



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación a partir de posos de café gastados para la producción de bioetanol, Lima – Perú, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Caso Ramos, Ivo Ernesto (orcid.org/0000-0001-5364-6380)

Rojas Hinojosa, Cristhian Humberto (orcid.org/0000-0002-6476-6641)

ASESORA:

Mgtr. Cabello Torres, Rita Jaqueline (orcid.org/0000-0002-9965-9678)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mi familia, a mis padres Humberto Rojas y Marleny Hinostroza y mi hermana Andrea Rojas por siempre estar ahí apoyándome, por los consejos y motivación brindada para seguir con mi formación y crecer como persona y profesional, a mi Badio S.C. a una persona muy especial A.P. a mi incondicional Ivo Caso decirte hermano lo logramos, a las amistades que adquirí en todo este camino y siempre han estado ahí apoyándome esto va por ustedes.

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres Ivo Caso y Milena Ramos, hermanos Denisse y Arturo Caso Ramos, gracias a ellos por siempre motivarme a seguir adelante, por ayudarme a luchar por mis sueños y siempre estar presentes en los momentos más difíciles, a toda mi familia por ayudarme, a mis amistades S.B. y a mi hermano Cristhian Rojas, por siempre contar con su apoyo y nos llevamos buenos recuerdos de esta etapa universitaria de mucho sacrificio y alegrías.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestras familias, a nuestros padres y hermanos por siempre estar ahí apoyándonos y conseguir esta meta.

A nuestra asesora Mg. Rita Cabello Torres por el apoyo brindado.

A los docentes por compartir sus enseñanzas, por ayudarnos en realizar este estudio, a los compañeros por ayudarnos y acompañarnos en este proceso de investigación y realización de la tesis.

Al personal de la jefatura del laboratorio, por brindarnos su ayuda y su comprensión por las horas extras en el laboratorio, sobre todo, a Joselyn V.E.



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, CABELLO TORRES RITA JAQUELINE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación a partir de posos de posos de café gastados para la producción de bioetanol, Lima - Perú, 2023", cuyos autores son CASO RAMOS IVO ERNESTO, ROJAS HINOSTROZA CRISTHIAN HUMBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 4.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CABELLO TORRES RITA JAQUELINE DNI: 08947396 ORCID: 0000-0002-9965-9678	Firmado electrónicamente or: RCABELLOTO15 el 15-12- 2023 11:22:13

Código documento Trilce: TRI - 0658928



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES

Nosotros, CASO RAMOS IVO ERNESTO, ROJAS HINOSTROZA CRISTHIAN HUMBERTO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación a partir de posos de posos de café gastados para la producción de bioetanol, Lima - Perú, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CRISTHIAN HUMBERTO ROJAS HINOSTROZA DNI: 75784188 ORCID: 0000-0002-6476-6641	Firmado electrónicamente por: CHROJASR el 22-11- 2023 09:31:05
IVO ERNESTO CASO RAMOS DNI: 71747000 ORCID: 0000-0001-5364-6380	Firmado electrónicamente por: ICASOR el 22-11-2023 11:26:25

Código documento Trilce: TRI - 0658927

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y Operacionalización	24
3.3. Población, muestra y muestreo	26
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	26
3.5. Procedimientos:	27
3.6. Método de análisis de datos	40
3.7. Aspectos éticos	41
IV. RESULTADOS	42
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Composición química_____	12
TABLA 2. Box behnken_____	22
TABLA 3. Valores de disolución_____	23
TABLA 4: Operacionalización de las variables_____	25
TABLA 5. Validación de instrumento_____	27
TABLA 6. Materiales empleados en la parte experimental de proyecto de investigación	29
TABLA 7. Resultados de los pesos y volumen de las muestras_____	42
TABLA 8. Porcentaje Brix_____	44
TABLA 9. Porcentaje Brix en la Fermentación_____	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1 Composición de café	10
Figura 2 Sacarosa	14
Figura 3 Glucosa	14
Figura 4 Fructosa	15
Figura 5 Bioetanol	16
Figura 6: Fases del procedimiento	28
Figura 7. Secado de los posos de café gastados	30
Figura 8: Preparado de los insumos	32
Figura 9. Preparación del ácido	33
Figura 10. Pesaje de los insumos	34
Figura 11. Extracción y disposición de la solución	35
Figura 12. Medición de Brix (Refractómetro)	36
Figura 13: Baño maría	37
Figura 14: Fermentación	38
Figura 15: Destilado (Manta de Calefacción)	40
Figura 16: Análisis comparativo de las repeticiones 85%	45
Figura 17: Análisis comparativo de las repeticiones 70%	45
Figura 18: Análisis comparativo de las repeticiones 55 %	46
Figura 19: Solución de Permanganato de Potasio y Ácido Sulfúrico	48
Figura 20: Resultado Incoloro	48
Figura 21: Resultado de concentración de alcohol	49

RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca la elaboración de bioetanol a partir de los posos de café gastados, bajo los procesos de hidrólisis ácida (ácido sulfúrico) y la fermentación mediante la levadura *Saccharomyce cerevisiae*. El objetivo general de la investigación es evaluar la aplicación de hidrólisis ácida y fermentación en la producción de bioetanol a partir de posos de café gastados, para lo cual se someterá dichos residuos a ciertas concentraciones de ácido y un tiempo estimado en base al diseño de Box Behnken con el que se calculó la opción más óptima en la que hay mayor porcentaje de glucosa y presencia de alcohol para así ser llevado a un proceso de fermentación, con la activación de la *Saccharomyce Cerevisiae* bajo un estado líquido, todo ello dentro de un biodigestor, para posteriormente con el proceso de la destilación, obtener como producto final el bioetanol, la cual este producto final se puede emplear en diversos rubros, donde uno de los que se trata de reemplazar es en el uso del combustible, para así poder reducir la cantidad de emisiones y por consiguiente la generación de Gases de Efecto Invernadero.

Palabras clave: Posos de café gastados, bioetanol, hidrólisis ácida, *saccharomyce*

ABSTRACT

The present research work seeks the production of bioethanol from spent coffee grounds, under the processes of acid hydrolysis (sulfuric acid) and fermentation using the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. The general objective of the research is to evaluate the application of acid hydrolysis and fermentation in the production of bioethanol from spent coffee grounds, for which said waste will be subjected to certain concentrations of acid and an estimated time based on the Box design. Behnken with which the most optimal option will be calculated in which there is a higher percentage of glucose and presence of alcohol in order to be taken to a fermentation process, with the activation of the *Saccharomyces Cerevisiae* under a liquid state, all within a biodigester , to later with the distillation process, obtain bioethanol as a final product, which this final product can be used in various areas, where one of those that it is trying to replace is in the use of fuel, in order to reduce the amount of emissions and consequently the generation of Greenhouse Gases.

Keywords: Spent coffee grounds, bioethanol, acid hydrolysis, saccharomy

I. INTRODUCCIÓN

Los residuos generados alrededor del mundo, en su gran mayoría son residuos orgánicos, la cual en Estados Unidos y en Europa, se calculó una generación anual de 89 y 36,4 millones de toneladas de residuos orgánicos, respectivamente (Lawal et al, 2023). Los principales problemas que se encuentran en esta masiva generación de residuos orgánicos es la pésima gestión de los residuos, que afectan de manera negativa al ambiente, generando enfermedades, problemas de olores, emisiones de gases y pérdida de recursos (Lawal et al. 2023). En el caso de China, al tener un aumento de urbanización y poblacional es que generan grandes masas de residuos (He et al. 2023). En donde solo el porcentaje de recuperación de estos residuos generados es del 30,4% del total, esto en el año 2020 (He et al. 2023).

Por esta razón es que se empezó a implementar la Gestión de Residuos Sólidos, donde se tratan temas de: recolección, traslado, tratamiento y la reducción o eliminación de los residuos (Magazzino et al. 2020), pero se debe tener presente que también un mal manejo o implementación de la Gestión de Residuos Sólidos, puede perjudicar a la salud humana, como también al ambiente (Magazzino et al. 2020).

Estos desperdicios generados por la población, son depositados en vertederos alrededor del mundo, donde se analizó la acumulación de desechos en los vertederos y se concluyó que también contribuyen hasta en una quinta parte del total de GEI (Kurniawan et al. 2022), y para reducir esta cantidad de emisiones, es realizar tratamientos o métodos para reciclar algunos compuestos desperdiciados o eliminarlos adecuadamente (Karmaker et al. 2020).

Uno de los compuestos que genera GEI y no se sabía que tenía un gran impacto ambiental, es el Café o los Posos de Café Gastados producidos por las industrias (Nab, Maslin, 2020). Donde la industria cafetera, llegó a producir un promedio de 9.500 millones de Kg de café, la que a futuro se llegó a estimar que en el 2050 se triplique la cifra generando más residuos a su vez (Nab, Maslin, 2020). Donde el IPCC (El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático),

menciona en su cuarto informe, que desde 1906 hasta el año 2005, la temperatura media aumentó en 0,74 °C, gracias a los GEI (Gases de Efecto Invernadero) (Liu et al. 2019). Estos desperdicios se llegan a descomponer y liberan diversos Gases de Efecto Invernadero (GEI), como también liberan lixiviados ácidos, que presentan diferentes compuestos ecotóxicos (Yeoh y Siew. 2022).

El café en conjunto con la infusión (Té) son unas de las bebidas más consumidas alrededor del mundo, la cual representa uno de los productos básicos y llega a ser exportado hasta en más de 70 países tanto subtropicales como tropicales (Ruta et al. 2021). Donde uno de los países con mayor producción de café es el país vecino Brasil, pero cabe resaltar que en el rango de generación de GEI es el cuarto país con mayor emisión de gases del mundo, afectando de manera significativa al ambiente (Martinez et al. 2021).

Por lo cual para obtener los productos de café, debe de pasar por diversos procesos tales como: Procesamiento para la fabricación del café, la preparación y el tostado; la masa seca generada como los subproductos del café, es mayor al 90%, la cual estos residuos del café toman el nombre de Posos de Café Gastado (SCG) (Lee et al. 2019), pero cabe destacar que a pesar de que es uno de los productos con mayor consumo alrededor del mundo, no todo el grano llega a consumirse, sino que aproximadamente solo el 30% de los granos, son solubles, que por ende, genera una gran cantidad de desechos, que en su mayoría son eliminados o desechados a vertederos (Massaya et al. 2019).

Al presentar esos componentes que son liberados al ambiente, afectan de manera significativa a la atmósfera. Por ende, es que se han realizado varios estudios y análisis, donde se evaluó el gran potencial que podría tener al valorizar los Posos de Café Gastados, que ayudaran para reducir la gran cantidad de residuos sólidos, como también para una nueva aplicación a nuevas alternativas tanto tecnológicas como también fisicoquímicas (Lee et al. 2019).

Un método que se puede utilizar para poder valorizar los posos de café gastados y reducir la cantidad de residuos generados alrededor del mundo es mediante la

hidrólisis ácida, donde los más comunes es el HCL (ácido clorhídrico) o H₂SO₄ (ácido Sulfúrico), por lo que son menos nocivos para el ambiente (Hafid et al. 2021). Por lo cual, los residuos orgánicos que son generados por la industria, son de un gran interés, ya que el contenido que presentan en su composición (celulosa, lignina y la hemicelulosa) y por la disponibilidad que cuentan, son una gran alternativa (Florian et al. 2019) Por ende, el gran potencial que tiene el valorar algunos tipos de residuos generados por la industria cafetera, puede generar un gran apoyo para una gestión sostenible a lo largo de los años utilizando la hidrólisis ácida (Belaud et al. 2019).

La hidrólisis ácida que predomina para la extracción de las nanocelulosas es el ácido sulfúrico, la cual se presenta con un 64% de concentración, por lo que los resultados obtenidos se presentan con estabilidad acuosa (Pawcenis et al. 2022). Otro de los parámetros que se toman en cuenta del hidrólisis de ácido sulfúrico son: Temperatura, concentración de ácido y el tiempo de hidrólisis (Leong et al. 2022). El ácido para que obtenga los mejores resultados se debe mantener en un rango de 60 % - 62 % de concentración, a 40 °C - 43 °C en un intervalo de tiempo de 40 min a 60 min, para así tener mejor resultados de nano células (Leong et al. 2022). Se llega a mantener en este rango de temperatura por lo que con la hidrólisis ácida en altas temperaturas no es muy estudiada por miedo a que afecte de cierta manera la estructura del almidón (Zhao et al. 2022).

Cabe resaltar también las características químicas que presenta los Granos de Café, los cuales para su comercialización es muy importante tanto el aroma como el sabor de cada grano de café, los componentes químicos del café son: Azúcares, compuestos fenólicos, proteínas, ácido, lípidos, cafeína, compuestos volátiles y también enzimas (Alcántara et al. 2021). Pero los componentes que contienen los Granos de Café Gastados presentan proteínas, lípidos, polisacáridos, alcaloides y fenoles (Liu et al. 2021).

En el caso de Perú, a lo largo del país se cultiva grandes parcelas de café, las cuales en los últimos años estas áreas han aumentado su cantidad de producción, en el caso de Junín (33109 toneladas a 89837 toneladas) y San Martín de pasar a

producir 34758 toneladas, pasó a producir 63893 toneladas (Rojas et al. 2020). Pero un dato a considerar es que, al presentarse el cambio climático, es que afectó de manera negativa a los agricultores, la cual se ven forzados a deforestar más área para producir más cantidades de café y no presentar pérdidas en la producción (Rojas et al. 2020). Cabe resaltar que el departamento más importante en el cultivo de café es el departamento de San Martín (Jezeer et al. 2019). El Perú al presentar estas producciones de café, a lo largo de todo el territorio, es que se encuentra ubicado como el noveno país con mayor nivel de exportación y también en segundo lugar como exportador de café orgánico, a nivel mundial, nada más después de México (Palomino. 2020). La agroindustria del café en el Perú, al momento de realizar los procesos de la obtención del café es que, por cada tonelada de café, genera un aproximado de 600 Kg de residuos (Lavado et al. 2023). La cual estos residuos generados, contienen altos niveles de glucosa, manosa y galactosa, donde mediante procesos se pueden conseguir y valorizar estos residuos para la obtención de bioetanol, bio azúcar y biodiesel (Choi et al. 2020).

Por ende, la investigación tiene como finalidad proponer una mejora de liberación de componentes derivados de los posos de café gastados, especialmente de la glucosa como una metodología que puede ser usada en la valorización de estos residuos y futura producción de biocombustibles o etanol.

Esta investigación se justifica ambientalmente, económicamente y social.

Ambientalmente, por el grado de importancia que presenta la reutilización de estos compuestos de posos de café gastados y el beneficio ambiental que pueda traer consigo, en vez de destinarlos a vertederos a descomponerse (Forcina et al. 2023).

Económicamente, los posos de café gastados, contienen grandes potenciales, para el ámbito bioeconómico, por lo que estos tipos de residuos, son de bajo costo y muy abundantes en diversas zonas, que mediante reutilizaciones sencillas se pueden valorizar y generar diversos subproductos (Forcina et al. 2023).

