanza analítica.

9.3.1.11. Porcentaje de alcaloides

Para determinar el % de alcaloides en las muestras de agua se lo realizo por el método de titulación, que es un procedimiento cuantitativo analítico químico en este caso utilizado para determinar la cantidad de alcaloides existentes en el agua.

$$\% \text{ alcaloides} = 100 * \frac{\frac{1l}{100ml} * VNa(OH)ml * 0.1 \frac{Eqq}{l} * 248 \frac{g}{Eqq}}{VNa(OH)ml * \frac{1gH_2O}{1ml}}$$

Material, equipo y reactivo

- Fenolftaleína
- Agua destilada
- Na(OH)
- Muestra de agua
- Bureta
- Vaso de precipitación
- Pipeta graduada
- Pera de succión
- pHmetro

Procedimiento

- Colocar Na(OH) en la bureta
- En un vaso de precipitación con la ayuda de una pipeta graduada colocar 5 mL de muestra de agua de los subprocesos

- Colocar 2 gotas de fenolftaleína en el vaso de precipitación con la muestra de agua
- Cuidosamente abrir la bureta de Na(OH) en el vaso de precipitación hasta obtener un pH de 8.30
- Repetir el procedimiento 3 veces para tener un grado de error menor en los resultados.

9.3.1.12. Microbiología

Para el análisis microbiológico se lo realizo para determinar *Escherichia coli* en un medio selectivo (permiten el crecimiento de un tipo de microorganismos determinado) son bacterias de gramnegativo es un indicador de agua contaminada.

Material, equipo y reactivo

- Muestra de agua
- Agua destilada
- Cajas Petri de vidrio
- Agar MacConkey
- Autoclave
- Pipeta graduada
- Pera de succión
- Cámara Laminar
- Aluminio
- Incubadora
- Contador de colonias

Procedimiento

- Pesar los gr de agar MacConkey a utilizar (51,5/1000mL)
- Mezclar el agar en agua destilada en el envase para medios de cultivos y mezclar hasta disolver el agar.
- Envolver los materiales (cajas Petri, pipeta graduada) para realizar el cultivo en papel aluminio
- Esterilizar los materiales y el matraz con la mezcla en la autoclave a una temperatura de 120 ° C por 30 minutos.
- Dejar enfriar

- En la cámara laminar preparar los medios de cultivo mezclando con 10 mL de muestra en las respectivas cajas Petri es importante realizar el proceso en la cámara laminar para evitar contaminación en el crecimiento de los microorganismos.
- Dejar reposar por 48 horas en la incubadora.
- Contar las colonias.

10. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se establece que un diseño no experimental es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos que ocurren en el medio natural y luego en el análisis de los mismos.

Se basa en categorías, conceptos, variables, eventos, comunidades o contextos que han ocurrido o no han sido directamente intervenidos por el investigador. Por eso se denomina investigación "post-evento" (eventos y variables que han ocurrido) mediante la observación de variables y sus relaciones en contexto basado en el trabajo de Gutiérrez & Salazar (2008)

En este tipo de investigaciones, el sujeto no tiene condiciones ni estímulos. Los sujetos son objeto de observación en el entorno natural y, según el enfoque de la investigación, los investigadores pueden confiar en diferentes tipos de diseños.

Tabla 6

Combinación de variedad y ecotipo con índices de madurez

ÍNDICE DE MADUREZ			
		TIERNO	SECO
VARIEDADES	V1	INIAP ANDINO 450/Tierno	INIAP ANDINO 450/Seco
	V2	INIAP GUARANGUITO 451/Tierno	INIAP GUARANGUITO 451/Seco
Y			
	ECOTIPOS		
	E1	ECOTIPO LOCAL/Tierno	ECOTIPO LOCAL/Seco
	E2	ECOTIPO PERUANO/Tierno	ECOTIPO PERUANO/Seco

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

10.1. Prueba para la media

Al estudiar el comportamiento de un proceso o fenómeno, normalmente se presta atención a su media y varianza (o desviación estándar). En particular, al estudiar la media m , es interés preguntarse si ésta es igual, mayor o menor a cierto valor m_0 , donde m_0 es un número conocido. Por ejemplo, puede resultar útil investigar si el rendimiento medio del proceso de esta semana es igual o superior al m_0 de la semana pasada. Cualquiera de estas tres preguntas puede responderse proponiendo hipótesis estadísticas adecuadas.

La hipótesis se puede probar mediante la varianza de población conocida o desconocida s_2 . Sin embargo, dado que no es realista suponer que la varianza se conoce de antemano en la mayoría de los problemas, nos limitamos a describir la situación en la que s_2 no se conoce basado en el trabajo de Gutiérrez & Salazar (2008).

10.1.1. Prueba para la media con varianza desconocida

Sea X una variable aleatoria con distribución normal con media μ y varianza σ^2 , ambas desconocidas. Se pretende probar si la hipótesis de la media es igual a un cierto valor μ_0 . En otras palabras, la hipótesis a probar es:

$$H_0 : \mu = \mu_0$$

$$H_A : \mu \neq \mu_0$$

Para probar esta hipótesis, se extrae una muestra aleatoria de los posibles valores de la variable X considerando el tamaño se procede a realizar una prueba para calcular el estadístico:

$$t_0 = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

En los datos S es la desviación estándar. Suponiendo que *hipótesis nula* es verdadera, el estadístico se distribuye con Student t con $n-1$ grados de libertad. Si el valor absoluto del estadístico de prueba es mayor que el valor crítico de la distribución, se rechaza la *hipótesis nula*, es decir H_0 si $|t_0| > t_{\alpha/2}$.

Recordemos que $t_{\alpha/2}$ es el punto crítico de la distribución T de Student, tal que $P(t > t_{\alpha/2}) = \alpha/2$; o sea, las áreas bajo la curva a la derecha del punto $t_{\alpha/2}$ y a la izquierda de $-t_{\alpha/2}$ son iguales a $\alpha/2$. Estos valores críticos se obtienen de la tabla de distribución T de Student que se incluye en el apéndice.

Una breve justificación del criterio de rechazo para la prueba anterior es la siguiente: por teoría estadística se sabe que bajo el supuesto de que $H_0: \mu = \mu_0$ es verdadera, el estadístico de prueba t_0 se distribuye T de Student con $n - 1$ grados de libertad y, en consecuencia, hay una probabilidad de $100(1 - \alpha) \%$ de que el valor

10.2. Procesamiento de información para calcular ISQA

Basado en el trabajo de (Ashanka, 2020), el índice de calidad de agua ISQA, se realiza utilizando 5 parámetros fisicoquímicos como son la temperatura, DQO, los sólidos suspendidos totales, el oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica es la que se está empleando en el presente estudio para la determinación de la calidad del agua en el proceso de desamargado por el método de fermentación del *Lupinus mutabilis Sweet*.

$$\text{FÓRMULA: } \quad \text{ISQA} = \text{T} * (\text{A} + \text{B} + \text{C} + \text{D})$$

Donde:

T= Temperatura (T), expresada en °C

A = DQO expresada en mgL^{-1} (Demanda química de oxígeno)

B = SST expresado en mgL^{-1} (Sólidos suspendidos totales)

C = OD expresado en mgL^{-1} (Oxígeno disuelto)

D = CE, expresada en $\mu\text{S/cm}$. (Conductividad eléctrica)

Dónde:

T: temperatura del agua (°C). Puede tomar valores entre 0,8 y 1 según:

$$T = 1 \text{ si } t \leq 20 \text{ °C}$$

$$T = 1 - (t - 20) \cdot 0,0125 \text{ si } t > 20 \text{ °C}$$

A: La demanda química orgánica se expresa en términos de oxidabilidad del permanganato ($A = \text{DQO-Mn}$) en mg / L . Puede tomar un valor entre 0 y 30, dependiendo de:

$A = 30 - \text{la muestra de DQO si } DQO \leq 10 \text{ mg/L}$

$A = 21 - (0,35 \cdot a) \text{ si } 60 \text{ mg/L} \geq a > 10 \text{ mg/L}$

$A = 0 \text{ si } a > 60 \text{ mg/L}$

B: sólidos en suspensión totales (SST en mg/L). Puede tomar valores entre 0 y 25 dependiendo de:

$B = 25 - (0,15 \cdot SST) \text{ si } SST \leq 100 \text{ mg/L}$

$B = 17 - (0,07 \cdot SST) \text{ si } 250 \text{ mg/L} \geq SST > 100 \text{ mg/L}$

$B = 0 \text{ si } B > 250 \text{ mg/L}$

C: oxígeno disuelto (O_2 en mg/L). Puede tomar valores entre 0 y 25 toando en cuenta:

$C = 2,5 \cdot O_2 \text{ si } O_2 < 10 \text{ mg/L}$

$C = 25 \text{ si } O_2 \geq 10 \text{ mg/L}$

D: Conductividad (CE se mide en $\mu\text{S/cm}$ tomando una temperatura de 18°C). Si la conductividad se mide a 25°C , para obtener la tasa de conversión a 18°C , se debe multiplicar por 0,86. Puede tomar un valor entre 0 y 20, dependiendo de:

$D = (3,6 - \log CE) \cdot 15,4 \text{ si } CE \leq 4000 \mu\text{S/cm}$

$D = 0 \text{ si } CE > 4000 \mu\text{S/cm}$

10.3. Procesamiento de la información para calcular el ICA

El cálculo del índice de calidad del agua (ICA) se realiza sumando el factor Q de cada parámetro según su peso específico de la siguiente manera:

FÓRMULA: $ICA = \sum Qi \cdot Ii$

Donde:

Qi = Factor i de cada parámetro

Ii = Ponderación específica para Qi

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente análisis de resultados tiene por objeto dar a conocer de forma detallada los resultados que se obtuvieron durante el proceso de investigación.

11.1. ÍNDICE DE MADUREZ SECO

11.1.1. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA MADUREZ SECO

11.1.1.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

La tabla 7, hace referencia a la base de datos final del parámetro de pH, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de pH ácidos.

Tabla 7

Potencial de hidrógeno (pH) del índice de madurez seco

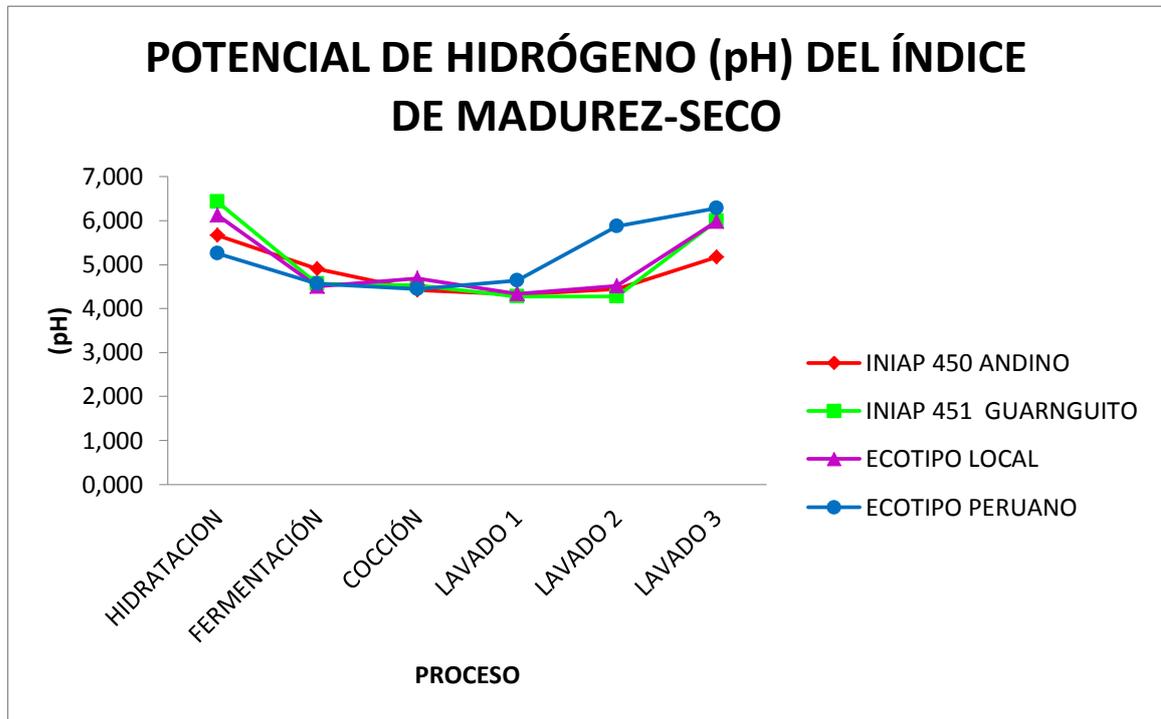
pH DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO				
PROCESOS	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	5,67	6,43	6,12	5,25
FERMENTACIÓN	4,90	4,56	4,50	4,57
COCCIÓN	4,42	4,53	4,68	4,44
LAVADO 1	4,32	4,27	4,33	4,64
LAVADO 2	4,44	4,28	4,51	5,87
LAVADO 3	5,17	5,99	5,98	6,28
PROMEDIO	4,82	5,01	5,02	5,18
VARIANZA	0,53	0,95	0,81	0,76

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F de (0,2103)** y un **valor crítico para F de (3,0983)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de (pH) no es significativo en el índice de madurez seco.

Figura 1

Variación del Potencial de hidrógeno (pH) en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 1, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro pH para el índice de madurez seco. El valor máximo encontrado de pH es en la variedad INIAP 451 en el proceso de hidratación de 6,43 y una concentración mínima en el proceso de lavado 1 de 4,27 de la misma variedad. Al analizar los procesos la variedad INIAP 450 presenta un valor promedio bajo de 4,82.

11.1.1.2. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

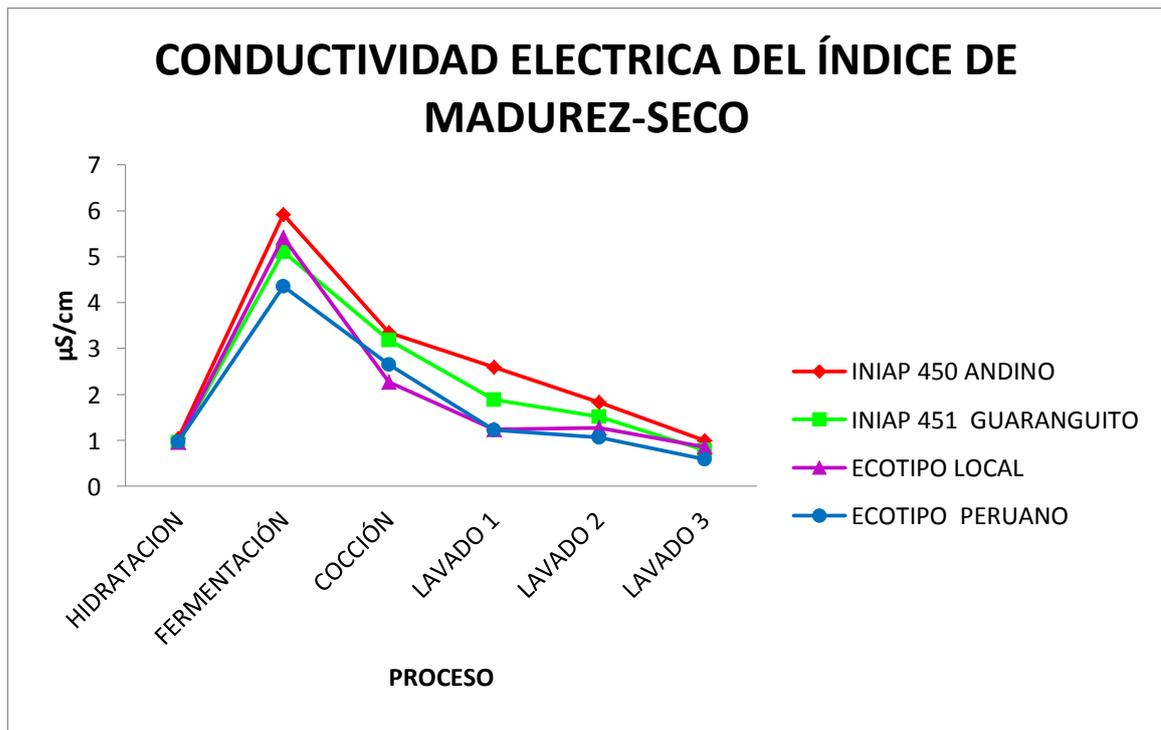
La tabla 8, muestra los resultados del parámetro de Conductividad Eléctrica, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de conductividad eléctrica de rango promedio de 2,17 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabla 8*Conductividad Eléctrica del índice de madurez seco*

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	1,038	0,962	0,956	0,967
FERMENTACIÓN	5,920	5,110	5,420	4,350
COCCIÓN	3,350	3,180	2,270	2,650
LAVADO 1	2,590	1,886	1,243	1,231
LAVADO 2	1,832	1,520	1,275	1,061
LAVADO 3	0,992	0,790	0,856	0,587
PROMEDIO	2,620	2,241	2,003	1,808
VARIANZA	1,855	1,643	1,747	1,432

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F** de **(0,2611)** y un **valor crítico para F** de **(3,0983)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de Conductividad Eléctrica no es significativo en el índice de madurez seco.

Figura 2*Variación de la conductividad eléctrica en los procesos del método de fermentación***Elaborado por:** Llusha M. & Trávez Y

Discusión de resultados:

En la figura 2, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro conductividad eléctrica para el índice de madurez seco con el que se determinó una concentración máxima de CE que prevalece a lo largo de los procesos en la variedad INIAP 450 ya que mantiene un valor de 1,832 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el lavado 1, mientras la concentración mínima está presente en el ecotipo peruano con un valor de 0,587 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el lavado 3. Al analizar los procesos el ecotipo peruano presenta un valor promedio bajo de 1,808 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

11.1.1.3. OXÍGENO DISUELTO

La tabla 9, muestra el análisis estadístico del parámetro de Oxígeno Disuelto, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de oxígeno disuelto mantiene en un rango promedio de 16,54 mgL^{-1} .

Tabla 9

Oxígeno Disuelto del índice de madurez seco

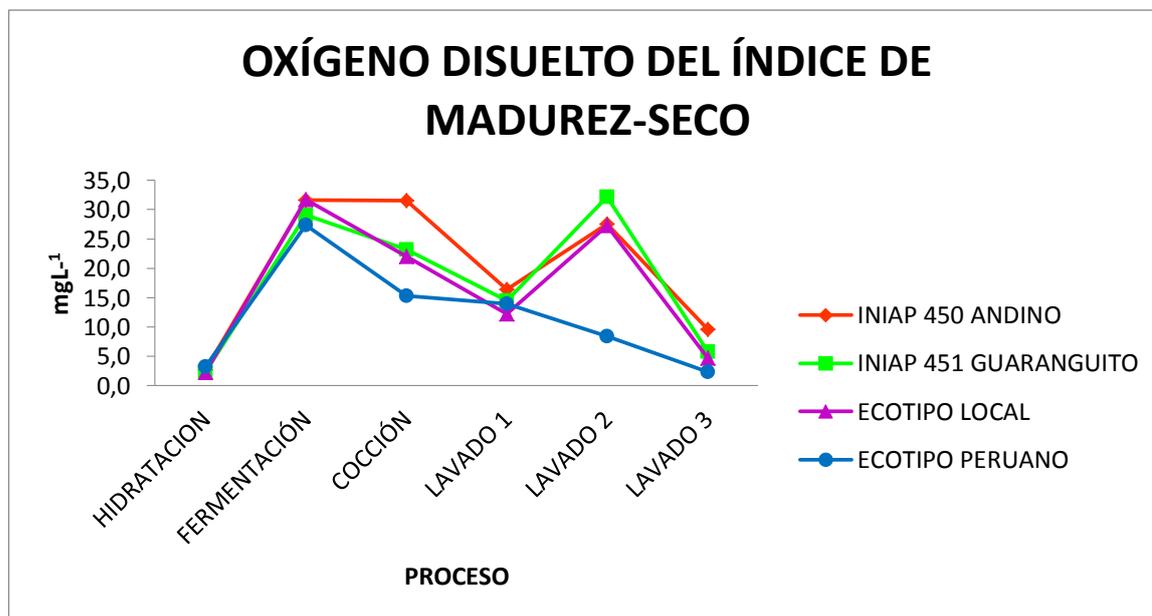
OXÍGENO DISUELTO DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	2,7	2,3	2,2	3,2
FEMENTACIÓN	31,6	29,1	31,7	27,4
COCCIÓN	31,5	23,2	22,0	15,3
LAVADO 1	16,4	14,5	12,2	13,9
LAVADO 2	27,5	32,2	27,3	8,4
LAVADO 3	9,6	5,8	4,7	2,3
PROMEDIO	19,88	17,85	16,68	11,75
VARIANZA	148,68	151,87	147,99	87,16

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F** de **(0,5355)** y un **valor crítico para F** de **(3,0983)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de Oxígeno Disuelto no es significativo en el índice de madurez seco.

Figura 3

Variación del oxígeno disuelto en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

Con el método de fermentación, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro oxígeno disuelto para el índice de madurez seco, con el que se determinó una concentración máxima de oxígeno disuelto en el ecotipo local en el proceso de fermentación con un valor de $31,7 \text{ mgL}^{-1}$, mientras la concentración mínima está presente en la hidratación de la misma muestra con un valor de $2,2 \text{ mgL}^{-1}$. Al analizar los procesos el ecotipo peruano presenta un valor promedio bajo de $11,75 \text{ mgL}^{-1}$. (Ver Figura 3).

11.1.1.4. TURBIDEZ

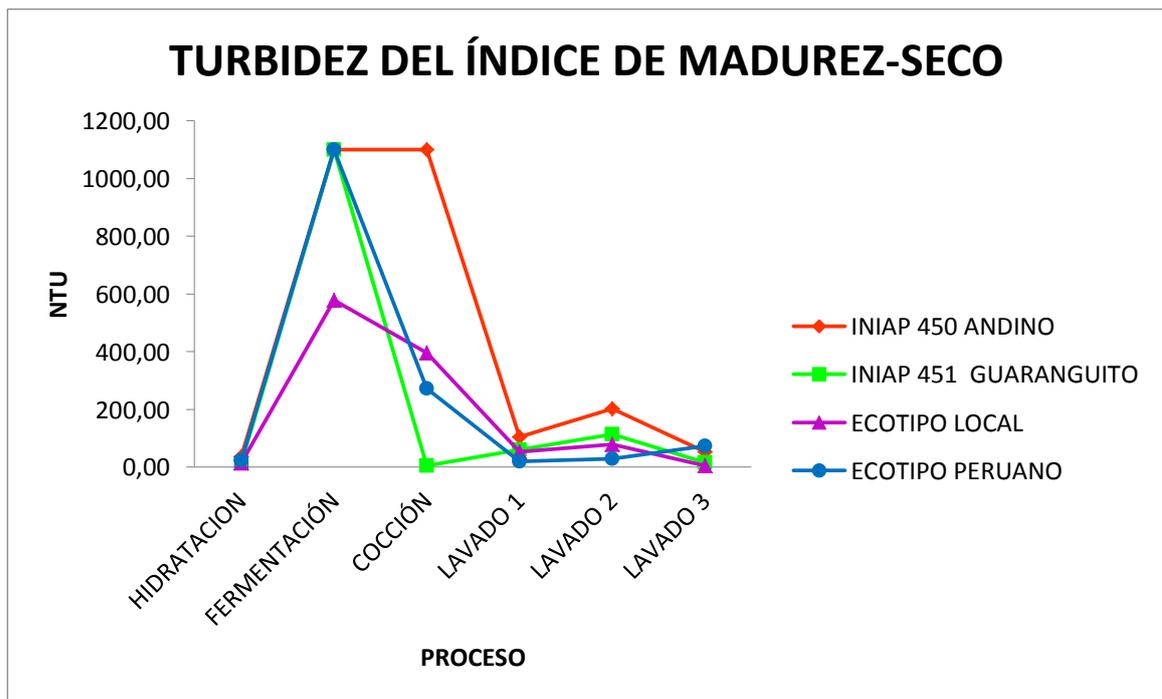
La tabla 10, muestra el análisis estadístico del parámetro de Turbidez, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se visualiza una turbidez de rango promedio se mantiene en $273,95 \text{ NTU}$.