Social, por lo que los residuos generados por la industria del café, genera un gran problema relevante al ambiente, una de las que más afecta, son los GEI y por lo cual, al generar más cantidad de CO₂ (Dióxido de carbono), N₂O (Óxido nitroso) y

CH₄ (Metano), afecta a la sustentabilidad de los agricultores al no poder contar con las condiciones óptimas para una buena producción (Martínez et al. 2021).

Tomando en consideración lo mencionado anteriormente, se llegó a plantear los siguientes puntos, Problema general: ¿De qué manera se aplica la hidrólisis ácida y fermentación en la producción de bioetanol a partir de posos de café gastados? Y cómo problema específico tenemos (1) ¿Cuáles son las condiciones de operación del hidrólisis ácida y fermentación requeridas para producir bioetanol a partir de los posos de café gastados? (2) ¿Cuánto bioetanol se produce a partir de los posos de café gastados?

Así mismo tenemos como objetivo general: Evaluar la aplicación de hidrólisis ácida y fermentación en la producción de bioetanol a base de posos de café gastados. Como objetivos específicos tenemos: (1) Analizar las condiciones de operación del hidrólisis ácida y fermentación requeridas para producir bioetanol a partir de los posos de café gastados. (2) Analizar la producción de bioetanol a partir de posos de café gastados.

Posteriormente se plantea como hipótesis general: Existe una aplicación de hidrólisis ácida y fermentación que produce bioetanol de manera significativa a partir de posos de café gastados. De igual manera las hipótesis específicas: (1) Existen condiciones de operación de la hidrólisis ácida y fermentación que producen bioetanol de manera significativa a partir de los posos de café gastados. (2) La producción de bioetanol a partir de posos de café resulta significativa.

II. MARCO TEÓRICO

Para seguir adquiriendo mayor información respecto al tema y de esta forma también sea más comprensible al momento de desarrollar el proyecto, se tomó como base los antecedentes o estudios ya realizados tanto internacional como nacional, ello respecto a la investigación que se está tratando, con lo cual llegaremos a observar cuál de los métodos empleados puede llegar a ser más eficiente.

Chauhan y Pratap. (2023) investigaron en la India, de cómo actúa la biomasa en la bioenergía y como este representa una importante fuente de energía ya que ahí se presentó una problemática de una inadecuada generación de energía, por lo cual se optó por la bioenergía, que viene a ser un tipo de energía renovable que se genera a través de tratamientos de la biomasa, y finalmente este pueda ser usado en diversos ámbitos como en vehículos automotores y más.

La biomasa se puede obtener de varios tipos de fuentes, pero una de ellas en las que se puede obtener con mucha más abundancia es en la Industria Agrícola.

Kumar et al. (2023) nos menciona que en su estudio científico pudo realizar y producir bioenergía en base a los residuos agrícolas ya que se topó con la problemática que las industrias agrícolas tienen la tendencia a generar grandes toneladas de residuos y estos a su vez funcionan como buena materia prima para la extracción de biomasa bajo un pretratamiento en el que se da algo importante como la eliminación de lignina y con esto después se sede con mayor efectividad la generación de bioenergía.

Los residuos de la Agricultura tienen un gran campo de tipos de residuos, donde algunos pueden no ser tomados en cuenta o no son profundizados, como es en el caso del café, arroz, como también el cacao.

Zinla et al. (2022) en su estudio en Costa de Marfil sobre la caracterización de residuos tanto de cultivos de arroz, café y cacao como combustible, nos indica la importancia de caracterizar y así saber con qué propiedades se cuenta, por ello tomó, muestras de cascarilla de (café, cacao, arroz) y paja de arroz los cuales

fueron llevados a una Caracterización, Análisis aproximados, Análisis de las cenizas y Valores de soporte caloríficos, respecto al Análisis proximal se tiene a la cáscara de café con 11.3% de humedad, materia volátil de 72.94, ceniza 8, carbono fijo de 7.76. Respecto al análisis de ceniza se vio que la cáscara de café contenía un 72.15% a 77.5% de Potasio, de Calcio unos 6.82% - 9.76% y Magnesio de 3.02% a 5.5%., dichas características si funcionan como una opción al uso de combustible fósil.

Según Araujo, et al., (2019) en un estudio que elaboró respecto a producir etanol en base al bagazo de caña de azúcar bajo la fermentación indica que llegó a usar diversos métodos con objetivo de optimizar la carga enzimática de β -glucosidasa y celulasa, entre los cuales menciona el proceso de lotes y Fed-Batch. respecto al primero hace uso de 2 cepas (*Kluyveromyces marxianus* y *Saccharomyces cerevisiae*) gracias al biorreactor, esto para optimizar la SSF. En el proceso se separó por lotes, se optimizó usando solo 1,0 g/L de inóculo, de celulosa 15,0 FPU/g de celulasas y celulosa primaria un 6.0%, con ello se logra un 92,0% de rendimiento con el etanol en un lapso de 18 horas. Para el proceso de Fed-Batch se hace uso de una carga enzimática 3 veces menor al primero llegando a obtener un 88% de rendimiento con etanol en un tiempo de 40 horas.

Otro de los métodos que utilizaron para poder extraer la lignina alcalina para así producir la biomasa y está a su vez darle un nuevo valor, reduciendo los contaminantes de otras fuentes de energía.

Según Gnana, et al., (2022) en un estudio sobre extraer la lignina a partir de residuos nos menciona que utilizó bagazo de caña de azúcar el cual es pasado por un tratamiento y así llegar a tener 10 gramos de este para luego sumergirlo en una concentración de 15% de NaOH, la cual se tiene que encontrar en una relación de 1:10 entre sólido y líquido, y así pasar al reactor autoclave con capacidad de 250 ml por 1:30h con una agitación de 250 rpm, posteriormente dicho producto se enfría y es filtrado, finalmente dicho líquido es acidificado por ácido sulfúrico a 1N (H_2SO_4) para que así se pueda precipitar la lignina.

Según Kumar, et al., (2023) en su investigación de generación de bioenergía en base a residuos agrícolas teniendo en cuentas el pretratamiento de las materias primas nos indica que para generar biocombustible tales como etanol y metanol se considera a la caña de azúcar y el aceite de maíz debido a que ambos presentan cantidades en grandes proporciones de lignocelulosa. También considero a los cultivos energéticos como viene a ser *Miscanthus sp*, estas son fuentes ricas en biomasa no obstante para las condiciones de cultivo de estas son muy escasos.

La implementación de la obtención de la bioenergía en un país podría ser muy beneficiosa, ya que se vuelve una fuente renovable de energía para diversos productos.

Según Garcia et al. (2020), menciona en su investigación realizado en Colombia, que posee un gran potencial en la generación de energía, esto gracias a diferentes fuentes renovables, ya que en la actualidad en el país cuenta con energía eólica, hidroeléctrica, solar y geotérmica; la cual equivalen al 65.8% de la energía total generada, pero menos del 1% es de una fuente renovable diferentes (biomasa, solar y viento).

Existen diversos métodos para poder realizar las extracciones de la biomasa, donde algunos son más complicados y otros métodos más sencillos.

Según Świątek et al. (2020) menciona que uno de los métodos más rentables para recuperar o extraer la biomasa a partir de residuos, es mediante la implementación del reactor hidrotérmico, esto siendo catalizado por ácido, donde mayormente se llega a utilizar el ácido sulfúrico para recuperar la mayor cantidad de los azúcares en base a la biomasa generada.

Según Adedayo et al., (2021) En su investigación de generar bioenergía como el etanol en base a residuos de madera de *Gmelina arborea* menciona y hace hincapié del uso de la levadura de pan (*saccharomyce cerevisiae*) ya que este es un buen agente fermentador en la producción de glucosa y así fermentar una solución que cuenta con un pretratamiento entre los residuos de madera y el ácido sulfúrico, la cual contiene buenas proporciones de azúcares, con la cual el microorganismo de tanto la *saccharomyce cerevisiae* como las *zymomonas mobilis* son conocidas por ser buenos microorganismos de generación de etanol y a diferentes tiempos (horas)

de fermentación esta pueden ser más eficientes y así llegó a generar etanol obteniendo valores de un 13.8%v/v.

Los residuos de café como otros residuos orgánicos son materia prima de para generación de bioenergía en el caso del café este involucra a (la cascarilla , pulpa, posos y granos defectuosos) que bajo métodos térmicos se pueden apreciar las características y potencial con el que cuentan para así convertirse en biocombustible, en el caso tanto de la cascarilla y la pulpa cuentan con características similares como vendría a ser la humedad con valores altos, como si también la presencia de celulosa y hemicelulosa llegando a tener valores que oscilan entre (41-64%) y (27-35%) respectivamente.(Mendoza, et al., 2021).

La Biomasa en la actualidad viene siendo un tipo de energía renovable que está siendo estudiada arduamente y ello va en aumento debido a lo que representa y qué problemáticas puede llegar mitigar como vendría a ser el cambio climático en el mundo debido a las emisiones de gases que como fuente principal se da por la quema de combustible fósil, las composiciones de que presenta la biomasa resulta muy especial ya que contiene restos y residuos vegetales entre otros orgánicos que se caracterizan por la abundancia de celulosa, lignina y hemicelulosa que presentan y para producir ello se puede dar bajo ciertas tecnologías como viene a ser conversiones (bioquímicas, termoquímicas y fisicoquímicas) (Tursi, 2019).

Café

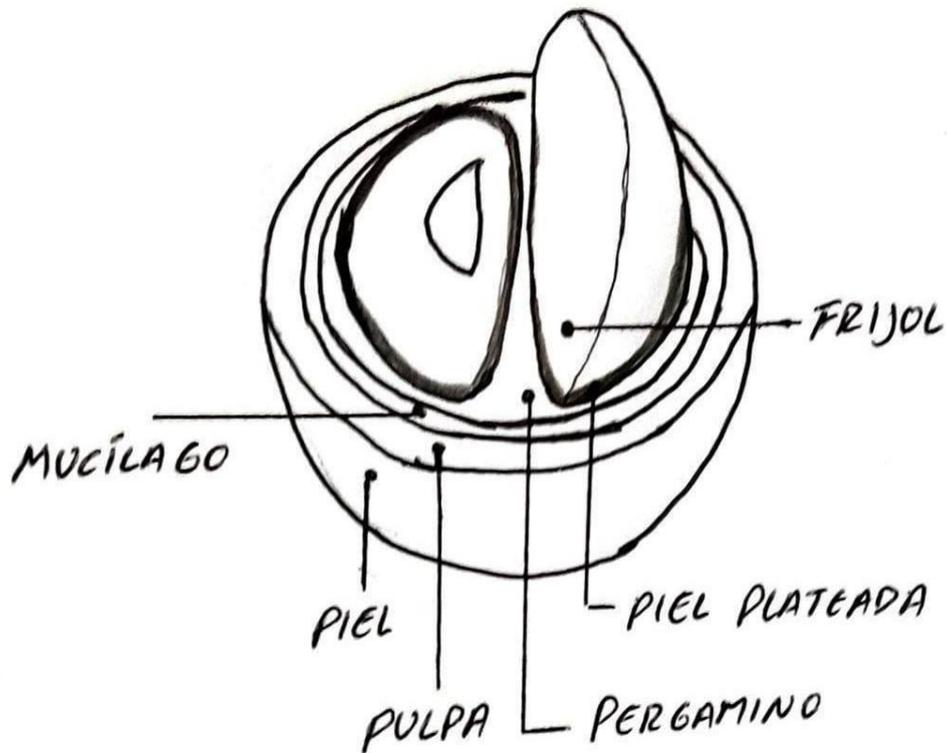
Los granos de café son derivados o cosechados del árbol (Género Coffea), la cual este género contiene más de 103 especies de diferentes, entre arbustos tropicales y árboles (De Melo Pereira et al., 2019)

Morfología de los granos del café

Los frutos del café, comprenden de una piel o exocarpio color rojiza anaranjada y cambia a un tono de color rojo al madurar, presenta una pulpa (mesocarpio), la cual es la parte más carnosa del fruto, de un tono de color blanco amarillento, como también presenta un endospermo, que es un pergamino color amarillo liso

(mucílago) y dentro de este pergamino se encuentra una piel color plateada que recubre a la semilla (De Melo Pereira et al., 2019).

Figura 1 Composición de café



Fuente: Elaboración propia

Variedad de Café

El mercado mundial en los años 1985, fue dominado por el café arábico, la cual el porcentaje de producción y consumo total, fue del 75%, pero cabe mencionar que el café robusta, a pesar de ser una clase con bajo nivel de sabor agradable, cuenta con un sabor fuerte en los apartados de amargor y de acidez, no es tan susceptible a los cambios de temperatura y/u otros factores que hagan reducir su calidad (Oktavianawati y Arimurti, 2020). Cada uno de los granos presentan diferentes composiciones, donde el café arábico, cuenta con un 15% hasta los 17% de lípidos en peso del grano, por otro lado, el café robusta, presenta solo desde el 7% hasta el 10% del peso en grano (Silva et al., 2022).

Café Arábico

Este tipo de café es uno de los principales productos que exporta Indonesia, donde para poder obtener la mejor calidad de las semillas, es que para el proceso de poscosecha, se debe de realizar con ciertos protocolos y de la manera correcta, al realizar cada paso, es que este café obtiene su fama por contener un sabor distintivo, pero también ayuda como buen antioxidante, como un agente anticancerígeno y también que ayuda a la estimulación del cerebro (Su nivel de antioxidante es mayor que el chocolate y el té) (Widodo et al., 2023).

Café Robusta

Esta clase de café, alrededor del mundo llega a suministrar un aproximado de 35% a 40%, donde su gran mayoría de exportaciones es por los países tropicales (Kath et al., 2021),

Pulpa del Café

La pulpa del café, es uno de los principales subproductos que son descartados en la producción, la cual este representa el 29% del total del peso en seco, la pulpa del café, está compuesta por la fibra (16,2%), Lípidos con 1,6%, Carbohidratos con un 57,2% y un 13,4% de proteínas en su contenido, también cabe mencionar que contiene diferentes compuestos químicos (fenoles), fitoquímicos antioxidantes y también cafeína (metilxantinas) (Cañas et al., 2022).

Mucílago de café

El mucílago, al momento de retirar este componente es que se percibe que es un tipo de residuos con una contextura viscosa, donde este componente viscoso contiene ciertas propiedades químicas y físicas, la cual va a depender de cada tipo de especie de café, este componente del café, presenta en su estructura un 8,9 % de proteína, pectatos con 0,91%, agua en un 84,2%, ceniza 0,7% y azúcares reductores en un 4,1% (Haile y Kang, 2019).

Componentes del mucílago

TABLA 1: Composición química

Componentes del mucílago	Componentes químicos %
Acidez	0.08 %
Nitrógeno	0.15 %
Pectina	2.6 %
Carbohidratos totales	7.0 %
Compuestos insolubles en alcohol	5.0 %
Humedad	85.0 %

TABLA 1: Elaboración propia

La biomasa, es un compuesto orgánico, de origen natural no fósil, que en su composición, cuenta con energía química con un gran potencial para poder ser una nueva alternativa en reemplazo de los combustibles tradicionales en base a los residuos fósiles, sin embargo este recurso de la biomasa no solamente es en base a la agricultura, sino que también se puede generar gracias a los desperdicios de la población y silvicultura, donde estos compuestos son utilizados como la fuente de energía alternativa, por su alto nivel calorífico (Antar et al., 2021). Entre todos los tipos de bioenergía renovables que se pueden extraer de la biomasa, el más óptimo es el combustible para los vehículos, ya que el etanol es un compuesto con alto parecido con el combustible fósil (Safarian et al., 2019).