Tabla 10*Turbidez del índice de madurez seco*

TURBIDEZ DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	37,20	14,20	14,40	22,90
FERMENTACIÓN	1100,00	1100,00	579,00	1100,00
COCCIÓN	1100,00	6,19	396,00	272,00
LAVADO 1	105,00	61,10	53,50	19,30
LAVADO 2	203,00	114,00	78,90	28,80
LAVADO 3	53,90	16,60	5,13	72,60
PROMEDIO	433,18	218,68	187,82	252,60
VARIANZA	270127,25	188062,94	57943,25	181628,11

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F de (0,4160)** y un **valor crítico para F de (3,0983)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de Turbidez no es significativo en el índice de madurez seco.

Figura 4*Variación de la turbidez en los procesos del método de fermentación***Elaborado por:** Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 4, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro turbidez para el índice de madurez seco con respecto a los procesos empleados en el método de fermentación, el que se determinó una concentración máxima de turbidez en el proceso de fermentación con la variedad INIAP 450, INIAP 451 y ecotipo peruano con un valor de 1100 NTU al igual que en cocción con la variedad INIAP 450, sin embargo la concentración mínima está presente en la hidratación del ecotipo local con un valor de 5,13 NTU. Al analizar los procesos el ecotipo local presenta un valor promedio bajo de 187,82 NTU.

11.1.1.5. TEMPERATURA

La tabla 11, muestra el análisis estadístico del parámetro bioclimático de Temperatura, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores temperatura se mantiene en rango promedio de 19,2 °C.

Tabla 11

Temperatura del índice de madurez seco

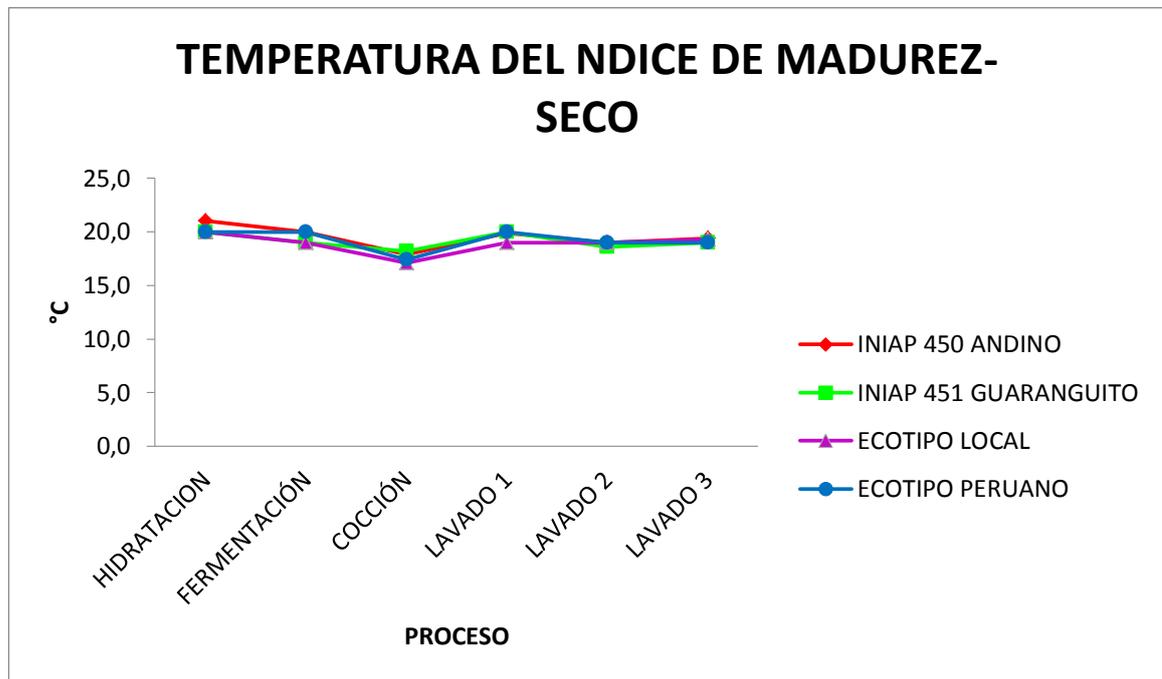
TEMPERATURA DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	21,0	20,0	20,0	20,0
FERMENTACIÓN	20,0	19,0	19,0	20,0
COCCIÓN	17,9	18,2	17,1	17,4
LAVADO 1	19,9	20,0	19,0	20,0
LAVADO 2	19,0	18,6	19,0	19,0
LAVADO 3	19,4	19,0	19,3	19,0
PROMEDIO	19,53	19,13	18,90	19,23
VARIANZA	1,09	0,54	0,93	1,05

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F** de **(0,4582)** y un **valor crítico para F** de **(3,0984)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de Temperatura no es significativo en el índice de madurez seco.

Figura 5

Variación de la temperatura en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 5, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro temperatura para el índice de madurez seco donde, sus valores muestran un patrón de comportamiento por procesos en el método de fermentación dando así el valor máximo de temperatura de 21 °C en el proceso de hidratación con la muestra de la variedad INIAP 450 al igual presento valores mínimos de 17,1°C en el proceso de cocción del ecotipo local. Al analizar los procesos la variedad INIAP 451 presenta un valor promedio bajo de 19,13 °C.

11.1.1.6. SÓLIDOS SUSPENDIDOS

La tabla 12, muestra el análisis estadístico del parámetro de sólidos suspendidos, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de sólidos suspendidos en un el rango promedio de 5,3169 mgL⁻¹.

Tabla 12

Sólidos Suspendidos del índice de madurez seco

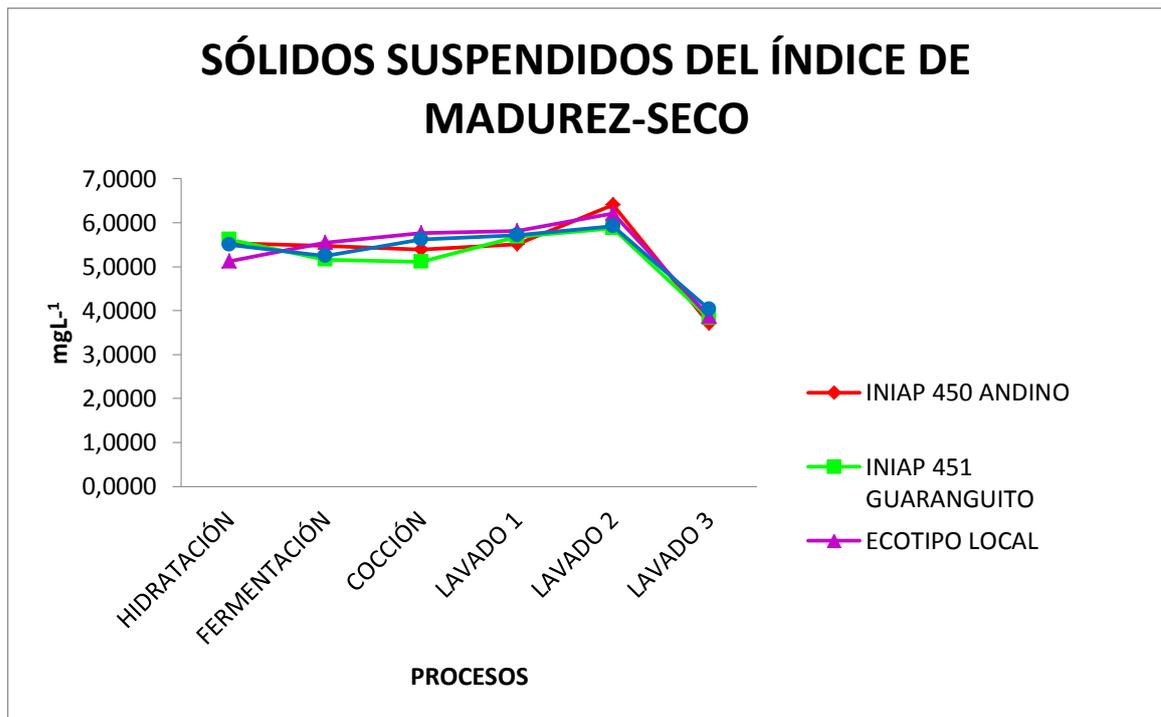
SÓLIDOS SUSPENDIDOS DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO				
PROCESOS	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	5,5367	5,6233	5,1267	5,4933
FERMENTACIÓN	5,4667	5,1567	5,5500	5,2467
COCCIÓN	5,3933	5,1033	5,7667	5,6133
LAVADO 1	5,5067	5,6833	5,8100	5,7100
LAVADO 2	6,4100	5,8667	6,2100	5,9200
LAVADO 3	3,7033	3,8267	3,8567	4,0267
PROMEDIO	5,3361	5,2100	5,3867	5,3350
VARIANZA	0,7818	0,5508	0,6873	0,4610

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F de (0,5479)** y un **valor crítico para F de (3,098)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de Sólidos Suspendidos no es significativo en el índice de madurez seco.

Figura 6

Variación de sólidos suspendidos en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 6, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro sólidos suspendidos para el índice de madurez seco donde sus valores muestran un patrón de comportamiento por procesos en el método de fermentación dando así el valor máximo de sólidos suspendidos de $6,4100 \text{ mgL}^{-1}$ en el proceso de lavado 1 con la muestra de la variedad INIAP 450 al igual presento valores mínimos de $3,7033 \text{ mgL}^{-1}$ en el proceso de lavado 3 en la misma variedad. Al analizar los procesos la variedad INIAP 451 presenta un valor promedio bajo de $5,2100 \text{ mgL}^{-1}$

11.1.1.7. SÓLIDOS DISUELTOS

La tabla 13, muestra los resultados del parámetro de solido disueltos, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de sólidos disueltos en un rango promedio de $1915,124 \text{ mgL}^{-1}$.

Tabla 13

Sólidos Disueltos del índice de madurez seco

SÓLIDOS DISUELTOS DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO				
PROCESOS	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUTO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	1964,030	1466,570	1881,140	1885,920
FERMENTACIÓN	1994,240	1490,480	1901,970	1903,610
COCCIÓN	1827,370	2785,440	1898,530	2032,680
LAVADO 1	1828,180	2779,550	1896,810	2017,290
LAVADO 2	1968,440	1470,200	1882,100	1887,480
LAVADO 3	1965,420	1467,470	1880,820	1887,240
PROMEDIO	1924,613	1909,952	1890,228	1935,703
VARIANZA	5748,632	456879,284	97,457	4848,681

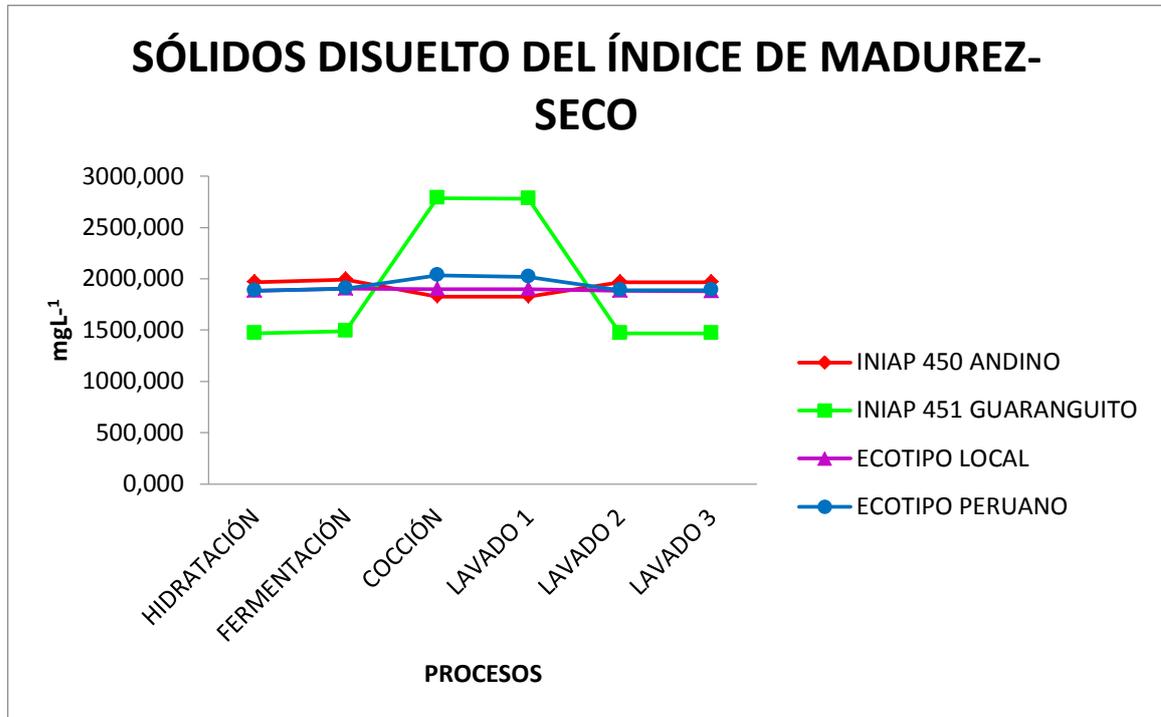
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F de (0,0198)** y un **valor crítico para F de (3,0984)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de

la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de Sólidos Disueltos no es significativo en el índice de madurez seco.

Figura 7

Variación de sólidos disueltos en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 7, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro sólidos disueltos para el índice de madurez seco donde sus valores muestran un patrón de comportamiento por procesos en el método de fermentación dando así el valor máximo de sólidos totales de 2785,440 mgL⁻¹ en el proceso de cocción con la muestra de la variedad INIAP 451 al igual presento valores mínimos de 1466,570 mgL⁻¹ en el proceso de hidratación en la misma variedad. Al analizar los procesos la variedad ecotipo local presenta un valor promedio bajo de 1890,228 mgL⁻¹

11.1.1.8. SÓLIDOS TOTALES

La tabla 14, muestra los resultados del parámetro de sólidos totales, donde se constata que los valores cambian al variar según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de sólidos totales en un rango promedio de 1920,442 mgL⁻¹.

Tabla 14

Sólidos Totales del índice de madurez seco

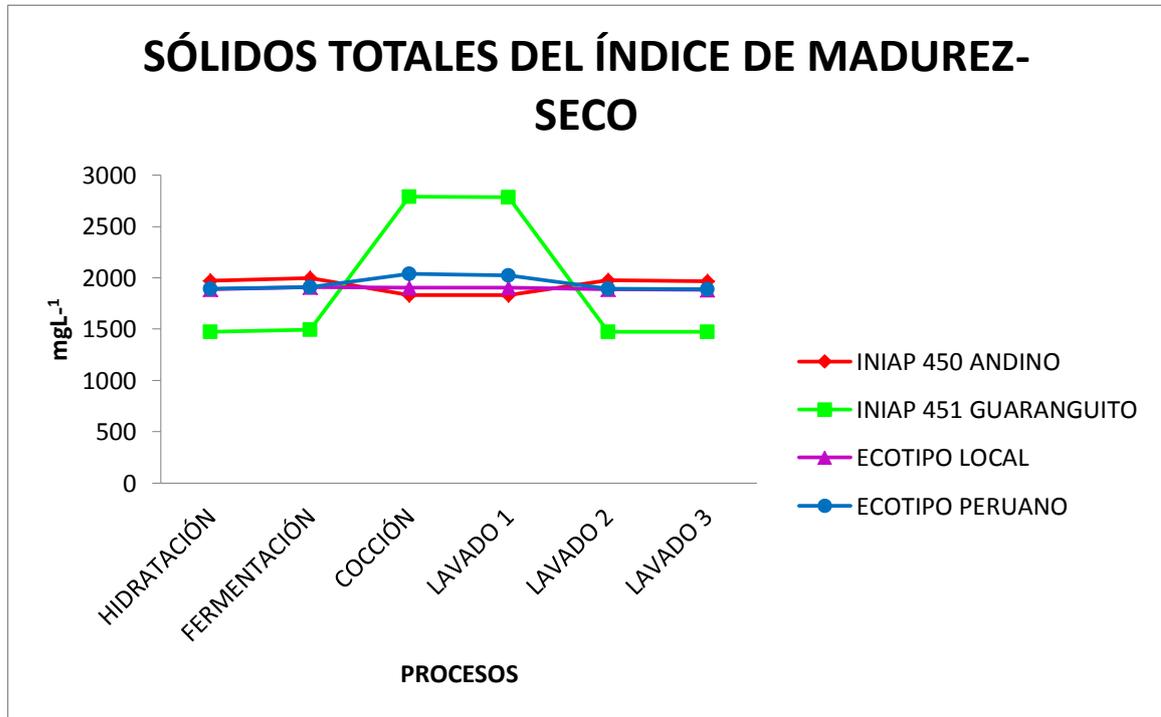
SÓLIDOS TOTALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO				
PROCESOS	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	1969,567	1472,190	1886,263	1891,410
FERMENTACIÓN	1999,710	1495,640	1907,520	1908,857
COCCIÓN	1832,767	2790,547	1904,297	2038,293
LAVADO 1	1833,687	2785,237	1902,623	2023,000
LAVADO 2	1974,853	1476,063	1888,310	1893,403
LAVADO 3	1969,120	1471,297	1884,677	1891,267
PROMEDIO	1929,951	1915,162	1895,615	1941,038
VARIANZA	5739,553	457075,043	105,336	4884,239

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F** de **(0,0198)** y un **valor crítico para F** de **(3,0984)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de Sólidos Totales no es significativo en el índice de madurez seco

Figura 8

Variación de sólidos disueltos en los procesos del método de fermentación



Discusión de resultados:

En la figura 8, Se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro sólidos totales para el índice de madurez seco donde sus valores muestran un patrón de comportamiento por procesos en el método de fermentación dando así el valor máximo de sólidos totales de 2790,547 mgL⁻¹ en el proceso de cocción con la muestra de la variedad INIAP 451 al igual presento valores mínimos de 1471,297 mgL⁻¹ en el proceso de lavado 3 en la misma variedad. Al analizar los procesos la variedad ecotipo local presenta un valor promedio bajo de 1895,615 mgL⁻¹

11.1.2. PORCENTAJE DE ALCALOIDES

La tabla 15, muestra los resultados del parámetro de alcaloides, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de alcaloides en un rango promedio de 0,334 % p/p.

Tabla 15

Alcaloides del índice de madurez seco

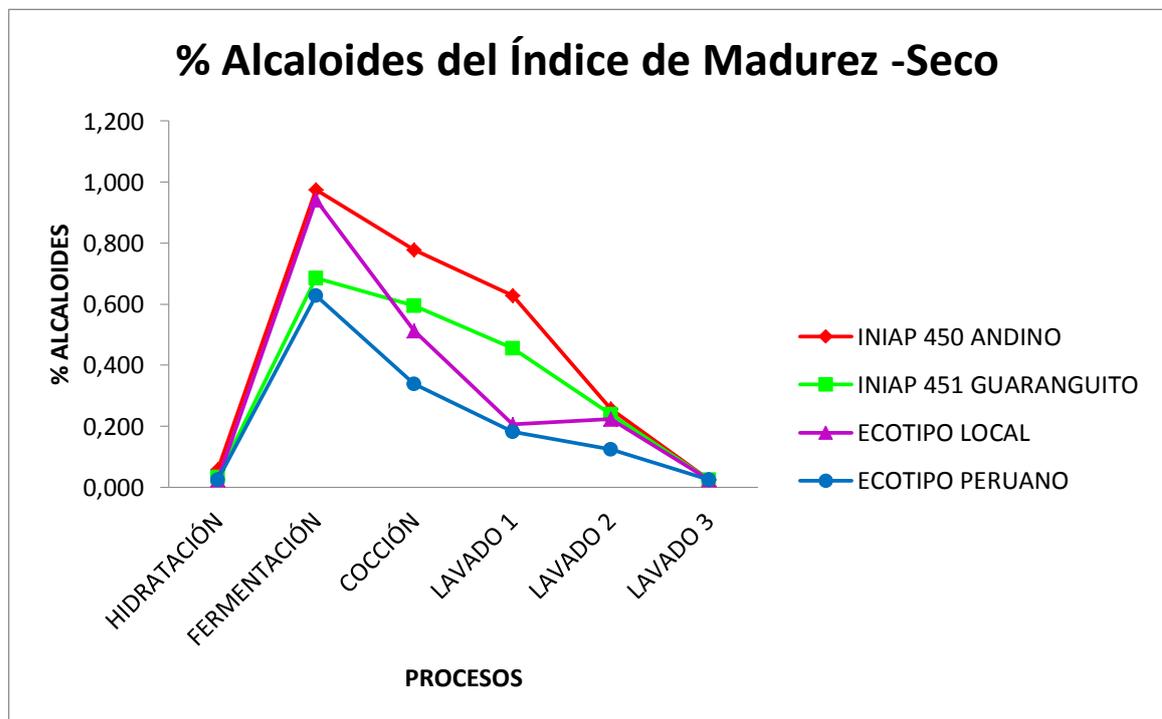
% ALCALOIDES DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO				
PROCESOS	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	0,058	0,033	0,025	0,025
FERMENTACIÓN	0,975	0,686	0,942	0,628
COCCIÓN	0,777	0,595	0,513	0,339
LAVADO 1	0,628	0,455	0,207	0,182
LAVADO 2	0,256	0,240	0,223	0,124
LAVADO 3	0,025	0,025	0,025	0,025
PROMEDIO	0,453	0,339	0,322	0,220
VARIANZA	0,157	0,080	0,124	0,054

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F de (0,5253)** y un **valor crítico para F de (3,0984)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de Alcaloides no es significativo en el índice de madurez seco.

Figura 9

Variación de alcaloides en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 9, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro alcaloides para el índice de madurez seco donde presenta una concentración máxima en la variedad INIAP 450 en el proceso de fermentación de 0,975% al igual que el ecotipo local en el mismo proceso con un valor de 0,942 % p/p y una concentración mínima en el proceso de lavado 3 de 0,025 % p/p tanto en las dos variedades como en los dos ecotipos. Al analizar los procesos el ecotipo peruano presenta un valor promedio bajo de 0,220 % p/p.

11.1.3. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA

11.1.3.1. COLIFORMES TOTALES

La tabla 16, muestra los resultados del parámetro microbiológico de la presencia de Escherichia coli, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores microbiológicos (Escherichia coli) en un rango promedio de 389,71 NMP/100mL .

Tabla 16

Coliformes totales del índice de madurez seco

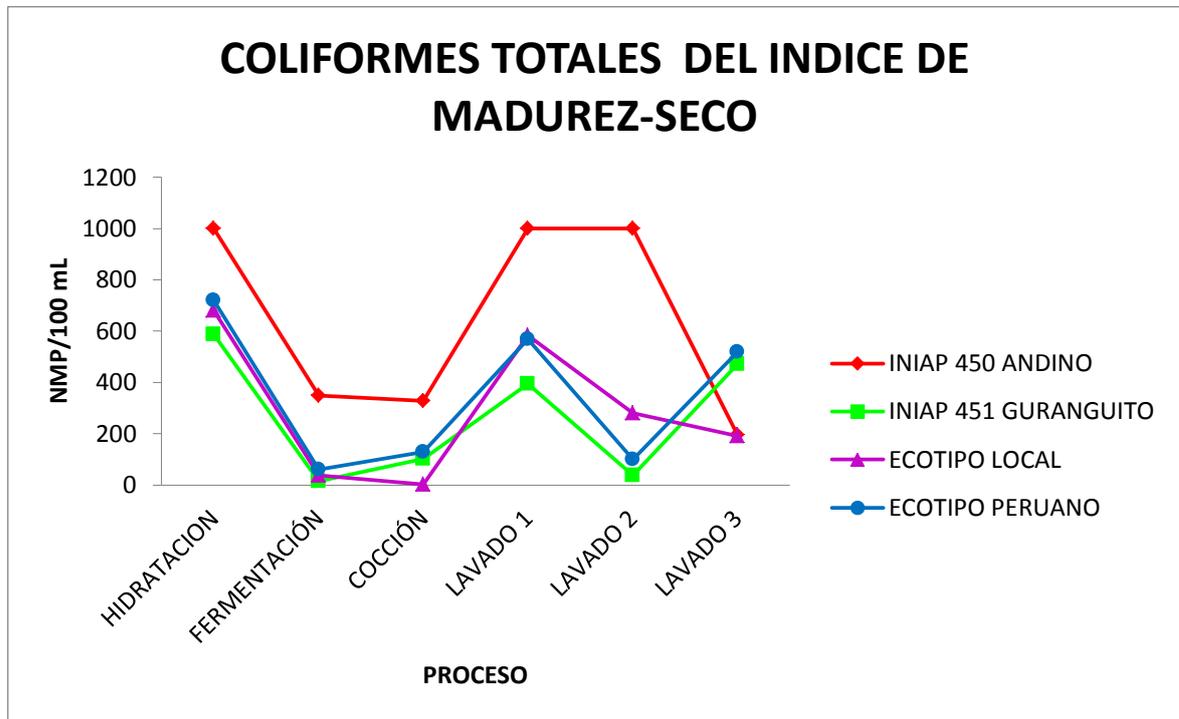
COLIFORMES TOTALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ-SECO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	1000	588	680	720
FERMENTACIÓN	348	14	38	61
COCCIÓN	328	102	3	128
LAVADO 1	1000	394	584	568
LAVADO 2	1000	37	280	100
LAVADO 3	196	472	192	520
PROMEDIO	645	268	296	350
VARIANZA	153675	61065	78777	81726

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza considerando un solo factor se obtuvo un **valor de F** de **(1,9308)** y un **valor crítico para F** de **(3,0984)**; por lo tanto se acepta la hipótesis nula; es decir el efecto de la variedad y el ecotipo sobre el porcentaje de agentes microbiológicos especialmente de Escherichia coli no es significativo en el índice de madurez seco

Figura 10

Variación microbiológica en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 10, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro coliformes totales para el índice de madurez seco donde se presenta una concentración máxima de *Escherichia coli* en la variedad INIAP 450 en el proceso de hidratación, lavado 1 y lavado 3 de 1000 NMP/100mL y una concentración mínima en el proceso de cocción del ecotipo local de 3 NMP/100mL. Al analizar los procesos la variedad INIAP 451 presenta un valor promedio bajo de 268 NMP/100mL.

11.2. ÍNDICE DE MADUREZ TIERNO

11.2.1. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA

MADUREZ TIERNO

11.2.1.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

La tabla 17, hace referencia a la base de datos final del parámetro de Potencial de hidrógeno (pH), donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores pH ácidos.

Tabla 17

Potencial de Hidrógeno (pH) del índice de madurez tierno

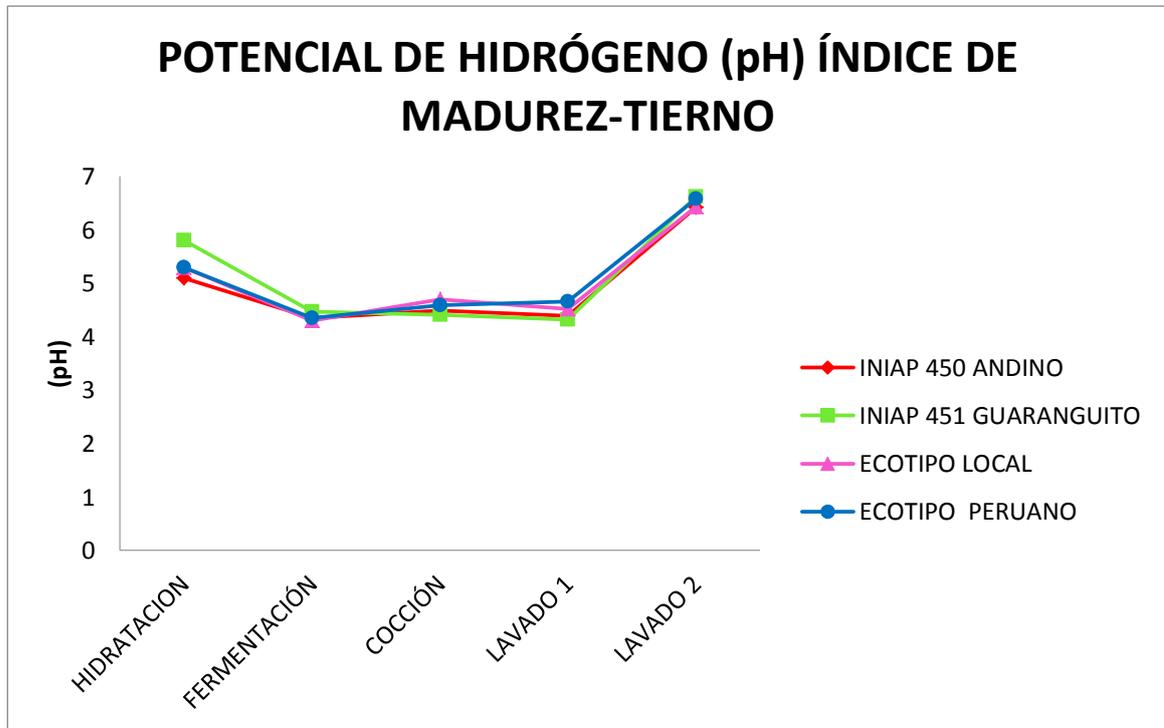
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	5,10	5,80	5,30	5,30
FERMENTACIÓN	4,35	4,47	4,30	4,35
COCCIÓN	4,49	4,41	4,70	4,59
LAVADO 1	4,39	4,32	4,52	4,66
LAVADO 2	6,42	6,62	6,43	6,58
PROMEDIO	4,95	5,12	5,05	5,10
VARIANZA	0,77	1,07	0,73	0,81

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza se determinó para el factor **valor de F (0,0345)** es menor que el **valor crítico para F (3,2388)**, por lo tanto se acepta la hipótesis nula es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre el potencial de hidrógeno no es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 11

Variación del Potencial de Hidrógeno (pH) en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 12, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro potencial de hidrogeno para el índice de madurez tierno donde nos permite observar que en el proceso de hidratación inicia con un pH de 5,10 a 6,82 mientras que en los procesos de fermentación, cocción y lavado un mantiene un pH de 4,32 a partir del lavado 2 asciende a un pH de 6,58 ninguno tienen cambios significativos.

11.2.1.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La tabla 18, muestra los resultados del parámetro de Conductividad Eléctrica, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de conductividad eléctrica de rango promedio de 2,56 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabla 18

Conductividad Eléctrica del índice de madurez tierno

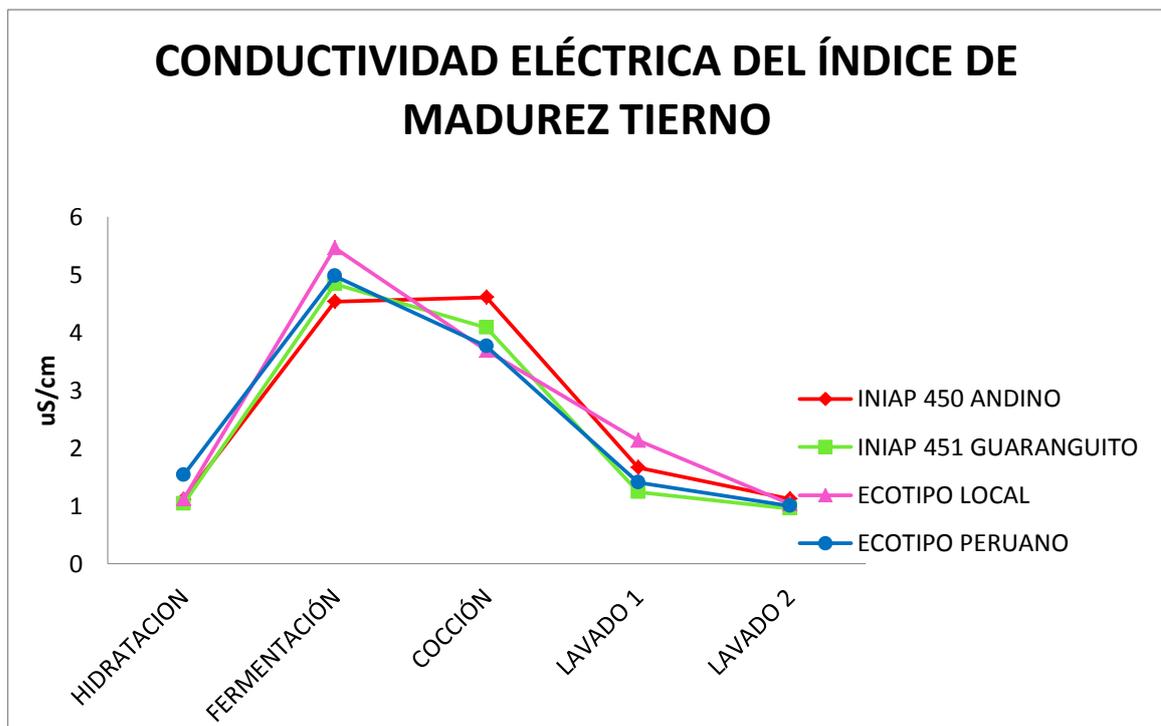
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACION	1,110	1,033	1,118	1,531
FERMENTACIÓN	4,530	4,830	5,460	4,970
COCCIÓN	4,600	4,080	3,680	3,760
LAVADO 1	1,662	1,239	2,130	1,403
LAVADO 2	1,119	0,958	1,037	0,996
PROMEDIO	2,604	2,428	2,685	2,532
VARIANZA	3,255	3,505	3,543	3,022

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza se consideró un solo factor la cual nos dio como resultado **valor de F (0,0179)** es menor al **valor crítico para F (3,2389)**, por lo tanto se acepta hipótesis nula es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre la conductividad eléctrica no es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 12

Variación de la conductividad eléctrica en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 12, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro conductividad eléctrica para el índice de madurez tierno muestra un pico alto de $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el proceso de fermentación y cocción, a partir del proceso de lavado uno asciende el oxígeno disuelto hasta el último proceso, se observa que las dos variedades y dos ecotipos son constantes unos con los otros no tienen mucha variación.

11.2.1.3. OXÍGENO DISUELTO

La tabla 19, muestra el análisis estadístico del parámetro de Oxígeno Disuelto, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de oxígeno disuelto mantiene en un rango promedio de $20,23 \text{ mgL}^{-1}$.

Tabla 19

Oxígeno Disuelto del índice de madurez tierno

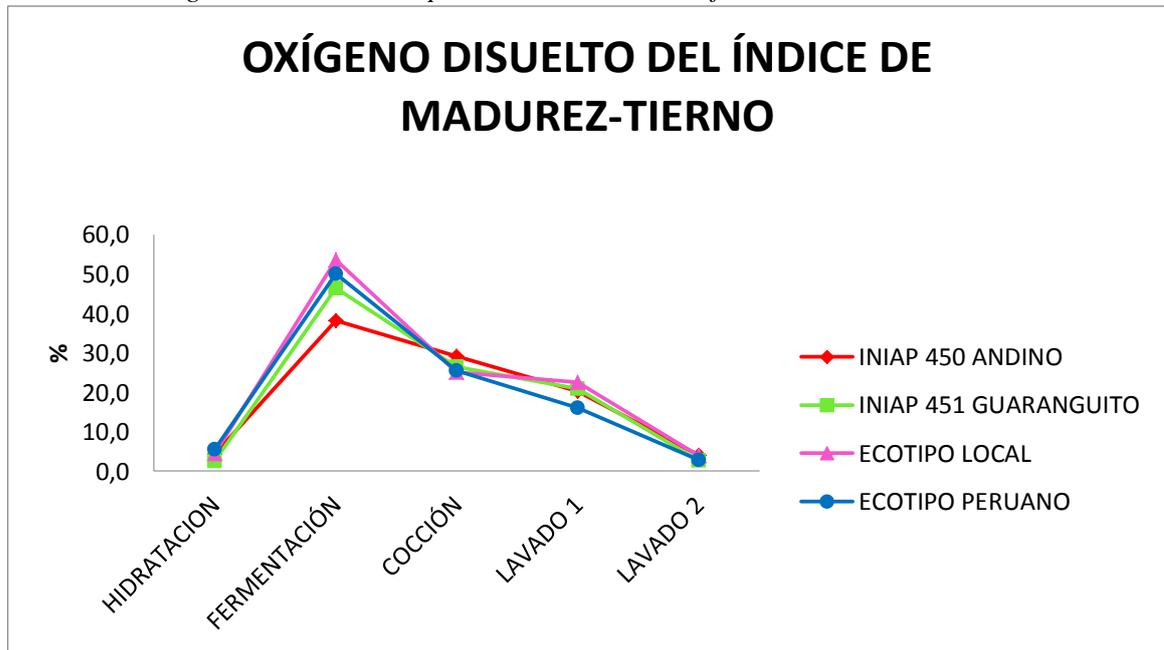
OXÍGENO DISUELTO DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	4,3	2,6	4,5	5,5
FERMENTACIÓN	38,2	46,5	53,6	50,0
COCCIÓN	29,1	26,5	25,1	25,5
LAVADO 1	20,2	20,9	22,5	16,0
LAVADO 2	4,1	2,7	3,9	2,8
PROMEDIO	19,18	19,84	21,92	19,97
VARIANZA	227,51	336,81	410,56	363,53

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza se consideró que obtuvo un **valor de F (0,0208)** es menor que el **valor crítico para F (3,2389)**, por lo tanto se acepta la hipótesis nula es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre el oxígeno disuelto no es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 13

Variación del oxígeno disuelto en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 13, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro oxígeno disuelto para el índice de madurez tierno donde se muestra en el proceso de hidratación existe un % bajo de oxígeno disuelto, mientras que en fermentación asciende notablemente el % de oxígeno disuelto, a partir del proceso de cocción va ascendiendo de % de oxígeno disuelto tanto en variedades como en ecotipos.

11.2.1.4. TURBIDEZ

La tabla 20, muestra el análisis estadístico del parámetro de Turbidez, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se visualiza una turbidez de rango promedio se mantiene en 196,69 NTU.

Tabla 20

Turbidez del índice de madurez tierno

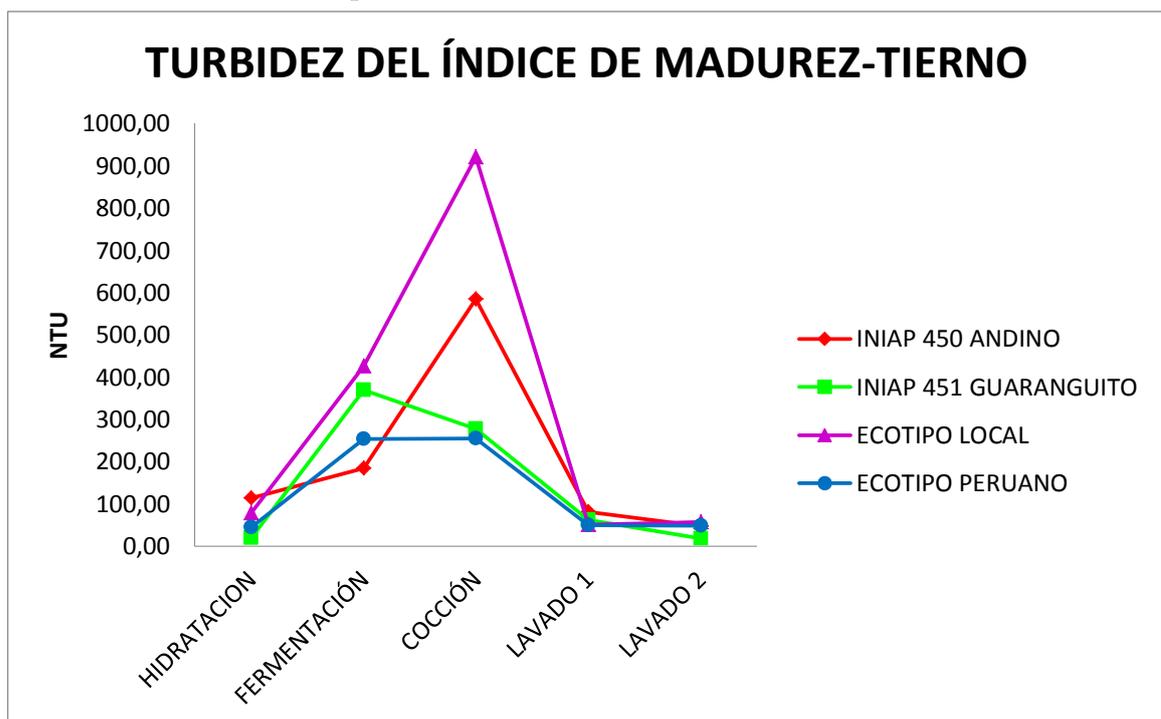
TURBIDEZ DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO				
PROCESOS	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO LOCAL PERUANO
HIDRATACIÓN	114,00	18,80	78,10	44,10
FERMENTACIÓN	184,00	369,00	426,00	253,00
COCCIÓN	584,00	277,00	920,00	254,00
LAVADO 1	81,40	62,30	50,70	48,90
LAVADO 2	46,30	17,30	56,60	48,30
PROMEDIO	201,94	148,88	306,28	129,66
VARIANZA	48194,71	26649,44	142678,12	12783,83

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza se consideró un solo factor la cual nos dio como resultado **un valor de F (0,5447)** es menor al **valor crítico para F (3,2389)**, por lo tanto se acepta hipótesis nula es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre la turbidez no es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 14

Variación de la turbidez en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 14, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro sólidos disueltos para el índice de madurez tierno donde indica un único pico de NTU en el proceso de cocción sobresaliendo el eco tipo local a diferencia de las dos variedades y el ecotipo peruano, también se puede evidenciar que en el lavado 1 y lavado 2 tienen índices bajos de turbidez.

11.2.1.5. TEMPERATURA

La tabla 21, muestra el análisis estadístico del parámetro bioclimático de Temperatura, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores temperatura se mantiene en rango promedio de 19,6 °C.

Tabla 21

Temperatura del índice de madurez tierno

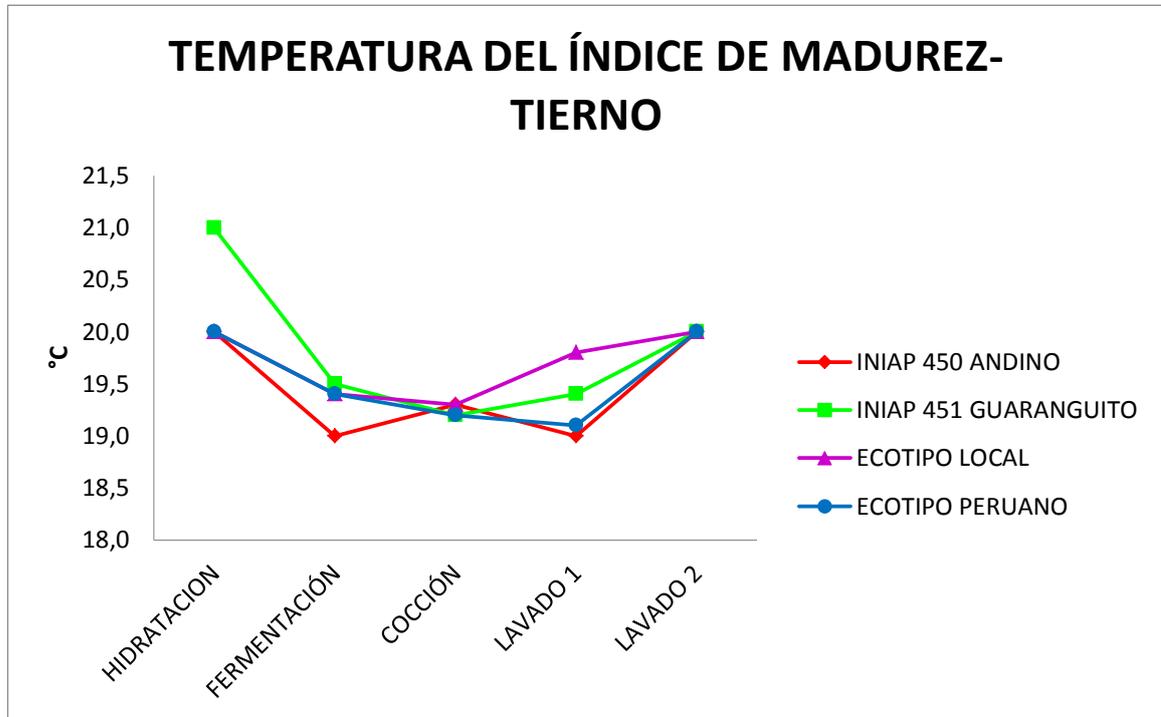
TEMPERATURA DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	20,0	21,0	20,0	20,0
FERMENTACIÓN	19,0	19,5	19,4	19,4
COCCIÓN	19,3	19,2	19,3	19,2
LAVADO 1	19,0	19,4	19,8	19,1
LAVADO 2	20,0	20,0	20,0	20,0
PROMEDIO	19,46	19,82	19,70	19,54
VARIANZA	0,26	0,52	0,11	0,19

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza se consideró que los factores dan un **valor de F (0,4582)** es menor que el **valor crítico para F (3,2389)**, por lo tanto se acepta la hipótesis nula es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre la temperatura (°C) no es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 15

Variación de la temperatura en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 15, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro temperatura para el índice de madurez tierno donde se muestra la variación de la temperatura de variedad y ecotipo en los distintos procesos del índice de madurez tierno, donde en INIAP 451 en el proceso de hidratación sobresale con una temperatura de 21,0 °C se logra observar que la temperatura varía en cada proceso.

11.2.1.6. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

La tabla 22, muestra el análisis estadístico del parámetro DBO₅, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores temperatura se mantiene en rango promedio de 385,06 mgO₂/L.