La levadura es un tipo de hongo microscópico perteneciente a los ascomicetos los cuales cuentan con la capacidad de producir la fermentación en variedades de compuestos como vendrían a ser los hidratos de carbono y los azúcares, además de ello y como otras característica las levaduras estas pueden llegar a reproducirse ya sea por gemación o fisión, llegando así a genera esporas que no se encuentren encerradas dentro de un cuerpo fructífero, también este microorganismo contiene

capacidades que lo hacen potente frente a la fermentación de etanol y entre las ventajas que se resaltan es que son buenos tolerantes a las elevadas temperaturas. (Kumar et al. 2023).

Si bien llega a ser cierto y generalmente las levaduras que se emplea en la generación de bioetanol son provenientes de la fermentación alcohólica, no obstante existen ciertos criterios para poder seleccionar las mejores cepas que genere de manera correcta el etanol basándose en los que presenten un alta capacidad de producción de bioetanol, como así también los que lleguen a tener una mayor tolerancia de aguantar la concentraciones de etanol además de las elevadas temperaturas que se puedan presentar. (Tsegu et al. 2022).

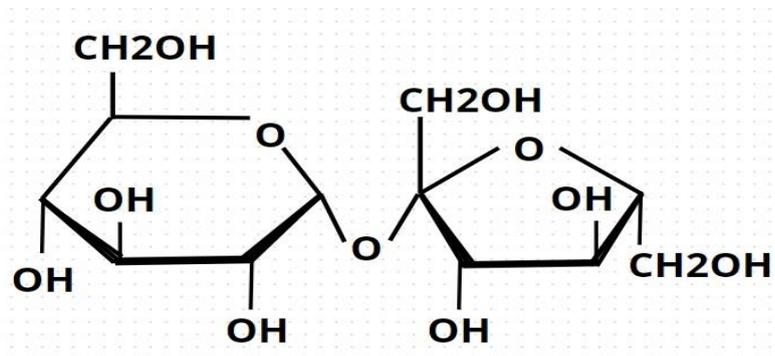
La fermentación resulta ser un proceso biológico en la cual los microorganismos actúan sobre ciertos azúcares como vendrían a ser la glucosa, sacarosa y fructosa, a las cuales terminan transformándose en energía celular, una vez dado este proceso y como consecuencia de ello es que se da la generación de bioetanol el cual termina siendo el producto requerido y principal, con ello y al mismo tiempo también se da la liberación de ser el dióxido de carbono el cual resulta ser el subproducto (Jayakumar et al. 2023).

Realizar la hidrólisis en los carbohidratos como la glucosa, fructosa, entre otros, lo que presenta y termina siendo una gran oportunidad en la eficiencia para el proceso de fermentación que además de ello resulta conveniente debido a los bajos costos que genera en su producción o disminuir los costos en los mismos, por consiguiente, es importante que se del hidrólisis en estos carbohidratos si se desea conseguir satisfactoriamente la producción de bioetanol (Megawati et al. 2022).

La sacarosa es un producto realizado por medio de la fotosíntesis, la cual esta se almacena en algunos compartimentos temporales, denominada vacuolas, donde los órganos empiezan a utilizar este compuesto de azúcar, mayormente en la noche, al ser un compuesto de azúcar y contar con componentes en su fórmula, es que se le ha propuesto como un tipo de molécula señalizador, ya que, al analizar la sacarosa, es que se descompone en fructosa y también en glucosa (Yoon et al. 2021).

Además de ello esta molécula resulta y se caracteriza por ser una fuente rica en carbono y energía, la cual ayuda en la afiliación y crecimiento de las plantas (Fichtner y Göbel, 2023)

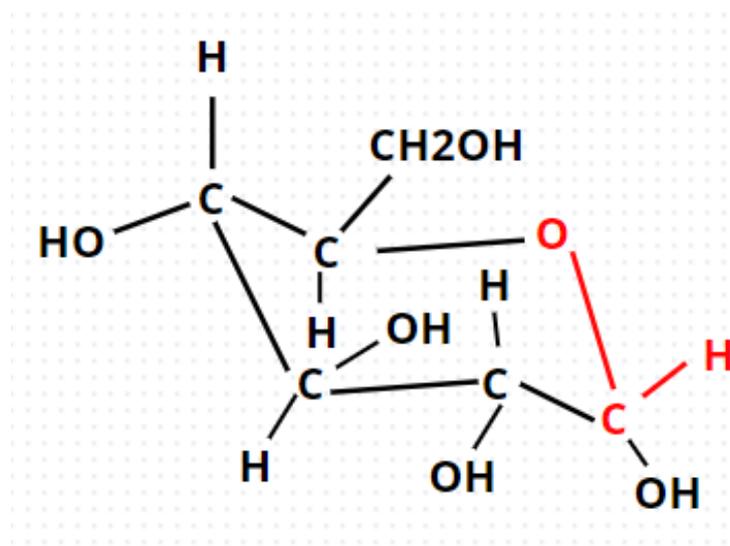
Figura 2 Sacarosa



Fuente: Elaboración propia

La glucosa se acumula y llega a mantener al interior del cuerpo, encontrándose en un estado compacto y se llega a presentar como glucógeno en granos, se llega evidenciar también que tanto los gránulos de almidón como el glucógeno llegan a presentar características muy similares respecto a lo físico y molecular, en el que el almidón llega a funcionar como una gran fuente en el que se dará la acumulación de energía en la planta (Qi y Tester 2019).

Figura 3 Glucosa

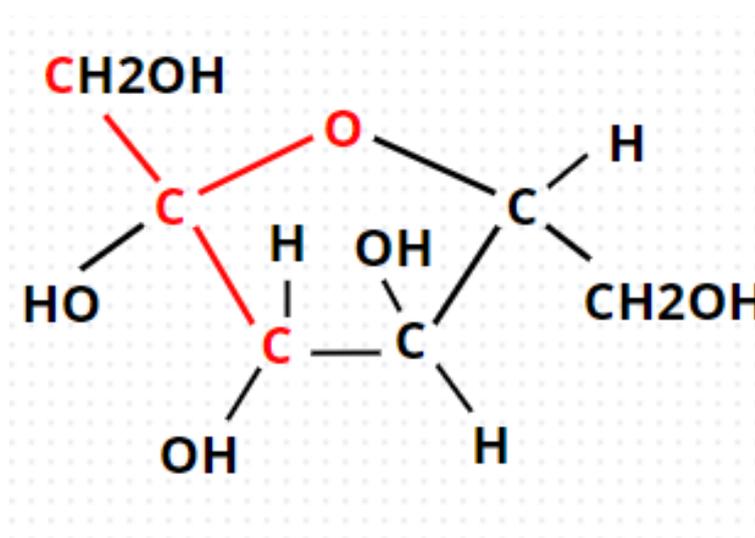


Fuente: Elaboración propia

La fructosa es un monosacárido y es el azúcar que se pueden encontrar en las frutas verduras y la miel, y algo muy característico de este es que es mucho más dulce a comparación de otros azúcares (Qi y Tester, 2019)

Tanto la fructosa y la glucosa vienen a ser las moléculas de monosacáridos que más se puedan llegar a encontrar dentro de la naturaleza, que al procesarlos y pasar por ciertos procesos se convierten en endulzantes primordiales para la vida (Li; et al, 2022)

Figura 4 Fructosa



Fuente: Elaboración propia

Los carbohidratos o también llamadas hidratos de carbono es un compuesto que se encuentra constituidos generalmente por oxígeno, hidrógeno y carbono, teniendo la fórmula química general $C_x(H_2O)_y$ y o CH_2O , estos compuestos biomoleculares son vitales dentro de los cultivos de horticultura ello debido a lo que estos aportan como la textura, valor nutritivo y sabor de estos cultivos, el almidón se encuentra concretado en la pulpa de las frutas, el cual se llega a transformar en carbohidratos debido a la maduración de estas mismas (Elhadi et al. 2019).

Hidrólisis ácida

La técnica del hidrólisis ácida ha sido muy utilizada en los últimos años, como un método para llegar a separar los nanocristales de la celulosa, cabe mencionar que al ser una de las técnicas más utilizadas, no es la más segura, ya que, si la

concentración es muy elevada del ácido, empieza a corroer los compuestos y no se podría aprovechar los compuestos para extraer los nanocristales (Pandi et al., 20021). Los ácidos más comunes para emplearlos, son los siguientes: Ácido sulfúrico, ácido fosfórico y el ácido clorhídrico, por lo que estos compuestos destruyen toda la región de la célula y genera los nanocristales en forma de una varilla (Zhang et al.,2020).

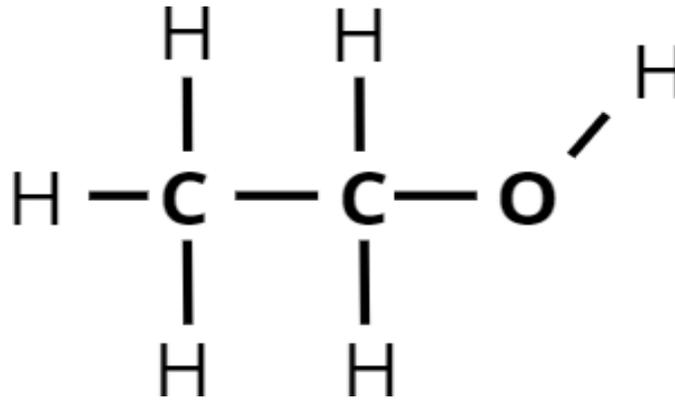
Hidrólisis Ácida Diluida

Hidrólisis Ácida Concentrada

Este biocombustible como otros son generados por medio o través de materia prima renovable en la cual se ve una equidad entre las partes de la generación de dióxido de carbono CO₂ en su quemado y la proporción que se llega a absorber en medio del crecimiento de dicha materia prima, así el bioetanol el cual se aprecia en un estado líquido la cual tiene como formulación química el C₂H₅OH, compuesto constituido por el carbono, hidrógeno y oxígeno, la cual se llega a generar gracias a los carbohidratos ello en un procesos previo de fermentación de las materias que se vayan a usar como vendrían a restos de material vegetal.(Guimarães et al. 2023) Entre las fuentes iniciales para generar este biocombustible se encuentran la biomasa lignocelulósica la cual se llega a obtener de distintos residuos agrícolas como vendrían a ser los residuos de café, bagazo, paja de trigo entre otros ello debido a las propiedades biológicas que contienen ya que son ricos en lignina, celulosa y hemicelulosa. (Loh et al. 2023)

Además de las fuentes como material vegetal que son unas fuentes para la producción de bioetanol, también existen otras de las que se puede llegar a generar este biocombustible y es en base a la biomasa de microalgas esto debido a que cuenta con altos índices de lípidos y carbohidratos (Lakatos et al. 2019).

Figura 5 Bioetanol



Fuente: Elaboración propia

Cromatografía

La cromatografía, en un inicio fue utilizada por el botánico ruso Mijail Tswett en el año 1906, llega a ser una técnica o método físico que consiste en hacer uso de columnas de adsorción de líquidos con la finalidad de separar las partes de un componente, ello se divide en 2 estados una de ellas es la fase estacionaria en las que las muestras a tratar se encuentran detenidas, en tanto la otra fase llega a ser la fase móvil en esta fase las muestras que se llegan a ingresar se encuentran en movimiento hacia una dirección ya predestinada, las cuales llegan a pasar a través de la fase estacionaria en la cual terminan llevando con ellas los compuestos de dicha mezcla, respecto a la fase estacionaria esta puede encontrarse en 2 estados tanto líquida como sólida no obstante la fase móvil está también puede estar 2 estados ya sea líquida o gaseosa.(Mcnair et al. 2019)

Cromatografía de Gases

Dentro de la cromatografía de gases esta funciona como una técnica analítica con la que se pueden analizar los compuestos volátiles que contiene toda mezcla que esté como muestra, esto se da en la fase móvil, en la cual la muestra se encuentra en un estado gaseoso la cual llegará pasar y transportar la muestra por medio de la fase estacionaria, está encontrándose en un estado sólido en las cuales se separaran por intervención de otros procesos (Poole. 2021)

Reactor Hidrotermal

El reactor hidrotermal al realizar la síntesis, llega a tener grandes posibilidades en el tema de la nanotecnología, es una de las técnicas con un aproximado de 100 años de antigüedad, cabe resaltar que este método con el reactor hidrotermal ha sido explotado de una manera muy eficiente y al pasar el tiempo ha ido evolucionando siendo una de las tecnologías más poderosas para la síntesis de diferentes nanomateriales, óxidos metálicos, zeolita, monocristales, cerámicas y nanomateriales compuestos. Después de realizar diferentes pruebas, también se llegó a producir materiales de carbono, esto realizando la carbonización hidrotermal, como también se realizó la producción de biocombustibles, todo esto gracias a que para realizarlo es un método sencillo, eficiente y químicamente sustentable a lo largo de los años. (Zhi-Yuan 2020)

Gracias a la implementación del reactor hidrotermal, la producción de bioenergía y/o bioproductos en base a la biomasa, se volvió uno de los aspectos más innovadores, ya que aporta para la economía circular, donde el principal objetivo es de poder incrementar la cantidad de fuentes renovables y por ende reducir de manera drástica el excesivo consumo de energía o materias primas. Mencionado lo anterior, la implementación de la biomasa como una fuente de materia prima, se llega a valorar y etiquetar como un vínculo entre la gestión de residuos y la economía circular. (Ischia, 2021)

Efectos del Reactor a diferentes condiciones

Para la producción de bioetanol, como también para la obtención de la glucosa, mayormente se llega a emplear el ácido sulfúrico, la cual, al someterlo a diferentes concentraciones, temperatura y/o tiempo es que se llega a obtener el bioetanol, mayormente para su obtención se pone a temperaturas en un rango desde los 100 °C hasta los 200°C, a concentraciones de 1% hasta el 3% y en lapsos de tiempo desde los 30 min hasta la hora y media o 90 min. (Gutierrez, 2023)

Proceso de Fermentación

El proceso de fermentación es uno de los procesos naturales más conocidos por los seres humanos, donde ya hace miles de años se viene implementando este método, con el fin de elaborar bebidas con presencia de alcohol, pan y diversos derivados. En la cual, visto desde un punto estricto en el rubro de la bioquímica, este proceso es de un metabolismo central en la cual un organismo presente en un medio, llega a convertir o transformar los carbohidratos, así como los azúcares o almidón en productos con presencia de alcohol o en ácidos. (Maicas. 2020)

Levadura

Son un tipo de microorganismos eucariotas, la cual estos están presentes en una extensa y diversa variedad de nichos, donde las principales son en los tres medios Agua, Aire y Suelo, como también en la superficie de los frutos o las plantas. Donde estos microorganismos con la presencia de nutrientes presentes en su medio y los sustratos específicos, pueden realizar un metabolismo eficientemente. (Maicas. 2020)

Estudio de Bacteria (*Saccharomyce Cerevisiae*)

La *Saccharomyces - cerevisiae*, es un tipo de hongo unicelular que llega a poseer un ADN de genoma nuclear de 12068 kb (kilobases), la cual está organizado en un total de 16 cromosomas (Parapouli, 2020)

Este tipo de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* cuentan con propiedades y características metabólicas las cuales la hacen presentar eficiencia frente a la generación y elaboración de etanol, lo cual se puede hacer teniendo como base al almidón del maíz como también a la caña de azúcar, si bien es cierto que estas no cuenta con la capacidad de generar enzimas celulolíticas, pueden presentar superioridad a este tipo de microorganismos dentro del ámbito industrial, llegando a presentar ciertas particularidades como aguantar concentraciones tóxicas dentro del proceso e hidrolizado lignocelulósico como así también su superioridad de fermentar el etanol (Oh y Jin, 2020)

La *Saccharomyce cerevisiae*, llega a ser parte de un organismo modelo eucariota y con ello se presenta más características favorables de este que vendrían a ser que cuentan con rápido crecimiento y además es fácil y seguro cultivarlo (Tang, et al. 2020)

Dicho microorganismo se ha venido realizando ampliamente dentro de las Industrias, Biología Sintética e Ingeniería Genética lo cual lo hace una fuente de células para la generación y producción de productos como la cerveza químicos y sobretodo el bioetanol entre otros productos y subproductos (Baptista, et al. 2021)

La biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* es la resultante y proviene muchas veces de las industrias alimentarias en especial de la producción de alcohol las cuales se dan dentro sus procesos de fermentación (De Rossi, et al. 2020)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente proyecto de investigación, es de tipo aplicada, según Álvarez (2020), menciona sobre el tipo de investigación con enfoque aplicada, donde el objetivo es obtener nuevos conocimientos que nos permitan realizar soluciones más prácticas. La investigación es tipo aplicada porque se basa en el enfoque teórico del hidrólisis ácida para disolver el residuo lignocelulósico y liberar la sacarosa para la producción de bioetanol, además genera una valorización a diferentes tipos de residuos agrícolas, las cuales está presente los Posos de Café Gastados, para emplearlos en nuevos bioproductos (Picchio et al., 2020).