Tabla 22

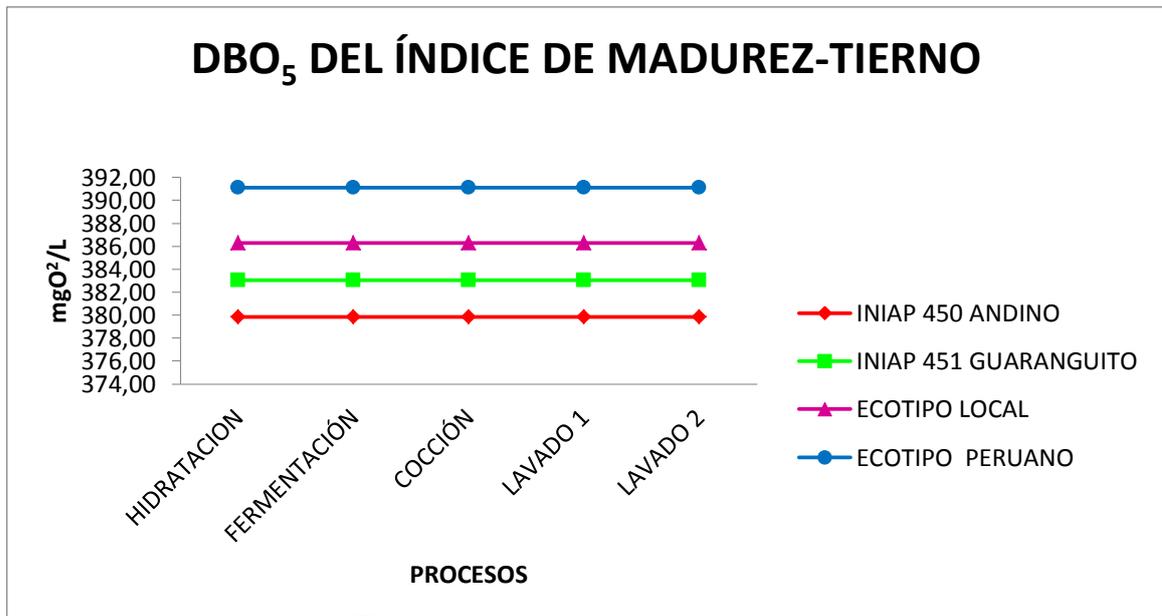
DBO₅ del índice de madurez tierno

DBO₅ DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 TIERNO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACION	379,83	383,05	386,27	391,09
FERMENTACIÓN	379,83	383,05	386,27	391,09
COCCIÓN	379,83	383,05	386,27	391,09
LAVADO 1	379,83	383,05	386,27	391,09
LAVADO 2	379,83	383,05	386,27	391,09
POMEDIO	379,83	383,05	386,27	391,09
VARIANZA	0	0	0	0

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Figura 16

Variación del DBO₅ en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 16, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro demanda bioquímica de oxígeno para el índice de madurez tierno donde se tomó una muestra compuesta de cada subproceso del desamargado por el método de fermentación con el que se determinó una concentración máxima con el ecotipo peruano con un valor de 391,09 mgO₂/L mientras la variedad INIAP 450 presenta un valor de 379,83 mgO₂/L.

11.2.1.7. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

La tabla 23, muestra el análisis estadístico del parámetro DQO, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores temperatura se mantiene en rango promedio de 5726,29 mgO²/l.

Tabla 23

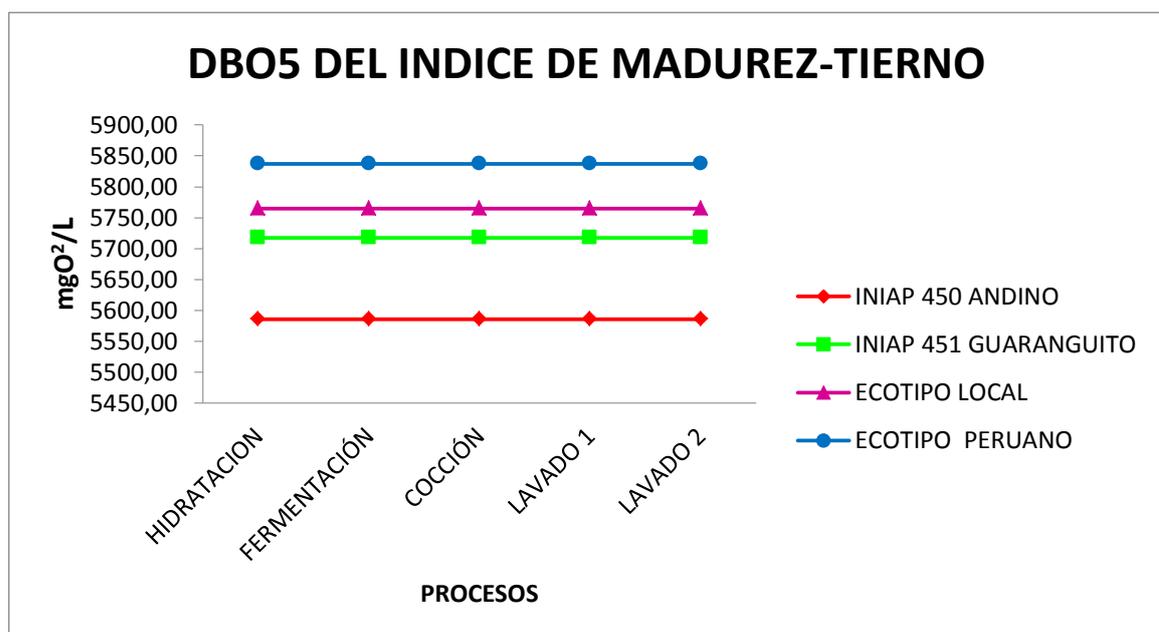
DQO del índice de madurez tierno

DQO DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 TIERNO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACION	5585,70	5717,11	5765,15	5837,22
FERMENTACIÓN	5585,70	5717,11	5765,15	5837,22
COCCIÓN	5585,70	5717,11	5765,15	5837,22
LAVADO 1	5585,70	5717,11	5765,15	5837,22
LAVADO 2	5585,70	5717,11	5765,15	5837,22
PROMEDIO	5585,70	5717,11	5765,15	5837,22
VARIANZA	0	0	0	0

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Figura 17

Variación del DQO en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 17, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro demanda química de oxígeno para el índice de madurez tierno donde se tomó una muestra compuesta de cada subproceso del desamargado por el método de fermentación, con el que se determinó una concentración máxima con el ecotipo peruano con un valor de 5837,22 mgO²/L mientras la variedad INIAP 450 presenta un valor de 5585,70 mgO²/L.

11.2.1.8. SÓLIDOS SUSPENDIDOS

La tabla 24, muestra el análisis estadístico del parámetro de sólidos suspendidos, donde se observa que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de sólidos suspendidos en un el rango promedio de 4,8273 mgL⁻¹.

Tabla 24

Sólidos Suspendidos del índice de madurez tierno

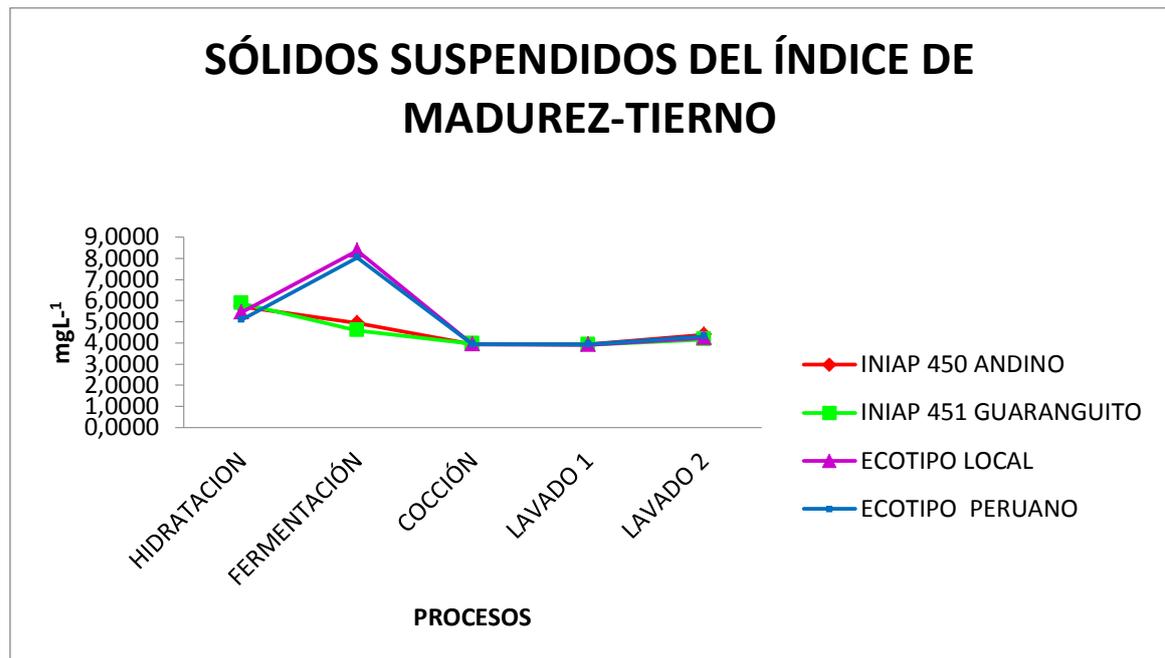
SÓLIDOS SUSPENDIDOS DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	5,7100	5,8633	5,4400	5,0900
FERMENTACIÓN	4,9367	4,5833	8,3533	8,0367
COCCIÓN	3,9267	3,9567	3,9267	3,9467
LAVADO 1	3,9333	3,9133	3,8967	3,9433
LAVADO 2	4,3900	4,1567	4,2333	4,3100
PROMEDIO	4,5793	4,4947	5,1700	5,0653
VARIANZA	0,5713	0,6557	3,5628	2,9776

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza se consideró un solo factor la cual nos dio como resultado de **valor de F (0,2717)** es menor al **valor crítico para F (3,2389)**, por lo tanto se acepta hipótesis nula es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre los sólidos suspendidos no es significativo en el índice de madurez tierno

Figura 18

Variación de sólidos suspendidos en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 18, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro sólidos suspendidos para el índice de madurez tierno donde los valores de la variedad INIAP 450 y ecotipo local son constantes con una pequeña variación en los subprocesos de hidratación y fermentación, sin embargo en la fermentación existe un pico que sobresale perteneciente al ecotipo local peruano.

11.2.1.7. SÓLIDOS DISUELTOS

La tabla 25, muestra los resultados del parámetro de sólido disueltos, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de sólidos disueltos en un rango promedio de 2068,647 mgL⁻¹

Tabla 25

Sólidos Disueltos del índice de madurez tierno

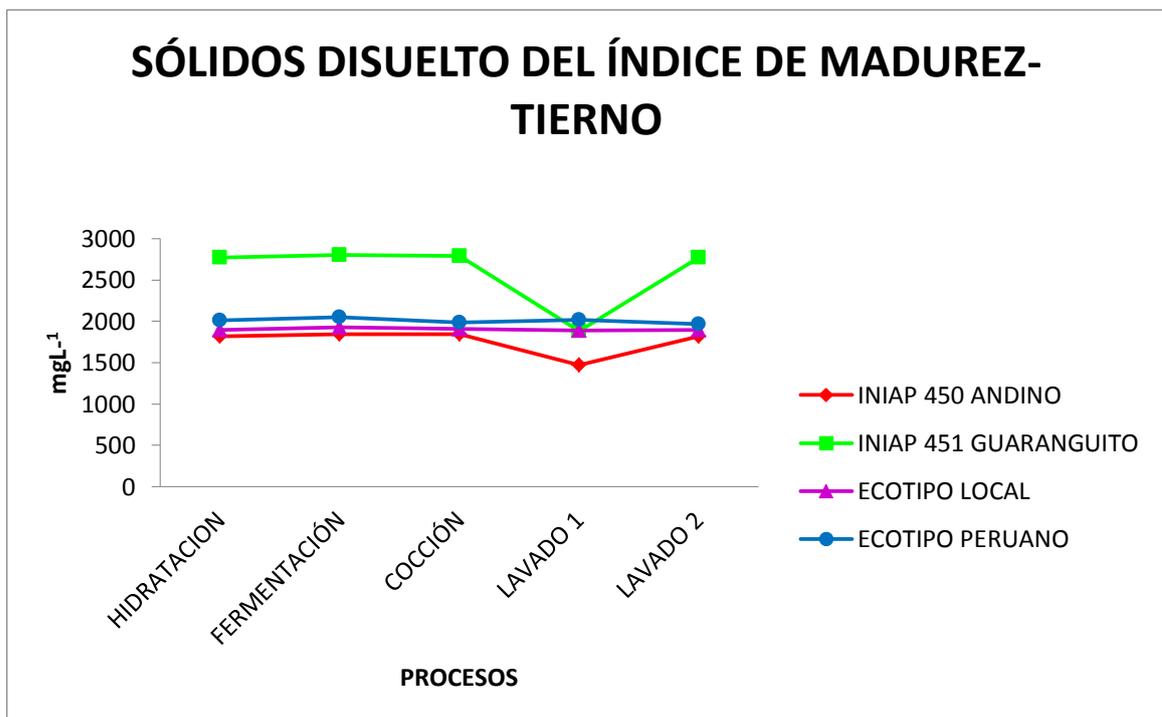
SÓLIDOS DISUELTOS DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	1819,203	2772,127	1893,800	2013,230
FERMENTACIÓN	1844,567	2802,810	1929,150	2052,803
COCCIÓN	1842,647	2792,907	1912,093	1984,943
LAVADO 1	1471,887	1883,353	1892,693	2016,530
LAVADO 2	1817,347	2771,690	1893,490	1965,677
PROMEDIO	1759,130	2604,577	1904,245	2006,637
VARIANZA	25945,294	162731,902	260,016	1105,258

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza se consideró un solo factor la cual nos dio como resultado **del valor de F (14,5193)** es mayor al **valor crítico para F (3,2389)**, por lo tanto se rechaza hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre los sólidos disueltos si es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 19

Variación de sólidos disueltos en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 19, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro sólidos disueltos para el índice de madurez tierno donde la variedad INIAP 451 presenta un nivel alto de sólidos disueltos, pero desciende solo en el lavado 1, mientras que los dos ecotipos son constantes en todos los subprocesos, sin embargo a variedad INIP 450 en el lavado 1 muestra un bajo nivel de sólidos disueltos.

11.2.1.8. SÓLIDOS TOTALES

La tabla 26, muestra los resultados del parámetro de sólidos totales, donde se constata que los valores cambian al variar según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de sólidos totales en un rango promedio de 2073,475 mgL⁻¹.

Tabla 26

Sólidos Totales del índice de madurez tierno

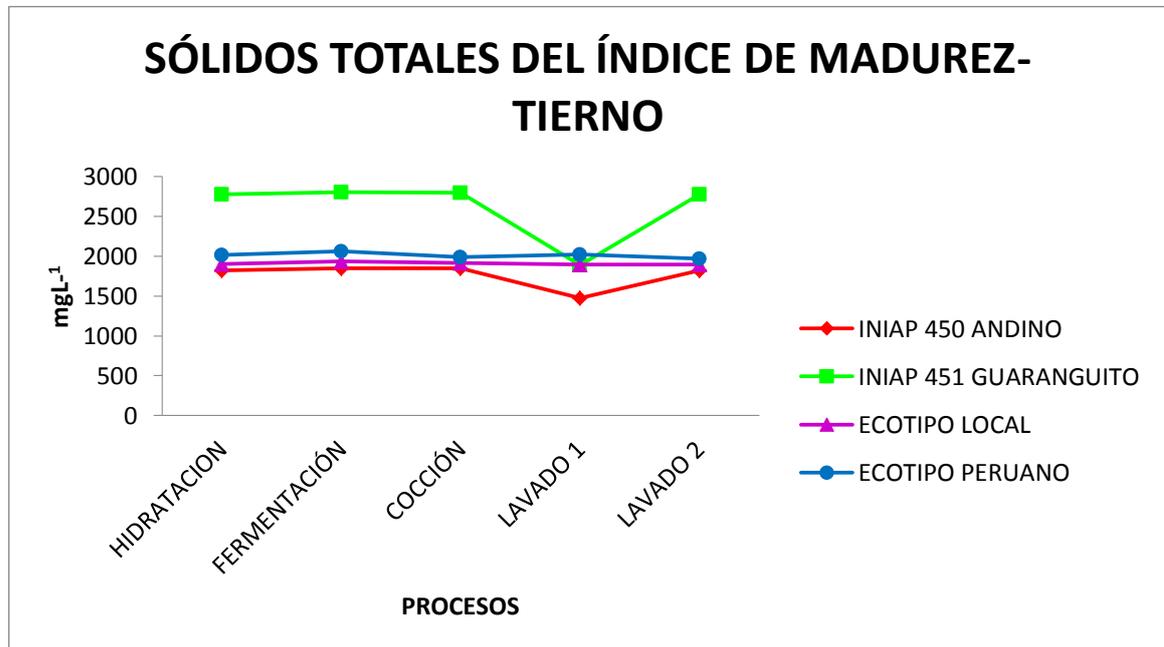
SÓLIDOS TOTALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	1824,913	2777,990	1899,240	2018,320
FERMENTACIÓN	1849,503	2807,393	1937,503	2060,840
COCCIÓN	1846,573	2796,863	1916,020	1988,890
LAVADO 1	1475,820	1887,267	1896,590	2020,473
LAVADO 2	1821,737	2775,847	1897,723	1969,987
PROMEDIO	1763,709	2609,072	1909,415	2011,702
VARIANZA	26055,106	162986,739	309,322	1198,958

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza se consideró un solo factor la cual nos dio como resultado del **valor de F (14,4686)** es mayor al **valor crítico para F (3,2389)**, por lo tanto se rechaza hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre los sólidos totales si es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 20

Variación de sólidos totales en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 20, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro sólidos totales para el índice de madurez tierno donde la variedad INIAP 451 presenta altos niveles de sólidos totales en los procesos a excepción del lavado 1, mientras que la variedad INIAP 451 y los dos ecotipos son constantes a excepción del INIAP 450 que desciende en el lavado 1.

11.2.2. PORCENTAJE DE ALCALOIDES

La tabla 27, muestra los resultados del parámetro de alcaloides, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de alcaloides en un rango promedio de 0,413 % p/p.

Tabla 27

Alcaloides del índice de madurez tierno

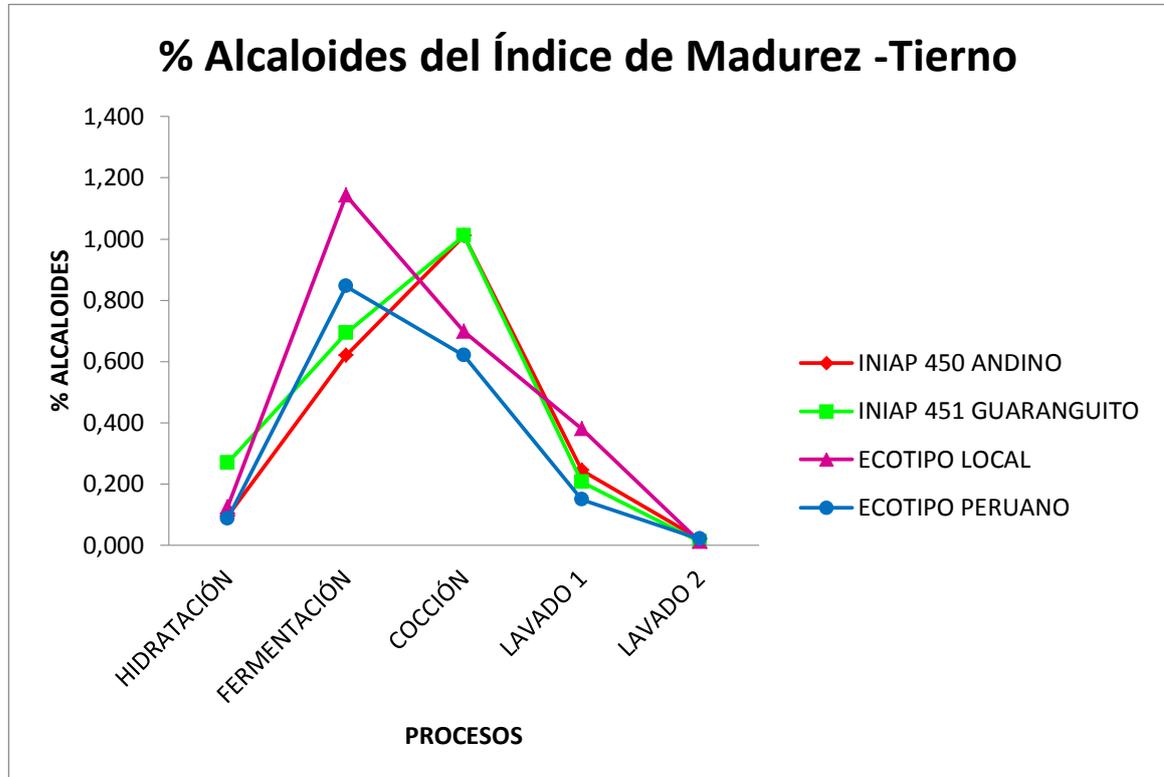
% ALCALOIDES DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO				
PROCESOS	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACIÓN	0,095	0,268	0,124	0,087
FERMENTACIÓN	0,619	0,693	1,143	0,846
COCCIÓN	1,011	1,011	0,698	0,619
LAVADO 1	0,243	0,206	0,380	0,149
LAVADO 2	0,021	0,010	0,010	0,021
PROMEDIO	0,398	0,438	0,471	0,344
VARIANZA	0,171	0,165	0,211	0,134

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza se consideró un solo factor la cual nos dio como resultado **F (0,0875)** es mayor al valor crítico para F (**3,2389**), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa es decir el efecto de la variedad y ecotipo los sólidos totales si es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 21

Variación de alcaloides en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 21, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro alcaloides para el índice de madurez tierno se denota que existen % de alcaloides altos en los subprocesos de fermentación y cocción, a partir del lavado 1 % asciende hasta llegar a 0, sin embargo se puede observar que el ecotipo local sobresale, mientras que en cocción se distingue de las dos variedades.

11.2.3. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA

11.2.3.1. COLIFORMES TOTALES

La tabla 28, muestra los resultados del parámetro microbiológico de la presencia de Escherichia coli, donde se constata que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado de donde se tomó la muestra. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores microbiológicos (Escherichia coli) en un rango promedio de 168 NMP/100ML .

Tabla 28

Coliformes Totales del índice de madurez seco

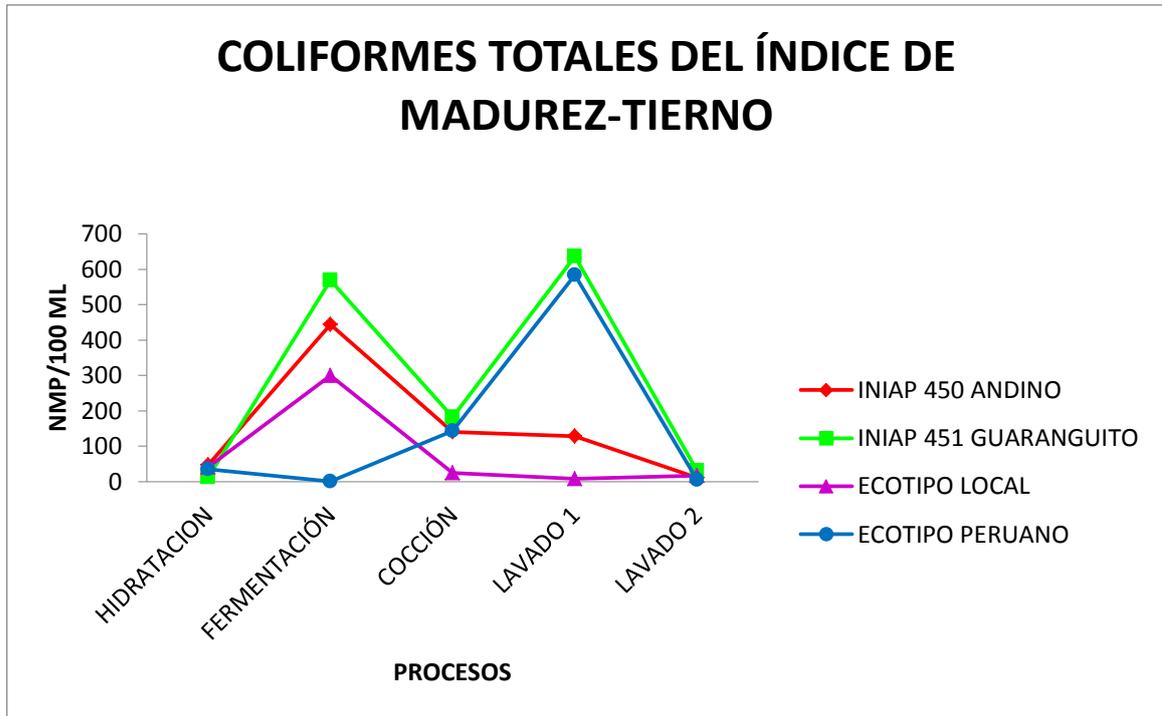
COLIFORMES TOTALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ-TIERNO				
PROCESOS	FACTOR VARIEDAD Y ECOTIPO			
	INIAP 450 ANDINO	INIAP 451 GUARANGUITO	ECOTIPO LOCAL	ECOTIPO PERUANO
HIDRATACION	47	13	41	35
FERMENTACIÓN	444	568	300	0
COCCIÓN	141	183	25	144
LAVADO 1	128	636	8	584
LAVADO 2	11	30	17	5
PROMEDIO	154	286	78	154
VARIANZA	29211	88175	15521	61269

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Del análisis de varianza se consideró un solo factor la cual nos dio como resultado de **valor de F (0,7686)** es menor al **valor crítico para F (3,2389)**, por lo tanto se acepta hipótesis nula es decir el efecto de la variedad y ecotipo sobre el parámetro de microbiológico no es significativo en el índice de madurez tierno.