El diseño que presenta la investigación es experimental cuantitativo, por lo que los desperdicios (Posos de Café Gastados) pasando por un tratamiento de hidrólisis ácida, es que se llega a maximizar la mayor cantidad de nano células (Niglio et al., 2019).

Se va a emplear el procedimiento realizado por Sanchis (2021) con ciertas modificaciones, por lo cual la investigación presenta experimentos con hidrólisis ácida en la etapa de disolución del residuo, la cual es expuesta la cantidad de 40 g secos de posos de café gastados a una solución de ácido sulfúrico (760 g), donde se probó en diferentes valores: Concentración (A), Temperatura (B) y Tiempo de residencia (C), utilizando el diseño de Box behnken de 3 factores con 3 valores cada uno de los valores (Tabla 2) . Los experimentos se realizaron a temperaturas desde los 20°C hasta 40°C utilizando un reactor hidrotermal. Una vez ya pasado por el proceso de hidrólisis ácida, el resultado (mezcla), se pasa a filtrar al vacío mediante papel filtro (100 mm de poro), esto se realiza para separar la mezcla sólida y la líquida, donde estos se pasan a analizar posteriormente filtradas.

Modelo de disolución de los posos de café gastados.

TABLA 2. Box behnken

	A	B	C
1	1	0	1
2	-1	0	-1
3	0	-1	1
4	-1	1	0
5	-1	0	1
6	0	0	0
7	1	0	-1
8	1	-1	0
9	-1	-1	0
10	0	1	1
11	0	0	0
12	0	-1	-1
13	0	1	-1
14	1	1	0
15	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Disolución con los siguientes parámetros:

A = Concentración (%p/p) 55 - 70 - 85	B = Tiempo residencia (h) 1 - 3:30 - 6	C = Temperatura (°C) 20 - 30 - 40
--	---	--------------------------------------

TABLA 3. Valores de disolución

	Concentración (%p/p)	Tiempo residencia (h)	Temperatura (°C)
1	85	3:30	40
2	55	3:30	20
3	70	1	40
4	55	6	30
5	55	3:30	40
6	70	3:30	30
7	85	3:30	20
8	85	1	30
9	55	1	30
10	70	6	40
11	70	3:30	30
12	70	1	20
13	70	6	20
14	85	6	30
15	70	3:30	30

Fuente: Elaboración propia

Producción de Glucosa

Se va a emplear el procedimiento realizado por Sanchis (2021) con ciertas modificaciones, por lo que, en la etapa de elaboración de la glucosa, la mezcla se llegó a diluir en el ácido sulfúrico con una concentración de 5% del peso de la mezcla resultante y se elevó hasta los 121°C durante un lapso de 1 hora en el

reactor hidrotermal. Una vez ya se han realizado las dos diferentes etapas, la mezcla pasa a ser filtrado al vacío mediante papel filtro con un valor de poro de 100 mm, la cual se genera dos fracciones, una sólida y una fracción líquida, donde pasan a ser analizadas.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable Dependiente: Producción de bioetanol

Novia et al. (2023), expresa sobre que el bioetanol es una gran fuente de energía renovable, donde este aceite cuenta con una estructura similar al combustible del petróleo.

Variable Independiente: Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación

Xu et al. (2023), menciona que para la liberación de sacarosa (azúcares), es que se emplea la fermentación en la lignocelulosa, mediante la hidrólisis enzimática, la cual es uno de los pasos más importantes para su reducción.

Operacionalización

TABLA 4: Operacionalización de las variables

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ESCALA DE MEDICIÓN	
PG: ¿De qué manera se aplica la hidrólisis ácida y fermentación en la producción de bioetanol a partir de posos de café gastados?	OG: Evaluar la Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación en la producción de bioetanol a partir de posos de café gastados	Existe una Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación que produce bioetanol de manera significativa a partir de posos de café gastados									
PE1: Cuales son las condiciones de operación de la hidrólisis ácida y fermentación requeridas para producir bioetanol a partir de los posos de café gastados?	Analizar las condiciones de operación de la hidrólisis ácida y fermentación requeridas para producir bioetanol a partir de los posos de café gastados	Existen condiciones de operación de la hidrólisis ácida y fermentación que producen bioetanol de manera significativa a partir de los posos de café gastados?	Independiente	Hidrólisis ácida (biomasa de café)	La implementación de los dos procesos, genera un rendimiento y aumento de productividad (Valles et al., 2020).	Para la implementación de la hidrólisis ácida, se usaron diferentes ácidos con diferentes concentraciones	Hidrólisis ácida	Composición original de residuos de café	Sólidos	Ordinal	
								Condiciones operativas	Temperatura	Ordinal	
							Producción de azúcares		Contenido de carbohidratos	Sacarosa (glucosa+fructosa)	Tiempo residencia
PE2: Cuanto bioetanol de produce a partir de los posos de café gastados	Analizar la producción de bioetanol a partir de posos de café gastados	La producción de bioetanol a partir de posos de café resulta significativa	Dependiente	Producción de bioetanol	Es una fuente de combustible renovable, que se produce por la transformación bioquímica de la biomasa (Maity, Mallick. 2022)	La cantidad de energía renovable que se llegará a generar / Identificación de componentes derivados de la hidrólisis ácida	Fermentación	Sacarificación (levadura)	Azúcares reductores con refractómetro	Ordinal	
								Producción de etanol	cualitativo	nominal	

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población que se utilizó para el estudio científico, son los Posos de Café Gastados obtenidos gracias a los desechos proporcionados por parte de cadenas alimenticias de café (cafeterías), ubicadas en el distrito de Ate y distrito de Chosica.

3.3.2. Muestra

Para el desarrollo del estudio científico, se utilizó 5 Kg de Posos de Café Gastado ya desechados, para pasar a un proceso y extraer la biomasa de estos residuos.

3.3.3. Muestreo

En el presente estudio científico, el tipo de muestreo que se llegó a implementar es el no probabilístico, ya que las muestras que se utilizan en este estudio, se han escogido a criterio por los investigadores encargados de elaborar el presente proyecto.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se implementó en el presente proyecto de investigación, fue la técnica de observación. Según Hernández et al., (2020), describe, que la técnica de observación se fundamenta en un conjunto de subcategorías y categorías, esto para recolectar y registrar las diferentes situaciones y comportamientos de una manera confiable y válida.

Para realizar el presente estudio, se elaboró y utilizó instrumentos de recolección de los datos, donde cada uno de ellos se hizo acorde de los objetivos presentes en la investigación, la cual las fichas están adjuntadas en el apartado de anexos y tituladas de la siguiente manera:

Ficha de Ubicación y recolección (Anexo 1)

Ficha de composición original de residuos de posos café gastados (Anexo 3)

Ficha de contenido de carbohidratos (Anexo 5)

Ficha de producción de etanol (Anexo 7)

Los instrumentos empleados para la recolección de datos, pasaron por un proceso de validación por 3 docentes colegiados, de la Universidad César Vallejo (Anexo 6), la cual son especializados en el tema del proyecto de investigación. Como, por consiguiente, es que se obtuvo el resultado promedio de 90% en cada documento de validación de los instrumentos.

TABLA 5. Validación de instrumento

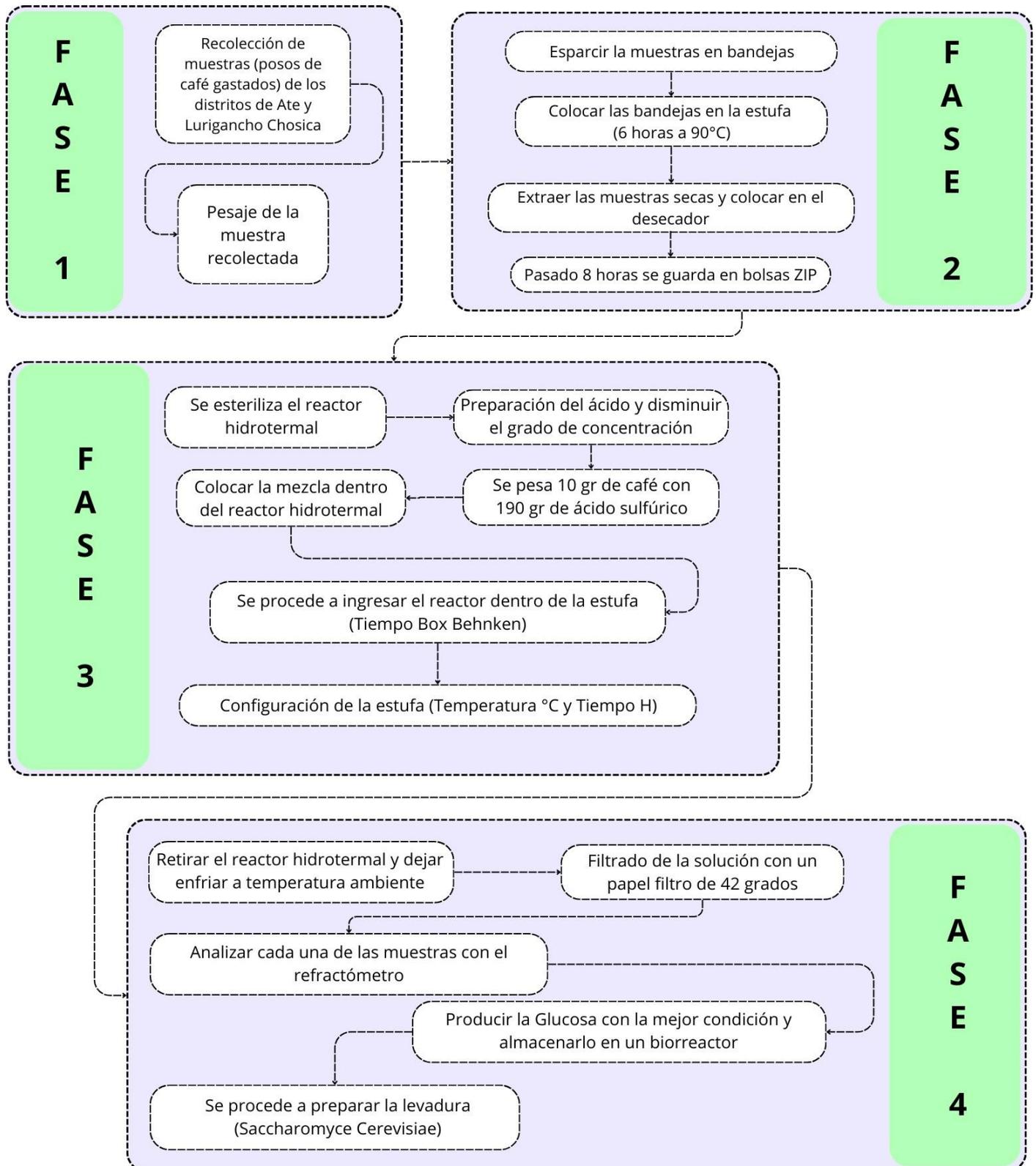
Nombre de Experto	% de validación
Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan	90%
Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi	90%
Mg. Luis Enrique Lezcano Castillo	90%
Promedio total	90%

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos:

Para asegurar la ejecución del estudio se realizó paso a paso las siguientes etapas:

Figura 6: Fases del procedimiento



Fuente: Elaboración propia

3.5.1. Materiales

Los materiales que se emplearon en el presente proyecto científico, son los que se visualizan en la tabla 6.

TABLA 6. Materiales empleados en la parte experimental de proyecto de investigación

Insumos	Instrumentos y equipos
5 Kg de Posos de Café Gastados	Reactor Hidrotermal
2 L Ácido sulfúrico	Balanza electrónica
1 kg Levadura (saccharomyce)	Estufa
6 L Agua destilada	Centrífuga de laboratorio
1 Caja de papel filtro (Grado 42) Whatman	Vasos precipitados
Papel aluminio	Material de vidrio
Frascos de vidrio 1L - 3L	Termómetro
Bandejas	Refractómetro (mide cantidad total de azúcares)
Bolsas Zip	Pipeta de 10 ml
Guantes Quirúrgicos	Propipeta
Batea	Campana extractora para gases
Mini bomba de agua 12v	Bagueta
Manguera transparente	Pizeta
	Desecador
	Embudo
	Soporte

Fuente: Elaboración propia.

Obtención de los residuos de los posos de café gastados

Recolección y preparación de los posos de café gastados.

Los posos de café gastados, que se llegaron a emplear en la investigación, se recolectaron de diferentes cafeterías, las cuales se encuentran en diferentes puntos dentro de los distritos de Ate-Vitarte y el distrito de Lurigancho-Chosica. La cual al extraer los residuos de estas cafeterías es que presentan un porcentaje de humedad, por lo cual, es que se pasó a utilizar la estufa para reducir el porcentaje de humedad, según Sarghini (2021) menciona, que los posos de café gastados, se debe de secar a una temperatura de 90°C en un lapso de 6 horas (estufa), donde los residuos deben presentar menos del 5% de humedad en su composición, para que luego sean almacenados en condiciones de 4°C para su uso posterior.