Figura 22

Variación de Coliformes totales en los procesos del método de fermentación



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

En la figura 22, se observa la influencia de la variedad y el ecotipo en el parámetro coliformes totales para el índice de madurez tierno donde se muestra una tendencia microbiológica en las distintas etapas del proceso, donde se puede observar ausencia microbiológica en el subproceso de hidratación a comparación de las etapas de fermentación y lavado 1 indicando que existe un alto NMP/100ML microbiológico sobresaliendo la variedad INIAP 451.

11.3. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA EMPLEADO EN EL PROCESO

11.3.1. CAUDAL DEL ÍNDICE SECO

La tabla 29, muestra los resultados del caudal empleado en el proceso de desamargado del chocho mediante el método de fermentación, donde se constata que los valores cambian según el peso empleado en cada subproceso, tomado en cuenta que en el ecotipo peruano a empleado la menor cantidad de agua. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de caudal bajos.

Tabla 29

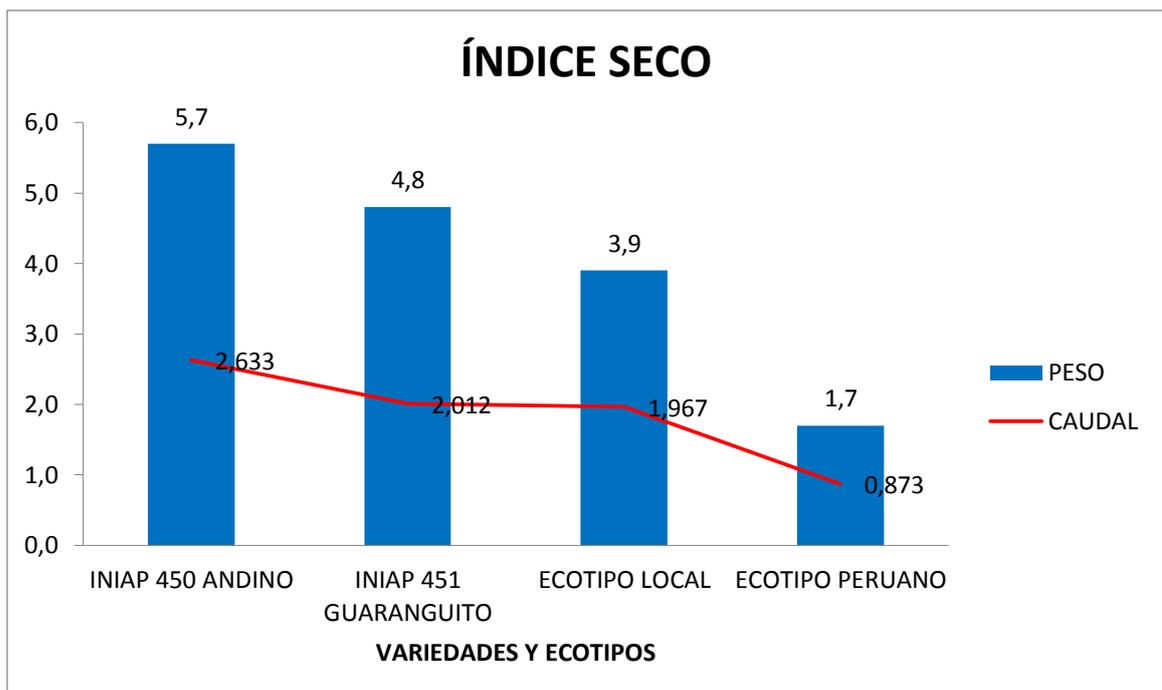
Caudal índice seco

ÍNDICE SECO		
VARIEDAD Y ECOTIPO	PESO(kg)	CAUDAL(mL/min)
INIAP 450 ANDINO	5,70	2,633
INIAP 451 GUARANGUITO	4,80	2,012
ECOTIPO LOCAL	3,90	1,967
ECOTIPO PERUANO	1,70	0,873

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Figura 23

Caudal de las variedades y ecotipos del índice seco



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

Con el método de fermentación, se observa la variabilidad en los datos del caudal y los kilogramos empleados de *lupinus mutabilis Sweet* por cada variedad y ecotipo, con el que se determinó una concentración del doble de la masa hacia el agua empleada en el proceso ya sea de hidratación, fermentación, cocción y sus respectivos lavados con un valor máximo utilizado de 5,70 kg, a 2, 54 mL/min en la variedad INIAP 450, mientras la concentración mínima está presente en ecotipo peruano con un valor de 1,70 kg a 0,88 mL/min. Al analizar el caudal del índice seco del proceso de fermentación por el método de fermentación presenta un valor promedio bajo de 1,88 mL/min. (Ver Figura 23).

11.3.2. CAUDAL DEL ÍNDICE TIERNO

La tabla 30, muestra los resultados del caudal empleado en el proceso de desamargado del chocho mediante el método de fermentación, donde se constata que los valores cambian según el peso empleado en cada subproceso. Para todos los tratamientos del diseño experimental se observan valores de caudal bajos.

Tabla 30

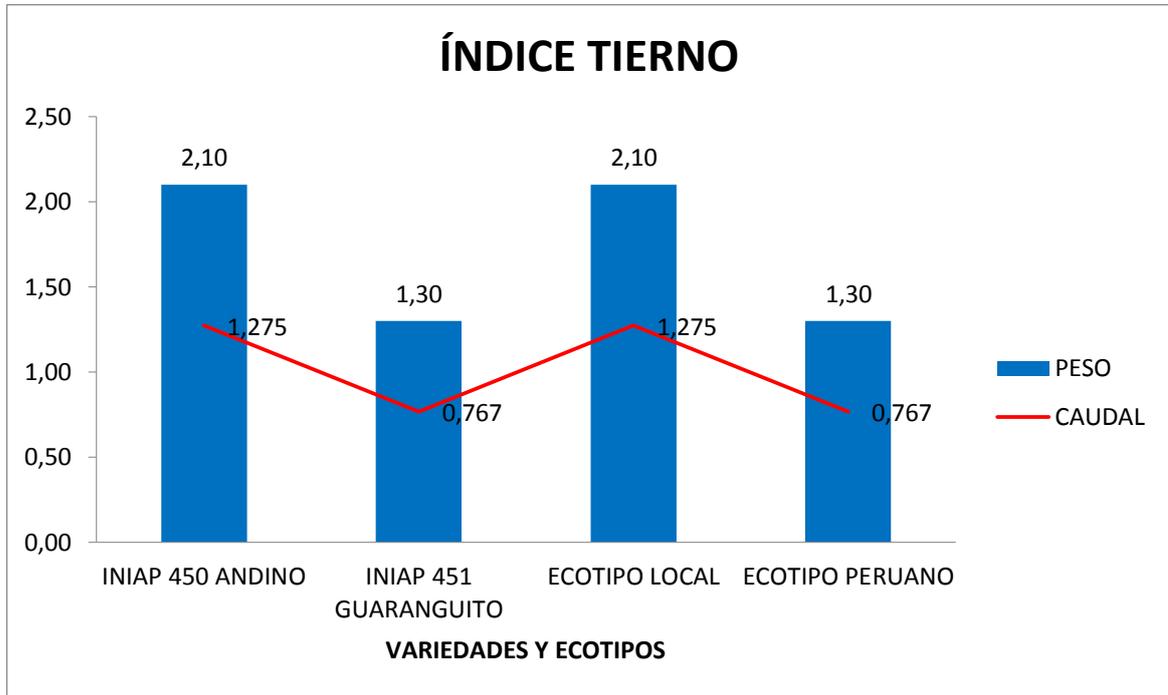
Caudal Índice Tierno

ÍNDICE TIERNO		
VARIEDAD Y ECOTIPO	PESO(kg)	CAUDAL(mL/min)
INIAP 450 ANDINO	2,10	1,275
INIAP 451 GUARANGUITO	1,30	0,767
ECOTIPO LOCAL	2,10	1,275
ECOTIPO PERUANO	1,30	0,767

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Figura 24

Caudal de las variedades y ecotipos del índice tierno



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

Con el método de fermentación, se observa la variabilidad en los datos del caudal y los kilogramos empleados de *Lupinus mutabilis Sweet* por cada variedad y ecotipo, con el que se determinó una concentración del doble de la masa hacia el agua empleada en el proceso ya sea de hidratación, fermentación, cocción y sus respectivos lavados con un valor máximo utilizado de 2,10 kg, a 1,27 mL/min, mientras la concentración mínima presenta un valor de 1,30 kg a 0,77 mL/min. Al analizar el caudal del índice tierno del proceso de fermentación por el método de fermentación presenta un valor promedio bajo de 1,88 mL/min. (Ver Figura 24).

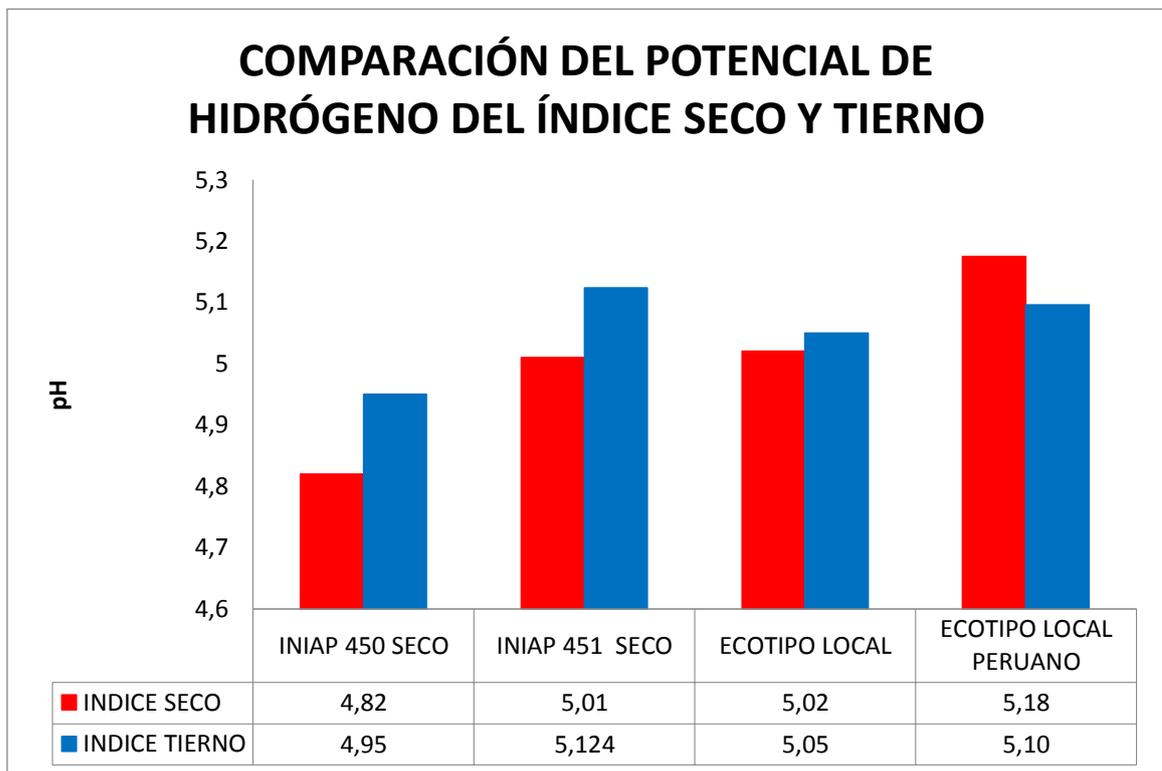
11.4. COMPARACIÓN ENTRE EL ÍNDICE SECO Y EL ÍNDICE TIERNO

11.4.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar el pH, hace referencia a la base de datos final donde los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que expresa una diferencia mínima entre los índices sin embargo claramente el índice tierno mantiene un pH más elevado. (ver Figura 25)

Figura 25

Comparación del parámetro de Potencial de Hidrógeno



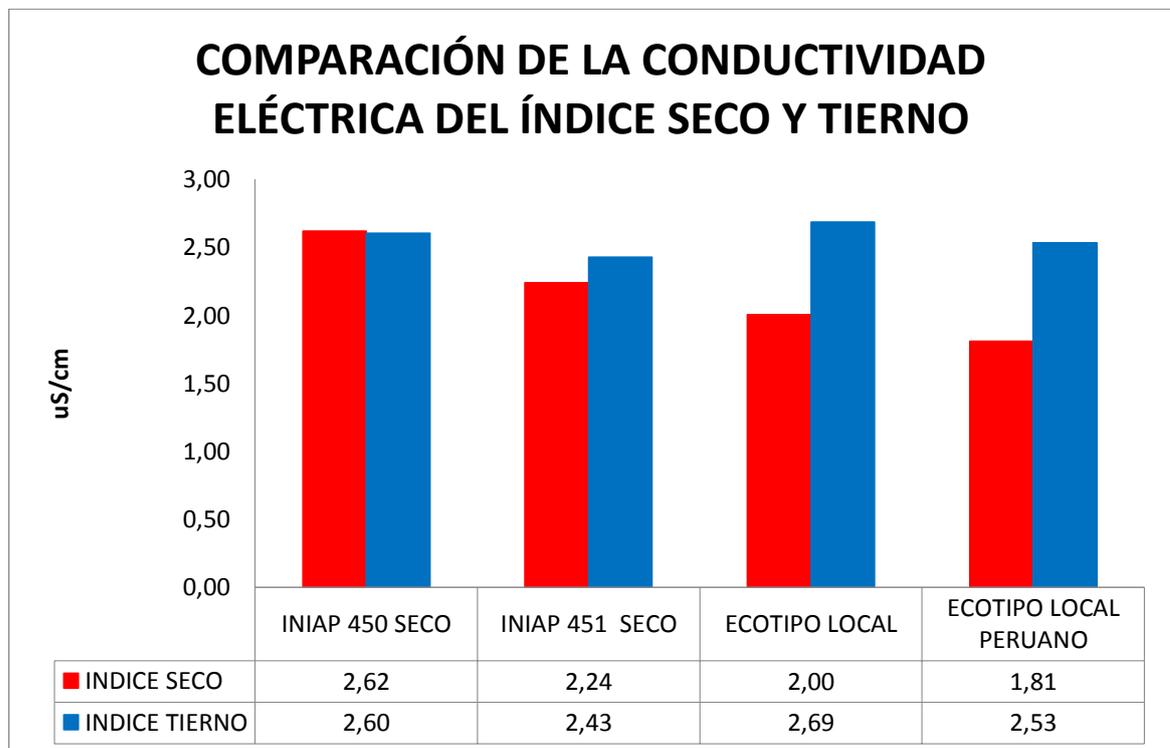
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar la conductividad eléctrica, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que no existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que expresa una diferencia mínima entre los índices sin embargo claramente el índice tierno presenta valores más elevados de conductividad eléctrica.(Ver Figura 26)

Figura 26

Comparación del parámetro conductividad eléctrica



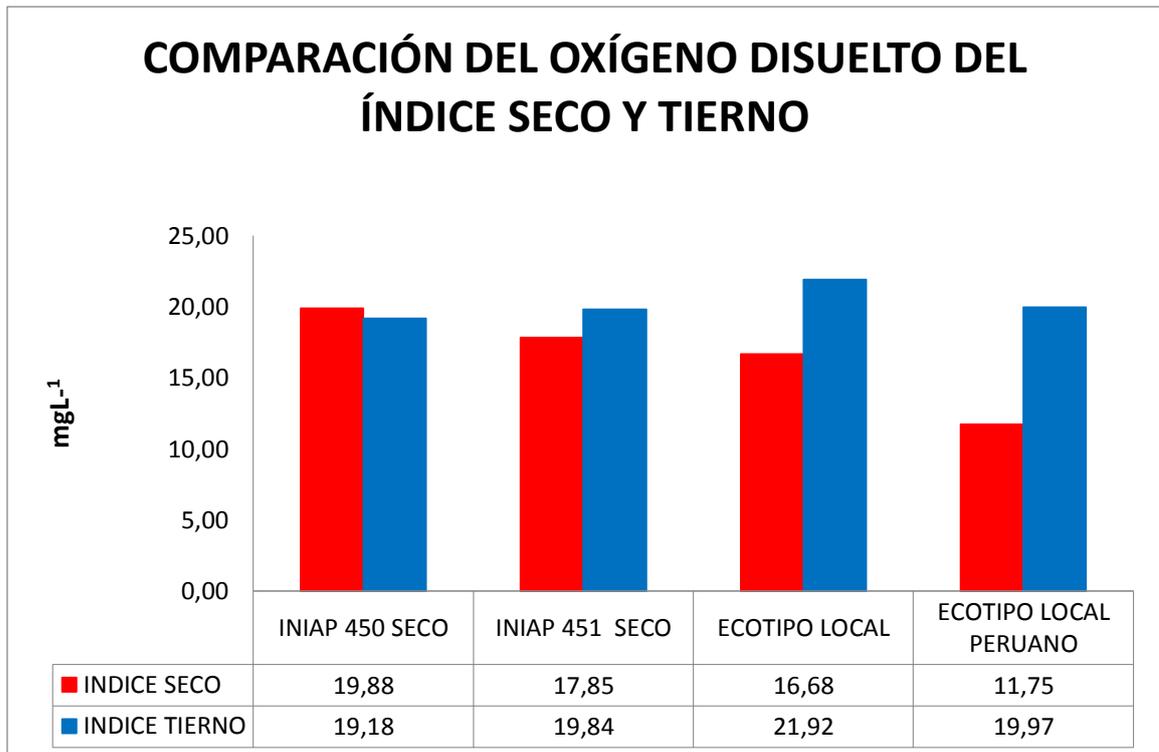
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.3. OXÍGENO DISUELTO

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar el oxígeno disuelto, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que expresa una diferencia mínima entre los índices sin embargo claramente el índice tierno presenta valores más elevados de oxígeno disuelto que el índice seco. (Ver Figura 27)

Figura 27

Comparación del parámetro oxígeno disuelto



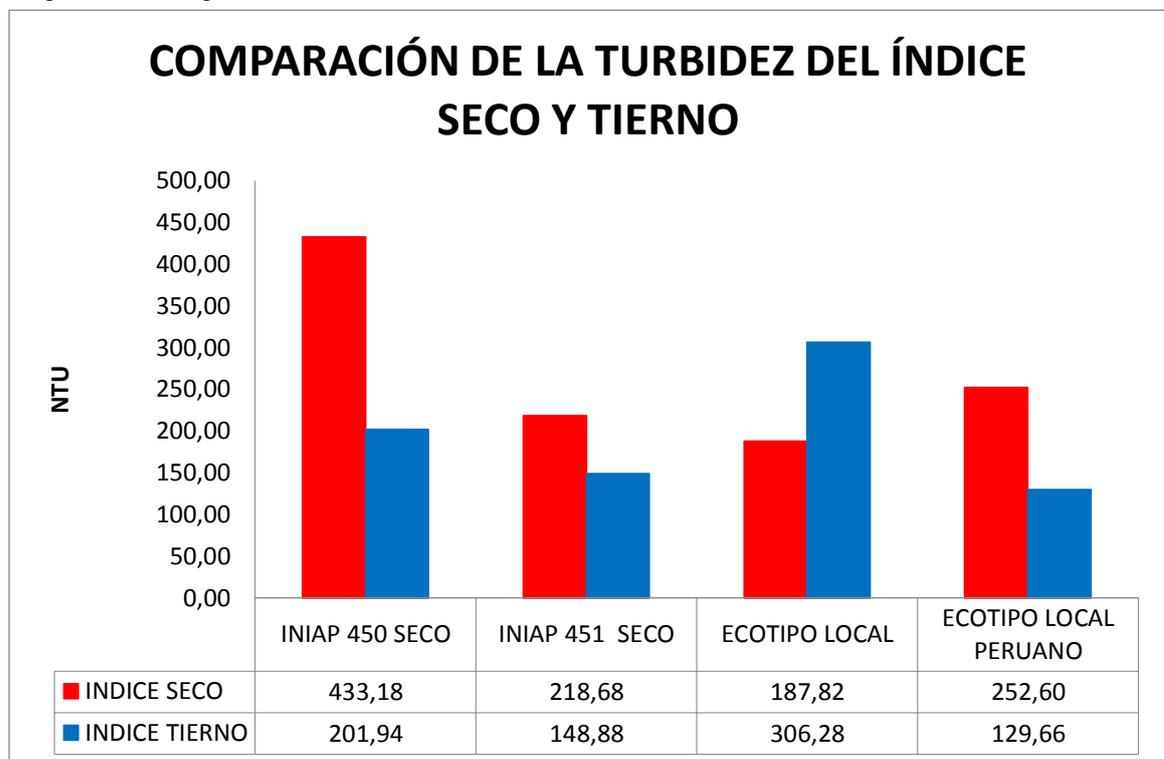
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.4. TURBIDEZ

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar la turbidez, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que expresa una diferencia mínima entre los índices sin embargo claramente el índice seco presenta valores más elevados de turbidez que el índice tierno aun manteniendo un valor alto en el ecotipo local. (Ver Figura 28)

Figura 28

Comparación del parámetro turbidez



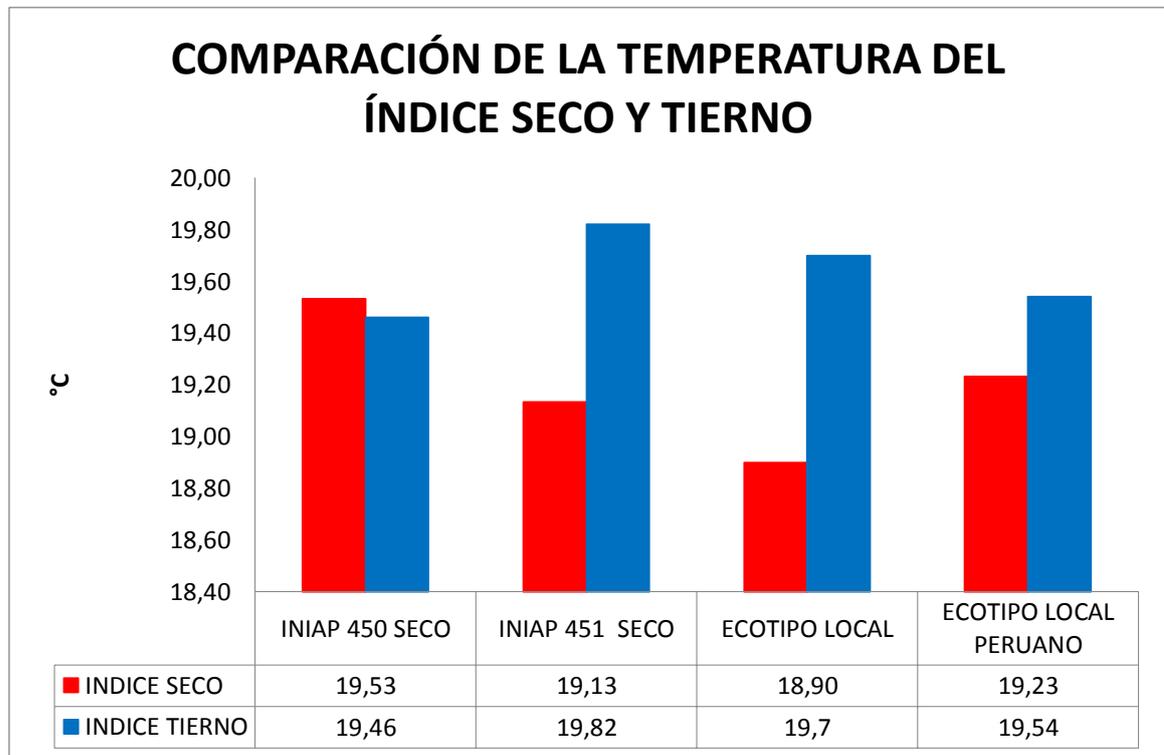
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.5. TEMPERATURA