Figura 7. Secado de los posos de café gastados





Fuente: Elaboración propia

- Preparación del ácido sulfúrico

Se va a emplear el procedimiento realizado por Kusmiyati (2019) con ciertas modificaciones, la cual se realiza los pasos de preparación de todo el campo de trabajo, con los insumos que se van a emplear para reducir la concentración del ácido a 70% y 55%, la cual para calcular la cantidad exacta de agua destilada en la solución para la reducción de la concentración del ácido sulfúrico es ($C_1 * V_1 = C_2 * V_2$), dando como resultado que para la concentración de 70% se emplea 265 de H₂O y para la concentración de 55% se emplea 282 de H₂O (cabe resaltar que el ácido sulfúrico presente en este proyecto, se encuentra en una concentración de 85% de pureza), se pasa a pesar el envase de 3L en la balanza analítica para después tarar la balanza, una vez ya pesado se procede a añadir el agua destilada (265 de H₂O), posteriormente se retira el envase y en un vaso precipitado de 1 L se debe de agregar 1500 gr del ácido, para ser precisos con las medidas se utilizó una pipeta de 10 mL, una vez ya pesado ambos líquidos, se utiliza la campana extractora de gases, donde en una batea se llena agua para enfriar la solución, con el vaso y apoyo de la varilla de vidrio es que se vierte el ácido sulfúrico con sumo

cuidado para evitar accidentes, hasta llegar a verter todo, después se debe dejar enfriar, ya que llega a elevar su temperatura hasta un aproximado de 90°C.

Figura 8: Preparado de los insumos



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Preparación del ácido

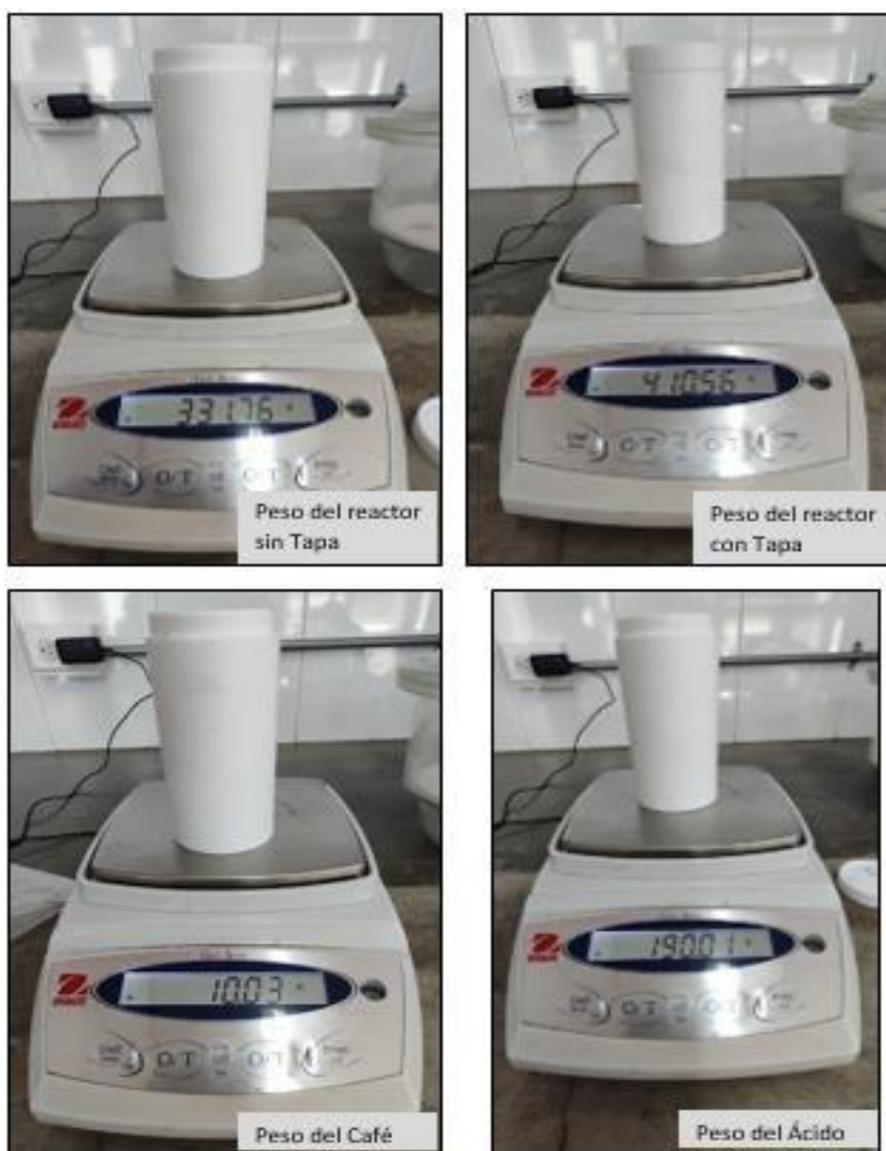


Fuente: Elaboración propia

Hidrólisis ácida para la disolución de los posos de café gastados

Se va a emplear el procedimiento realizado por Sanchis (2021) con ciertas modificaciones, la cual se expuso 10 gr secos de posos de café gastados, con 190 gr de la solución de ácido sulfúrico, la cual con diferentes valores y condiciones: concentración de ácido, temperaturas y el tiempo de residencia, donde para estos residuos se emplearon cada uno de los valores en el reactor hidrotérmico. En el cual posteriormente se pasa a filtrar con un papel filtro whatman de grado 42, donde se llega a separar la mezcla en fracción sólida y fracción líquida.

Figura 10. Pesaje de los insumos



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Extracción y disposición de la **solución**



Fuente: Elaboración propia

Análisis de concentración de azúcares

Se va a emplear el procedimiento realizado por Jaywant (2022) con ciertas modificaciones, la cual para cada una de las muestras realizada en la tabla del Box Behnken, donde se empleó unas 15 pruebas a diferentes condiciones, para la cual la solución obtenida de esas pruebas pasa a ser medidas con el Refractómetro, esto para calcular el porcentaje de concentración de azúcares presentes en la solución, mediante una pipeta (5 mL), se extrae un poco de la solución, para posteriormente colocar la solución en la lente del refractómetro, donde este instrumento nos arroja el resultado en %, donde nosotros podemos visualizar la cantidad presente en cada una de las muestras, y así poder determinar cuál de las condiciones son las más óptimas para obtener mayor porcentaje de azúcares y posteriormente producir en mayor cantidad.

Figura 12. Medición de Brix (Refractómetro)



Fuente: Elaboración propia

Aislamiento de Saccharomyce

Se va a emplear el procedimiento realizado por Thyab (2020) con ciertas modificaciones, por lo cual para activar las bacterias (*Saccharomyces*), la cual se pasa a esterilizar recipientes de vidrio, se añade 7 gr de la levadura y se le adicionan 20 ml de agua, para posteriormente dejar reposar el recipiente a baño maría (25 °C hasta los 30 °C), por un lapso de 12 horas, todo ello para hidratar la levadura una vez y ya pasado el lapso de tiempo, se tiene que alimentar los microorganismos añadiéndoles, una fuente de azúcar, ya sea: azúcar de casa, miel, glucosa, etc. Cabe resaltar que se debe mantener a una temperatura constante y así es como se dará la fermentación.

Figura 13: Baño maría



Fuente: Elaboración propia

Se va a emplear el procedimiento realizado por Thyab (2020) con ciertas modificaciones, por lo cual para activar las bacterias (*Saccharomyces*), la cual se pasa a esterilizar recipientes de vidrio, se añade 0.49 g de la levadura con 2 ml de agua, para posteriormente dejar reposar el recipiente a baño maría (25 °C hasta los 30 °C), por un lapso de 12 horas

Fermentación preliminar

Para la realización del fermentado se realizarán con las 15 muestras de acuerdo al diseño box behnken en las cuales 15 envases contienen la solución del hidrolizado combinado con agua destilada al cual denominaremos biorreactor N° 1 y 15 muestras la levadura activada que se llamara biorreactor N° 2, en cuanto al biorreactor N° 1 se colocaran 3.5 g del hidrolizado con 175 ml de agua destilada y en el biorreactor N° 2 se colocará 0.49g del agente fermentador con 2 ml de agua, luego con la ayuda de un motor de entrada y salida de aire el cual ayudará a bombear la solución del biorreactor 1 al biorreactor 2, y al lapso de 1 hora todo el fermentado se encontrara en el biorreactor 2, donde ya se cierra los conductos de transferencias, dando como finalizado este proceso, al cual se considerará como el tiempo cero (T0), ahora este procedimiento se repetirá para todas las demás muestras restantes (12)

Una vez y ya teniendo todas las muestras estas, se procederán a colocar en el baño maría a una temperatura de 37 °C y aquí se procederá a tomar muestras de alcohol con un alcoholímetro y el refractómetro en distintos tiempos 0, 6, 12 y 24(h) ello a partir del tiempo cero (T0)

Figura 14: Fermentación



Fuente: Elaboración propia

Tomas de muestras preliminar

Del fermentado que contiene un volumen de 200 ml se procede a retirar 10ml y se realiza las tomas de muestras tanto de glucosa y de alcohol, ello a las 0h, 6h, 12h y 24h progresivamente, con el volumen restante de 190ml y pasado las 6 h (T1) se realiza las tomas de muestras. y se retira 10ml, con el volumen restante 180ml y transcurrido las 12 h (T2) se procede a la toma de muestras y retirar 10ml, con los 170 resultantes y transcurridos las 24 h (T3) se toma las muestras y se retira por última vez 10ml quedando así 160 ml del fermentado

Estos pasos se realizan progresivamente en cada una de las pruebas y cabe mencionar que los 10 ml retirados en cada en cada uno de los tiempos estimados servirá y ayuda en la determinación de la glucosa.

Purificación de Etanol por Destilación

Para el apartado de la Purificación del Etanol mediante la destilación, se implementó el método de destilación de fraccionamiento, donde consiste en la separación del sustrato, donde se debe emplear la manta de calefacción de 3 posiciones, donde se emplea el destilado de fraccionamiento, para así al elevar la temperatura del balón, la cual contiene la solución fermentada (200 mL), hasta los 75 °C, para así llegar a eliminar el Metanol que se llega a evaporar a baja temperatura, una vez ya se realizó la eliminación del metanol, se pasa a esterilizar todo el destilador, para así poder elevar la temperatura hasta los 92 °C, cabe resaltar que el destilado debe de condensarse, para lo cual para llegar a realizar este proceso es que se le implementó un condensador para así poder enfriar el destilado y condensar el etanol, una vez ya condensado el destilado se pasa a recolectar la solución final. Se debe de considerar la temperatura con mucho cuidado, ya que el termómetro llegará a marcar una temperatura mayor a los 95 °C se debe detener la recolección ya que la solución final puede tener contaminantes u otros tipos de alcohol.

Figura 15: Destilado (Manta de Calefacción)



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Para recolectar y anotar todo tipo de datos, se recurre a la elaboración de cuadros o también tablas, en base a los objetivos mencionados ya previamente en el documento, para llevar a cabo el análisis de datos. Estos cuadros y/o tablas se basaron en todos los resultados obtenidos en todo tipo de análisis de las muestras, esto siendo después de identificar los componentes derivados de la utilización del hidrólisis ácida a base de los granos de café gastados, esto siempre y cuando, empleados con una cantidad de dosis específica para su obtención.

Posteriormente, todos los resultados que se llegan a obtener, se pasa a elaborar gráficos para así poder tener un reconocimiento visual de cada uno de los resultados obtenidos, como también la comparación de los datos.

Seguidamente, cada uno de los datos recolectados, pasan por procesos y anotados, la cual se empleó Excel, en el cual se llegaron a evaluar tanto las hipótesis como los datos cuantitativos. A continuación, se llevó a cabo el análisis estadístico de cada característica físicoquímicas de los productos.

Curva de Calibración Glucosa

Para ello se contará con 0.14 g de clorhidrato de hidroxilamina, más glucosa al cual se le añadirá 10 ml de etanol, esto en un proceso lento, posteriormente a la solución se le agrega de igual forma unas gotas de Hidróxido de sodio (NaOH) ello para llegar a tener un ph neutro (7) y así será llevado a un reflujo durante 45 minutos después de ello se procede a enfriar en un recipiente con hielo y sal ya enfriado dicho líquido se pasa por el papel filtro Whatman en la cual el sólido retenido será disuelto en agua para después ser leído en el espectrofotómetro, cabe mencionar que para este proceso de curva de calibración la n este caso se procede a realizar los mismos pasos del punto anterior (Curva de Calibración Glucosa) con la única diferencia y variación que se reemplazar el hidrolizado por glucosa a una concentración de 0.3g de glucosa y lo mismo se repetirá para a distintas concentraciones de glucosa (0.5, 1, 1.2) g.

Procedimiento de la lectura de la glucosa en el espectrofotómetro

Para realizar el procedimiento de la lectura de la glucosa, se realiza el mismo procedimiento previo, pero cabe mencionar que, en vez de utilizar la glucosa, se va a emplear el hidrolizado que se generó con el reactor hidrotermal, una vez ya se realizó todos los pasos previos, se pasó a medir la glucosa en la muestra en el espectrofotómetro.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación científica se llevó a cabo con fines académicos, de relevancia social y prácticos, donde su enfoque principal es el de promocionar o fomentar la concientización ambiental, la honestidad y la ética, los instrumentos que se llegaron a emplear en la realización de este proyecto de investigación fueron validados y verificados por la docente a cargo, experta en el tema. Para identificar y verificar el nivel de originalidad de este proyecto de investigación, se utilizó un software denominado Turnitin, donde nos brinda resultados en % de similitud. Asimismo, se tomó en cuenta el código de ética y también la normativa de investigación establecido en la Resolución de Consejo Universitario por el Vicerrectorado de investigación N°0144-2021-VI-UCV.