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar la temperatura, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por el método de fermentación por lo que expresa una diferencia alta entre los índices sin embargo claramente el índice tierno presenta valores más elevados de temperatura que el índice seco. (Ver Figura 29)

Figura 29

Comparación del parámetro temperatura



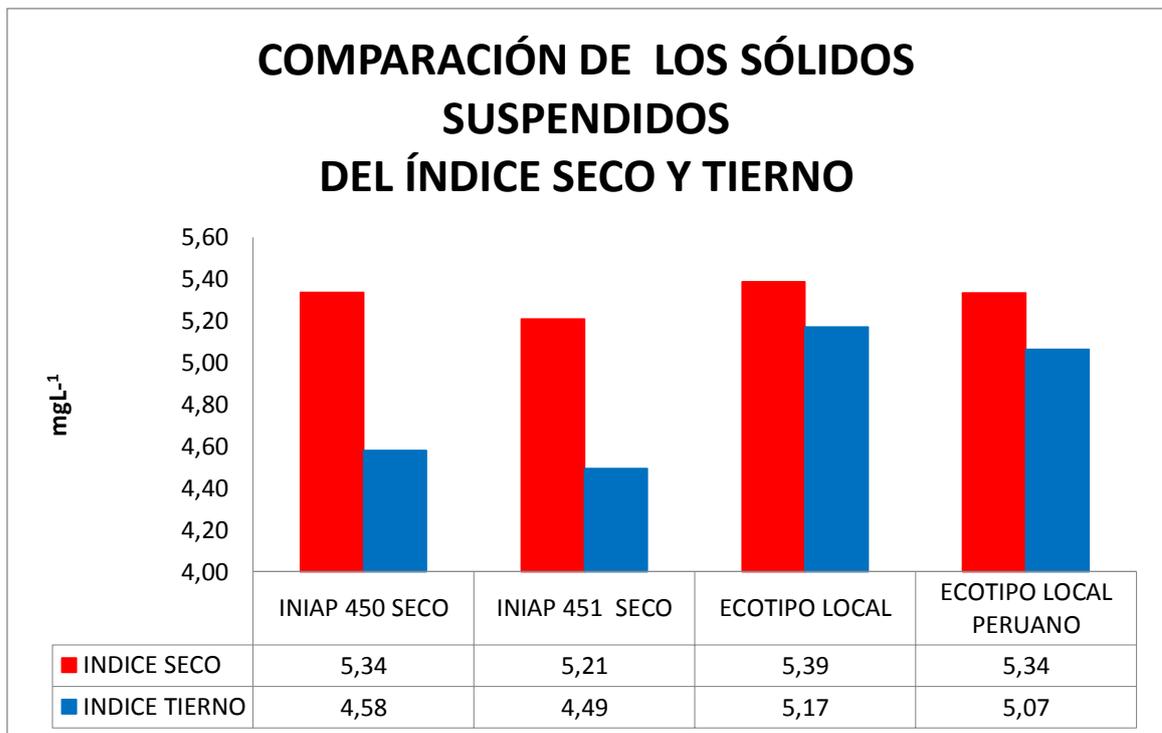
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.6. SÓLIDOS SUSPENDIDOS

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar los sólidos suspendidos, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que expresa una gran diferencia entre los índices sin embargo claramente el índice seco presenta valores más elevados de sólidos suspendidos que el índice tierno. (Ver Figura 30)

Figura 30

Comparación del parámetro sólidos suspendidos



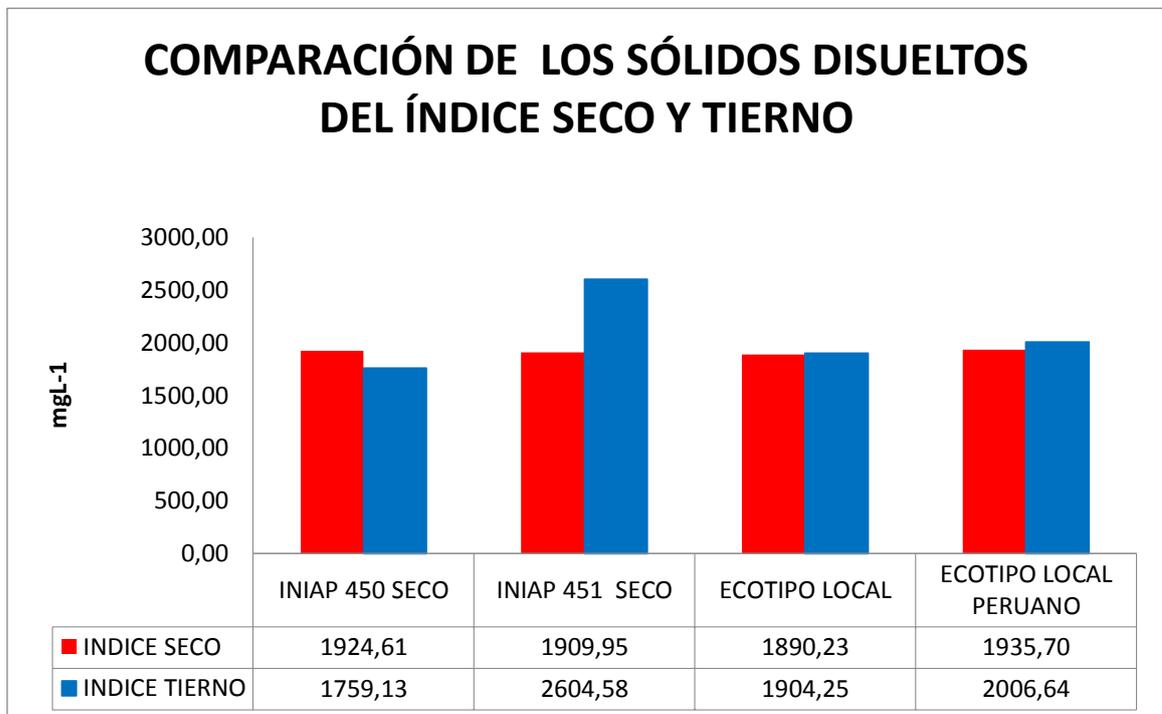
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.7. SÓLIDOS DISUELTOS

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar los sólidos disueltos, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que no existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que no se expresa una gran diferencia entre los índices sin embargo claramente el índice tierno presenta valores más elevados de sólidos disueltos que el índice seco. (Ver Figura 31)

Figura 31

Comparación del parámetro de sólidos disueltos



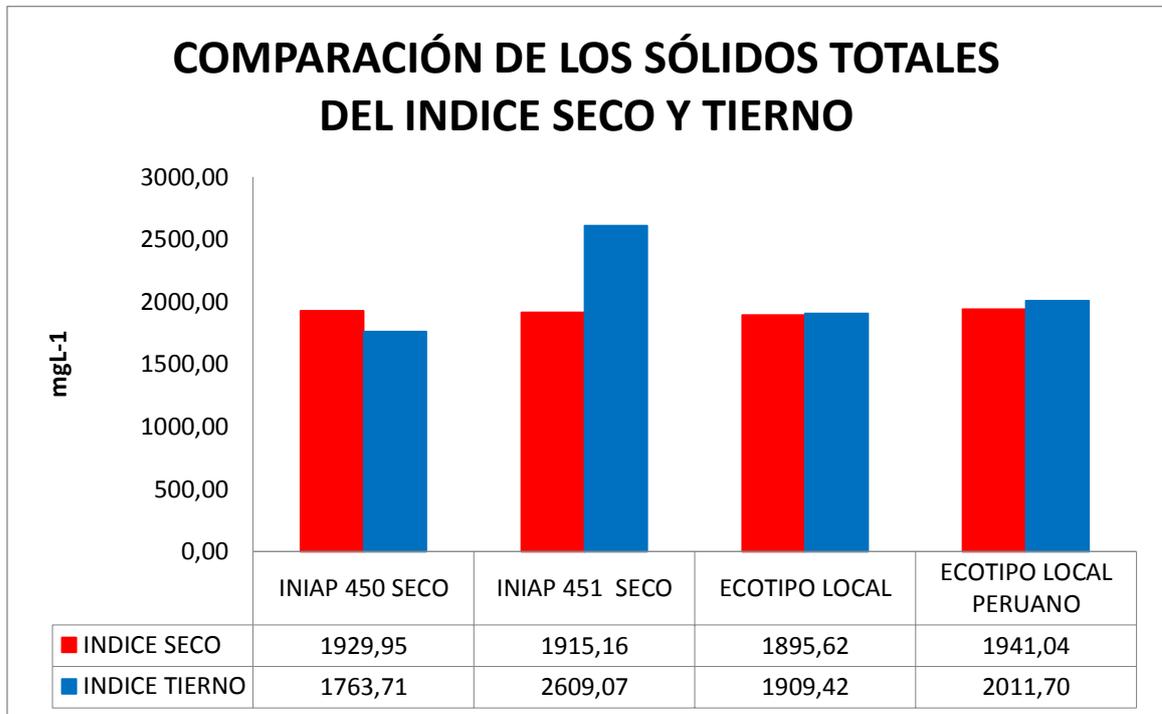
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.8. SÓLIDOS TOTALES

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar los sólidos totales, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que no existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que no se expresa una gran diferencia entre los índices sin embargo claramente el índice tierno presenta valores más elevados de sólidos totales que el índice seco. (Ver Figura 32)

Figura 32

Comparación del parámetro de sólidos totales



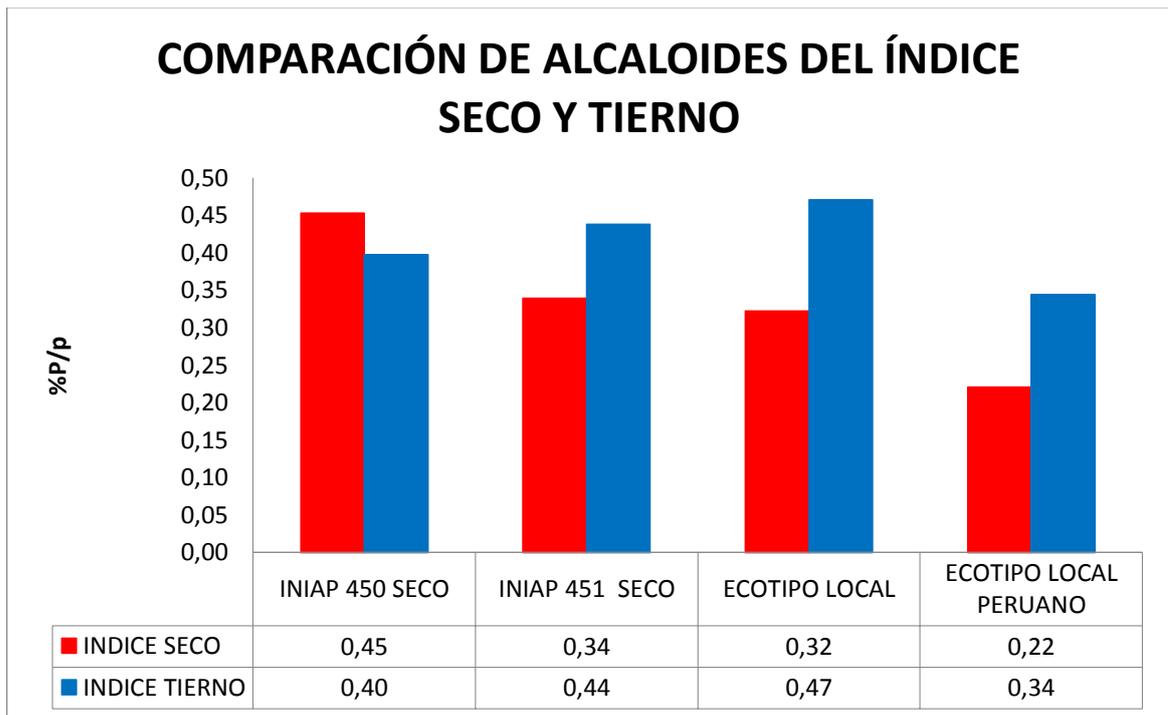
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.9. PORCENTAJE DE ALCALOIDES

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar alcaloides, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que se expresa una leve diferencia entre los índices sin embargo claramente el índice tierno presenta valores más elevados de alcaloides que el índice seco tomando en cuenta que en este índice disminuye más el contenido de alcaloides (Ver Figura 33)

Figura 33

Comparación del parámetro alcaloides



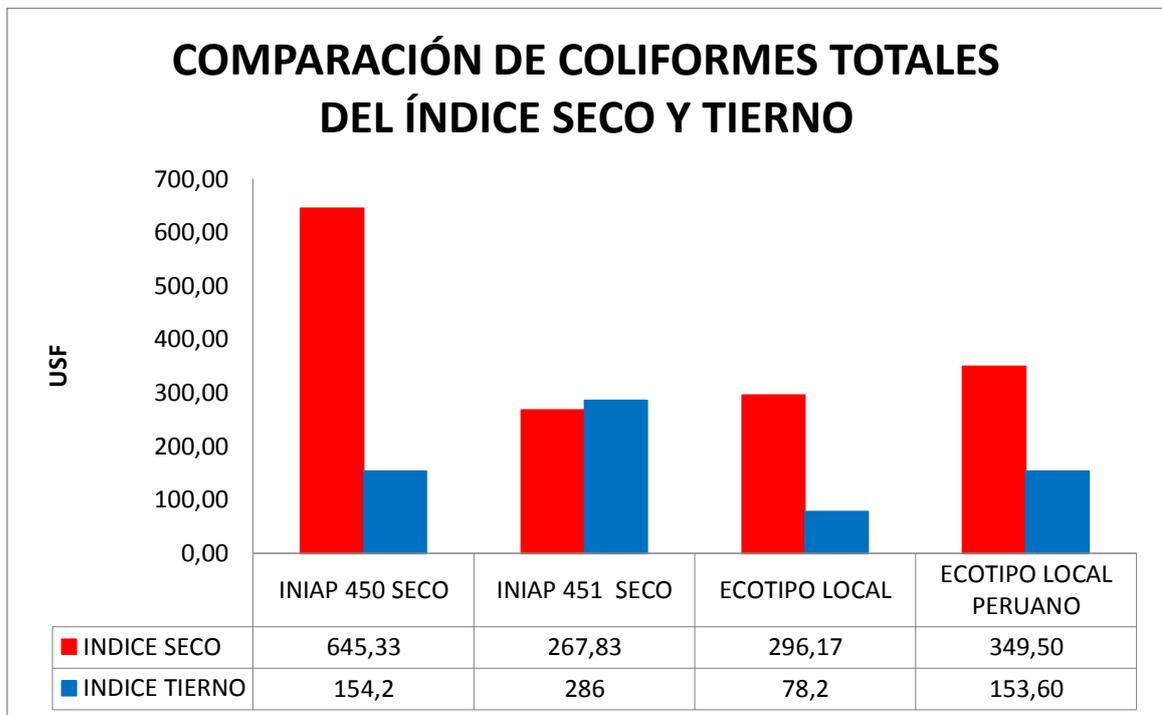
Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.4.10. COLIFORMES TOTALES

En la presente comparación de resultados de los análisis del índice seco y tierno del *Lupinus mutabilis Sweet* realizados para comparar las coliformes totales, hace referencia a la base de datos final donde se logra observar que existe una variabilidad significativa ya que los valores cambian según la etapa del proceso de desamargado por lo que se expresa una gran diferencia entre los índices sin embargo claramente el índice seco presenta valores más elevados de coliformes totales que el índice tierno. (Ver Figura 34)

Figura 34

Comparación del parámetro microbiológico



Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

11.5. COMPARACIÓN ENTRE EL (WQI) Y EL (ISQA) EN DOS ÍNDICES DE MADURACIÓN DEL CHOCHO

11.5.1. ÍSQA Y WQI ÍNDICE SECO

Con los valores obtenidos en los subprocesos del desamargado del chocho por el método de fermentación, se determinó el ISQA y el WIQ, se evidencian en la tabla 31 y tabla 32.

Tabla 31

ISQA índice seco

ISQA SIMPLIFICADO ÍNDICE SECO		
INIAP 450 ANDINO	95,38	EXCELENTE
INIAP 451 GUARANGUITO	92,94	EXCELENTE
ECOTIPO LOCAL	93,64	EXCELENTE
ECOTIPO PERUANO	93,90	EXCELENTE

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

La tabla 31, muestra los resultados del ISQA, durante todo el proceso de desamargado del *Lupinus mutabilis Sweet*. Los valores del ISQA en el subproceso de hidratación, cocción, fermentación, lavado 1, lavado 2, lavado 3, toma valores entre 90-100, según la clasificación de calidad de agua ISQA (ver Tabla 7), estimada como calidad de agua excelente, ya que está protegida, se da por sentado una ausencia total de amenazas; las condiciones son cercanas a los niveles naturales.

Tabla 32

ICA índice seco

ICA SIMPLIFICADO ÍNDICE SECO		
INIAP 450 ANDINO	80,15	BUENA
INIAP 451 GUARANGUITO	79,41	BUENA
ECOTIPO LOCAL	79,70	BUENA
ECOTIPO PERUANO	80,53	BUENA

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

La tabla 32, muestra los resultados del WQI, en el proceso de desamargado del chocho por el método de fermentación mostraron que el efluente se encuentra en un rango de calidad de 70-90, según la clasificación de calidad de agua WQI (ver Tabla 6), estimada como calidad de agua ha disminuido la diversidad de la vida acuática, además presenta una leve contaminación.

11.5.2. ÍSQA Y WQI ÍNDICE TIERNO

El (ISQA) y el (WQI) se calcularon mediante la aplicación de ecuaciones donde estima la calidad y uso del agua. Con los valores obtenidos en los subprocesos del desamargado del chocho por el método de fermentación, se evidencian en la tabla 33 y tabla 34.

Tabla 33

ISQA índice tierno

ISQA SIMPLIFICADO ÍNDICE TIERNO		
INIAP 450 ANDINO	96,15	EXCELENTE
INIAP 451 GUARANGUITO	95,72	EXCELENTE
ECOTIPO LOCAL	96,09	EXCELENTE
ECOTIPO PERUANO	95,54	EXCELENTE

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Discusión de resultados:

La tabla 33, muestra los resultados del ISQA, durante todo el proceso de desamargado del *Lupinus mutabilis Sweet*. Los valores del ISQA en el subproceso de hidratación, cocción, fermentación, lavado 1, lavado 2, toma valores entre 90-100, según la clasificación de calidad de agua ISQA (ver Tabla 7), estimada como calidad de agua excelente, ya que está protegida, se da por sentado una ausencia total de amenazas; las condiciones son cercanas a los niveles naturales.

Tabla 34*ICA índice tierno*

ICA SIMPLIFICADO ÍNDICE TIERNO		
INIAP 450 ANDINO	78,56	BUENA
INIAP 451 GUARANGUITO	79,85	BUENA
ECOTIPO LOCAL	79,70	BUENA
ECOTIPO PERUANO	80,46	BUENA

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.**Discusión de resultados:**

La tabla 34, muestra los resultados del WQI, en el proceso de desamargado del chocho por el método de fermentación mostraron que el efluente se encuentra en un rango de calidad de 70-90, según la clasificación de calidad de agua WQI (ver Tabla 6), estimada como calidad de agua ha disminuido la diversidad de la vida acuática, además presenta una leve contaminación.

11.6. COMPARACIÓN ENTRE ÍNDICES DE MADUREZ CON EL ACUERDO MINISTERIAL 097-A LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

Los resultados de análisis de la caracterización del *Lupinus mutabilis Sweet* mostró que el agua del desamargado por el método de fermentación en el periodo de estudio presentó un comportamiento de niveles estables en las concentraciones de parámetros fisicoquímicos tales como potencial de hidrógeno, temperatura, turbidez demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sólidos totales, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, siendo estos indicadores de calidad del agua.

La caracterización de los parámetros fisicoquímicos varían durante todo el proceso de desamargado del chocho mediante el método de fermentación, indican que el efluente de los subprocesos presenta en el índice seco concentraciones del potencial de hidrogeno (pH), valores que fluctúan entre 4,27 pH a 6,43 pH con una media de 5,0 pH, la concentración de pH no presenta diferencias significativas sobre los valores encontrados sin embargo evidencian una calidad del agua acida. En el índice tierno concentraciones del potencial de hidrogeno (pH), valores que oscilan entre 4,32 pH a 6,62 pH con un promedio de 5,0 55 pH,

esta concentración no presenta diferencias significativas sobre los valores encontrados sin embargo evidencian una calidad del agua acida. Al comparar con el Acuerdo Ministerial 097-A sobre límites de descarga al sistema de alcantarillado público sugiere un valor máximo permisible 6-9 pH, por lo tanto, el parámetro Potencial de hidrogeno no se encuentra dentro del límite máximo permisible establecidos por la normativa ecuatoriana.

Los valores en el índice seco del parámetro conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oscilan valores entre 0,587 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 5,92 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con una media de 2,13 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el índice tierno los valores fluctúan entre 0,958 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 5,46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con un promedio de 2,562 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la concentración de conductividad eléctrica en los dos índices presentan diferencias significativas sin embargo según él (EPA, 2012), establece un máximo de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ya que el parámetro conductividad no está considerado en el Acuerdo Ministerial 097-A sobre límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Los valores en el índice seco del parámetro de oxígeno disuelto están valorados entre 2,2 mgL^{-1} a 32,2 mgL^{-1} con una media de 16,24 mgL^{-1} , la concentración de oxígeno disuelto presenta altas diferencias significativas sobre los valores hallados mientras en el índice tierno los valores oscilan entre 2,60 mgL^{-1} a 53,60 mgL^{-1} con un promedio de 20,23 mgL^{-1} , sin embargo al comparar con el Acuerdo Ministerial 097-A sobre límites de descarga al sistema de alcantarillado público., sugiere un valor máximo permisible $>6,0 \text{ mg/L}$, por lo tanto, el parámetro oxígeno disuelto no se encuentra dentro del límite máximo permisible establecidos por la normativa ecuatoriana en la mayor parte de los subprocesos el rango menor.

Los valores en el índice seco del parámetro de turbidez (UNT), están comprendidos entre 5,3 UNT a 1100 UNT con una media de 258, 92 UNT; mientras en el índice tierno presenta unos valores que oscilan entre 17,3 UNT a 920 UNT con un promedio de 196, 69 UNT la concentración de turbidez en los dos índices presentan diferencias significativas sobre los valores encontrados sin embargo se evidencia una calidad de efluente turbia. Comparando con el Acuerdo Ministerial 097-A sobre límites de descarga al sistema de alcantarillado público., sugiere un valor máximo permisible 100,0 UNT, por lo tanto, el parámetro turbidez no se encuentra dentro del límite máximo permisible establecidos por la normativa ecuatoriana.

En el índice seco los valores del parámetro de temperatura en todo el proceso están valorados entre 17,10 °C a 21°C con una media de 19,20 °C, mientras en el índice tierno los valores fluctúan entre 19 °C a 21°C con un promedio de 19,63 °C, la concentración de temperatura no presenta alta diferencia significativa sobre los valores hallados sin embargo al comparar

con el Acuerdo Ministerial 097-A sobre límites de descarga al sistema de alcantarillado público., sugiere un valor máximo permisible $< 45,0$ °C, por lo tanto, el parámetro temperatura se encuentra dentro del límite máximo permisible establecidos por la normativa ecuatoriana.

En el índice seco los valores de sólidos suspendidos oscilaron en todo el proceso en valores entre $3,70 \text{ mgL}^{-1}$ a $6,41 \text{ mgL}^{-1}$ con una media de $5,32 \text{ mgL}^{-1}$, mientras en el índice tierno los valores se encuentran entre $3,90 \text{ mgL}^{-1}$ a $8,35 \text{ mgL}^{-1}$ con un promedio de $4,83 \text{ mgL}^{-1}$, la concentración de sólidos suspendidos no presenta alta diferencia significativa en los dos índices sobre los valores encontrados esto permitió constatar que en el proceso de desamargado por el método de fermentación no existe exceso de materia orgánica sin embargo al comparar con en el Acuerdo Ministerial 097-A sobre límites de descarga al sistema de alcantarillado público, sugiere un valor máximo permisible $220,0 \text{ mgL}^{-1}$ por lo tanto, el parámetro sólidos suspendidos se encuentra dentro del límite máximo permisible establecidos por la normativa ecuatoriana.

Los valores en el índice seco en el parámetro de sólidos disueltos encontrados en el método de fermentación oscilaron en valores entre $1466,57 \text{ mgL}^{-1}$ a $2785,44 \text{ mgL}^{-1}$ con una media de $1915,05 \text{ mgL}^{-1}$, mientras en el índice tierno los valores se presentaron entre $1471,89 \text{ mgL}^{-1}$ a $2802,81 \text{ mgL}^{-1}$ con un promedio de $2068,65 \text{ mgL}^{-1}$, la concentración de sólidos disueltos presenta una leve diferencia significativa sobre los valores hallados esto permitió constatar que existe abundancia de minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua, sin embargo al comparar con el Acuerdo Ministerial 097-A sobre límites de descarga al sistema de alcantarillado público., sugiere un valor máximo permisible 1000 mgL^{-1} por lo tanto, el parámetro sólidos suspendidos no se encuentra dentro del límite máximo permisible establecidos por la normativa ecuatoriana.

Los valores del porcentaje de alcaloides en el índice seco por el método de fermentación fluctuaron en valores entre $0,98 \%$ a $0,02 \%$ con una media de $0,32\%$; mientras en el índice tierno los valores oscilaron entre $1,01 \%$ a $0,02 \%$ con un promedio de $0,41\%$; la concentración de alcaloides presenta una diferencia significativa sobre los valores encontrados esto permitió comprobar que el porcentaje disminuyo considerablemente ya que al finalizar los subprocesos se obtuvo un porcentaje de $0,02\%$ de alcaloides presentes en los efluentes de procedo de desamargado en los dos índices.

En base a los resultados de alcaloides en las dos variedades y dos ecotipos en los dos índices de madurez se evidenció que el % de alcaloides fue disminuyendo a medida que el grano se sometía a cada proceso hasta lograr la ausencia de alcaloides en el último lavado, cabe recalcar que se obtuvo mayor % en los procesos de fermentación y cocción debido a que el grano tuvo mayor permanencia en el agua, sin embargo la presencia de alcaloides fue más alta en el índice tierno a excepción del INIAP 450 como se muestra en la (figura 31).

Los valores de coliformes totales en el índice seco en el método de fermentación oscilaron en valores entre 3 NMP/100 mL a 1000NMP/100 mL con una media de 336 NMP/100 mL, mientras en el índice tierno valores entre 5 NMP/100 mL a 568 NMP/100 mL con un promedio de 168 NMP/100 mL la concentración presenta una diferencia significativa sobre los valores hallados esto permitió constatar la presencia de Escherichia Coli, sin embargo al comparar con el Acuerdo Ministerial 097-A sobre límites de descarga al sistema de alcantarillado público., sugiere un valor máximo permisible 20000 NMP/100 mL por lo tanto, el parámetro de coliformes totales se encuentra dentro del límite máximo permisible establecidos por la normativa ecuatoriana.

Para el índice simplificado de calidad del agua se presenta variaciones no significativas en el índice seco con un valor promedio en 93,97 (ver Tabla 31) obtenido en el proceso de desamargado por el método de fermentación se presenta valores estimados en un rango de calidad de 90 a 100 clasificada por el ISQA como calidad de agua excelente, ya que está protegida, se da por sentado una ausencia total de amenazas; las condiciones son cercanas a los niveles naturales; igualmente para el índice tierno el valor promedio es 95,88 al igual los valores del ISQA oscilan entre el rango de calidad de 90 a 100.(ver Tabla 33)

Para el índice de calidad del agua se presenta variaciones no significativas en el índice seco con un valor promedio en 79,95 (ver Tabla 32) obtenido en el proceso de desamargado por el método de fermentación se presenta valores estimados en un rango de calidad de 70 a 90 clasificada por el WIQ como calidad del agua que ha disminuido la diversidad de la vida acuática, además presenta una leve contaminación.; igualmente para el índice tierno el valor promedio es 79,65 al igual los valores del WIQ oscilan entre el rango de calidad de 70 a 90.(ver Tabla 34).

12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 35

Presupuesto para la caracterización del agua del chocho por el método de fermentación

RECURSOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL
RECURSOS HUMANOS	Mano de obra	2	25,00	50,00
RECURSOS TECNOLÓGICOS	Uso de Internet	100	0,50	50,00
	Flash Memory	1	5,00	5,00
MATERIALES DE OFICINA	Impresiones	800	0,15	120,00
	Esferos, libreta, marcador, tijera,	1	2,50	2,50
	Anillados	5	1,50	7,50
	Empastado	3	25,00	75,00
INSUMOS	Botellas	100	0,30	30,00
	Agar Macconkey	1	20	20,00
	Capsula de porcelana	4	5	20,00
	Ensayos de laboratorio	4	30	120,00
OTROS	Transporte	20	2,50	50,00
			Subtotal	550,00
			Imprevistos 10%	55,00
			TOTAL	605,00

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. CONCLUSIONES

- El análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, descrito en la investigación se puede afirmar que de acuerdo al análisis de varianza se acepta en la mayoría la hipótesis nula es decir no fue significativo en los índices de madurez (tierno - seco); a excepción de sólidos disueltos y sólidos totales del índice de madurez tierno, cabe destacar que cada parámetro fue comparado con la tabla de límites de descarga al sistema de alcantarillado público expuesta por la norma de Calidad Ambiental y descarga de efluentes; constatando que los parámetros del agua residual se encuentran bajo los LMP según establecido en las normas.
- Según los resultados obtenidos se concluye que el contenido de alcaloides en el agua de descarga después del proceso de desamargado se logró determinar la ausencia de % de alcaloides en el último sub proceso tanto en variedades y ecotipos en los distintos índices de madurez, comprobando que el método de fermentación es eficaz para la eliminación de alcaloides.
- En base a los resultados de alcaloides en las variedades (INIAP 450, INIAP 451) y ecotipos (ecotipo local, ecotipo peruano) en los dos índices de madurez se evidenció que el % de alcaloides fue disminuyendo a medida que el grano se sometía a cada proceso hasta lograr la ausencia de alcaloides en el último lavado, cabe recalcar que se obtuvo mayor % de alcaloides en los procesos de fermentación y cocción debido a que el grano tuvo mayor permanencia en el agua, sin embargo la presencia de alcaloides fue más alta en el índice tierno a excepción del INIAP 450.
- Los datos obtenidos del análisis físico-químico y microbiológico de los parámetros de calidad de agua del proceso de desamargado por el método de fermentación se encuentran sobre los límites máximos permisibles en varios parámetros según la tabla 8 límites de descarga al sistema de alcantarillado del libro VI- Anexo 1.

13.2. RECOMENDACIONES

- Difundir los resultados obtenidos del proceso de desamargado por el método de fermentación para realizar una comparación con otros métodos de desamargado y determinar el método que tenga menos impacto en el ambiente.
- Realizar más estudios para encontrar mejorar el proceso de desamargado donde se reduzca la cantidad de agua empleada en los subprocesos del método de fermentación de los lupinos.
- Efectuar más investigaciones de las propiedades de los alcaloides y su recuperación para su implementación en nuevas técnicas de aprovechamiento de los mismos a fin de mitigar problemas ambientales.
- La presencia de alcaloides en el agua puede ser una herramienta importante para el desarrollo de la agricultura sustentable, ya que con un debido tratamiento se puede desarrollar un fungicida amigable con el ambiente por las propiedades que posee los alcaloides.
-

14. ANEXOS

ANEXO A

Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua

Tabla 36

Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/L	50,0
Explosivas o inflamables.	Sustancias	mg/L	Cero
Alkil mercurio		mg/L	No detectable
Aluminio	Al	mg/L	5,0
Arsénico total	As	mg/L	0,1
Cadmio	Cd	mg/L	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/L	1,0
Cinc	Zn	mg/L	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/L	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/L	0,1
Cobalto total	Co	mg/L	0,5
Cobre	Cu	mg/L	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/L	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/L	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/L	0,5
Demanda Bioquímica	DBO ₅	mg/L	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/L	1,0
Fósforo Total	P	mg/L	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	20,0
Hierro total	Fe	mg/L	25,0
Manganeso total	Mn	mg/L	10,0
Materia flotante	Visible	mg/L	Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/L	0,01
Níquel	Ni	mg/L	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/L	60,0
Organofosforados y carbamatos	Especies Totales	mg/L	0,1
Plata	Ag	mg/L	0,5
Plomo	Pb	mg/L	0,5
Potencial de hidrógeno	pH	mg/L	6-9
Selenio	Se	mg/L	0,5
Sólidos		mg/L	20,0

Sedimentables			
Sólidos			
Suspendidos Totales		mg/L	220,0
Sólidos totales		mg/L	1 600,0
Sulfatos	SO_4^{-2}	mg/L	400,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/L	1,0
Sulfuros	S	mg/L	1,0
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	mg/L	< 45,0
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/L	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/L	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/L	1,0

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A

ANEXO B

Diagrama 1

Diagrama de flujo desamargado por fermentación para chocho tierno

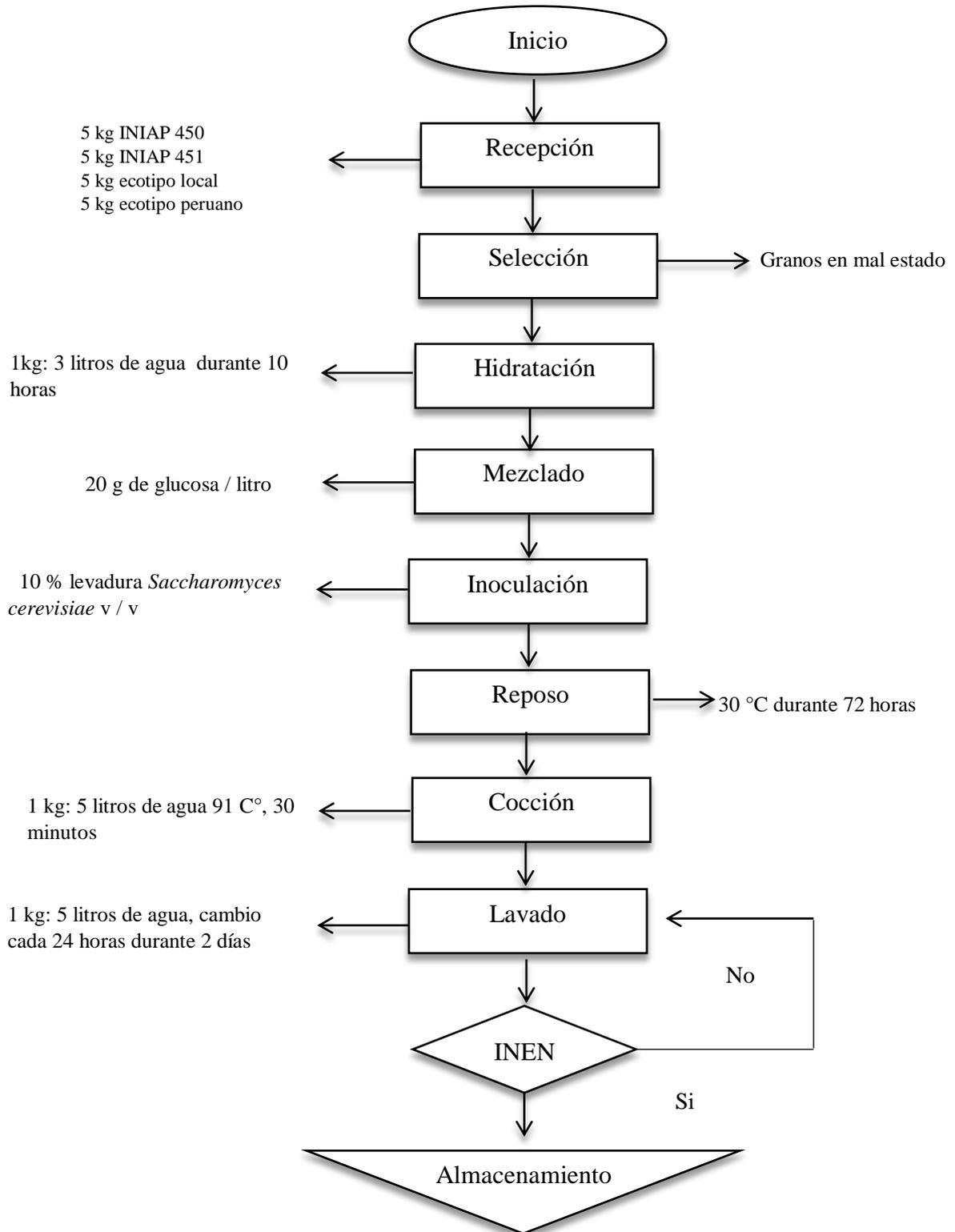
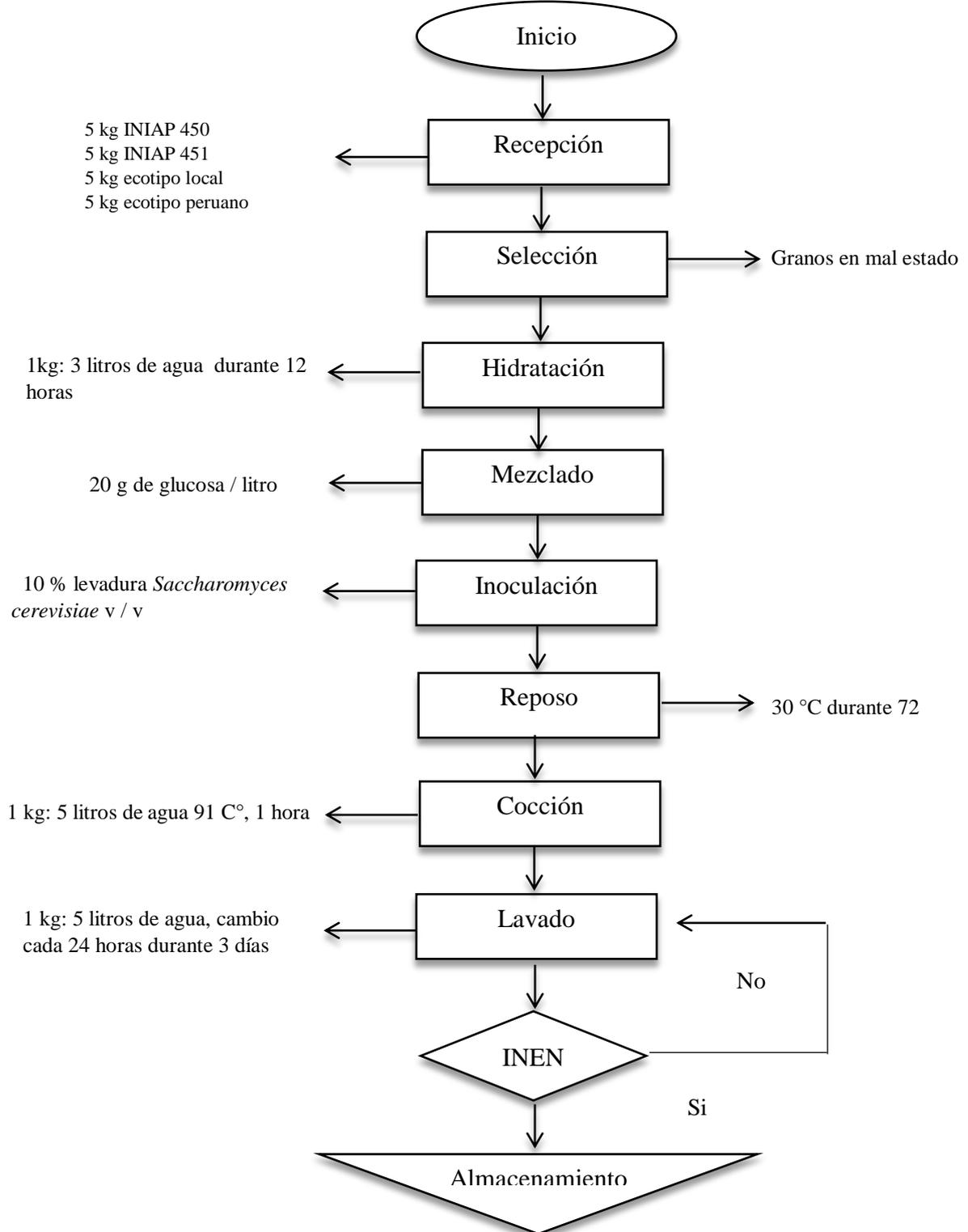


Diagrama 2

Diagrama de flujo desamargado por fermentación para chocho seco



Fuente: Calupiña

ANEXO C*Determinación de sólidos suspendidos*

PESO DE LA CAPSULA A 105°C	FILTRO SECO	FILTRO A 105°C	TOTAL
54,4230	0,1713	0,1715	5,7100
83,0950	0,1759	0,1708	5,8633
56,7010	0,1632	0,1646	5,4400
60,3164	0,1527	0,1576	5,0900
54,4230	0,1481	0,5011	4,9367
83,0950	0,1375	0,2411	4,5833
56,7010	0,2506	0,5124	8,3533
60,3164	0,2411	0,8692	8,0367
54,4230	0,1178	0,1302	3,9267
83,0950	0,1187	0,128	3,9567
56,7010	0,1178	0,127	3,9267
58,8880	0,1184	0,1258	3,9467
43,9420	0,1180	0,1192	3,9333
56,3864	0,1174	0,1192	3,9133
56,5412	0,1169	0,1234	3,8967
60,3164	0,1183	0,1236	3,9433
54,4230	0,1317	0,1258	4,3900
83,0950	0,1247	0,119	4,1567
56,7010	0,1270	0,121	4,2333
58,8880	0,1293	0,1249	4,3100

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Determinación de sólidos suspendidos índice de madurez seco

PESO DE LA CAPSULA A 105°C	FILTRO SECO	FILTRO A 105°C	TOTAL
58,8880	0,1661	0,1656	5,5367
43,9420	0,1687	0,17	5,6233
56,3864	0,1538	0,151	5,1267
56,5412	0,1648	0,1621	5,4933
58,8880	0,1640	0,197	5,4667
43,9420	0,1547	0,1862	5,1567
56,3864	0,1665	0,5408	5,5500
56,5412	0,1574	0,1901	5,2467
54,4230	0,1618	0,1765	5,3933
83,0950	0,1531	0,1586	5,1033
56,7010	0,1730	0,1837	5,7667
60,3164	0,1684	0,1706	5,6133
54,4230	0,1652	0,1697	5,5067
83,0950	0,1705	0,1726	5,6833
56,7010	0,1743	0,173	5,8100
60,3164	0,1713	0,1698	5,7100
58,8880	0,1923	0,1883	6,4100
43,9420	0,1760	0,1737	5,8667
56,3864	0,1863	0,1852	6,2100
56,5412	0,1776	0,176	5,9200
58,8880	0,1111	0,1746	3,7033
43,9420	0,1148	0,1147	3,8267
56,3864	0,1157	0,1171	3,8567
56,5412	0,1208	0,1204	4,0267

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

ANEXO D*Determinación de sólidos disueltos del índice de madurez tierno*

PESO DEL RESSIDUO SECO DEL FILTRADO	PESO DE LA CAPSULA A 105°C	TOTAL
54,5761	54,4230	1819,2033
83,1638	83,0950	2772,1267
56,814	56,7010	1893,8000
60,3969	60,3164	2013,2300
55,337	54,4230	1844,5667
84,0843	83,0950	2802,8100
57,8745	56,7010	1929,1500
61,5841	60,3164	2052,8033
55,2794	54,4230	1842,6467
83,7872	83,0950	2792,9067
57,3628	56,7010	1912,0933
59,5483	58,8880	1984,9433
44,1566	43,9420	1471,8867
56,5006	56,3864	1883,3533
56,7808	56,5412	1892,6933
60,4959	60,3164	2016,5300
54,5204	54,4230	1817,3467
83,1507	83,0950	2771,6900
56,8047	56,7010	1893,4900
58,9703	58,8880	1965,6767

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Determinación de sólidos disueltos del índice de madurez seco

PESO DEL RESSIDUO SECO DEL FILTRADO	PESO DE LA CAPSULA A 105°C	TOTAL
58,9209	58,8880	1964,0300
43,997	43,9420	1466,5667
56,4341	56,3864	1881,1367
56,5775	56,5412	1885,9167
59,8273	58,8880	1994,2433
44,7145	43,9420	1490,4833
57,0591	56,3864	1901,9700
57,1083	56,5412	1903,6100
54,8212	54,4230	1827,3733
83,5633	83,0950	2785,4433
56,9559	56,7010	1898,5300
60,9804	60,3164	2032,6800
54,8454	54,4230	1828,1800
83,3866	83,0950	2779,5533
56,9044	56,7010	1896,8133
60,5187	60,3164	2017,2900
59,0533	58,8880	1968,4433
44,1059	43,9420	1470,1967
56,4630	56,3864	1882,1000
56,6245	56,5412	1887,4833
58,9625	58,8880	1965,4167
44,0241	43,9420	1467,4700
56,4246	56,3864	1880,8200
56,6172	56,5412	1887,2400

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

ANEXO E*Determinación de sólidos totales del índice de madurez tierno*

SOLIDOS SUSPENDIDOS	SOLIDOS DISUELTOS	SOLIDOS TOTALES
5,7100	1819,2033	1824,9133
5,8633	2772,1267	2777,9900
5,4400	1893,8000	1899,2400
5,0900	2013,2300	2018,3200
4,9367	1844,5667	1849,5033
4,5833	2802,8100	2807,3933
8,3533	1929,1500	1937,5033
8,0367	2052,8033	2060,8400
3,9267	1842,6467	1846,5733
3,9567	2792,9067	2796,8633
3,9267	1912,0933	1916,0200
3,9467	1984,9433	1988,8900
3,9333	1471,8867	1475,8200
3,9133	1883,3533	1887,2667
3,8967	1892,6933	1896,5900
3,9433	2016,5300	2020,4733
4,3900	1817,3467	1821,7367
4,1567	2771,6900	2775,8467
4,2333	1893,4900	1897,7233
4,3100	1965,6767	1969,9867

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Determinación de sólidos totales del índice de madurez seco