IV. RESULTADO

5.1. Resultados

Análisis de Potencial de Glucosa en los Residuos de Café

Las muestras realizadas fueron pasadas por el refractómetro de las cuales se obtuvo los siguientes datos teniendo en cuenta las 15 carreras correspondientes, ello para ver y apreciar cuál de las siguientes opciones nos resulte más favorable y óptima en cuanto a brindar una mayor concentración de glucosa

TABLA 7. Resultados de los pesos y volumen de las muestras

	Concentración (%p/p)	Tiempo residencia (h)	Temperatura (°C)	volumen del líquido total final (ml) de la prueba behnken	Peso del volumen total final(g) de la prueba box behnken	volumen del líquido total final (ml) (para leer brix)	Peso del volumen total (g)(para leer brix)	Grados Brix	Grados Brix	grado brix = gramo de sacarosa en 100 gramos de solución (g/L) W sacarosa= (brix/W1.82)/1000ul)*1000 = g/L	glucosa (g/L)
1	85	03:30	40	100	170.55	1000 µL	1.82	56.90%	56.9	3126373.6	1563186.8
2	55	03:30	20	55	64.05	1000 µL	1.58	49.80%	49.8	3151898.7	1575949.4
3	70	1	40	95	137.71	1000 µL	1.7	58.60%	58.6	3447058.8	1723529.4
4	55	6	30	63	81.06	1000 µL	1.55	49.50%	49.5	3193548.4	1596774.2
5	55	03:30	40	91	128.42	1000 µL	1.52	50.00%	50	3289473.7	1644736.8
6	70	03:30	30	65	92.4	1000 µL	1.66	59.10%	59.1	3560241.0	1780120.5
7	85	03:30	20	99	168.31	1000 µL	1.84	59.30%	59.3	3222826.1	1611413.0
8	85	1	30	88	130.36	1000 µL	1.76	60.90%	60.9	3460227.3	1730113.6
9	55	1	30	80	119.14	1000 µL	1.53	49.70%	49.7	3248366.0	1624183.0
10	70	6	40	72	104.43	1000 µL	1.67	58.60%	58.6	3508982.0	1754491.0
11	70	03:30	30	65	92.4	1000 µL	1.66	59.10%	59.1	3560241.0	1780120.5
12	70	1	20	99	152.4	1000 µL	1.58	58.80%	58.8	3721519.0	1860759.5
13	70	6	20	105	177.88	1000 µL	1.68	58.60%	58.6	3488095.2	1744047.6
14	85	6	30	40	71.93	1000 µL	1.71	58.80%	58.8	3438596.5	1719298.2
15	70	03:30	30	65	92.4	1000 µL	1.66	59.10%	59.1	3560241.0	1780120.5

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de refractómetro

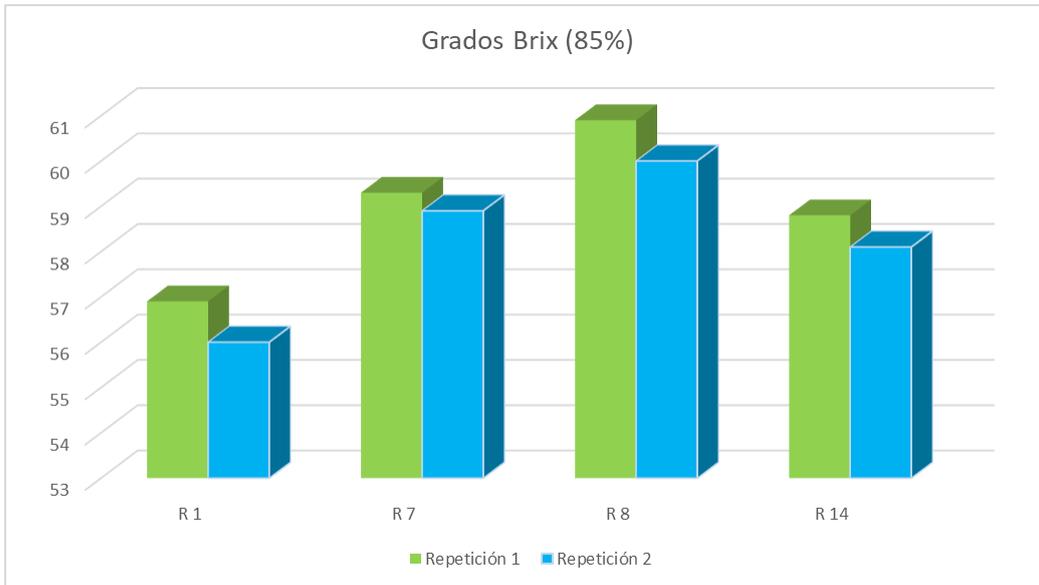
Como se visualiza en la tabla N° 8, se llega a observar los resultados en grados Brix, la cual se separa en cada una de las concentraciones diferentes del ácido sulfúrico, temperatura de las muestras al realizar la lectura con el refractómetro portátil, del hidrolizado de los

TABLA 8. Porcentaje Brix

RESIDUOS DE CAFÉ (POSOS DE CAFÉ GASTADOS)				
Concentración:	85% de ácido sulfúrico		85% de ácido sulfúrico (2)	
	Potencial de Sacarosa	Temperatura	Potencial de Sacarosa	Temperatura
R 1	56.90 % Brix	29.6 °C	56.00 % Brix	29.0 °C
R 7	59.30 % Brix	29.3 °C	58.90 % Brix	29.3 °C
R 8	60.90 % Brix	29.2 °C	60.00 % Brix	29.2 °C
R 14	58.80 % Brix	29.0 °C	58.10 % Brix	29.5 °C
Concentración:	70 % de ácido Sulfúrico		70 % de ácido Sulfúrico (2)	
	Potencial de Sacarosa	Temperatura	Potencial de Sacarosa	Temperatura
R 3	58.60 % Brix	29.4 °C	58.20 % Brix	29.1 °C
R 6	59.10 % Brix	29.1 °C	58.30 % Brix	28.9 °C
R 10	58.60 % Brix	29.8 °C	58.00 % Brix	29.2 °C
R 11	59.10 % Brix	29.1 °C	58.80 % Brix	29.8 °C
R 12	58.80 % Brix	29.0 °C	57.10 % Brix	29.5 °C
R 13	58.60 % Brix	29.4 °C	58.20 % Brix	28.8 °C
R 15	59.10 % Brix	29.1 °C	58.60 % Brix	28.5 °C
Concentración:	55% de ácido Sulfúrico		55% de ácido Sulfúrico (2)	
	Potencial de Sacarosa	Temperatura	Potencial de Sacarosa	Temperatura
R 2	49.80 % Brix	28.9 °C	49.30 % Brix	29.7 °C
R 4	49.50 % Brix	28.9 °C	48.80 % Brix	29.6 °C
R 5	50.00 % Brix	29.3 °C	49.10 % Brix	29.6 °C
R 9	49.80% Brix	31.5 °C	48.30 % Brix	29.6 °C

Fuente: Elaboración propia.

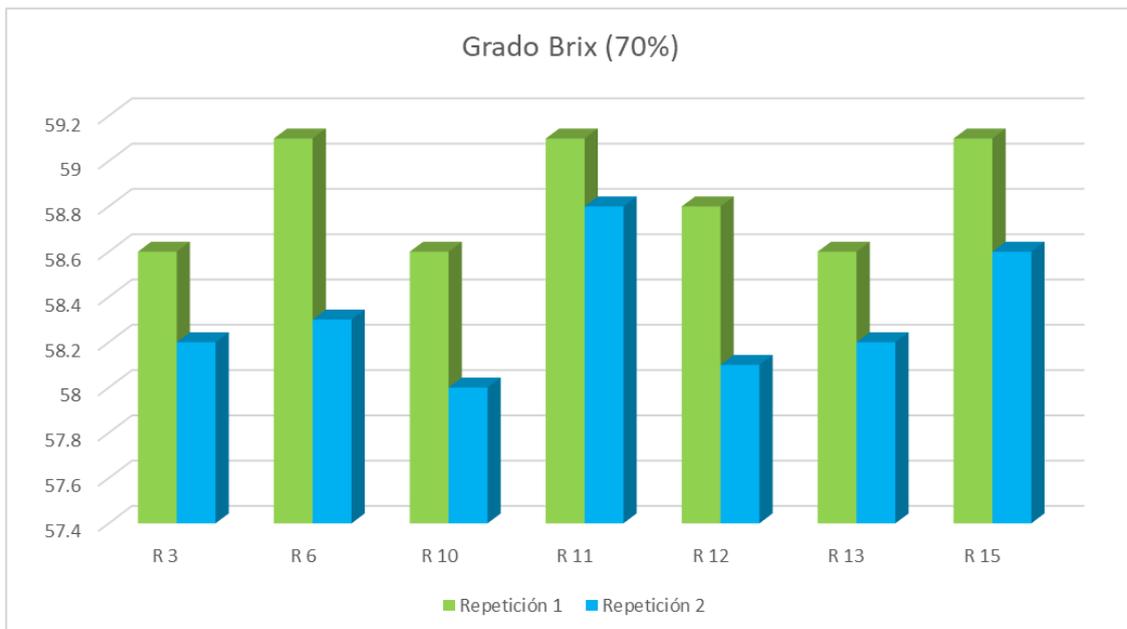
Figura 16: Análisis comparativo de las repeticiones 85%



Fuente: Elaboración propia

Cómo se llega a visualizar en la figura 16, con referencia a la tabla N° 8, se visualiza los datos obtenidos con el refractómetro, dando como resultado que el hidrolizado en la carrera N° 8 obtuvo un resultado más alto a comparación de las otras 3 pruebas realizadas.

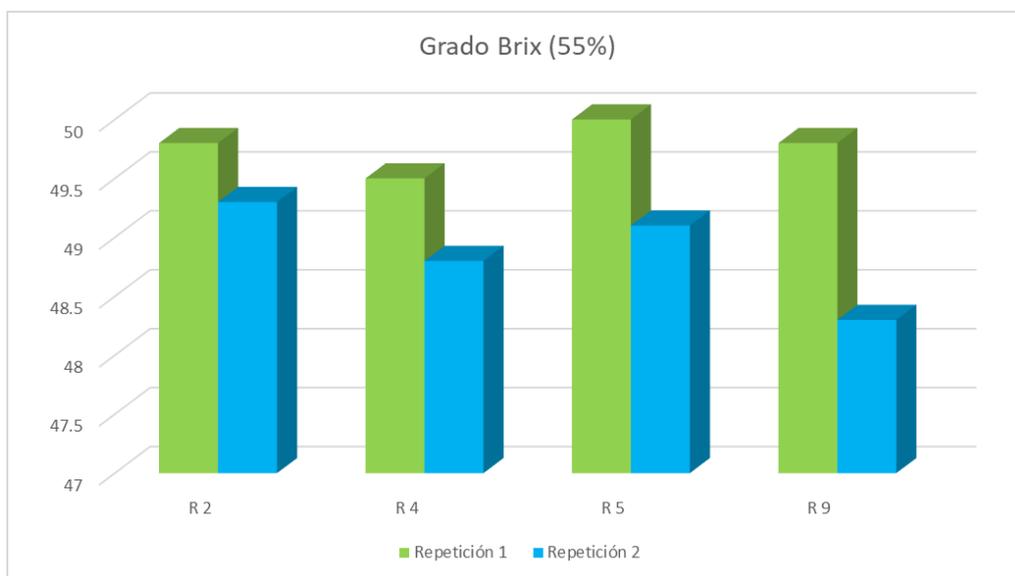
Figura 17: Análisis comparativo de las repeticiones 70%



Fuente: Elaboración propia

Cómo se llega a visualizar en la figura 17, con referencia a la tabla N° 8, se visualiza los datos obtenidos con el refractómetro, dando como resultado que 3 pruebas del hidrolizado obtuvieron los mismos valores al pasar el análisis con el refractómetro.

Figura 18: Análisis comparativo de las repeticiones 55 %



Fuente: Elaboración propia

Cómo se llega a visualizar en la figura 18, con referencia a la tabla N° 8, se visualiza los datos obtenidos con el refractómetro, dando como resultado con mayor porcentaje de grados brix la carrera N° 5, dando un resultado mayor que las otras 3 carreras realizadas con el refractómetro portátil.

TABLA 9. Porcentaje Brix en la Fermentación

	T0	T1	T2	T3
Run 01	1.40%	1.50%	1.60%	1.50%
Run 02	1.10%	1.30%	1.20%	1.30%
Run 03	1.20%	1.40%	1.40%	1.50%
Run 04	1.00%	1.20%	1.30%	1.20%
Run 05	1.10%	1.30%	1.20%	1.30%
Run 06	1.20%	1.40%	1.30%	1.40%
Run 07	1.10%	1.50%	1.40%	1.50%
Run 08	1.30%	1.60%	1.50%	1.50%
Run 09	1.00%	1.30%	1.30%	1.20%
Run 10	1.20%	1.60%	1.50%	1.50%
Run 11	1.20%	1.40%	1.30%	1.40%
Run 12	1.20%	1.40%	1.50%	1.40%
Run 13	1.20%	1.50%	1.40%	1.50%
Run 14	1.30%	1.50%	1.40%	1.60%
Run 15	1.20%	1.40%	1.30%	1.40%

Fuente: Elaboración propia.

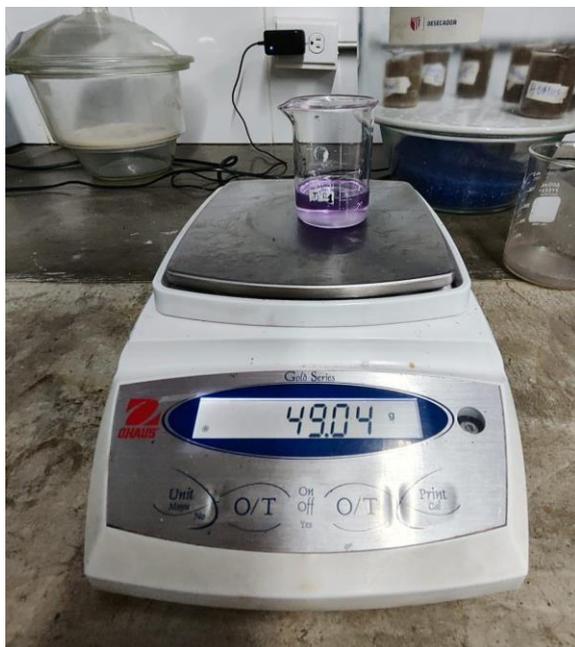
Prueba de Presencia de Alcohol.

Para corroborar que hubo presencia de alcohol en las muestras obtenidas se procedió a realizar una prueba en la que consiste en el empleo de: Permanganato de potasio (KMnO_4), Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) puro (100%) y el destilado, con la aleación de estos tres líquidos pueden ocurrir 2 cosas, primero si la solución se vuelve incolora, corrobora que hay presencia de alcohol lo segundo que, si al añadir el producto final no sucede nada, evidencia la inexistencia de alcohol.

Para lo cual se utilizó un vaso precipitado el cual sirvió como envase, para colocar 5 ml de permanganato de potasio (KMnO_4) posterior y con la ayuda de una balanza se pesó 49 g de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) y se pasó a verter poco a poco en el envase para finalmente a dicha solución se le agrega el destilado y al cabo de unos

segundos se muestra la solución incolora demostrando así la presencia de alcohol en el producto final.

Figura 19: Solución de Permanganato de Potasio y Ácido Sulfúrico



Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Resultado Incoloro



Fuente: Elaboración propia

Prueba de Alcoholímetro.

Para determinar la concentración de alcohol obtenidas al final de todos los procesos realizados en esta investigación, se empleó el alcoholímetro y una probeta de 100 mL, en la cual se vertió destilado (50 mL) seguidamente se coloca el alcoholímetro para poder visualizar la marca cuando el instrumento empieza a flotar, la cual se llega a visualizar el porcentaje del destilado. En este caso la levadura se dejó a baño María por 8 horas, después del tiempo transcurrido, se pasó del hidrolizado al envase de fermentación en un lapso de 4 horas y una vez ya se pasó todo al envase de vidrio donde estaba la levadura, se separó 250 mL y se procedió a destilar esa solución fermentado, el alcoholímetro midió 5% de alcohol, esta fue una reacción lenta de las bacterias ante un pH fuertemente ácido cercano a $\text{pH} = 3$. Es importante elevar el pH hasta un rango apropiado para las *Saccharomyces* spp (3.5-5.5).