SOLIDOS SUSPENDIDOS	SOLIDOS DISUELTOS	SOLIDOS TOTALES
5,5367	1964,0300	1969,5667
5,6233	1466,5667	1472,1900
5,1267	1881,1367	1886,2633
5,4933	1885,9167	1891,4100
5,4667	1994,2433	1999,7100
5,1567	1490,4833	1495,6400
5,5500	1901,9700	1907,5200
5,2467	1903,6100	1908,8567
5,3933	1827,3733	1832,7667
5,1033	2785,4433	2790,5467
5,7667	1898,5300	1904,2967
5,6133	2032,6800	2038,2933
5,5067	1828,1800	1833,6867
5,6833	2779,5533	2785,2367
5,8100	1896,8133	1902,6233
5,7100	2017,2900	2023,0000
6,4100	1968,4433	1974,8533
5,8667	1470,1967	1476,0633
6,2100	1882,1000	1888,3100
5,9200	1887,4833	1893,4033
3,7033	1965,4167	1969,1200
3,8267	1467,4700	1471,2967
3,8567	1880,8200	1884,6767
4,0267	1887,2400	1891,2667

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

ANEXO F*Análisis de varianza de los parámetros físico químicos y microbiológicos***ANÁLISIS DE VARIANZA POTENCIAL HIDROGENO SECO**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,380	3	0,127	0,21031866	0,888	3,09839121
Dentro de los grupos	12,052	20	0,603			
Total	12,432	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA POTENCIAL HIDROGENO TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,08746	3	0,02915333	0,03448354	0,99107613	3,23887152
Dentro de los grupos	13,52684	16	0,8454275			
Total	13,6143	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA SECO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,202	3	0,734	0,26105	0,85258	3,09839
Dentro de los grupos	56,224	20	2,811			
Total	58,426	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,1788274	3	0,05960913	0,0178955	0,99660466	3,23887152
Dentro de los grupos	53,2953048	16	3,33095655			
Total	53,4741322	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA OXÍGENO DISUELTO SECO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	215,152	3	71,717	0,5355135	0,6633	3,098391
Dentro de los grupos	2678,447	20	133,922			
Total	2893,598	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA OXÍGENO DISUELTO TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	20,902	3	6,967	0,02082244	0,9957517	3,23887152
Dentro de los grupos	5353,643	16	334,603			
Total	5374,545	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA TURBIDEZ SECO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	217684,01	3	72561,339	0,4159663	0,74342497	3,0983912
Dentro de los grupos	3488807,7	20	174440,38			
Total	3706491,7	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA TURBIDEZ TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	94081,738	3	31360,5793	0,5446765	0,6587394	3,23887152
Dentro de los grupos	921224,38	16	57576,5238			
Total	1015306,12	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA TEMPERATURA SECO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
----------------------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------------------	----------	---------------------	-----------------------------

Entre grupos	1,24	3	0,4133	0,4582409	0,7144859	3,0983912
Dentro de los grupos	18,04	20	0,902			
Total	19,28	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA TEMPERATURA TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,39	3	0,13	0,48237477	0,69915598	3,23887152
Dentro de los grupos	4,312	16	0,2695			
Total	4,702	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA SÓLIDOS SUSPENDIDOS SECO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,102	3	0,034	0,05479257	0,98262514	3,09839121
Dentro de los grupos	12,404	20	0,620			
Total	12,506	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,73117778	3	0,57705926	0,29717227	0,82690693	3,23887152
Dentro de los grupos	31,0693467	16	1,94183417			
Total	32,8005244	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA SÓLIDOS DISUELTOS SECO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6960,62	3	2320,21	0,0198489	0,99607379	3,09839121
Dentro de los grupos	2337870,27	20	116893,51			

Total	2344830,89	23
-------	------------	----

ANÁLISIS DE VARIANZA SÓLIDOS DISUELTOS TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2069476,42	3	689825,475	14,5193961	7,9006E-05	3,23887152
Dentro de los grupos	760169,882	16	47510,6176			
Total	2829646,31	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA SÓLIDOS TOTALES

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6953,26534	3	2317,755	0,019818165	0,99608279	3,09839121
Dentro de los grupos	2339020,85	20	116951,043			
Total	2345974,12	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA SÓLIDOS TOTALES TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2067751,96	3	689250,654	14,4686477	8,0608E-05	3,23887152
Dentro de los grupos	762200,498	16	47637,5311			
Total	2829952,46	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA ALCALOIDES SECO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,1637	3	0,055	0,52538606	0,669852718	3,09839121
Dentro de los grupos	2,0772	20	0,104			
Total	2,2409	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA ALCALOIDES TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,04467342	3	0,01489114	0,08752697	0,96586277	3,23887152
Dentro de los grupos	2,72211205	16	0,170132			
Total	2,76678547	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA**COLIFORMES TOTALES SECO**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	543386,45	3	181128,81	1,930794 2	0,15712830	3,098391 2
Dentro de los grupos	1876210,5	20	93810,525			
Total	2419596,9	23				

ANÁLISIS DE VARIANZA COLIFORMES TOTALES TIERNO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	111929,2	3	37309,7333	0,76857875	0,52824073	3,23887152
Dentro de los grupos	776700,8	16	48543,8			
Total	888630	19				

ANEXO G

Determinación de % de alcaloides del índice de madurez seco

ALCALOIDES - SECO			I	% p/v	II	% p/v	III	% p/v	TOTAL
HIDRATACIÓN	SECO	INIAP 450	0,10	0,05	0,10	0,05	0,15	0,07	0,06
		INIAP 451	0,10	0,05	0,05	0,02	0,05	0,02	0,03
		ECOTIPO LOCAL	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02
		ECOTIPO PERUANO	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02
FERMENTACIÓN	SECO	INIAP 450	1,90	0,94	2,00	0,99	2,00	0,99	0,98
		INIAP 451	1,35	0,67	1,45	0,72	1,35	0,67	0,69
		ECOTIPO LOCAL	1,85	0,92	1,90	0,94	1,95	0,97	0,94
		ECOTIPO PERUANO	1,30	0,64	1,25	0,62	1,25	0,62	0,63
COCCIÓN	SECO	INIAP 450	1,40	0,69	1,65	0,82	1,65	0,82	0,78
		INIAP 451	1,20	0,60	1,25	0,62	1,15	0,57	0,60
		ECOTIPO LOCAL	1,10	0,55	1,00	0,50	1,00	0,50	0,51
		ECOTIPO PERUANO	0,70	0,35	0,65	0,32	0,70	0,35	0,34
LAVADO 1	SECO	INIAP 450	1,20	0,60	1,35	0,67	1,25	0,62	0,63
		INIAP 451	0,90	0,45	0,95	0,47	0,90	0,45	0,45
		ECOTIPO LOCAL	0,40	0,20	0,40	0,20	0,45	0,22	0,21
		ECOTIPO PERUANO	0,35	0,17	0,40	0,20	0,35	0,17	0,18
LAVADO 2	SECO	INIAP 450	0,45	0,22	0,55	0,27	0,55	0,27	0,26
		INIAP 451	0,50	0,25	0,45	0,22	0,50	0,25	0,24
		ECOTIPO LOCAL	0,50	0,25	0,35	0,17	0,50	0,25	0,22
		ECOTIPO PERUANO	0,30	0,15	0,20	0,10	0,25	0,12	0,12
LAVADO 3	SECO	INIAP 450	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02
		INIAP 451	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02
		ECOTIPO LOCAL	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02
		ECOTIPO PERUANO	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

Determinación de % de alcaloides del índice de madurez tierno

ALCALOIDES - TIERNO			I	% p/v	II	% p/v	III	% p/v	TOTAL
HIDRATACIÓN	TIERNO	INIAP 450	0,25	0,12	0,20	0,10	0,25	0,06	0,09
		INIAP 451	0,60	0,30	0,65	0,32	0,75	0,18	0,27
		ECOTIPO LOCAL	0,25	0,12	0,35	0,17	0,30	0,07	0,12
		ECOTIPO PERUANO	0,20	0,10	0,20	0,10	0,25	0,06	0,09
FERMENTACIÓN	TIERNO	INIAP 450	1,45	0,72	1,55	0,77	1,50	0,37	0,62
		INIAP 451	1,60	0,79	1,65	0,82	1,90	0,47	0,69
		ECOTIPO LOCAL	2,75	1,36	2,80	1,39	2,75	0,68	1,14
		ECOTIPO PERUANO	2,00	0,99	2,05	1,02	2,15	0,53	0,85
COCCIÓN	TIERNO	INIAP 450	2,50	1,24	2,30	1,14	2,65	0,65	1,01
		INIAP 451	1,85	0,92	1,90	0,94	2,10	0,52	0,79
		ECOTIPO LOCAL	1,75	0,87	1,70	0,84	1,55	0,38	0,70
		ECOTIPO PERUANO	1,50	0,74	1,50	0,74	1,50	0,37	0,62
LAVADO 1	TIERNO	INIAP 450	0,55	0,27	0,60	0,30	0,65	0,16	0,24
		INIAP 451	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,12	0,21
		ECOTIPO LOCAL	0,90	0,45	0,95	0,47	0,90	0,22	0,38
		ECOTIPO PERUANO	0,35	0,17	0,40	0,20	0,30	0,07	0,15
LAVADO 2	TIERNO	INIAP 450	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,01	0,02
		INIAP 451	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01
		ECOTIPO LOCAL	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01
		ECOTIPO PERUANO	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,01	0,02

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

ANEXO H

Informe de resultados del Laboratorio Universidad Central del Ecuador

Resultados experimentales del DB5 y DQO INIAP 450 ANDINO

DETERMINACIÓN	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	**Limite Max. Permissible
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5210 D	790	34 mg/l	-
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO*	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5220 D	11640	-	-

Resultados experimentales del DB5 y DQO INIAP 451 GUARANGUITO

DETERMINACIÓN	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	**Limite Max. Permissible
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5210 D	790	34 mg/l	-
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO*	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5220 D	11890	-	-

Resultados experimentales del DB5 y DQO Ecotipo Local Tierno

DETERMINACIÓN	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	**Limite Max. Permissible
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5210 D	790	34 mg/l	-
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO*	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5220 D	11825	-	-

Resultados experimentales del DB5 y DQO Ecotipo Peruano Tierno

DETERMINACIÓN	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	**Limite Max. Permissible
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5210 D	790	34 mg/l	-
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO*	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5220 D	11730	-	-

ANEXO I*Curva de DBO₅ y su relación*

Días	DBO	DQO
1	0	0
2	159,423852	2379,46047
3	252,680826	3771,35562
4	318,847703	4758,92094
5	370,17072	5524,93612
6	412,104678	6150,81609
7	447,559334	6679,99006
8	478,271555	7138,38141
9	505,361653	7542,71124
10	529,594571	7904,39659
11	551,515913	8231,58079
12	571,528529	8530,27656
13	589,938352	8805,05003
14	606,983186	9059,45053
15	622,851546	9296,29174
16	637,695406	9517,84188
17	651,639069	9725,95626
18	664,785504	9922,17171
19	677,220965	10107,7756
20	689,018423	10283,8571
21	700,240161	10451,3457
22	710,939764	10611,0413
23	721,16367	10763,6369
24	730,952381	10909,737
25	740,34144	11049,8722
26	749,362204	11184,5105
27	758,042479	11314,0669
28	766,407037	11438,911
29	774,478041	11559,3737
30	782,275398	11675,7522
31	789,817057	11788,3143
32	797,119258	11897,3024

Elaborado por: Llusha M. & Trávez Y.

ANEXO J

Muestras de agua del proceso de desamargado por subproceso índice de madurez tierno



CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por las señoritas: **LLUSHA LASINQUIZA MELANY ANDREINA** y **TRÁVEZ TRÁVEZ YULISA ANABEL**, Egresadas de la Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, cuyo título versa **"CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA EN EL PROCESO DE DESAMARGADO POR MÉTODO DE FERMENTACIÓN DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet) EN EL CAMPUS EXPERIMENTAL CEASA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2020 – 2021"**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Marzo del 2021

Atentamente,

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502666514

1803027935 Firmado
 digitalmente por
 VICTOR HUGO ROMERO GARCIA
 1803027935
 VICTOR HUGO ROMERO GARCIA
 Fecha: 2021.03.05
 15:46:24 -05'00'

ANEXO K

Aval de plagio



Document Information

Analyzed document	TESIS -ALUSHA-TRAYEI-CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA DEL CHOCHO .docx (098047311)
Submitted	3/12/2021 3:05:00 AM
Submitted by	Catorino Donoso
Submitter_email	catorino.donoso7536@u.cu.edu.cu
Similarity	5%
Analyst's_address	catorino.donoso7536_u.cu@analyst.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://repositorio.u.cu.edu.cu/bitstream/27000/7003/1/PC-000963.pdf Fetched: 3/11/2021 2:22:50 PM	12
SA	trabajo_de_biblioteca_nro_Monjas_Solange_Guillen.docx Document: trabajo_biblioteca_nro_Monjas_Solange_Guillen.docx (088790765)	21
W	URL: http://www.digecio.u.cu.edu.cu/bitstream/27000/19742/1/T-UCB-0008-CQU-013.pdf Fetched: 12/22/2020 6:15:36 AM	6
W	URL: http://repositorio.u.cu.edu.cu/bitstream/handle/27000/14472/Tesis%20Final.pdf%20... Fetched: 12/9/2020 3:06:29 AM	9
SA	submission.docx Document: submission.docx (097977313)	3
W	URL: http://repositorio.u.cu.edu.cu/bitstream/27000/7007/1/PC-000975.pdf Fetched: 1/25/2021 4:18:14 AM	10
W	URL: http://repositorio.u.cu.edu.cu/bitstream/27000/2651/1/T-ESP-B-030044.pdf Fetched: 7/22/2020 8:58:23 PM	1
SA	TESIS_CRISTHIAN ANISAL MINGA PONGO.pdf Document: TESIS_CRISTHIAN ANISAL MINGA PONGO.pdf (080269512)	2
SA	TESIS MALDONADO DIEGO.pdf Document: TESIS MALDONADO DIEGO.pdf (081919634)	3
W	URL: http://repositorio.u.cu.edu.cu/bitstream/123456789/1939/1/MS-c-93024g.pdf Fetched: 1/3/2021 9:06:50 PM	1
SA	tesis_final.docx Document: tesis_final.docx (085188753)	1
W	URL: http://repositorio.u.cu.edu.cu/bitstream/20_500.12494/13060/1/2019-analisis_alco... Fetched: 12/10/2020 11:26:02	2

ANEXO L

Muestras de agua del proceso de desamargado por subproceso índice de madurez tierno

Hidratación índice tierno



Fermentación índice tierno



Cocción índice tierno



Lavado 1 índice tierno



Lavado 2 índice tierno



Muestras de agua del proceso de desamargado por subproceso índice de madurez seco

Hidratación índice seco



Fermentación índice seco



Cocción índice seco



Lavado 1 índice seco



Lavado 2 índice seco



Lavado 3 índice seco



15. REFERENCIAS

- Almeida, R. M. (2010). *Instructivos de procesamiento de informacion Hidrometeorológica, Escuela Politécnica Nacional*. Quito, Ecuador.
- Alonso, M. (26 de Septiembre de 2014). *Cerveza Artesana*. Obtenido de <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/levadura-para-cerveza-como-trabaja-.html>
- AMBIENTAL, G. L. (2007). *GRUPO LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL*. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ashanka, M. (2020). *Estudio de la calidd de agua del rio Pita, ubicado en el distrito metropolitano de quito en el periodo 2013-2019*. Latacunga.
- Caho, C., & López , E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *vol 12*, 35 - 49.
- Calupina, X. &. (2020). *Estudio del estado del arte de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y Germinación), de dos ecotipos de chocho (lupinus mutabilis sweet) y de dos*
- EPMAPS. (2011). *Plan Maestro de Agua Potable 2010-2040*. . Obtenido de Disponible : http://www.aguaquito.gob.ec/sites/default/files/documentos/plan_maestro_agua_potable.pdf
- FAO. (1993). *Gestión sobre la calidad del Agua; tendencias del uso del agua de calidad marginal en el riego*. 2-60.
- FAO. (2002). *Agua y cultivos; logrando el uso óptimo del agua en la agricultura*. Roma.
- Fernández, E. (2017). *Determinación del contenido de antinutrientes en tres variedades de chocho (Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451 y Criollo)*. Recuperado el PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14472/TesisFinal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Fernandez, E. (2017). *Determinación del contenido de antinutrientes en tres variedades de chocho (Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451 y Criollo)*. Quito.
- FONAG. (2014). *Caracterización biofísica y socioeconómica de la cuenca alta del Rio Guayllabamba, con énfasis en las Subcuencas de los ríos Pita y San Pedro*. Quito, Ecuador.
- Fondo Ambiental DMQ. (2011). *Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano" ECCO- Distrito Metropolitano de Quito*. . Quito, Ecuador.
- Fraile, J., & Fabara, J. (2009). La Sublime y Tragica historia del valle del Pita. *Revista Ecuador Terra Incognita*. N° 58.
- Gamboa, R., Cifuentes, G., & Roccha, Z. (2014). *Diagnóstico fisicoquímico, biológico y microbiológicos de las aguas del Embalse de la Copa*. Boyacá, Colombia: Ediciones Universidad de Boyacá. All rights reserved.
- García. (2004). *Quinolozidine Alkaloids Isolated From Lupinus Species Enhance Insulin Secretion*. Eur Pharmacology.
- García, R. L. (2010). El ciclo hidrológico: experiencias prácticas para su comprensión. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 78-85.
- Gil, G. J. (2014). *Determinación de la Calidad del Agua mediante variables físico química, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del rio Garagoa*. Manizales, Colombia.
- Gómez, L., Torres , M., Mayorga, L., & Andre, L. (2014). *Programa para la descontaminación de los ríos de Quito - EPMAPS. (January)*. Quito, Ecuador.
- Grace, G. (2018). *DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL DESAMARGADO Y FERMENTADO EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TRES VARIEDADES DE CHOCHO (Lupinus mutabilis Sweet)*. Quito.
- Groos. (1982). *El cultivo y la utilización del tarwi*. Roma.
- Guerrero. (1987). *Algunas propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Evento de información y difusión de resultados de investigación sobre chocho y capacitación en nuevas técnica de laboratorio*.

- Guerrero, M. (1987 Marzo). *Algunas propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Evento de información y difusión de resultados de investigación sobre chocho y capacitación en nuevas técnica de laboratorio* (Ambato: Universidad Técnica de Ambato. ed.).
- Gutierrez, H. &. (2008). *Analisis y diseño de experimentos*. Mexico : McGraw-Hi Interamericana.
- Illanes, S. (2016). *Diseño de un sistema de detención de incendio para el campus de la matriz bajo la norma NFPA 72 en la Universidad Técnica de Cotopaxi*. Latacunga Cotopaxi.
- INEC. (22 de mayo de 2010). *Ecuador en Cifras - Censo Población y Vivienda 2010* . Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INIAP. (2006). *Usos alternativos del chocho. Chocho (Lupinus mutabilis Sweet) Alimento Andino Redescubierto*. Quito, Ecuador.
- Jacobsen y Mujica. (2006). *El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres.» Botánica económica de los Andes Centrales*.
- Jacobsen y Sherwood. (2002). *Cultivos de granos andinos en Ecuador: Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto*. Quito: Ediciones Abaya-Yala.
- JAPAC. (2016). *El agua dulce puede provenir de diferentes fuentes sobre la Tierra, Agua y salud para todos*. Obtenido de <http://japac.gob.mx/2016/04/01/cuales-son-las-cuatro-fuentes-de-agua-dulce/>
- Kasprowicz, M. Z. (2018). *The effect of fermentation of high alkaloid seeds of Lupinus angustifolius var. Karo by Saccharomyces cerevisiae, Kluyveromyces lactis, and Candida utilis on the chemical and microbial composition of products*. *Journal of Food Processing and Preservation*,. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/jfpp.13487>
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos. (2014). *Usos y aprovechamiento del agua*. Obtenido de <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos. (2014). *Usos y aprovechamiento del agua*. Obtenido de <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>

- Liñero, I., Balarezzo, V., Eraso, H., Pacheco, F., Ramos, C., Muzo, R., y otros. (2016). Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. *UNED*, 69-75.
- Llumiquinga, J. E. (2020). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN COSECHA Y POSCOSECHA DE 2 VARIEDADES DE CHOCHO (Lupinus mutabilis Sweet), ANDINO Y GUARANGUITO A DIFERENTES ÍNDICES DE COSECHA EN GRANO TIERNO EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2019-2020*. 83.
- Loja, & Orellana. (2013). *Propuesta Gastronómica de aplicación innovadora del chocho*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Orellana, S., & Loja, N. (2011). Aporte nutricional, procesamiento y almacenamiento del chocho. *Propuesta gastronómica de aplicación innovadora del chocho*. Ecuador.
- Ortega, D. (2014). *Food Processing & Technology Bioprocessing of Lupin Cotyledons (Lupinus mutabilis) with Rhizopus oligosporus for Reduction of Quinolizidine Alkaloids*. *J Food Process Technol*. Obtenido de <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000323>
- Peña, D. (2010). *Análisis de series temporales*. Madrid-España: Alianza.
- Peralta. (2013). *Catálogo de Variedades mejoradas de Granos Andinos: Chocho, Quinoa y Amaranto, para la sierra de Ecuador*. Quito-Ecuador: INIAP/ Pronaleg- G A.
- Peralta. (2016). *ETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO Y ENERGÉTICO DEL TARWI (Lupinus mutabilis sweet) PARA CUYES*. Obtenido de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3084/1/RE_MED.VETE_MAGDALENA.IRIGOIN_DETERMINACION.DEL.VALOR.NUTRITIVO_DATOS.PDF
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rivera, M., Rodríguez, D., & Lomas, L. &. (2012). *Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco*. Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia, Tecnología e Innovación, INIAP.
- Peralta, P. J. (2019). *DETERMINACIÓN DEL CAUDAL Y CALIDAD DE AGUA MEDIANTE BIOINDICADORES EN LOS PÁRAMOS DE LA COMUNIDAD EL CALVARIO, UBICADO EN EL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. Riobamba.

- Plaza, L. (2016). *Modelación matemática en ingeniería*. Colombia: Editorial UCEVA Tuluá, vol.7 no.13.
- Reyes, Q. P. (2017). Evaluación de la Calidad del Agua en el Humedal la Tembladera utilizando el índice de contaminación.
- Rivera, M. J. (2008). *Determinacion de los indices de calidad y Coeficicente cinético de auto depuración del agua, en la parte alta de la cuenca del rio Naranjo*. Guatemala.
- Rodriguez, A. (2019). *Determinación de la producción de alcaloides y análisis de expresión de genes de defensa inducidos por Metil Jasmonato en semillas de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Quito.
- Romeo, F. V. (2018). *Characterization and antimicrobial activity of alkaloid extracts from seeds of different genotypes of Lupinus spp. Sustainability*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/su10030788>
- Sánchez, H. M. (2005). El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río pamplonita norte de Santander, Colombia. *Revista de la facultas de ciencias Basicas Universidad de Pamplona* , 54 -67.
- Secretaria Nacional De Gestion de Riesgo. (2015). *Analisis de vulnerabilidad canton Rumiñahui*. Obtenido de <http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/857/1/Perfil%20territorial%20RUMINAHUI.pdf>
- SENAGUA. (2010). *Informe de Gestion 2008-2010. Una gestion diferernte de los recursos hidricos*. Quito, Ecuador.
- Villacrés E, Caicedo C, Peralta E. (2000). *Diagnóstico del procesamiento artesanal, comercialización y consumo de chocho; zonificación potencial, sistemas de producción y ocesamiento artesanal del chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Ecuador*. Quito, Ecuador: Programa Nacional de Leguminosas. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Villarreal, F. (2016). *Introducción a los Modelos de Pronósticos;Universidad del Sur-Departamento de Matemática*. Argentina.

- Wasternack, C. &. (2013). *Jasmonates : biosynthesis , perception , signal transduction and action in plant stress response , growth and development . An update to the 2007 review in Annals of Botany*. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/aob/mct067>
- Yumbo, K., Ller, V., Espinoza, W., Campos, D., Castro, R., & Chirinos, D. (2018). Determinación de la calidad de aguas mediante indicadores biológicos y físico-químico en el río Paján. 32- 40.
- Yungán, Z. (2015). *Estudio de la Calidad del agua en los afluentes de la Microcuenca del río Blanco para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.*