Figura 21: Resultado de concentración de alcohol



Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados obtenidos y realizado un análisis, a los posos de café gastados, se llegó a evidenciar que para evitar cualquier tipo de contaminación o generación de hongos en las muestras, se tuvo que realizar un proceso de secado con temperatura de 90° C en un lapso de tiempo de 6 horas, así reducir su grado de humedad a un 5%, donde posteriormente son ubicadas en el desecador, Con respecto a la humedad, la investigación realizado por Ruta (2021) en la cual menciona que para su investigación realizó el proceso de secado de las cerezas del café bajo el sol, así bajando el nivel de humedad a un 10% y 12%, en un lapso de tiempo desde los 10 días hasta los 25 días seguidos bajo los rayos solares, La investigación realizado por Osorio (2020) menciona sobre las condiciones que optó para realizar el secado, donde la temperatura es de unos 60°C, contando con un flujo de aire de 1,0 - 2,0 m/s y también la cantidad de café en las bandejas, con un espesor de 0.01 a 0.02 m, reduciendo un 84,24% de humedad, para lo cual en su investigación Kamil (2019) menciona sobre la gran potencial de los posos de café gastados como una fuente de energía alternativa, ya que en su contenido el 15% del aceite contiene una cantidad y compuesto similar al biodiesel. La investigación realizada por Veza (2021) menciona sobre la inestabilidad y escasez del combustible será una gran problemática, donde la generación de bioetanol puede ayudar y hasta reemplazar el combustible por el alcohol como un tipo de biocombustible.

Los grados Brix, se determinó el porcentaje de sacarosa (fructosa y glucosa), variar dependiendo de las 3 diferentes condiciones, temperatura, concentración del ácido y tiempo, siendo el de 85% de concentración del ácido, a un tiempo de 1 hora y a 30 °C, dando consigo 60.90% Brix. Así mismo en la investigación de Osorio (2020) menciona que en el proceso de fermentación llegó a obtener valores promedios desde 10.31 % hasta los 15.57% y en un lapso de 4 horas de la toma, se mantuvieron los mismos resultados, pero en el tiempo 0, se presentaron valores inferiores (9.26% - 10.62% - 11.04%). Pardo (2022) menciona en su investigación, sobre el mucílago del café obtuvo unos resultados de 16% y de 21% brix, la cual esto favorece de manera positiva al rendimiento y producción del etanol cercano al

8% (v/v) la cual para producir 4.137 litros de etanol se debe de invertir un promedio de 305 USD. Tawali (2021) menciona sobre el fermentar el mucílago de los granos de café, la cual se emplea la enzima pectinasa desde 1 hora hasta las 4 horas, se obtuvieron resultados de 1.05 % brix, azúcar total del 1.67% y ph de 6,55. Liu (2021) menciona en su investigación sobre la fermentación e hidrolizado de los posos de café gastados, donde analizan los valores brix en el día 0 y luego de 14 días, donde el día 0 tenía valores de 13.02 %Brix y en el último día con valor de 8.14% Brix. Srilikanlayanukul (2022) menciona en su investigación de producir vinagre a base de los posos de café, la cual se empleó ácido acético y al analizar tras 6 días llegó a dar 1.9% Brix, la cual fermentado y proceso de destilado generó 2.6% de alcohol (etanol v/v).

La presencia de alcohol, se llegó a evidenciar que la solución obtenida después del destilado si presenta alcohol en su composición, ya que con el reactivo (permanganato de potasio), el ácido sulfúrico y la muestra del destilado, paso de un color fucsia, a ser un líquido o solución incolora, la cual confirma la presencia de alcohol. Abdelazim (2021) menciona en su investigación que el permanganato de potasio es más eficiente que el dicromato de potasio, ya que sus propiedades tóxicas ayudan para la determinación del alcohol en las muestras. Chen (2021) menciona en su investigación la implementación del permanganato de potasio, ya que lo emplea como un oxidante extremadamente muy fuerte, para así poder deslignificar o blanquear su solución, donde el permanganato, se usa como el que elimina o degrada los productos de oxidación.

VI. CONCLUSIONES

Se demostró que se puede llegar a generar bioetanol en base a residuos orgánicos como viene a ser los posos de café gastados y así ser una opción más o alternativa de generar este tipo de alcohol ello debido a que en estos residuos cuentan con altos porcentajes de celulosa, además que para el etanol obtenido por medio del destilado se realizó de la muestra que presentaba las condiciones más óptimas como el nivel de glucosa y la presencia de alcohol que había en el fermentado.

Se llegó a determinar que la muestra N° 8 del cuadro de Box behnken, con condiciones específicas, es la que presenta un valor mayor que a las otras pruebas realizadas, contando con un porcentaje Brix de 60.90 % de sacarosa, siendo la más óptima para el proceso de fermentación.

Se concluye que se puede producir bioetanol en base de los posos de café gastados, la cual gracias a la hidrólisis ácida y la fermentación, se llegó a producir el alcohol con un 5% de concentración.

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar otros residuos orgánicos, generados por la población, sobre todo los que cuenten con alto valores de lignina, ya que es indispensable para poder llegar a liberar la mayor cantidad de azúcares (Sacarosa, Glucosa, Fructosa).

Destinar mayor tiempo en el proceso de la activación de las levaduras (*Saccharomyces Cerevisiae*), para así llegar a activar la mayor cantidad y poder obtener mayor elaboración de alcohol.

Tener en cuenta y llegar a aplicar la biorrefinería, en más investigaciones, ya que así se les generará un valor a los residuos orgánicos y estos a su vez, puedan funcionar como materia prima en la generación y elaboración de bioenergía.

Cuando se tenga la solución hidrolizada, se recomienda previo a la utilización de la levadura (*Saccharomyce cerevisiae*), estabilizar el pH de la solución hidrolizada a un valor (4,5 – 6,5), para así tener un mejor rendimiento en el proceso de fermentación.

REFERENCIAS

LAWAL, I. M., et al. Proximate analysis of waste-to-energy potential of municipal solid waste for sustainable renewable energy generation. *Ain Shams Engineering Journal*, 2023, p. 102357. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447923002460>

HE, Hongping; GAO, Xiaofeng; FEI, Xunchang. Generation and management of municipal solid waste in top metropolitans of China: A comparison with Singapore. *Circular Economy*, 2023, vol. 2, no 2, p. 100041. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773167723000183>

MARTINEZ, Clara Liseth Mendoza, et al. Evaluation of thermochemical routes for the valorization of solid coffee residues to produce biofuels: A Brazilian case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, vol. 137, p. 110585. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120308698>

LIU, Dunnan; GUO, Xiaodan; XIAO, Bowen. What causes growth of global greenhouse gas emissions? Evidence from 40 countries. *Science of the Total Environment*, 2019, vol. 661, p. 750-766. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719302165#bb0115>

MORALES ROJAS, Eli, et al. Effects of climate change on coffee farms: A literature review with an emphasis on Peru. 2020. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/2304-0335_c2318d7a4f1208deb4a28da5cb6efbb3

JEZEER, Rosalien E., et al. Influence of livelihood assets, experienced shocks and perceived risks on smallholder coffee farming practices in Peru. *Journal of environmental management*, 2019, vol. 242, p. 496-506. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719305687>

PALOMINO NOLASCO, Elizabeth. Development of Sustainable Packaging Using Agricultural Residues such as Rice Straw and Coffee Pulp in Peru. Creative Food Cycles-Book 1, 2020, p. 173-182. Disponible en: <https://www.repo.uni-hannover.de/handle/123456789/10175>

LAVADO-MEZA, Carmencita, et al. Arabica-coffee and teobroma-cocoa agro-industrial waste biosorbents, for Pb (II) removal in aqueous solutions. Environmental Science and Pollution Research, 2023, vol. 30, no 2, p. 2991-3001.. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-22233-3>

CHOI, In Seong, et al. Coffee residue as a valorization bio-agent for shelf-life extension of lactic acid bacteria under cryopreservation. Waste Management, 2020, vol. 118, p. 585-590. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X20305365>

MAGAZZINO, Cosimo; MELE, Marco; SCHNEIDER, Nicolas. The relationship between municipal solid waste and greenhouse gas emissions: Evidence from Switzerland. Waste Management, 2020, vol. 113, p. 508-520. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X20302737>

FORCINA, Antonio, et al. A comparative life cycle assessment of different spent coffee ground reuse strategies and a sensitivity analysis for verifying the environmental convenience based on the location of sites. Journal of Cleaner Production, 2023, vol. 385, p. 135727. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262205301X>

KURNIAWAN, Tonni Agustiono, et al. Harnessing landfill gas (LFG) for electricity: A strategy to mitigate greenhouse gas (GHG) emissions in Jakarta (Indonesia). Journal of Environmental Management, 2022, vol. 301, p. 113882. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721019447>

KARMAKER, Ashish Kumar, et al. Exploration and corrective measures of greenhouse gas emission from fossil fuel power stations for Bangladesh. Journal of

Cleaner Production, 2020, vol. 244, p. 118645. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619335152>

NAB, Carmen; MASLIN, Mark. Life cycle assessment synthesis of the carbon footprint of Arabica coffee: Case study of Brazil and Vietnam conventional and sustainable coffee production and export to the United Kingdom. *Geo: Geography and Environment*, 2020, vol. 7, no 2, p. e00096. Disponible en: <https://rgs-ibg.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/geo2.96>

RUTA, Lavinia Liliana; FARCASANU, Ileana Cornelia. Coffee and yeasts: From flavor to biotechnology. *Fermentation*, 2021, vol. 7, no 1, p. 9. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2311-5637/7/1/9>

LEE, Minjeong, et al. Sequential production of lignin, fatty acid methyl esters and biogas from spent coffee grounds via an integrated physicochemical and biological process. *Energies*, 2019, vol. 12, no 12, p. 2360. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/12/2360>

Massaya, J., Pereira, A. P., Mills-Lamprey, B., Benjamin, J., & Chuck, C. J. (2019). Conceptualization of a spent coffee grounds biorefinery: A review of existing valorisation approaches. *Food and Bioproducts Processing*, 118, 149-166. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960308519300203>

YEOH, Lyn; NG, Kok Siew. Future prospects of spent coffee ground valorisation using a biorefinery approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 2022, vol. 179, p. 106123. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092134492100731X>

HAFID, Halimatun Saadiah, et al. Enhanced crystallinity and thermal properties of cellulose from rice husk using acid hydrolysis treatment. *Carbohydrate polymers*, 2021, vol. 260, p. 117789. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861721001764>

FLORIAN, Tiappi Deumaga Mathias, et al. Chemical composition analysis and structural features of banana rachis lignin extracted by two organosolv methods. *Industrial Crops and Products*, 2019, vol. 132, p. 269-274. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669019301141>

ŚWIĄTEK, Katarzyna, et al. Acid hydrolysis of lignocellulosic biomass: Sugars and furfurals formation. *Catalysts*, 2020, vol. 10, no 4, p. 437. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4344/10/4/437>

BELAUD, Jean-Pierre, et al. Big data for agri-food 4.0: Application to sustainability management for by-products supply chain. *Computers in Industry*, 2019, vol. 111, p. 41-50. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361518306419>

HUANG, Youwang, et al. CO₂ pyrolysis kinetics and characteristics of lignin-rich hydrolysis residue produced from a tandem process of steam-stripping and acid hydrolysis. *Fuel*, 2022, vol. 316, p. 123361. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236122002307>

CHAUHAN, Kunal; SINGH, Varun Pratap. Prospect of biomass to bioenergy in India: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785323005151>

ZINLA, Désiré, et al. Characterization of rice, coffee and cocoa crops residues as fuel of thermal power plant in Côte d'Ivoire. *Fuel*, 2021, vol. 283, p. 119250. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236120322468>

DE ARAUJO GUILHERME, Alexandre, et al. Ethanol production from sugarcane bagasse: Use of different fermentation strategies to enhance an environmental-friendly process. *Journal of environmental management*, 2019, vol. 234, p. 44-51.

Disponibile

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971831524X>

PRAKASH, Dhakshinamoorthy Gnana, et al. Extraction methodology of lignin from biomass waste influences the quality of bio-oil obtained by solvothermal depolymerization process. *Chemosphere*, 2022, vol. 293, p. 133473. Disponibile en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653521039473>

KUMAR, J. Aravind, et al. Agricultural waste biomass for sustainable bioenergy production: Feedstock, characterization and pre-treatment methodologies. *Chemosphere*, 2023, vol. 331, p. 138680. Disponibile en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653523009475>

GO, Alchris Woo, et al. Extraction of lipids from post-hydrolysis spent coffee grounds for biodiesel production with hexane as solvent: Kinetic and equilibrium data. *Biomass and Bioenergy*, 2020, vol. 140, p. 105704. Disponibile en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953420302385>

GARCIA-FREITES, Samira, et al. The potential of coffee stems gasification to provide bioenergy for coffee farms: a case study in the Colombian coffee sector. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2020, vol. 10, p. 1137-1152. Disponibile en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13399-019-00480-8>

PAWCENIS, Dominika, et al. Effect of hydrolysis time, pH and surfactant type on stability of hydrochloric acid hydrolyzed nanocellulose. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2022, vol. 222, p. 1996-2005. Disponibile en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813022022280>

LEONG, Suet Lin, et al. Morphological control of cellulose nanocrystals via sulfuric acid hydrolysis based on sustainability considerations: An overview of the governing factors and potential challenges. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2022, vol. 10, no 4, p. 108145. Disponibile en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343722010181>

ZHAO, Xia, et al. Succeeded high-temperature acid hydrolysis of granular maize starch by introducing heat-moisture pre-treatment. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2022, vol. 222, p. 2868-2877. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813022023066>

ALCANTARA, Gabriela MRN; DRESCH, Dayane; MELCHERT, Wanessa R. Use of non-volatile compounds for the classification of specialty and traditional Brazilian coffees using principal component analysis. *Food Chemistry*, 2021, vol. 360, p. 130088. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814621010943>

LIU, Yunjiao, et al. Concurrent inoculations of *Oenococcus oeni* and *Lachancea thermotolerans*: Impacts on non-volatile and volatile components of spent coffee grounds hydrolysates. *Lwt*, 2021, vol. 148, p. 111795. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643821009488>

PICCHIO, Rodolfo, et al. Pellet production from woody and non-woody feedstocks: A review on biomass quality evaluation. *Energies*, 2020, vol. 13, no 11, p. 2937. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/11/2937>

NIGLIO, Saverio, et al. Investigation of enzymatic hydrolysis of coffee silverskin aimed at the production of butanol and succinic acid by fermentative processes. *BioEnergy Research*, 2019, vol. 12, p. 312-324. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-019-09969-6>

MARTINEZ, Clara Lisseth Mendoza, et al. Evaluation of thermochemical routes for the valorization of solid coffee residues to produce biofuels: A Brazilian case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, vol. 137, p. 110585. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120308698>

ÁLVAREZ-RISCO, Aldo. Clasificación de las investigaciones. 2020. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>

NOVIA, Novia, et al. Recent advances in CFD modeling of bioethanol production processes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2023, vol. 183, p. 113522.

Disponibile

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032123003799>

XU, Chao, et al. Liquid hot water pretreatment combined with high-solids enzymatic hydrolysis and fed-batch fermentation for succinic acid sustainable processed from sugarcane bagasse. *Bioresource Technology*, 2023, vol. 369, p. 128389. Disponible

en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852422017229>

SANCHIS-SEBASTIÁ, Miguel, et al. Novel sustainable alternatives for the fashion industry: A method of chemically recycling waste textiles via acid hydrolysis. *Waste Management*, 2021, vol. 121, p. 248-254. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X20307194>

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mcgraw-hill, 2020.

Disponibile en: <https://n9.cl/2udq1>

MAITY, Sudatta; MALLICK, Nirupama. Trends and advances in sustainable bioethanol production by marine microalgae: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 2022, vol. 345, p. 131153. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622007855>

VALLES, Alejo, et al. Comparison of simultaneous saccharification and fermentation and separate hydrolysis and fermentation processes for butanol production from rice straw. *Fuel*, 2020, vol. 282, p. 118831. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236120318275>

SARGHINI, Fabrizio, et al. Acid hydrolysis of spent coffee grounds: effects on possible prebiotic activity of oligosaccharides. *Chemical and Biological*

Technologies in Agriculture, 2021, vol. 8, p. 1-12. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40538-021-00262-3>

QI, Xin; TESTER, Richard F. Fructose, galactose and glucose—In health and disease. Clinical nutrition ESPEN, 2019, vol. 33, p. 18-28. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457718306004>

TSEGU, Getu, et al. Bioethanol production from biodegradable wastes using native yeast isolates from Ethiopian traditional alcoholic beverages. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 2022, vol. 43, p. 102401. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878818122001281>

AZHAR, Siti Hajar Mohd, et al. Yeasts in sustainable bioethanol production: A review. Biochemistry and biophysics reports, 2017, vol. 10, p. 52-61. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405580816302424>

BAHLAWAN, Zuhriyan Ash Shiddieqy, et al. Bioethanol production from glucose obtained from enzymatic hydrolysis of Chlorella microalgae. Materials Today: Proceedings, 2022, vol. 63, p. S373-S378. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322019022>

JAYAKUMAR, Mani, et al. Bioethanol production from agricultural residues as lignocellulosic biomass feedstock's waste valorization approach: A comprehensive review. Science of The Total Environment, 2023, vol. 879, p. 163158. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723017771>

DE MELO PEREIRA, Gilberto V., et al. Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans—A review. Food chemistry, 2019, vol. 272, p. 441-452. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618314663>

OKTAVIANAWATI, Ika; ARIMURTI, Sattya; SUHARJONO, Suharjono. The Impacts of Traditional Fermentation Method on the Chemical Characteristics of Arabica

Coffee Beans from Bondowoso District, East Java. forest, 2020, vol. 3, p. 4. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ika-Oktavianawati/publication/346704171_The_Impacts_of_Traditional_Fermentation_Method_on_the_Chemical_Characteristics_of_Arabica_Coffee_Beans_from_Bondowoso_District_East_Java/links/5fcf041a45851568d1499087/The-Impacts-of-Traditional-Fermentation-Method-on-the-Chemical-Characteristics-of-Arabica-Coffee-Beans-from-Bondowoso-District-East-Java.pdf

WIDODO, Prayoga Bagus, et al. Efficacy of natural and full washed post-harvest processing variations on arabica coffee characteristics. Materials Today: Proceedings, 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785323009422>

KATH, Jarrod, et al. Temperature and rainfall impacts on robusta coffee bean characteristics. Climate Risk Management, 2021, vol. 32, p. 100281. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096321000103>

SILVA, Ana Carolina R., et al. Lipid characterization of arabica and robusta coffee beans by liquid chromatography-ion mobility-mass spectrometry. Journal of Food Composition and Analysis, 2022, vol. 111, p. 104587. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157522002058>

CAÑAS, Silvia, et al. Understanding the gastrointestinal behavior of the coffee pulp phenolic compounds under simulated conditions. Antioxidants, 2022, vol. 11, no 9, p. 1818. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3921/11/9/1818>

HAILE, Mesfin, et al. The role of microbes in coffee fermentation and their impact on coffee quality. Journal of Food Quality, 2019, vol. 2019. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2019/4836709/>

ANTAR, Mohammed, et al. Biomass for a sustainable bioeconomy: An overview of world biomass production and utilization. Renewable and Sustainable Energy

Reviews, 2021, vol. 139, p. 110691. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120309758>

PANDI, Narsimha; SONAWANE, Shirish H.; KISHORE, K. Anand. Synthesis of cellulose nanocrystals (CNCs) from cotton using ultrasound-assisted acid hydrolysis. *Ultrasonics sonochemistry*, 2021, vol. 70, p. 105353. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417720308178>

SAFARIAN, Sahar; UNNÞÓRSSON, Rúnar; RICHTER, Christiaan. A review of biomass gasification modelling. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2019, vol. 110, p. 378-391. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119303090>

ZHANG, Huan, et al. Extraction and comparison of cellulose nanocrystals from lemon (*Citrus limon*) seeds using sulfuric acid hydrolysis and oxidation methods. *Carbohydrate polymers*, 2020, vol. 238, p. 116180. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861720303544>

POOLE, Colin (ed.). *Gas chromatography*. Elsevier, 2021. Disponible en:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hx39DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=gas+chromatography+function&ots=CEkpbz4LyQ&sig=hNsrIX6qK9FuDWJuvNRlhBg0hy8#v=onepage&q=gas%20chromatography%20function&f=false>

MCNAIR, Harold M.; MILLER, James M.; SNOW, Nicholas H. *Basic gas chromatography*. John Wiley & Sons, 2019. Disponible en:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VimjDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=gas+chromatography&ots=QmKN-aGn0Z&sig=fNK17W13WjpHlyjR2M34lwmCNFg#v=onepage&q=gas%20chromatography&f=false>

GUIMARÃES, Cláudia Elisa César, et al. Production sustainable bioethanol from first-and second-generation sugar-based feedstocks: Advanced bibliometric

analysis. Bioresource Technology Reports, 2023, p. 101543. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X23002141>

LAKATOS, Gergely Ernő, et al. Bioethanol production from microalgae polysaccharides. Folia microbiologica, 2019, vol. 64, p. 627-644. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12223-019-00732-0>

LOH, Shi Rong, et al. Exergy analysis of a holistic zero waste macroalgae-based third-generation bioethanol biorefinery approach: Biowaste to bioenergy. Environmental Technology & Innovation, 2023, vol. 30, p. 103089. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186423000858>

AMOAHA, Jerome, et al. Co-fermentation of xylose and glucose from ionic liquid pretreated sugar cane bagasse for bioethanol production using engineered xylose assimilating yeast. Biomass and Bioenergy, 2019, vol. 128, p. 105283. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953419302326>

GÖBEL, Moritz; FICHTNER, Franziska. Functions of sucrose and trehalose 6-phosphate in controlling plant development. Journal of Plant Physiology, 2023, p. 154140. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161723002341>

THYAB GDDO AL-SAHLANY, Shayma, et al. Purification of bioactive peptide with antimicrobial properties produced by *Saccharomyces cerevisiae*. Foods, 2020, vol. 9, no 3, p. 324. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/3/324>

YOON, Jinmi, et al. Sucrose signaling in higher plants. Plant Science, 2021, vol. 302, p. 110703. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168945220303095>

LI, Li, et al. Study on spectral properties and active sites of glucose and fructose based on density functional theory. Inorganic Chemistry Communications, 2022, vol.

143, p. 109775. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1387700322005834>

KUSMIYATI, Kusmiyati, et al. Effect of dilute acid and alkaline pretreatments on enzymatic saccharification of palm tree trunk waste for bioethanol production. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 2019, vol. 14, no 3, p. 705-714. Disponible en: <https://journal.bcrec.id/index.php/bcrec/article/view/4256>

JAYWANT, Swapna A.; SINGH, Harshpreet; ARIF, Khalid Mahmood. Sensors and instruments for brix measurement: A review. *Sensors*, 2022, vol. 22, no 6, p. 2290. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/6/2290>

ADEDAYO, M. R.; AJIBOYE, A. E.; YAHAYA, O. A. Ethanol Production from *Gmelina arborea* Wood Wastes by *Saccharomyces cerevisiae* using Submerged Fermentation. *Nigerian Journal of Biotechnology*, 2020, vol. 37, no 2, p. 144-151. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Ethanol-Production-from-Gmelina-arborea-Wood-Wastes-Adedayo-Ajiboye/f566422f6692cc2ef51843b8c500f48aad2717ad>

RUTA, Lavinia Liliana; FARCASANU, Ileana Cornelia. Coffee and yeasts: From flavor to biotechnology. *Fermentation*, 2021, vol. 7, no 1, p. 9. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2311-5637/7/1/9>

OSORIO-ARIAS, J., et al. Sustainable management and valorization of spent coffee grounds through the optimization of thin layer hot air-drying process. *Waste and Biomass Valorization*, 2020, vol. 11, p. 5015-5026. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-019-00793-9>

KAMIL, Mohammed, et al. Comprehensive evaluation of the life cycle of liquid and solid fuels derived from recycled coffee waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 2019, vol. 150, p. 104446. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344919303416>

OSORIO PÉREZ, Valentina, et al. Effect of Prolonged Fermentations of Coffee Mucilage with Different Stages of Maturity on the Quality and Chemical Composition of the Bean. *Fermentation*, 2022, vol. 8, no 10, p. 519. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2311-5637/8/10/519>

PARDO, Luz Marina Flórez, et al. Comprehensive analysis of ethanol production from coffee mucilage under sustainability indicators. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 2022, vol. 182, p. 109183. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255270122003865>

TAWALI, A. B., et al. The effect of soaking time on mucilage removal from the coffee bean using pectinase enzyme. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. p. 022053. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/807/2/022053/meta>

LIU, Yunjiao; LU, Yuyun; LIU, Shao Quan. The potential of spent coffee grounds hydrolysates fermented with *Torulaspora delbrueckii* and *Pichia kluyveri* for developing an alcoholic beverage: The yeasts growth and chemical compounds modulation by yeast extracts. *Current Research in Food Science*, 2021, vol. 4, p. 489-498. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665927121000484>

SRIKANLAYANUKUL, Mayura; SILLAPAWATTANA, Panwad. The production of vinegar cider from spent coffee grounds. *Food and Applied Bioscience Journal*, 2022, vol. 10, no 3, p. 1-10. Disponible en: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/fabjournal/article/view/255698>

ABDELAZIM, Mohamed. Self-colorimetric determination of bio-ethanol using permanganate in fermentation samples. 2021. Disponible en: <https://www.researchsquare.com/article/rs-609289/v1>

VEZA, Ibhām; SAID, Mohd Farid Muhamad; LATIFF, Zulkarnain Abdul. Recent advances in butanol production by acetone-butanol-ethanol (ABE) fermentation.

Biomass and Bioenergy, 2021, vol. 144, p. 105919. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953420304529>

CHEN, Haiyan, et al. Potassium permanganate assisted organosolv pretreatment enhances enzymatic hydrolysis of corn stover. GCB Bioenergy, 2021, vol. 13, no 4, p. 665-678. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcbb.12806>

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de Ubicación y Recolección de la muestra

 Universidad César Vallejo		FICHA DE UBICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA	
DATOS GENERALES			
Título	Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación a partir de Posos de Café Gastados para la producción de bioetanol		
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos		
Facultad	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
Responsables	Caso Ramos, Ivo Ernesto Rojas Hinostraza, Cristhian Humberto		
Asesor	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline		
Lugar	El Arte del Café - Café Cultura Chosica	Distrito	ATE - Lurigancho
		Departamento	Lima
MUESTRA	Código	Fecha	Hora
M1	RC 01 (500g)	2/10/2023	10:00 p. m.
M2	RC 02 (1Kg)	8/10/2023	2:00 p. m.
M3	RC 03 (500g)	20/09/2023	4:30 p. m.

Anexo 2: Ficha de Validación de Instrumento

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de Ubicación y recolección de la muestra**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostroza, Crishtian Humberto**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 18 de diciembre del 2023

DNI: 46231227

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de Ubicación y recolección de la muestra**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostroza, Cristhian Humberto**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 40521963

Lima, 18 de diciembre del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de Ubicación y recolección de la muestra**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostrza, Crithian Humberto**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de diciembre del 2023



DNI: 07268863

Anexo 3: Ficha de composición original de residuos de Posos de Café Gastados

		FICHA DE COMPOSICIÓN ORIGINAL DE RESIDUOS DE POSOS DE CAFÉ GASTADOS			
DATOS GENERALES					
Título	Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación a partir de Posos de Café Gastados para la producción de bioetanol				
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos				
Facultad	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
Responsables	Caso Ramos, Ivo Ernesto				
	Rojas Hinostroza, Cristhian Humberto				
Asesor	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline				
Lugar	El Arte del Café - Café Cultura Chosica	Distrito	ATE- Lurigancho		
Fecha	Septiembre - Octubre	Hora	10:00 p. m.		
	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR		
POSOS DE CAFÉ GASTADOS			M1	M2	M3
	PESO	Kg	500g	1Kg	500 g
	TEMPERATURA	°C	90 °C	91 °c	88 °c

Anexo 4: Ficha de validación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°2

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha composición original de residuos de Posos de Café Gastados**
 1.5 Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostrza, Cristhian Humberto**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de diciembre del 2023



DNI: 40231227

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°2

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha composición original de residuos de Posos de Café Gastados**
 1.5 Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostrza, Cristhian Humberto**

2 ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3 OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4 PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de diciembre del 2023



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 48323963

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°2

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha composición original de residuos de Posos de Café Gastados**
 1.5 Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostroza, Crísthian Humberto**

2 ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3 OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4 PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de diciembre del 2023



DNI 07268863

Anexo 5: Ficha de contenido de sacarificación

 Universidad César Vallejo	FICHA DE SACARIFICACIÓN		
DATOS GENERALES			
Título	Aplicación de hidrólisis ácida y fermentación a partir de Posos de Café Gastados para la producción de bioetanol		
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos		
Facultad	INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
Responsables	Caso Ramos, Ivo Ernesto Rojas Hinojosa, Cristhian Humberto		
Asesor	Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline		
Lugar	UCV - Laboratorio de Biotecnología	Distrito	San Juan de Lurigancho
Fecha	01/10/2023 al 31/10/2023	Hora	8:00 am - 10:00 pm
MUESTRA	PORCENTAJE DE AZUCAR (%)	MUESTRA	PORCENTAJE DE AZUCAR (%)
M1	56.90%	M9	49.70%
M2	49.80%	M10	58.60%
M3	58.60%	M11	59.10%
M4	49.50%	M12	58.80%
M5	50%	M13	58.60%
M6	59.10%	M14	58.80%
M7	59.30%	M15	59.10%
M8	60.90%		

Anexo 6: Ficha de validación de instrumento

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°3

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de Sacarificación**
 1.5 Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostroza, Cristhian Humberto**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de diciembre del 2023



DNI: 40231227

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Director de la escuela de Ingeniería Ambiental/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de Sacarificación**
- 1.5 Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostraza, Cristhian Humberto**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de diciembre del 2023



DNI: 07268863

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y Gestión de Residuos**
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de Sacarificación**
- 1.5 Autor(A) de Instrumento: **Caso Ramos, Ivo Ernesto – Rojas Hinostriza, Cristhian Humberto**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de diciembre del 2023



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI 48323863